Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Ю. М. Бачура, Н. М. Дайнеко

БОТАНИКА.
КЛЕТКА И ТКАНИ

Практическое руководство

для студентов специальности 1-75 01 01
«Лесное хозяйство»

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2015

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

УДК 582.26/27 + 582.28 (075.8)
ББК 28.591 я73
С 557

Рецензенты:
кандидат биологических наук А. Е. Падутов;
кандидат сельскохозяйственных наук А. Н. Никитин.

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

Бачура, Ю. М.
С 557 Ботаника. Клетка и ткани: практ. рук-во / Ю. М. Бачура, Н. М. Дайнеко; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 48 с.
ISBN 978-985-439-725-2

Практическое руководство ставит своей целью оптимизировать учебно-познавательную деятельность студентов по усвоению материала о строении растительной клетки, типах, строении и функциях тканей растений. Оно может быть использовано как на лабораторных занятиях по соответствующим темам курса «Ботаника», так и для самостоятельной подготовки.

Адресовано студентам биологического факультета специальности «Лесное хозяйство».

УДК 582.26/27 +582.28 (075.8)
ББК 28.591 я73

ISBN 978-985-439-725-2

© Бачура Ю. М., Дайнеко Н. М., 2015
© УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», 2015

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Содержание

Введение ……..4
Занятия1-2 Ультраструктура растительной клетки 5
Занятие 3 Образовательные ткани …….....……..... 17
Занятие 4 Покровные и механические ткани …….....…….. 24
Занятие 5 Проводящие ткани…… 35
Литература …… 47

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Введение

В практическом руководстве приводятся основные теоретические сведения, которые необходимы для самостоятельной подготовки студентов и выполнению заданий на лабораторных занятиях по темам «Ультраструктура растительной клетки», «Образовательные ткани», «Покровные и механические ткани» и «Проводящие ткани» в курсе «Ботаника». Применение предлагаемого руководства позволит аудиторным занятиям быть более эффективными и повысит качество усвоения студентами достаточно сложного учебного материала.

Основная задача руководства – дать представление о строении растительной клетки, типах, строении и функциях тканей растений. В нем содержится минимальный объем знаний, на основе которых можно организовать эффективную самостоятельную работу по более глубокому их изучению.

Изложение материала построено в соответствии с программой курса. Практическое руководство включает пять занятий. Материал по каждому из них начинается с плана, затем следует изложение теоретической части, перечисляются материалы и оборудование, ставится цель занятия. Далее приведены лабораторные работы с комментариями по их выполнению для самостоятельной работы студентов. В конце каждого занятия имеются вопросы, которые могут быть использованы преподавателем для текущего контроля усвоения знаний, а также студентами для самоконтроля.

При подготовке практического руководства также использована информация, изложенная в пособиях и учебниках белорусских и российских ученых: Г. А. Бавтуто, М. В. Ерёмина, И. И. Андреевой, Л. С. Родман, Г. П. Яковлева, В. А. Челомбитько, И. И. Лотовой, Н. П. Власовой, М. Д. Лисова, Т. А. Сауткиной, В. Д. Поликсеновой, В. Г. Хржановского, С. Ф. Пономаренко, Л. С. Пашкевич, Г. Я. Климчика [1-12]. На классические иллюстрации, использованные в руководстве, приведены ссылки.

Руководство адресовано студентам специальности 1-75 01 01 – «Лесное хозяйство», может быть использовано студентами специальности 1-31 01 01-02 – «Биология (научно-педагогическая деятельность)», быть полезно для учителей биологии и студентов специализации «Ботаника».

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Занятия 1-2. Ультраструктура растительной клетки

1 Понятие о клетке, форма и размеры клеток
2 Ультраструктура растительной клетки
3 Особенности строения оболочки и вакуолей растительной клетки
4 Запасные вещества и включения клетки растений

1 Понятие о клетке, форма и размеры клеток

Клетка – основная структурно-функциональная единица всех живых существ. Она представляет собой элементарную часть организма, обладающую всеми признаками живого; клетке свойственны рост, обмен веществ и энергии с внешней средой, дыхание, деление, раздражимость, наследственность и др.

Все клеточные организмы можно разделить на две основные группы: прокариоты (доядерные, появились около 3,5 млрд лет назад) и эукариоты (ядерные, возникли около 1 млрд лет назад). К прокариотам относят бактерии и цианобактерии (синезеленые водоросли). У них отсутствует оформленное ядро и другие мембранные структуры, специфично строение оболочки – содержит муреин. Эукариотическое строение клеток характерно для растений, грибов и животных.

Растительные и животные клетки характеризуются рядом общих признаков: единством структурных систем (цитоплазмы и ядра), сходством процессов обмена веществ, энергии и деления клеток, универсальным мембранным строением, единством химического состава. При этом существует ряд отличий растительной клетки от животной:

1) наличие пластид (хлоро-, хромо- и лейкопластов);

2) наличие жесткой углеводной клеточной оболочки;

3) запасные питательные вещества в виде зерен крахмала, белка, капель масла (в животной клетке – жиры, гликоген);

4) наличие крупных полостей, заполненных клеточным соком, – вакуолей (в животной клетке – обычно мелкие, сократительные, выделительные и пищеварительные вакуоли);

5) отсутствие у высших растений клеточного центра (есть в животной клетке).

Большинство растений – многоклеточные организмы; например, лист древесного растения содержит порядка 20 млн клеток. Клетки растения морфологически и физиологически взаимосвязаны между

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

собой происхождением, ростом и жизнедеятельностью.

В молодом состоянии клетки имеют более или менее одинаковые размеры или форму, с возрастом параметры клеток меняются. Формы клеток растений можно разделить на два типа: *паренхимные* и *прозенхимные*. У паренхимных клеток длина, ширина и высота примерно одинаковы. Прозенхимные клетки отличаются сильно вытянутой формой, их длина может во много раз превышать ширину. Клетки растений обычно микроскопических размеров: от 10 до 100 мкм.

2 Ультраструктура растительной клетки

В растительной клетке выделяют протопласт (содержимое живой клетки) и его производные. В состав **протопласта** входят цитоплазма, ядро и другие органоиды: эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, сферосомы, митохондрии, пластиды, рибосомы. К **производным протопласта** относят клеточную стенку, вакуоль и эргастические вещества.

Цитоплазма – многофазная высокоупорядоченная коллоидная система, заключенная между плазмолеммой и ядром. Цитоплазма представляет собой вязкую прозрачную бесцветную массу; упруга, эластична, с водой не смешивается. В молодой клетке ЦП занимает всю полость клетки, в старой – появляются вакуоли, сливающиеся со временем в одну крупную вакуоль, цитоплазма образует узкий постенный слой. В цитоплазме вода составляет 75-86%, белки – 10-20, липиды – 2-3, углеводы – 1-2, минеральные соли – 1%.

Ядро – важнейший компонент живой клетки. Впервые ядро было описано Р. Броуном в 1833 г. Ядро выполняет две важные функции: 1) контролирует жизнедеятельность клетки; 2) хранит генетическую информацию и передает ее дочерним клеткам в процессе деления.

Форма ядра, как правило, округлая, но бывает веретеновидная, нитевидная, лопастная и др., размеры – от 2-3 до 500 мкм. Ядро состоит из ядерной оболочки, или мембраны, хроматиновых структур, ядрышка и ядерного сока.

Эндоплазматический ретикулум (ЭР) – органоид клетки, представляющий собой систему мелких вакуолей и канальцев, соединенных друг с другом и ограниченных одинарной мембраной. Мембраны ЭР толщиной 5-7 нм нередко переходят в ядерную мембрану. Различают два типа ЭР – шероховатый (гранулярный, несет на своих мембранах рибосомы) и гладкий (агранулярный, лишен рибосом). Гранулярный ЭР связывает в единое целое все структурно-

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

функциональные единицы клетки, обеспечивает транспорт ионов и макромолекул внутри клетки, а также синтез белков на прикрепленных рибосомах. Гладкий ЭР участвует в синтезе липидов, обмене некоторых полисахаридов, накоплении и выведении из клетки ядовитых веществ.

Митохондрии – округлые или цилиндрические, реже нитевидные двухмембранные органеллы длиной до 10 мкм, диаметром 0,2-1 мкм. Внутренняя мембрана образует выросты – кристы, которые в растительных клетках обычно имеют вид трубочек. Внутри митохондрии заполнены матриксом, в котором содержатся молекулы митохондриальной ДНК, РНК и рибосомы. Основная функция митохондрий – образование энергии.

Аппарат Гольджи (комплекс Гольджи) состоит из отдельных диктиосом и пузырьков Гольджи. Диктиосомы – органеллы, представляющие собой пачки (2-7 и более) плоских округлых цистерн, ограниченных мембраной и заполненных матриксом. В цистернах аппарата Гольджи накапливаются, конденсируются и упаковываются вещества, подлежащие изоляции или удалению из цитоплазмы. Упакованные в пузырьки, они поступают в вакуоли. Аппарат Гольджи – место синтеза полисахаридов, идущих на построение клеточной стенки. Пузырьки Гольджи участвуют также в формировании новых клеточных стенок и плазмалеммы, происходящем после митоза.

Рибосомы – мельчайшие клеточные органеллы, около 17-23 нм в диаметре, состоящие примерно из равных количеств белка и нуклеиновых кислот. Рибосомы располагаются в цитоплазме свободно или связаны с мембранами эндоплазматической сети. Рибосомы состоят из двух субъединиц: крупной округлой и мелкой несколько сплющенной. Роль рибосом – внутриклеточный синтез белка.

Микротельца – сферические или палочковидные мелкие (0,2-1,5 мкм) одномембранные органеллы с плотным матриксом, состоящим в основном из окислительно-восстановительных ферментов. Различают: 1) **пероксисомы** – микротельца, играющие важную роль в метаболизме гликолевой кислоты и имеющие непосредственное отношение к фотодыханию; 2) **глиоксисомы** – микротельца, содержащие ферменты необходимые для превращения жиров в углеводы.

Лизосомы – округлые одномембранные органеллы, в матриксе которых содержится большое число гидролитических ферментов. Лизосомы осуществляют внутриклеточное переваривание, автолиз. Гидролитические ферменты лизосом очищают всю полость клетки после отмирания ее протопласта (например, при образовании сосудов).

ГГУ имени Ф. Скорины

Пластиды – органеллы, характерные исключительно для растительных клеток. Форма, размеры, строение и функции пластид различны. Они окружены двойной мембраной и заполнены матриксом. В матриксе имеются кольцевая ДНК и рибосомы прокариотического типа. Различают три типа пластид: хлоро-, хромо- и лейкопласты.

Хлоропласты высших растений имеют примерно одинаковую форму двояковыпуклой линзы. Их размеры: 5-10 мкм в длину при диаметре 2-4 мкм. Число хлоропластов в клетках высших растений 15-50. Внутренняя мембрана хлоропластов образует в строме систему замкнутых карманов – тилакоидов. Группы тилакоидов образуют стопки – граны. Хлоропласты часто содержат зерна крахмала, липиды. В онтогенезе хлоропласты формируются из пропластид путем образования из впячиваний внутренней мембраны уплощенных мешков – тилакоидов. Функция хлоропластов – фотосинтез; также они могут участвовать в синтезе аминокислот, служить хранилищем временных запасов крахмала.

Лейкопласты – бесцветные округлые пластиды, в которых обычно накапливаются запасные питательные вещества, в основном крахмал. По строению лейкопласты мало отличаются от пропластид, из которых они образуются: двумембранная оболочка окружает бесструктурную строму. Внутренняя мембрана, врастая в строму, образует немногочисленные тилакоиды. Лейкопласты, в которых синтезируется и накапливается запасной крахмал, называются амилопластами, белки – протеинопластами, масла – элайопластами.

Хромопласты – пластиды оранжево-красного и желтого цвета, образующиеся из лейкопластов и хлоропластов в результате накопления в их строме каротиноидов. Они встречаются в клетках лепестков (лютик, нарцисс, тюльпан, одуванчик), зрелых плодов (томат, тыква, арбуз, апельсин), редко – корнеплодов (морковь, кормовая свекла), а также в осенних листьях. Хромопласты – конечный этап в развитии пластид. Косвенное биологическое значение хромопластов в том, что ярко окрашенные плоды успешнее распространяются птицами и животными, а выделяющиеся яркой желто-красной окраской цветки привлекают насекомых-опылителей.

3 Особенности строения оболочки и вакуолей растительной клетки

Как уже отмечено, клеточная стенка, вакуоль и эргастические вещества являются производными протопласта.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Клетки растений окружены плотной оболочкой, выстланной изнутри плазмоллемой или цитоплазматической мембранной (представляет собой наружный слой цитоплазмы и играет активную физиологическую роль, определяя проницаемость клетки). **Клеточная оболочка** в значительной степени определяет форму растительных клеток и их механическую прочность. Кроме того, клеточная оболочка участвует в поглощении и проведении воды и минеральных элементов.

Главными компонентами оболочки растений являются клетчатка (целлюлоза), полуклетчатка (гемицеллюлоза) и пектин. **Молекулы целлюлозы** нитевидны. Они вытягиваются в одном направлении и объединяются в пучки, которые называются **элементарными фибриллами,** или **мицеллами**. Элементарные фибриллы, объединяясь по 2, 4 и больше с помощью ковалетных и водородных связей, образуют **микрофибриллы** – основные структурные единицы клеточной оболочки. Фибриллярная система погружена в основное вещество оболочки – **матрикс**, который представляет собой пластичный гель, насыщенный водой и состоит из смеси полимеров (среди них преобладают гемицеллюлозы и пектиновые вещества).

Различают **оболочку первичную и вторичную.** Первичная оболочка тонкая, эластичная, может растягиваться и не препятствует росту клетки. **Вторичная оболочка** образуется в клетках закончивших рост. Она накладывается на первичную оболочку изнутри клетки, постепенно сокращая объем, занятый полостью клетки. Вторичная оболочка более прочная, многослойная, к растяжению не способна. Вторичная оболочка не сплошная. Участки первичной оболочки, оставшиеся не утолщенными, называются **порами.** Через поры с помощью тяжей цитоплазмы (плазмодесм) объединяются в единое целое протопласты смежных клеток.

Физико-химические изменения клеточной оболочки:

1. **Одревеснение (лигнификация)** – инкрустирование клеточных оболочек лигнином – аморфным веществом, представляющим собой трехмерный полимер фенольной природы, содержащим до 60-65% углерода. Одревесневшие оболочки теряют эластичность, приобретают жесткость и прочность. Одревесневение, как правило, необратимый процесс.

2. **Опробковение** – пропитывание клеточных оболочек на поверхности стебля или корня суберином. Суберин – жироподобное вещество, состоящее из глицерина, феллоновой и пробковой кислот, не растворим в воде, спирте, устойчив к концентрированной серной

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

кислоте. Опробковевшие оболочки непроницаемы для воды и воздуха.

3. **Кутинизация** – пропитывание клеточных оболочек кутином, который представляет собой смесь высших карбоновых оксикислот и их эфиров. Кутин откладывается в виде тонкой пленки на наружной стороне клетки, граничащей с внешней средой. Кутин обычно откладывается вместе с воском (легко плавится). Вся толща отложения воска и кутина поверх эпидермиса называется кутикулой. Кутикула не пропускает жидкости и затрудняет диффузию газов. Препятствует приникновению микроогранизмов.

4. **Ослизнение** оболочек – процесс, связанный образованием в оболочке слизей и камедей. Слизи – гидрофильные полисахариды, присутствующие в семеенах, корнях и коре и накапливающиеся преимущественно в полостях клетки или в слизевых ходах. Камеди представляют собой гетерополисахариды или их смеси. Выделяясь в виде вязких растворов при механическом или инфекционном повреждении растений камеди застывают в стекловидную массу.

5. **Минерализация** – накопление в оболочках минеральных веществ, в основном кремнезема и углекислого кальция. Эти вещества придают оболочкам твердость и хрупкость, защищают растения от поедания животными, гниения, снижают кормовую ценность некоторых растений.

Таким образом, клеточная оболочка – важный структурный элемент растительной клетки; структура и химический состав ее меняются в зависимости от возраста и физиологической роли клетки и на каждом этапе онтогенеза соответствуют ее функциональным особенностям.

Вакуоли – полости в цитоплазме, ограниченные тонопластом и заполненные клеточным соком. Для большинства зрелых клеток характерна крупная центральная вакуоль, которая занимает 70-90% объема клетки. Она возникла при слиянии мелких цитоплазматических вакуолей, которые образуются цистернами ЭР. В образовании вакуолей участвует и аппарат Гольджи, где изолируются продукты вторичного обмена, транспортируемые затем пузырьками Гольджи в вакуоль. Клеточный сок – слабо концентрированный водный раствор минеральных и органических соединений, образующих истинные и коллоидные растворы. *Функции вакуолей* заключаются, с одной стороны, в накоплении запасных и изоляции эргастических веществ (отбросов, конечных продуктов обмена), с другой – в поддержании тургора и регуляции водно-солевого обмена.

ГОРИЙСКИЙ ГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

4 Запасные вещества и включения клетки растений

В процессе жизнедеятельности протопласта возникают разнообразные вещества, получившие обобщенное название **эргастических**. Они образуются непосредственно в цитоплазме и отчасти сохраняются в ней в растворенном виде либо в форме включений. Часть веществ накапливается в клеточном соке вакуоли в виде растворов или откладывается в виде включений. В значительно больших количествах эргастические вещества концентрируются вне протопласта, образуя оболочку клетки.

Природа и основные функции эргастических веществ различны. Главнейшие из них: белки (протеины), углеводы (глюкоза, сахароза и крахмал или близкий к нему инулин, а также целлюлоза); жиры и жироподобные вещества, продукты вторичного метаболизма (таннины, смолы, эфирные масла и др.), неорганические вещества.

Важнейшая группа эргастических веществ – запасные вещества. Это белки, углеводы, исключая целлюлозу, и жиры.

Запасные **белки** встречаются в растительных клетках в разной форме. Белки, растворимые в воде или в слабых растворах минеральных солей, находятся в клеточном соке. Первые из них называются альбуминами, вторые – глобулинами. Нерастворимые белки находятся в цитоплазме в форме кристаллов. Белковые кристаллы отличаются от минеральных определенными физическими свойствами и потому называются **кристаллидами**. Формой запасного белка являются **алейроновые зерна**, характерные для многих семян. Они образуются при высыхании вакуолей во время созревания семян.

Углеводы в качестве запасных веществ могут быть в форме сахаров, крахмала, инулина, полуклетчатки и других соединений. Сахара и инулин видимых отложений не образуют, потому что растворимы в воде и накапливаются в клеточном соке. Крахмал в воде не растворим и встречается в клетках в форме крахмальных зерен.

Крахмальные зерна имеют скрыто кристаллическую структуру и у разных растений имеют различные формы и размеры.

Крахмальные зерна клубней картофеля слоистые, яйцевидной формы с диаметром 50-100 мкм. Крахмальные зерна бывают простые, сложные и полусложные. Простое зерно имеет один центр крахмалообразования и концентрические или эксцентрические слои крахмала вокруг него. Сложные зерна имеют два или несколько центров крахмалообразования, каждый из которых отличается собственной слоистостью. У полусложных зерен также несколько центров; их внутрен-

И.Ф. СКОРИНЫ

ние слои – частные, имеющие собственные центры, наружные – общие для всего зерна.

Жиры как запасные питательные вещества встречаются очень часто в семенах, плодах, спорах. По сравнению с белками и углеводами жиры – соединения более восстановленные, поэтому в молекуле жира содержится почти вдвое больше потенциальной энергии, чем в молекулах белков и углеводов. Жиры накапливаются в цитоплазме в форме мелких капель. Содержание их в семенах отдельных растений может быть очень высоким: подсолнечника – 29-56%, льна – 30-47, мака – 45, клещевины – 60%. Такие растения культивируются для получения масла.

В процессе жизнедеятельности клетки образуются вещества, которые в дальнейших химических процессах не участвуют. Это **конечные продукты обмена,** или **катаболиты**. К ним относятся камеди, смолы, слизи, глюкозиды, эфирные масла, каучук и т. п. Продукты, растворимые в воде, накапливаются в клеточном соке, нерастворимые – в специальных вместилищах, роль которых могут выполнять межклетники, отдельные клетки или система клеток.

Минеральные включения имеют форму кристаллов. Чаще других солей кристаллы образует оксалат кальция (CaC_2O_4).

Крупные призматические кристаллы, одиночные или реже двойные и тройные, можно видеть в клетках сухой чешуи лука. Сложные кристаллы – друзы образуются от срастания кристаллов типа октаэдров. Такие кристаллы встречаются наиболее часто. Их можно видеть в клетках коры липы, в черешках бегонии, в черешках и стеблях камнеломки и других растений. У однодольных растений кристаллы оксалата кальция имеют длинную заостренную с обоих сторон игольчатую форму. Это – **рафиды**. Их можно легко найти в корневищах и плодах купены, в листьях нарциссов и алоэ, в корнях спаржи и других растений. Рафиды образуются в большом количестве, в цитоплазме или вакуолях, где лежат плотным пучком, который обволакивается слизистой оболочкой.

В растениях встречаются кристаллы гипса, кремнезема и оксалата магния. Они не так широко распространены и образуются только у некоторых видов.

Углекислый кальций накапливается в форме **цистолитов** – своеобразных выростов клеточной оболочки, пропитанных углекислым кальцием и кремнеземом. Цистолиты имеют форму виноградной грозди или более простую и встречаются в растениях семейства крапивных, масличных, тутовых и других чаще всего в кожице листьев.

Репозиторий ГГУ

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

Цель: Познакомиться с особенностями структуры растительной клетки; рассмотреть строение и разнообразие пластид; изучить структуру крахмальных и алейроновых зерен, кристаллических включений.

Работа 1 Строение клетки листа элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.), хлоропласты в клетках элодеи

Ход работы

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

2 Под микроскопом при малом увеличении изучить форму листа, выявить среднюю жилку, обратить внимание на общую конфигурацию клеток листа и межклетников (рисунок 1). В клетках хорошо видны беспорядочно располагающиеся хлоропласты, погруженные в бесцветную цитоплазму. Отметить на рисунке клетки-зубчики по краям листа, прозенхимные клетки жилки и паренхимные – мякоти, а также межклетники, заполненные воздухом.

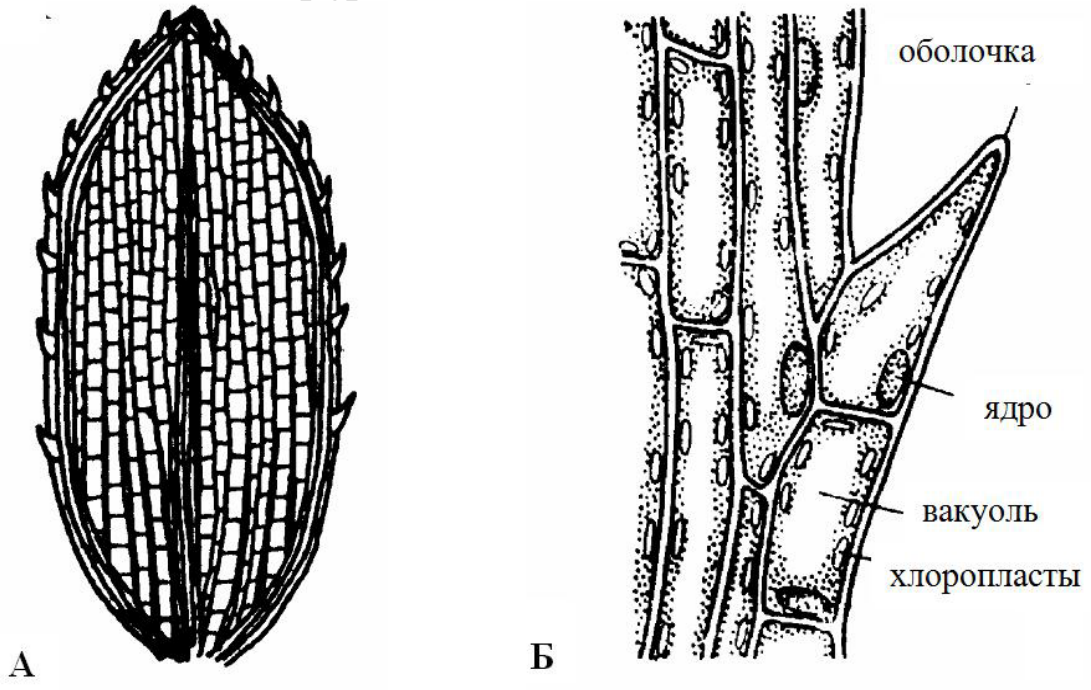


Рисунок 1 – Лист (А) и типичные клетки листа (Б) элодеи канадской [1]

3 При большом увеличении рассмотреть и зарисовать типичную клетку листа элодеи. Отметить на рисунке оболочку, хлоропласты, цитоплазму, вакуоль, ядро.

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

Ход работы

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

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

3 Зарисовать клетку с хромопластами (рисунок 2) каждого изученного растения. Отметить на рисунке оболочку клетки, цитоплазму, ядро, хромопласты. Сравнить форму хромопластов плодов рябины и шиповника.

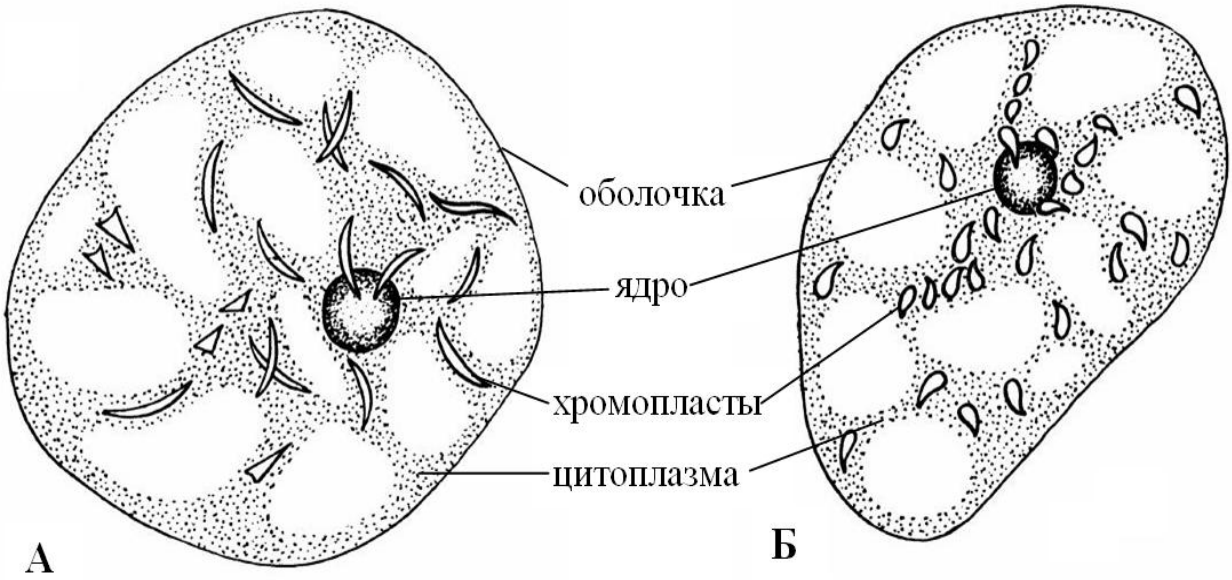


Рисунок 2 – Хромопласты в клетках плодов рябины (А), шиповника (Б) [1]

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

Ход работы

1 Приготовить препарат: обернуть лист традесканции вокруг ука-

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

2 Рассмотреть препарат сначала при малом, затем при большом увеличении микроскопа. Найти клетки с лейкопластами (рисунок 3). Обратить внимание на форму лейкопластов, их относительный размер, положение в клетке. Зарисовать клетку с лейкопластами. На рисунке отметить клеточную оболочку, цитоплазму, ядро, лейкопласты.

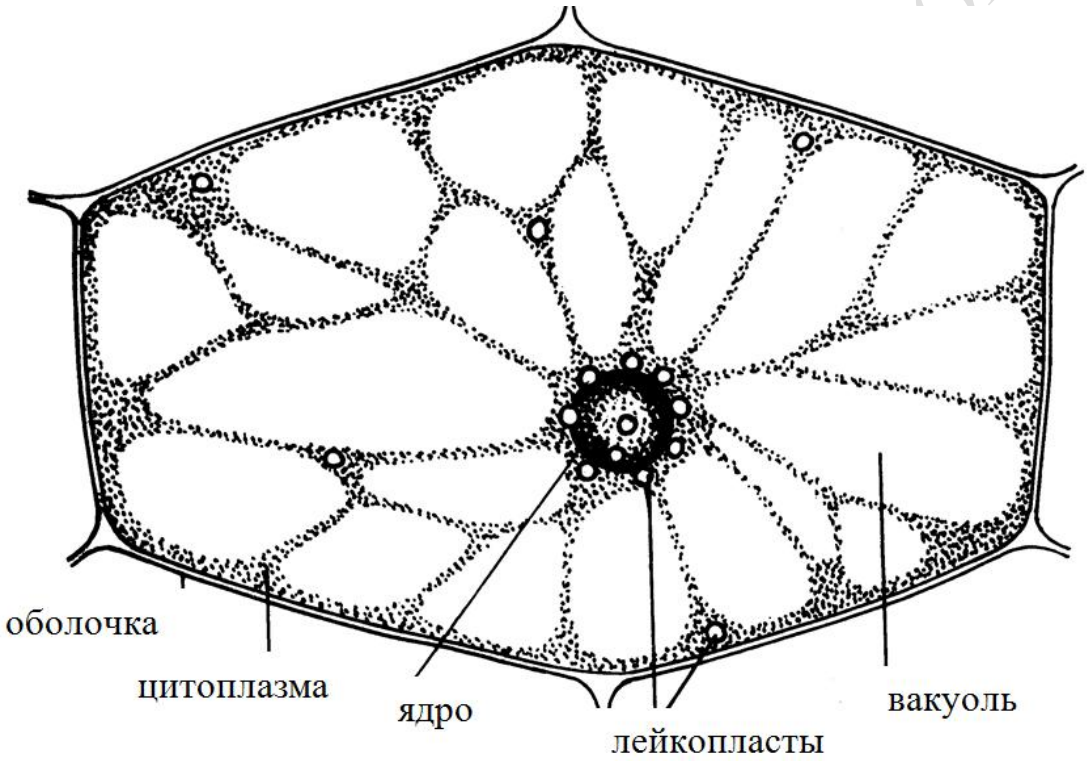


Рисунок 3 – Лейкопласты в клетках кожицы листа традесканции [1]

Работа 4 Вторичный крахмал запасающих органов картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

Ход работы

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

2 Под микроскопом при малом увеличении найти, а при большом – рассмотреть крупное простое зерно, сложные и полусложные зерна крахмала (рисунок 4).

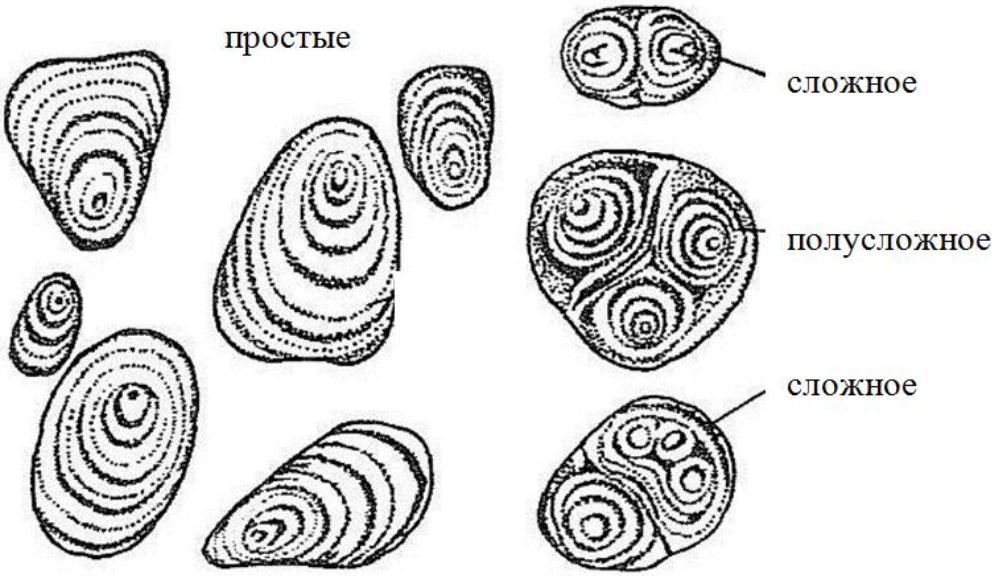


Рисунок 4 – Крахмальные зерна в клубне картофеля [2]

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

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

Работа 5 Кристаллы в клетках сухой чешуи луковицы лука репчатого (*Allium cepa* L.)

Ход работы

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

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

4 Зарисовать несколько клеток (рисунок 5 А), отметить на рисунке оболочку, одиночные, двойниковые и тройниковые кристаллы оксалата кальция.

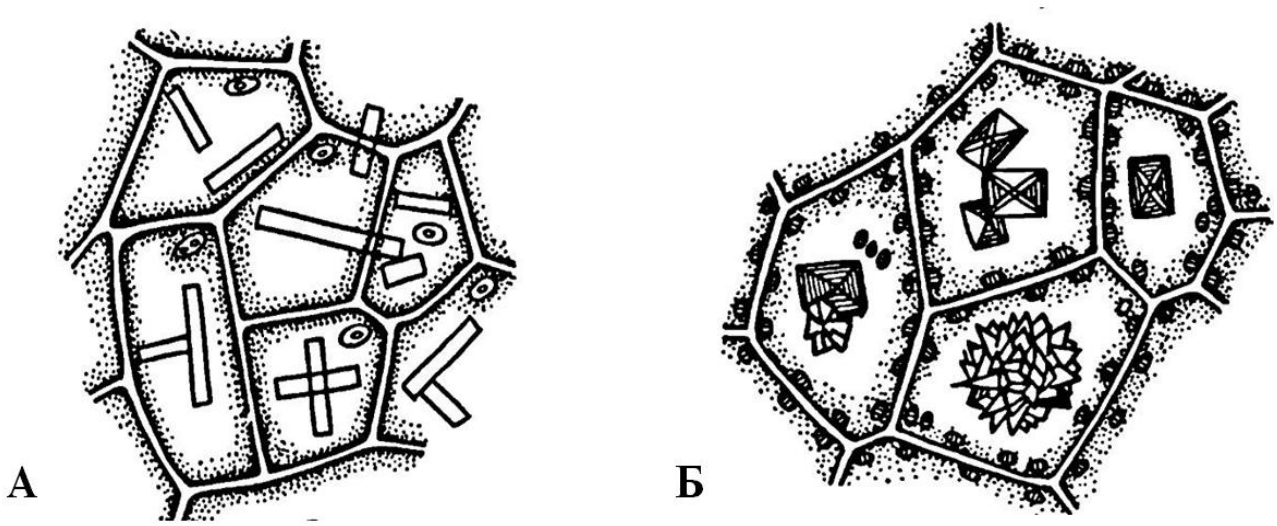


Рисунок 5 – Кристаллы в клетках сухой чешуи луковицы лука (А) и черешка бегонии (Б) [3]

Работа 3 Кристаллы в клетках черешка бегонии (*Begonia* sp.)

Ход работы

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

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

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

3 Зарисовать несколько клеток с одиночными кристаллами и друзами (рисунок 5 Б), обозначив их на рисунке.

Вопросы для самоконтроля

1 Дайте определения понятию клетка. Каковы форма и размеры растительных клеток?

2 Охарактеризуйте паренхимные и прозенхимные клетки.

3 Назовите отличия растительной клетки от животной.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

4 Охарактеризуйте структуру, химический состав и физические особенности цитоплазмы.

5 Каково строение и функции органоидов растительной клетки?

6 Каковы особенности строения и функции клеточной оболочки растений?

7 Опишите строение и функции вакуолей клетки растений.

8 Что собой представляют включения клетки?

9 В какой форме накапливаются в клетках углеводы, белки и жиры?

Занятие 3. Образовательные ткани

1 Общее понятие о тканях, их классификация

2 Характеристика и классификация образовательных тканей

1 Общее понятие о тканях, их классификация

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

В современной классификации (анатомо-физиологическая классификация) выделяют следующие типы растительных тканей: образовательные ткани (меристемы); покровные ткани; механические ткани; проводящие ткани; ассимиляционные ткани; запасающие ткани; аэренхима; всасывающие ткани; ткани, регулирующие прохождение веществ; выделительные ткани.

Существуют и классификации растительных тканей по частным признакам: по продолжительности функционирования, по происхождению, по составу структурных элементов.

По продолжительности функционирования различают временные (меристемы, клетки которых быстро специализируются) и постоянные (все остальные типы тканей с постоянной функцией) ткани.

По происхождению – истинные, берущие начало от одной или нескольких общих материнских клеток – инициалей (лат. inicialis – начальный), и ложные (например, грибница, имеющая сходство с тканью, но каждая клетка которой имеет самостоятельное происхождение).

По составу структурных элементов – простые, состоящие из однородных элементов, и сложные, в состав которых входят разнородные элементы, выполняющие разные функции.

ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

2 Характеристика и классификация образовательных тканей

В отличие от животных высшие растения растут и образуют новые клетки, ткани, органы на протяжении всей жизни, т. е. относятся к организмам с незавершенным (открытым) ростом.

Образовательные ткани, или меристемы (греч. *meristos* – делимый) – группы клеток эмбриональной (*ювенильной*) ткани, характеризующихся высокой митотической активностью.

Одни клетки меристемы (*инициальные*, или *инициали*) задерживаются на эмбриональной фазе развития и делятся неопределенное число раз, обеспечивая непрерывное нарастание массы растения. Другие клетки являются производными от инициалей, делятся ограниченное число раз и дифференцируются в постоянные ткани. Таким образом, меристемы не только образуют новые клетки, но и постоянно воспроизводят самих себя. Клетки меристемы занимают небольшой объем тела растения (0,1 % общей массы).

Классификация образовательных тканей основана на их положении в теле растения и происхождении. По местоположению различают верхушечные, боковые и вставочные меристемы, по происхождению – первичные и вторичные. В любой части растения в результате повреждений могут возникать *раневые* (*травматические*) меристемы.

Верхушечные (апикальные) меристемы (лат. *apex* – верхушка) располагаются в верхушке побегов (главных и боковых) и в кончике всех молодых корешков. Они обусловливают рост побегов и корней в длину (высоту), а также их ветвление. По происхождению верхушечные меристемы всегда *первичны*; включают *инициальные клетки* (инициали) и их ближайшие производные.

Боковые (латеральные) меристемы (лат. *lateralis* – боковой) располагаются параллельно боковой поверхности органа; в стеблях, корнях на поперечных срезах имеют вид колец. Различают первичные боковые меристемы – *прокамбий, перицикл* (производные апикальных меристем), и вторичные – *камбий,* (возникает в процессе дифференциации первичной меристемы или из основной ткани) и *феллоген* (возникает из клеток постоянной ткани при упрощении их структуры и приобретении свойства меристемы).

Первоначальный рост органов растений, формирующихся из апикальных меристем, называют *первичным ростом.* При этом тело растения представляет собой *первичное тело* и состоит из *первичных тканей* (низкоорганизованные сосудистые и однодольные растения).

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Голосеменные, большинство двудольных и некоторые однодольные способны к утолщению стебля и корня благодаря *вторичному росту* за счет вторичных боковых меристем (камбия и феллогена), производные ткани которых характеризуются как *вторичные ткани*, образующие *вторичное тело* растения.

Вставочные (интеркалярные) меристемы (лат. *intercalarius* – вставной, добавочный) расположены у оснований междоузлий, выделяются в верхушечной меристеме как поперечные пояски недифференцированной меристемы. По происхождению вставочные меристемы первичны; их клетки надолго задерживаются в эмбриональном состоянии (интеркалярные меристемы часто называют *остаточными*) и обусловливают рост органа в длину после прекращения верхушечного роста (интеркалярный рост: быстрое растяжение цветоносного побега у пшеницы, выпрямление злаков после полегания, увеличение размеров листьев после выхода их из почки). Вставочные меристемы отличаются от апикальных и латеральных меристем наличием дифференцированных элементов (например, проводящих) и отсутствием инициалей. Деятельность вставочных меристем ограничена и завершается их преобразованием в постоянные ткани.

Раневые (травматические) меристемы могут возникнуть в любой части растения в результате повреждений. Клетки, окружающие поврежденный участок, приобретают способность к делению и образуют особую раневую ткань – *каллюс* (лат. *callus* – толстая кожа, мозоль). Клетки каллюса постепенно дифференцируются в клетки постоянной ткани (раневую пробку).

Наиболее характерные признаки меристематических клеток присущи апикальной меристеме:

1. *Сравнительные размеры клеток* – мелкие;
2. *Конфигурация* клеток – почти изодиаметрическая;
3. *Клеточная оболочка* – первичная, тонкая;
4. *Межклетники* – обычно отсутствуют;
5. *Пластиды* – находятся на стадии протопластид;
6. *Цитоплазма* – густая;
7. *Вакуоли* – если есть, то мелкие и рассеяны по всей цитоплазме;
8. *Ядро* – сравнительно крупное, расположено в центре клетки;
9. *Метаболическая активность ткани* – высокая.

Однако цитологические особенности меристем сильно варьируют. Так, камбий имеет узкие и длинные веретеновидные инициали, в клетках пробкового камбия могут встречаться хлоропласты, а меристемы зародышей обычно содержат различные запасные вещества.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Материалы и оборудование: живые стебли элодеи канадской, набухшие зерновки пшеницы, микропрепараты продольного среза верхушки побега элодеи канадской и зародышевого корешка пшеницы. Микроскопы, лупы, лезвия, пинцет, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, склянки с водой, фильтровальная бумага.

Цель: познакомиться с принципами классификации растительных тканей; рассмотреть характеристику и классификацию образовательных тканей.

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

Ход работы

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

2 Рассмотреть строение верхушки побега при малом увеличении микроскопа. Отметить совершенно гладкий кончик побега, закладку листовых бугорков или валиков, последовательные возрастные изменения зачатков листьев. На постоянном препарате рассмотреть продольный срез верхушки побега под микроскопом при малом и большом увеличениях. Строение изученного объекта сравнить с изображением на рисунке 6, зарисовать. Указать на рисунке листья, зачатки пазушных почек, примордии, конус нарастания.

Работа 2 Клеточное строение верхушечной меристемы

Ход работы

1 При большом увеличении микроскопа рассмотреть клетки верхушечной меристемы на постоянном препарате. Обратить внимание на форму меристематических клеток, тонкие клеточные оболочки, цитоплазму, крупные округлые ядра, их положение в клетке, отсутствие межклетников в меристеме. Сопоставить строение изученного объекта с изображением на рисунке 7. Зарисовать несколько клеток меристемы, отметив на рисунке оболочку, ядро, цитоплазму, вакуоли.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

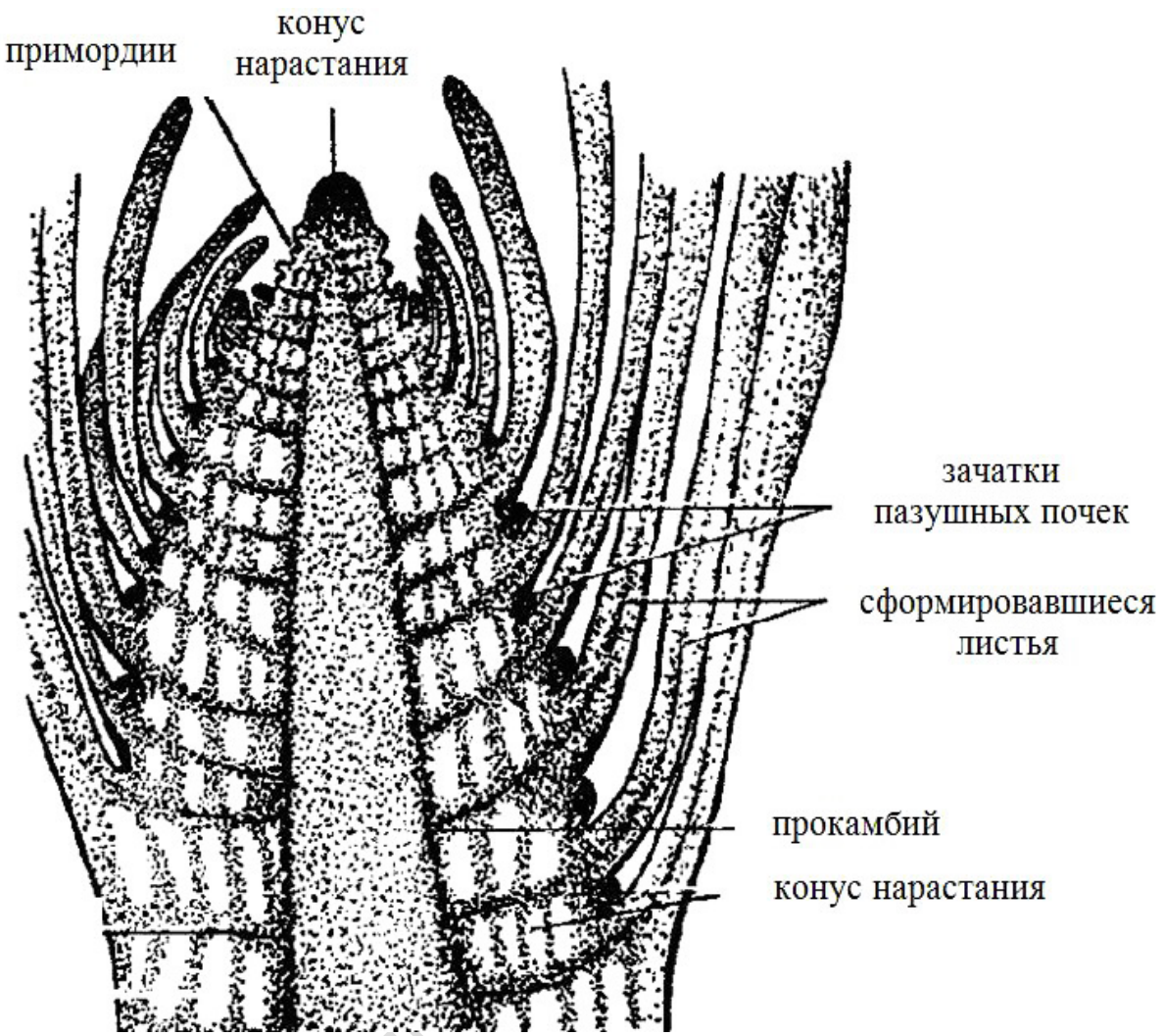


Рисунок 6 – Строение верхушки побега элодеи канадской (продольный срез) [1]

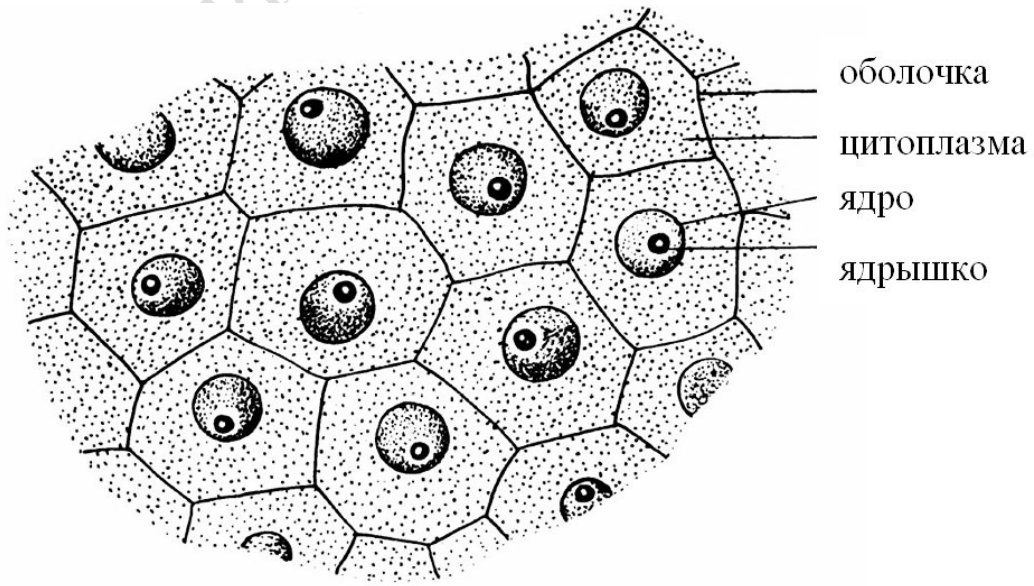


Рисунок 7 – Клеточное строение верхушечной меристемы [1]

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

Ход работы

1 Набухшую зерновку пшеницы разрезать вдоль бороздки, рассмотреть разрез простым глазом, найти зародыш, с помощью лупы рассмотреть его строение: найти корешок, стебелек и почечку.

2 Рассмотреть на постоянном препарате зародышевый корень пшеницы, сравнить со строением на рисунке 8. Показать на рисунке начало дифференциации верхушечной меристемы корня – дерматоген, периблему, плерому, корневой чехлик.

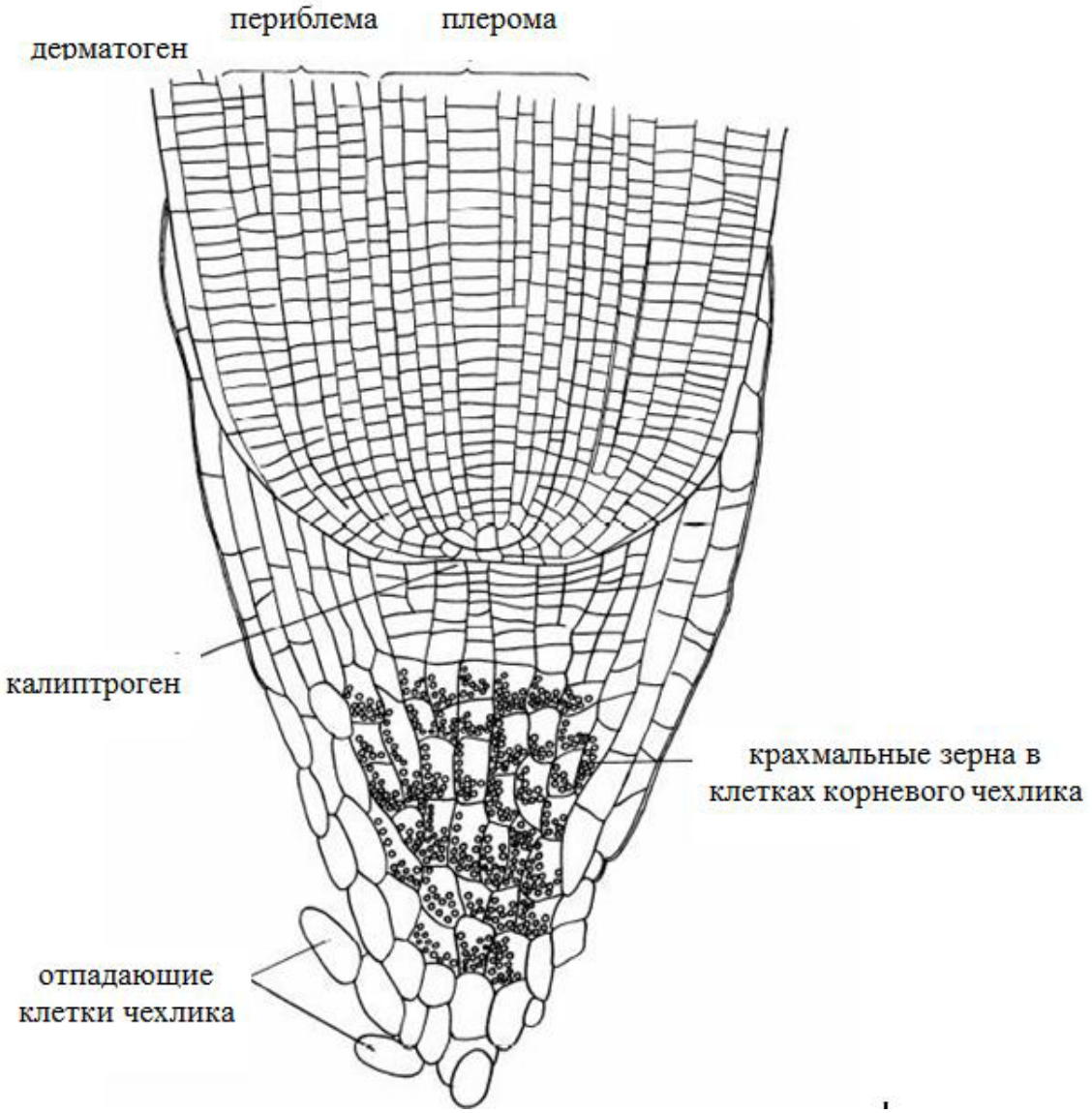


Рисунок 8 – Конус нарастания корня пшеницы [1]

Вопросы для самоконтроля

1 Дайте определению понятию «ткани».

2 По каким признакам и на какие группы можно разделить ткани растений?

3 Приведите характеристику образовательных тканей.

4 Охарактеризуйте структуру и функции верхушечных меристем.

5 Назовите типы, особенности расположения в растении и функции боковых меристем.

6 Охарактеризуйте структурные и функциональные особенности вставочных и раневых меристем.

Занятие 4. Покровные и механические ткани

1 Покровные ткани
2 Механические ткани

1 Покровные ткани

Покровные ткани расположены на границе с внешней средой, т. е. на поверхности всех органов растения. Они защищают внутренние структуры растения от неблагоприятных внешних воздействий; а также обеспечивают связь растения с окружающей средой.

Характерными особенностями покровных тканей является практически полное *отсутствие межклетников* (клетки соединены плотно) и *наличие специальных образований – устьиц или чечевичек*. Покровные ткани часто характеризуются *утолщенными клеточными оболочками*, инкрустированными суберином, лигнином, кутином, минеральными солями, что повышает их защитные свойства. В процессе онтогенеза покровные ткани *сменяют одна другую или одна и та же ткань меняет свою функцию с возрастом*.

В зависимости от происхождения (генезиса) и строения выделяют три типа покровных тканей: *эпидермис, перидерму* и *корку*.

Эпидермис – первичная покровная ткань, развивается на листьях и молодых стеблях. Перидерма и корка – вторичные покровные ткани – последовательно образуются на стеблях и корнях с возрастом.

Эпидермис (эпидерма, кожица; греч. *epi* – над, сверху и *derma* – кожа) – самый наружный слой клеток растений, образующийся из протодермы конуса нарастания. Эпидермис обеспечивает защиту растения от неблагоприятных внешних факторов; регулирует газо- и па-

рообмен. Может выполнять и дополнительные функции – выделять наружу различные вещества; принимать участие в фотосинтезе, поглощении воды и питательных веществ, синтезе различных соединений; воспринимать раздражение и т. д.

Эпидермис – это сложная ткань. В эпидермисе выделяют: основные эпидермальные клетки; устьичный комплекс; выросты эпидермиса в виде различного типа волосков.

Эпидермальные клетки различной формы; их наружные очертания разнообразны: в удлиненных частях растения (стебли, черешки, жилки листа, листья большинства однодольных) – вытянутые в направлении длинной оси органа; в листьях, лепестках, завязях, семяпочках – часто имеют волнистые боковые стенки, что повышает прочность эпидермиса. Содержимое клеток живое; протопласт занимает пристенное положение; вакуоль – крупная с бесцветным или окрашенным клеточным соком; пластиды – обычно хлоропласты, реже – шаровидные лейкопласты. Метаболическая активность эпидермальных клеток – высокая.

Устьица представляют собой отверстия (устьичные щели), ограниченные двумя специализированными клетками эпидермиса, которые называют *замыкающими.* У многих растений к устьицам примыкают отличающиеся по форме и иногда по содержимому клетки эпидермиса – *сопровождающие* или *побочные* клетки. Они участвуют в изменении осмотического давления, регулирующего изменение формы и движение замыкающих клеток, которые открывают или закрывают устьичную щель.

Поверхность эпидермиса надземных органов часто образует разнообразные выросты. Выросты могут образовываться клетками самого эпидермиса – *трихомы* (греч. *trichoma* – волосы, волосяной покров), либо клетками более глубоко расположенных тканей – *эмергенцы* (лат. *emergere* – выдаваться). Чаще всего все выросты эпидермиса называют трихомами. Они отличаются громадным разнообразием. Все типы трихом делятся на *кроющие,* не обнаруживающие секреторной активности, и *железистые,* выделяющие секрет. Морфологически они могут быть представлены различными типами.

Эмергенцы представлены на поверхности эпидермиса особыми выростами, в формировании которых принимают кожица и лежащие под ней клетки. К ним относятся шипы розы, малины, ежевики, покрывающие черешки листьев и молодые побеги.

Эпидермис быть покрыт снаружи кутикулой или воском, которые усиливают его защитные функции. *Кутикула* сплошной пленкой по-

крывает всю надземную часть растения, иногда – всасывающую части корня, корневые волоски, редко – клетки меристемы. Толщина слоя кутикулы и воска у тропических растений достигает 0,2-0,5 см. *Воск* чаще всего образует тонкий мелкозернистый налет либо чешуйки, палочки и другие структуры различных очертаний.

Первичная однослойная покровная ткань корня называется **эпиблемой**. Она возникает из наружных клеток апикальной меристемы этого органа вблизи корневого чехлика и покрывает молодые корневые окончания. Клетки эпиблемы тонкостенны, лишены кутикулы и имеют более вязкую цитоплазму. В ней отсутствуют устьица. Через эпиблему происходит поглощение воды и минеральных солей из почвы.

Перидерма (греч. *peri* – вокруг, возле, около и *дерма)* – сложная многослойная вторичная защитная ткань, замещающая эпидермис на стеблях и корнях по мере их роста. Развитие перидермы наиболее характерно для голосеменных растений и древесных двудольных, встречается также у чешуи зимующих почек, в самых старых частях стебля и корня травянистых двудольных. Перидерма также образуется на местах опавших листьев, веток, на поврежденных участках органов (раневая перидерма).

Составляющими перидермы являются *феллоген* (греч. *phellos* – пробка и *gennao* – рождаю), или *пробковый камбий* – меристема, формирующая перидерму; *феллема* (пробка), выполняющая защитные функции и откладываемая феллогеном по направлению к периферии органа; *феллодерма* – живая паренхима, откладываемой меристемой внутрь.

Феллоген состоит из клеток одного типа, на поперечном срезе выглядит как сплошной слой, состоящий из прямоугольных уплощенных по радиусу клеток. Феллоген наружу формирует клетки пробки, а внутрь – живые клетки феллодермы.

Пробка состоит из плотно сомкнутых (без межклетников) клеток призматической (таблитчатой) формы, расположенных правильными радиальными рядами. Оболочки ее клеток постепенно опробковевают. Во взрослом состоянии мертвые клетки феллемы либо заполнены воздухом, либо имеют жидкое или твердое содержимое из ранее отложенных веществ, чаще всего буроватого цвета. Пробка непроницаема для воды, устойчива к действию жиров, имеет термоизолирующие свойства.

Феллодерма представлена радиально расположенными паренхимными клетками, которые содержат хлоропласты, накапливают крахмал и отличаются нормальной жизнедеятельностью.

Перидерма появляется в первый год развития корня и стебля. Последующие ее слои могут закладываться позднее в этом же году или через много лет (виды дуба, пихты, бука), а могут вообще не появляться.

Чечевички – особые структуры в перидерме, представляющие собой отверстия, прикрытые рыхлой тканью из паренхимных слабо опробковевших клеток с многочисленными межклетниками и осуществляющие сообщения внутренних тканей с внешней средой (функция паро- и газообмена). Внешне чечевички выглядят как небольшие бугорки на поверхности молодых побегов деревьев и кустарников. Размеры, форма и расположение чечевичек – важный диагностический признак растений. Очень крупные чечевички у березы (до 15 см), черешни (около 1 см). Есть растения, которые не имеют чечевичек (виноградная лоза). Аэрация тканей побегов таких растений происходит за счет ежегодного сбрасывания участков коры.

У однодольных перидерма образуется редко, так как они не имеют типичного камбия и феллогена. У некоторых древесных однодольных перидерма формируется путем многократного деления и опробковения периферических паренхимных клеток первичной коры.

Корка (ритидом) – комплекс отмерших тканей (многолетних наслоений перидермы), постепенно слущивающихся снаружи и наращивающихся изнутри. Корка образуется не у всех деревьев – наружные слои пробки разрываются и слущиваются, а изнутри образуются новые слои, и поверхность остается гладкой. У большинства древесных пород феллоген закладывается многократно во все более глубоких слоях коры. Все живые ткани снаружи от слоя пробки быстро отмирают. Под давлением возникающих изнутри новых участков старые наружные участки перидермы растрескиваются. В толще корки, кроме пробки и основной паренхимы, можно обнаружить лубяные волокна, разрушенные смоляные ходы, ситовидные трубки и т. д.

Различают: 1) *кольцевую* корку – пробковый камбий закладывается кольцом по всей окружности стебля; стебли имеют сравнительно гладкую поверхность (рисунок 9, виноград); 2) *чешуйчатую* – феллоген закладывается отдельными участками; образующаяся пробка чередуется с постепенно, отмирающей паренхимой; стебли имеют трещиноватый вид (сосна, клен, дуб, липа).

Обычно у древесных пород корка начинает, формироваться в относительно зрелом возрасте: у сосны в 8-10 лет, у дуба – в 25-30 лет.

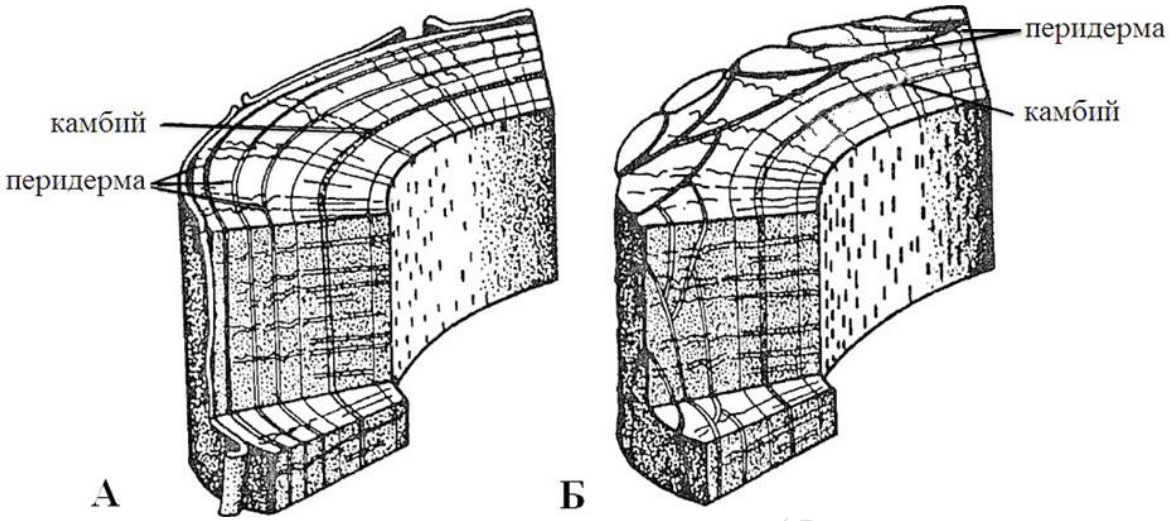


Рисунок 9 – Схема строения кольцевой (А) и чешуйчатой (Б) корки [4]

Корка защищает внутренние ткани древесных растений от солнечных ожогов, огня лесных пожаров. На корнях типичная корка с трещинами не образуется.

2 Механические ткани

Механические (арматурные) ткани – это специализированные ткани, состоящие из клеток с утолщенными оболочками, выполняющих опорную функцию. Механические ткани чаще всего выполняют свое назначение только при сочетании с остальными тканями организма, образуя среди них арматуру.

Различают два основных типа механических тканей – колленхиму и склеренхиму.

Склеренхима (греч. *skleros* – твердый) состоит из клеток с равномерно утолщенными и одревесневшими оболочками. Содержимое клеток отмирает после окончательного формирования оболочек.

Иногда оболочки склеренхимных клеток остаются неодревесневшими (например, у волокон льна).

Различают два основных типа склеренхимы – волокна и склереиды.

Волокна имеют форму прозенхимных клеток, сильно вытянутых в длину и заостренных на концах. Обычно они имеют толстые стенки и очень узкую полость. Фибриллы целлюлозы проходят в них винтооб-

разно, что повышает прочность стенок. Поры в этих оболочках немногочисленные, щелевидные.

Волокна, входящие в состав древесины (ксилемы), называют *древесинными* или *волокнами либриформа* (лат. *libri* – луб, лыко и *forma* – форма), а входящие в состав луба (флоэмы) – *лубяными волокнами*. Волокна могут входить в состав других тканей, располагаться целыми группами или поодиночке. В последнем случае называют склеренхимными клетками или элементарными волокнами.

Клетки лубяных волокон длинные, толстостенные. Длина их колеблется у разных видов: у льна она составляет в среднем 40–60 мм (у некоторых сортов до 120 мм), у крапивы – около 80 мм.

Волокна либриформа значительно короче лубяных волокон (не более 2 мм), одревесневшие оболочки снабжены простыми порами (расположены по спирали). Клетки либриформа очень прочны, но почти неэластичны. Главная его функция – опора для водопроводящих тканей и для всего растения. У лиственных деревьев либриформ иногда занимает значительную часть древесины.

Оболочки склеренхимных клеток обладают высокой прочностью, близкой к прочности стали. Отложение лигнина повышает прочность оболочек, их способность противостоять раздавливанию.

Склереидами (греч. *skleros* – твердый) называют склеренхимные клетки, не обладающие формой волокна. Они могут быть округлыми, вытянутыми, ветвистыми. Стенки склереид всегда сильно одревесневают, иногда пропитываются известью, кремнеземом и кутином.

Склереиды встречаются в различных органах растений: плодах, листьях, стеблях. В тканях органов они могут располагаться поодиночке и группами. Группы склереид бывают рассеяны в мякоти плода, либо частично перемешаны с паренхимными клетками, либо составляют плотную, без межклетников ткань (косточка плодов сливы, черешни, абрикоса, скорлупа ореха и др.). Склереиды не всегда играют чисто механическую функцию, так, например, в коре деревьев и кустарников они укрепляют склеренхимную арматуру и вместе с тем защищают кору от поедания травоядными животными.

Колленхима (греч. *kolla* – клей и *enchyma* – налитое, здесь – ткань) возникает очень рано в молодых стеблях и листьях. Эта ткань состоит из вытянутых в длину живых клеток с тупыми или несколько скошенными концами. Их оболочки неравномерно утолщены.

В оболочках наряду с целлюлозой содержится много пектинов и гемицеллюлозы, что делает возможным рост молодых органов растений в длину путем растяжения тканей. Пластичность оболочек кол-

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

ленхимы сохраняется еще и потому, что в них обычно не происходит одревеснения.

В зависимости от характера утолщения стенок и соединения клеток между собой различают *уголковую, пластинчатую* и *рыхлую* колленхиму. В *уголковой* колленхиме утолщенные части оболочек у соседних трех-пяти клеток сливаются между собой, образуя трех-, пятиугольники. Границы отдельных клеток при этом обнаруживаются с трудом. В *пластинчатой* колленхиме утолщенные части оболочек расположены параллельными слоями, которые обычно параллельны поверхности органа. *Рыхлая* колленхима отличается тем, что между слившимися утолщенными участками соседних клеток имеются межклетники. Она как бы соединяет признаки уголковой колленхимы с признаками аэренхимы и наряду с механической функцией выполняет функцию проветривания.

В стеблях колленхима и склеренхима чаще располагаются или непосредственно под эпидермой, или несколько глубже, но все же близко к поверхности. Центр стебля обычно занят тонкостенной паренхимой или даже имеет обширную полость. Корень выполняет другую механическую задачу – он «заякоривает» растение в почве и противостоит напряжениям, стремящимся выдернуть его оттуда, т. е. противостоит разрыву. Соответственно этому целесообразно размещение механических элементов в самом центре корня.

Материалы и оборудование: свежие листья герани; фиксированные черешки листа свеклы, живые или фиксированные незрелые плоды груши; постоянные микропрепараты эпидермиса герани, поперечного среза стебля бузины, продольного и поперечного сечения лубяных волокон льна; корка различных деревьев; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Цель: познакомиться с общей характеристикой и классификацией покровных и механических тканей, изучить строение тканей под микроскопом на постоянных и временных препаратах.

Работа 1 Строение эпидермиса листа герани (*Pelargonium zonale* Ait.)

Ход работы

1 Приготовить препарат эпидермиса листьев герани. Обернуть лист (нижней или верхней стороной наружу) вокруг указательного

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

пальца левой руки, срезать бритвой или сорвать пинцетом небольшой кусочек эпидермиса, положить его на предметное стекло и рассмотреть препарат под микроскопом при малом и большом увеличении (можно использовать постоянный препарат).

2 Рассмотреть препарат при малом и вольтом увеличении микроскопа. Нарисовать несколько основных эпидермальных клеток, устьица и волоски (кроющие и железистые). На рисунках отметить: устьичную щель и замыкающие клетки, а также детали строения эпидермальных клеток, клеточную оболочку, цитоплазму, вакуоль, клеточное ядро, пластиды (рисунок 10).

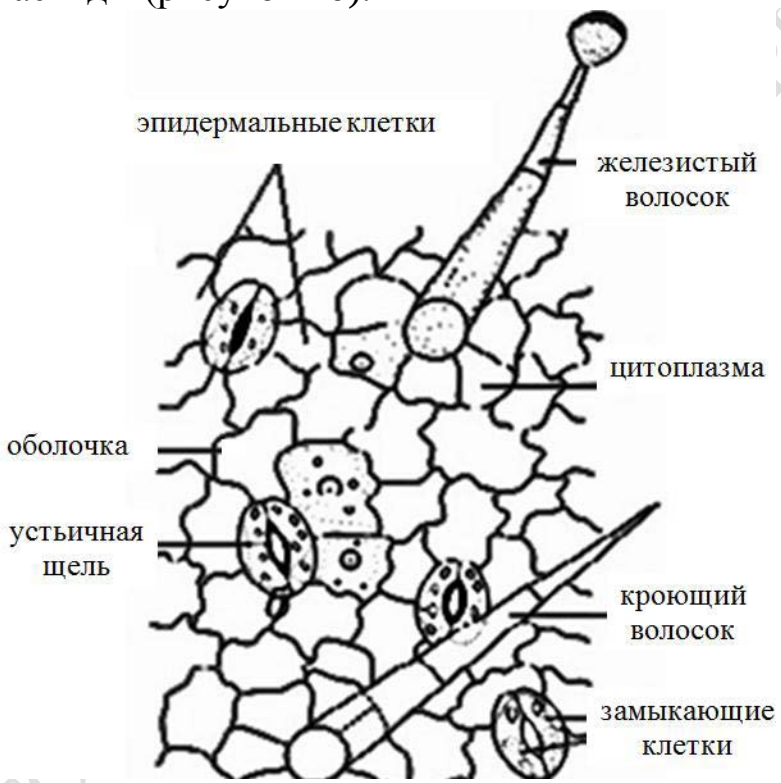


Рисунок 10 – Эпидермис листа герани [3]

Работа 2 Перидерма стебля бузины (*Sambucus nigra*)

Ход работы

1 На постоянном препарате рассмотреть строение пробки и строение чечевички (рисунок 11). Снаружи среза видны полуразрушенные, клетки эпидермиса, за ними – правильные радиальные ряды пробки (феллемы) с толстыми оболочками, без протопластов. Под пробкой располагается слой живых тонкостенных клеток с густой цитоплазмой – феллоген. Внутрь от него лежит образованная им живая паренхимная ткань – феллодерма. Чечевичка заполнена рыхло располагающимися округлыми клетками – выполняющей тканью.

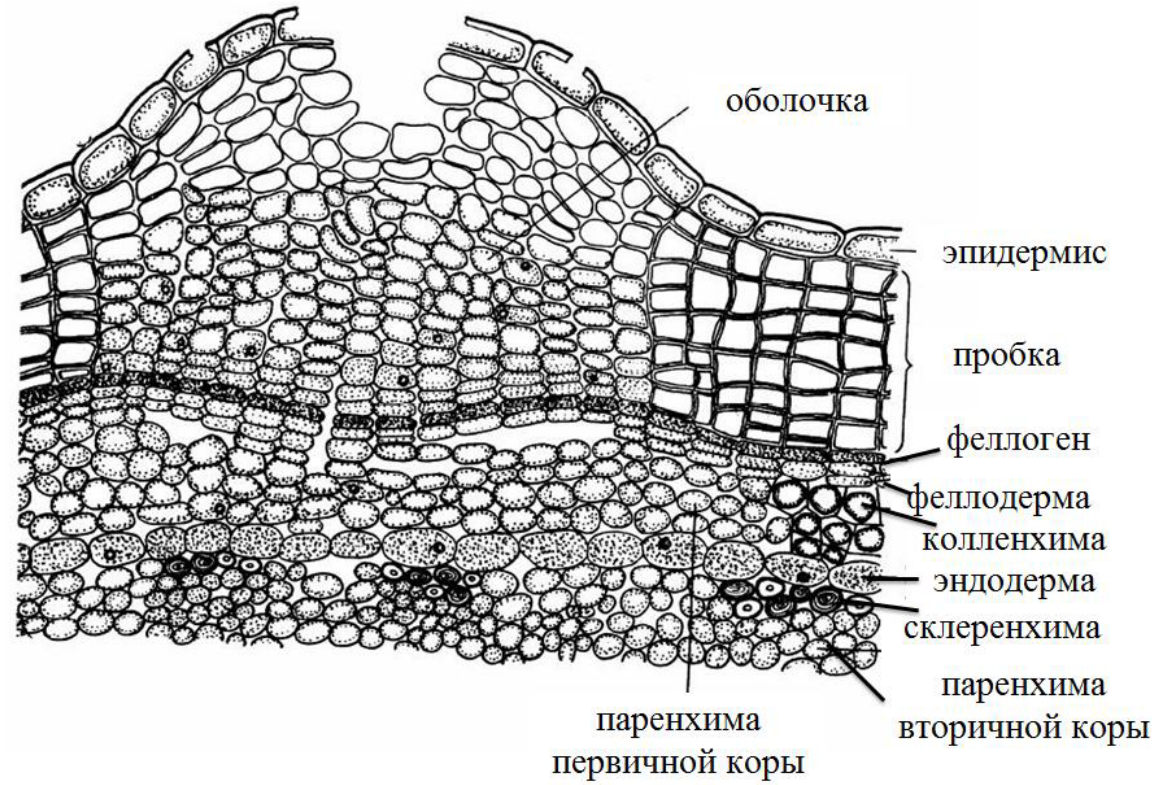


Рисунок 11 – Строение перидермы бузины [6]

2 Отметить на рисунке остатки эпидермиса, пробку, феллоген, феллодерму, выполняющую ткань чечевичек.

Работа 3 Уголковая колленхима черешка листа свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris* L.), пластинчатая колленхима молодого стебля подсолнечника однолетнего (*Heliantus annuus* L.)

Ход работы

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

2 Рассмотреть срезы под микроскопом при малом и большом увеличениях. При этом можно легко убедиться, что белые блестящие пятна – целлюлозные оболочки клеток, а темные – полости клеток.

3 Зарисовать небольшие участки рассмотренных типов колленхимы (рисунки 11, 12), отразив утолщенные целлюлозные оболочки и полости клеток.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ

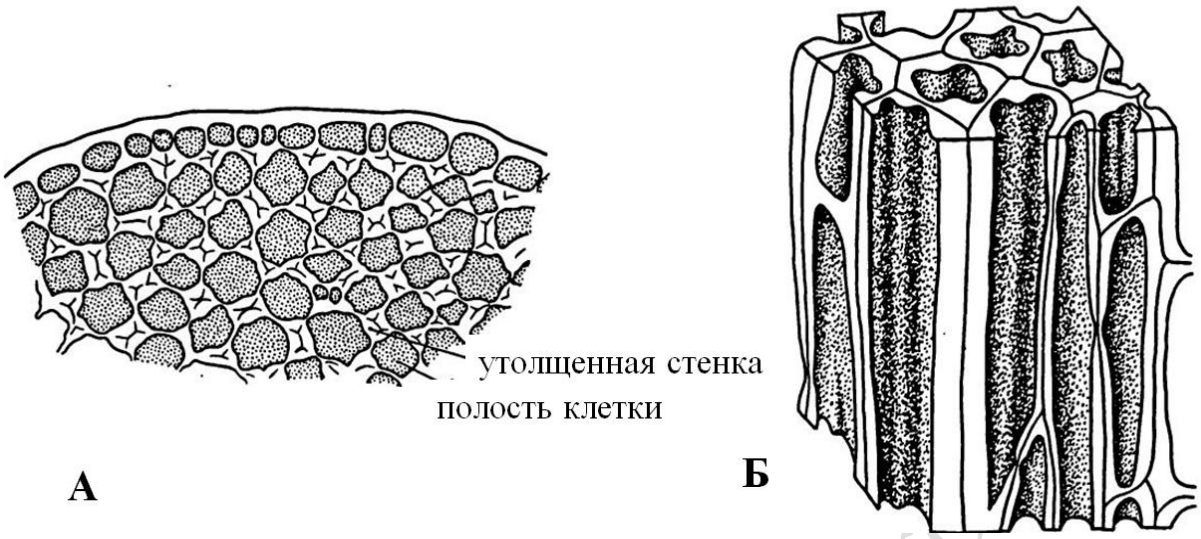


Рисунок 11 – Уголковая колленхима черешка свеклы обыкновенной на поперечном срезе (А) и объемное изображение (Б) [3]

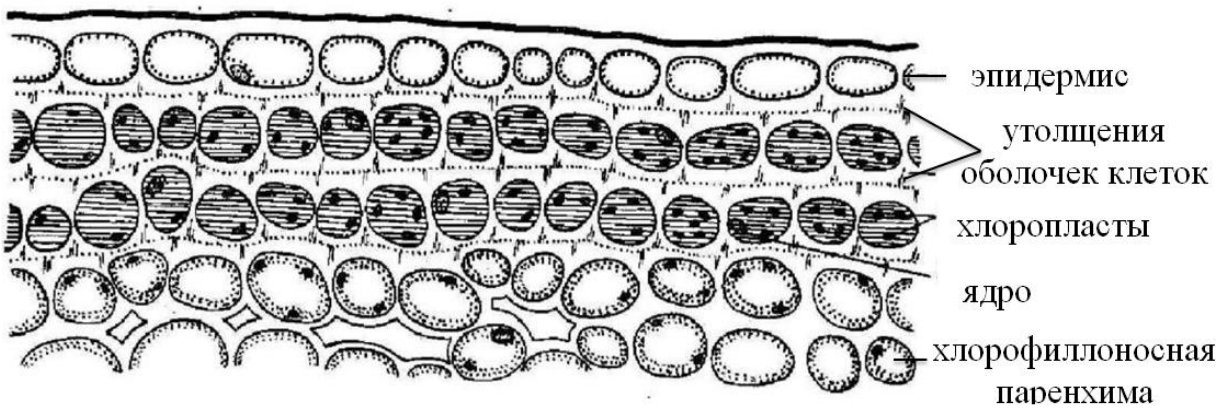


Рисунок 12 – Пластинчатая колленхима стебля подсолнечника [11]

Работа 4 Склеренхима льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.)

Ход работы

1 Рассмотреть постоянный препарат продольного и поперечного сечения склеренхимных волокон, выяснить: а) место расположения волокон; б) характер расположения волокон (группами, кольцом, дугой, одиночно); в) тип волокон (лубяные, древесинные).

2 Зарисовать склеренхимные волокна в продольном и поперечном сечениях, отметив полость клетки и слоистую оболочку (рисунок 13).

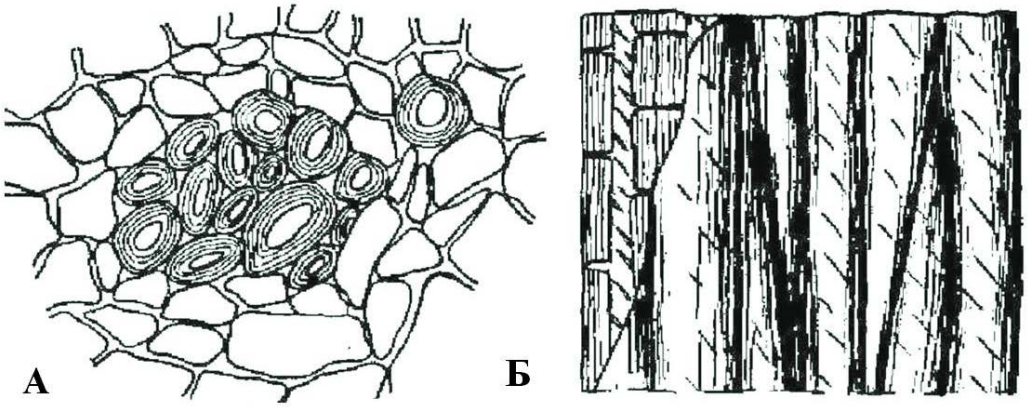


Рисунок 13 – Поперечный (А) и продольный (Б) срезы лубяных волокон в стебле льна обыкновенного [1]

Работа 5 Склереиды в плодах груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.)

Ход работы

1 Приготовить препарат: небольшое количество мякоти плода груши перенести на предметное стекло в каплю воды, раздавить ткани (рисунок 14).

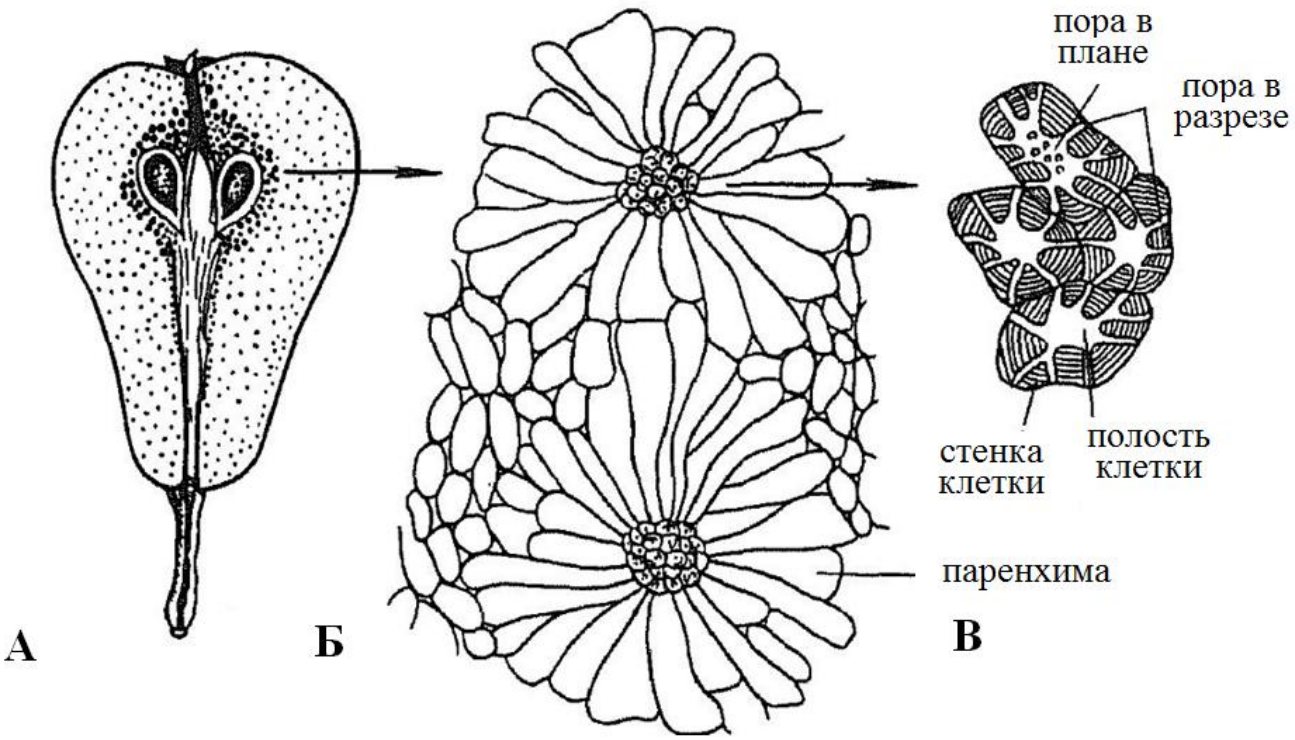


Рисунок 14 – Склереиды плода груши: А – плод груши, Б – группы склереид среди клеток паренхимы, В – склереиды [2]

2 Рассмотреть препарат под микроскопом при малом и большом увеличении. Обратить внимание на склереиды округлой формы со слоистыми утолщениями. Стенки клеток пронизаны узкими поровыми каналами, которые иногда ветвятся. Клетки мертвые, полость их незначительная, без протопласта.

3 Отметить на рисунке группы склереид среди клеток паренхимы и отдельные склереиды, указав в них полость клетки, слоистость оболочки, поровые каналы.

Вопросы для самоконтроля

1 Назовите типы покровных тканей и их основные функции?

2 Каковы особенности строения эпидермиса?

3 Опишите особенности формирования и строение перидермы.

4 Какое строение и значение имеют для растений устьица и чечевички?

5 Каковы особенности формирования и строение корки?

6 Охарактеризуйте строение, механические свойства и расположение в растении склеренхимы.

7 Опишите строение, функции и расположение в растении колленхимы?

8 Чем отличаются уголковая, пластинчатая и рыхлая колленхима?

Занятие 5. Проводящие ткани

1 Общие сведения о проводящих тканях

2 Понятие о древесине (ксилеме)

3 Луб (флоэма), его происхождение, функции

4 Проводящие пучки

1 Общие сведения о проводящих тканях

Проводящие ткани – это специализированные группы клеток, по которым происходит проведение необходимых растению веществ.

Проводящие ткани возникли в процессе эволюции вследствие приспособления растений к жизни на суше. Питание растений разделилось на два типа – воздушное и почвенное. Для их обеспечения

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

возникли две проводящие ткани, по которым вещества передвигаются в двух противоположных направлениях.

По *ксилеме* (*древесине*) в направлении снизу вверх (от корней к листьям) поднимаются вещества почвенного питания – вода и растворенные в ней соли (*восходящий ток*).

По *флоэме* (*лубу*) в направлении сверху вниз (от листьев к корням) передвигаются вещества, синтезируемые в листьях (*нисходящий ток*). Эти вещества являются продуктами ассимиляции CO_2 и служат для построения новых клеток и тканей, поэтому их называют также *ассимилятами* и *пластическими веществами*.

Наиболее высокого уровня эволюционного развития проводящие ткани достигают у папоротниковых и семенных растений, которые объединяются в группу *сосудистых*.

Проводящие ткани (ксилема и флоэма) характеризуются рядом *признаков:*

1) образуют в теле растения непрерывную разветвленную систему, соединяющую все органы растения;

2) представляют собой сложные ткани, т.к. в их состав входят морфологически и функционально разнородные элементы – проводящие, механические, запасающие, выделительные;

3) проводящие элементы в ксилеме и в флоэме вытянуты (прозенхимные элементы), иногда очень значительно;

4) стенки проводящих элементов содержат поры или сквозные отверстия (*перфорации*), облегчающие прохождение веществ;

5) обычно ксилема и флоэма располагаются рядом, образуя *проводящие пучки*.

2 Понятие о древесине (ксилеме)

Ксилема (древесина) – основная водопроводящая ткань сосудистых растений, обеспечивающая восходящий ток.

По происхождению и местоположению различают первичную и вторичную ксилему. Ксилема, формирующаяся за счет деятельности прокамбия верхушечной меристемы, называется **первичной**, за счет деятельности камбия – **вторичной**. Первичная ксилема устроена более просто, часто состоит только их водопроводящих элементов.

Ксилема состоит из нескольких типов клеток: трахеальных (водопроводящих) элементов; паренхимных клеток и древесинных склеренхимных волокон.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Трахеальный элемент ксилемы – это мертвая клетка, функционирующая как канал для проведения водных растворов. Различают два типа трахеальных элементов – *трахеиды* и *членики сосудов*.

Трахеиды представляют собой мертвые сильно вытянутые в длину клетки с утолщенными одревесневшими оболочками, несущими поры, чаще всего окаймленные.

По трахеидам происходит перенос растворов в продольном и горизонтальном направлениях в лежащие рядом проводящие и паренхимные элементы. Благодаря вторичным утолщениям трахеиды оказываются устойчивы к сжатию и растяжению. Трахеиды обеспечивают прочность стебля у голосеменных и некоторых цветковых растений, у которых специальные механические элементы отсутствуют.

У папоротниковых и голосеменных трахеиды служат единственным проводящим элементом в ксилеме. У покрытосеменных растений они присутствуют вместе с сосудами и другими элементами ксилемы. У многих покрытосеменных трахеиды вообще отсутствуют.

Поры трахеид представляют собой перерывы или утончения во вторичной оболочке. По форме порового канала различают *простые* и *окаймленные поры*. У простых пор канал имеет форму узкого цилиндра. У окаймленных пор канал резко суживается в процессе отложения вторичной оболочки, поэтому внутреннее отверстие поры гораздо уже наружного, упирающегося в первичную оболочку.

Расположенные друг против друга поры двух смежных клеток образуют *пары пор*, отделенных друг от друга тонким участком первичных оболочек соприкасающихся (смежных) клеток и срединной пластинки. Этот участок называется замыкающей пленкой поры, или *поровой мембраной*. В трахеидах голосеменных замыкающая пленка окаймленных пор несет в центре дискообразное утолщение, называемое *торусом*. Благодаря тонкой замыкающей пленке окаймленная пора служит микрофильтром при проведении воды и питательных веществ.

Сосуды, или **трахеи**, состоят из многих клеток, называемых *члениками* сосуда. Членики располагаются друг над другом, образуя длинную полую трубку. Средняя длина сосудов – несколько сантиметров (иногда до 1 м и более).

Поперечные перегородки между члениками растворяются и возникают *сквозные отверстия – перфорации*. Поэтому по сосудам растворы передвигаются значительно легче, чем по трахеидам. По характеру утолщения клеточных стенок различают *кольчатые*, *спиральные*, *сетчатые* и *точечные* (точечно-пористые) сосуды.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Членики сосудов образуются из продольного ряда клеток и вначале представлены живыми клетками, полость которых заполнена цитоплазмой с крупным ядром. Этапы формирования сосудов:

1) рост молодых паренхимных клеток, образующих сосуд;

2) формирование вторичной оболочки на продольных стенках клеток, лигнификация продольных стенок, образование утолщений на стенках;

3) разрушение поперечных стенок между члениками (ослизняются и исчезают) и формирование перфорации;

4) отмирание протопластов клеток и формирование сплошной полой трубки, полость которой заполняется водой.

Паренхимные клетки ксилемы составляют до 25 % и более объема древесины. Особенность паренхимных клеток ксилемы – участие в транспорте по ксилеме.

Паренхимные клетки, окружающие сосуды, образуют *контактную паренхиму*. Они регулируют поступление растворов, направление и скорость их движения за счет изменения в пластидах клетки концентрации углеводов и других веществ.

Собранные в горизонтальные полосы участки паренхимы образуют так называемые *сердцевинные* или ксилемные *лучи*. Клетки лучей сообщаются между собой порами. Различают: **гомогенные** (состоят из одинаковых клеток), и **гетерогенные** (состоят из различных по строению клеток); а также **узкие** (состоят из 1-2 рядов клеток) и **широкие** (многорядные) сердцевинные лучи.

Рассеянные среди ксилемных элементов и тянущиеся вертикально вдоль осевых органов тяжи, образованные паренхимными клетками, называют *тяжевой (древесинной) паренхимой*. Клетки древесинной паренхимы имеют одревесневшие оболочки с простыми порами, протопласт в них долго не разрушается. Они служат также для запасания питательных веществ.

Клетки паренхимы, примыкающие к сосуду, могут образовывать выросты в полость сосудов через поры – *тилы* (греч. *tylos* — вздутие, утолщение). Это процесс может приводить к закупориванию полостей сосудов и называется *тилообразованием.* Он характерен в основном для многолетних древесных растений и связан с возрастными изменениями древесины.

Либриформ, или **древесинные волокна**, относится к механической ткани и представляет собой мертвые вытянутые клетки с одревесневшими оболочками, выполняющие опорную и защитную функцию по отношению к трахеальным и паренхимным элементам ксиле-

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

мы. К либриформу относят и древесные волокна с живым содержимым. Во всех живых древесинных волокнах содержатся запасные вещества – крахмал, масло, в оболочках иногда откладываются гемицеллюлозы. Такие волокна морфологически и функционально приближаются к древесинной паренхиме.

Состав древесины голосеменных и покрытосеменных растений несколько отличается. Древесина голосеменных растений содержит трахеиды, тяжевую паренхиму и древесинные лучи; характеризуется наличием смоляных ходов. Основными элементами древесины покрытосеменных растений являются сосуды, трахеиды, древесинные волокна, тяжевая паренхима и древесинные сердцевинные лучи.

3 Луб (флоэма), его происхождение, функции

Флоэма – это ткань сосудистых растений, проводящая пластические вещества, синтезируемые в листьях, в направлении сверху вниз.

Флоэма – сложная ткань, в состав которой входят ситовидные элементы с клетками-спутницами, паренхимные клетки, лубяные (флоэмные) волокна и склереиды. Она состоит в основном из живых элементов, которые меняются структурно и функционально в ходе онтогенеза. Флоэмная ткань менее склерифицирована и менее долговечна, чем ксилема. Занимая периферическое положение в стебле и корне, она существенно изменяется при увеличении окружности осевых органов и в конечном счете сминается перидермой.

По происхождению и местоположению различают первичную и вторичную флоэму. Флоэма, формирующаяся за счет деятельности прокамбия верхушечной меристемы (первичная ткань), называется **первичной**, за счет деятельности камбия (вторичная меристема) – **вторичной**.

Ситовидные элементы являются самыми важными элементами флоэмы, так как по ним происходит передвижение ассимилятов.

Стенки ситовидных элементов содержат мелкие отверстия, которые называют *ситовидными порами*. Через них сообщается живое содержимое соседних элементов и происходит передвижение ассимилятов. Канальца собраны группами, которые называют *ситовидными полями*. У более примитивных растений (папоротникообразных, голосеменных) ситовидные поля рассеяны по боковым стенкам. У покрытосеменных они имеют более совершенное строение и носят название *ситовидных пластинок*. Ситовидные пластинки располагаются на концах ситовидных элементов.

Различают два типа ситовидных элементов: *ситовидные клетки* и *ситовидные трубки*.

Ситовидные клетки – более примитивный тип ситовидных элементов. Они представляют собой сильно вытянутые в длину клетки с заостренными концами. Ситовидные клетки характеризуются наличием ситовидных полей на боковых стенках и ядер в зрелом состоянии; отсутствием сопровождающих клеток. Такой тип ситовидных элементов присущ высшим споровым и голосеменным.

Ситовидные трубки – это высокоспециализированные и более совершенные ситовидные элементы флоэмы. Каждая ситовидная трубка состоит из вертикального ряда живых вытянутых клеток – члеников, соединенных между собой поперечными стенками – ситовидными пластинками. Ситовидные трубки обычно тянутся вдоль продольной оси органа, но есть и поперечно идущие, соединяющие группы проводящих тканей.

Оболочки ситовидных трубок целлюлозные, лишь к концу вегетации некоторые ситовидные трубки одревесневают. В полостях ситовидных трубок долго сохраняется живой протопласт в виде пристенного слоя, ядро в зрелых элементах отсутствует. Живут клетки-членики, как правило, одну вегетацию. Около ситовидных трубок имеются сопровождающие клетки (клетки-спутницы).

Клетки-спутницы, или сопровождающие клетки – это паренхимные элементы флоэмы, обеспечивающие регуляцию передвижения веществ по флоэме, они связаны с ситовидными элементами плазмодесмами. Протопласты клеток-спутниц отличаются метаболической активностью: ядро и ядрышко крупные, множество хлоропластов, крупных митохондрий, рибосом, имеется эндоплазматический ретикулум.

Лубяная паренхима является постоянным компонентом флоэмы. В клетках лубяной паренхимы активно протекают обменные реакции и накапливаются различные эргастические вещества крахмал, жиры, различные органические соединения, а также таннины, смолы, кристаллы.

Клетки *первичной флоэмной паренхимы* имеют продолговатую форму и располагаются параллельно ситовидным трубкам. Связь их осуществляется посредством простых пор. Оболочки паренхимных клеток целлюлозные, тонкие, физиологическая активность высокая. Расположение паренхимных клеток среди ситовидных элементов беспорядочное. Вторичная флоэмная паренхима подразделяется на две системы: *вертикальную* и *горизонтальную*. В вертикальной системе

Репозиторий ГГУ

лубяная паренхима располагается вместе с ситовидными и механическими элементами, горизонтальная система представляет паренхиму сердцевинных лучей. Такая структура особенно характерна для древесных растений.

Склеренхимные элементы флоэмы представлены *древесинными волокнами* и *склереидами*.

Волокна относятся к обычным компонентам первичной и вторичной флоэмы. В зрелом состоянии волокна могут быть живыми или мертвыми, одревесневшими или неодревесневшими. Живые волокна выполняют функцию запаса. У многих видов растений лубяные волокна используются как источники промышленного волокна.

Во флоэме часто встречаются *склереиды*. Они располагаются в комбинации с волокнами либо отдельной группой и в осевой, и в лучевой системах вторичной флоэмы. Как правило, склереиды образуются в более старых участках флоэмы вследствие склерификации паренхимных клеток. Длинные и тонкие склереиды напоминают волокна и часто называются волокнистыми склереидами.

4 Проводящие пучки

Проводящие элементы в комплексе с паренхимными и механическими элементами образуют в теле растения тяжи, которые называют **проводящими пучками**. Формирование проводящих пучков осуществляется за счет деятельности образовательной ткани – прокамбия.

В молодых органах большинства растений проводящие пучки идут раздельно. На более поздних стадиях развития органов у двудольных и голосеменных растений проводящие пучки сливаются, образуя сплошной цилиндр, состоящий из тканей древесины и луба, так называемые слои проводящих тканей. У однодольных пучковая структура сохраняется на всех стадиях развития органа.

Система проводящих пучков пронизывает все органы растений, объединяя их в одно целое и обеспечивая в растении единый обменный процесс. Пучки хорошо видны в листьях в виде сети жилок, а также в сочных стеблях, например у недотроги. Проводящие пучки образуют сложную сеть не только в вегетативных, но и в генеративных органах, особенно в плодах.

Проводящие пучки различаются по ряду признаков.

По элементарному составу различают четыре группы пучков.

Простые пучки по структуре наиболее примитивны и состоят из однородных гистологических элементов: из одних трахеид (например в листьях многих растений) или из одних ситовидных трубок (например в цветочных стрелках лука). *Общие пучки* включают трахеиды, сосуды и ситовидные трубки, расположенные бок о бок. *Сложные пучки*, помимо проводящих элементов, содержат паренхимные элементы. *Сосудисто-волокнистые пучки*, наиболее широко распространенные, включают все элементы ксилемы и флоэмы.

По наличию или отсутствию камбия пучки бывают *открытые* (способны к росту, содержат камбий) и *закрытые* (не способны к дальнейшему росту, не содержат камбия).

По расположению ксилемы и флоэмы выделяют несколько типов проводящих пучков.

Коллатеральным (лат. *coll* – вместе, с и *lateralis* – боковой) или бокобочным называют пучок, когда флоэма и ксилема располагаются бок о бок, т. е. на одном радиусе. Наружная часть пучка обычно представлена флоэмой, внутренняя – ксилемой. Этот тип пучка наиболее распространен и встречается в листьях всех семенных растений, в осевых органах всех однодольных и многих травянистых двудольных.

Биколлатеральный, или дважды бокобочный, пучок – флоэма прилегает к ксилеме с обеих сторон, один участок флоэмы более мощный – наружный, другой – слаборазвитый – внутренний. Эта форма проводящих пучков присуща растениям из семейств тыквенных, пасленовых, колокольчиковых, сложноцветных.

Концентрический пучок встречается относительно редко. Различают два варианта: а) *амфивазальный*, в котором ксилема замкнутым кольцом окружает флоэму; встречается у однодольных, например в корневище ландыша, касатика, из двудольных – у клещевины; б) *амфикрибральный*, в котором флоэма окружает ксилему. Встречается у папоротниковидных, например у орляка.

В *радиальном пучке* участки флоэмы и ксилемы лежат по разным радиусам, разделены паренхимой. Этот тип пучка характерен для первичного строения корня у двудольных растений. В корне однодольных такие пучки сохраняются до конца жизни. У двудольных при переходе от первичного ко вторичному строению корня радиальное расположение флоэмы и ксилемы сменяется коллатеральным.

Материалы и оборудование: постоянные микропрепараты: продольный срез стебля тыквы, радиальный и тангенциальный срезы стебля сосны, поперечные срезы стебля кукурузы обыкновенной, подсолнечника однолетнего, тыквы обыкновенной; микроскопы.

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

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

Ход работы

1 Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа постоянный препарат «Стебель тыквы – продольный срез». Найти ситовидные трубки с клетками-спутницами. Их легко обнаружить по наличию ситовидных пластинок. Обратить внимание на отсутствие ядер в ситовидных трубках и наличие в сопровождающих клетках. Рассмотреть разные типы сосудов, найти клетки камбия.

2 Зарисовать при большом увеличении микроскопа ситовидные трубки с клетками спутницами (рисунок 12), сосуды с кольчатыми и спиральными утолщениями стенок и сосуды с разными типами поровости (рисунок 13). Отметить на рисунках все части проводящих элементов

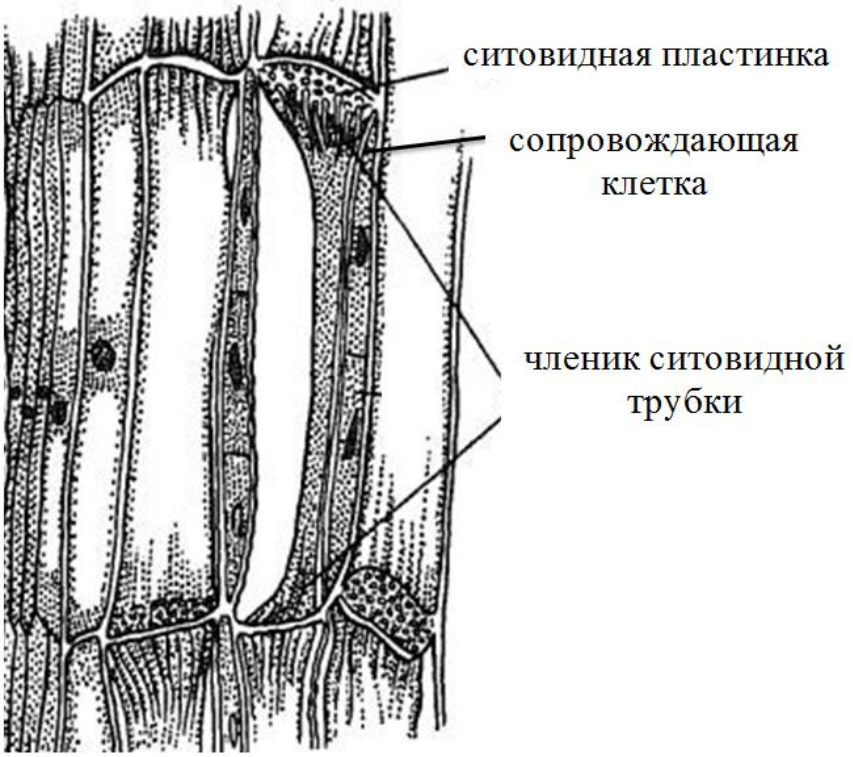
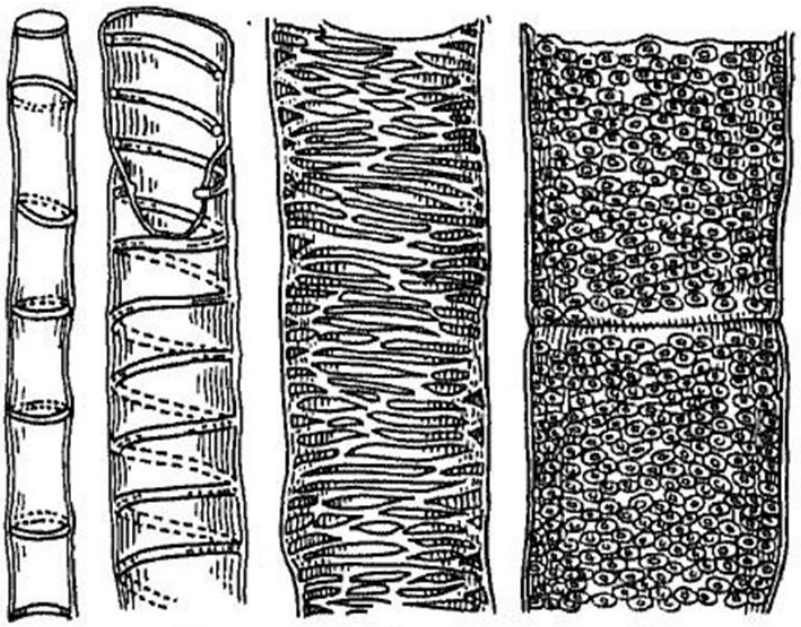


Рисунок 12 – Элементы флоэмы стебля тыквы [2]

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ



кольчатый спиральный сетчатый пористый

Рисунок 13 – Сосуды стебля тыквы [2]

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

Ход работы

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

2 Сравнить изученный препарат с изображением на рисунке 14; зарисовать 2-3 трахеиды в месте их соединения, отметив их скошенные концы, окаймленные поры, торус.

Работа 3 Проводящие пучки стеблей кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.) и подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)

Ход работы

1 На постоянных препаратах поперечных срезов объектов исследования рассмотреть проводящие пучки (рисунки 15, 16).

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

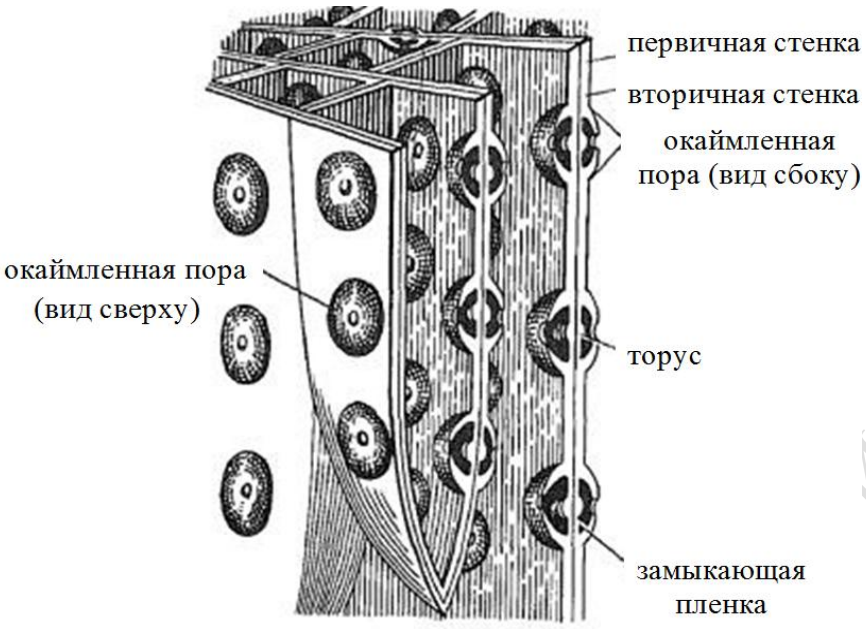


Рисунок 14 – Трахеиды сосны [2]

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

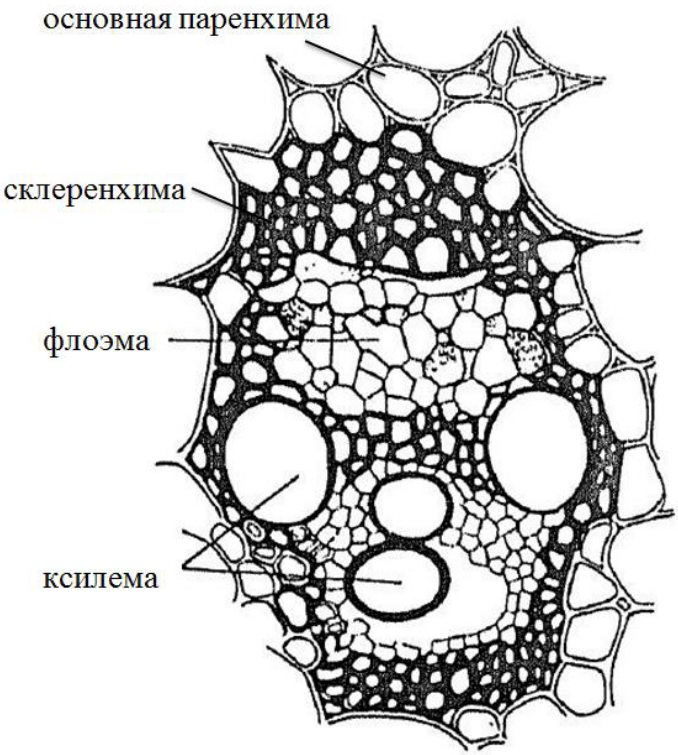


Рисунок 15 – Поперечный срез проводящего пучка в стебле кукурузы [4]

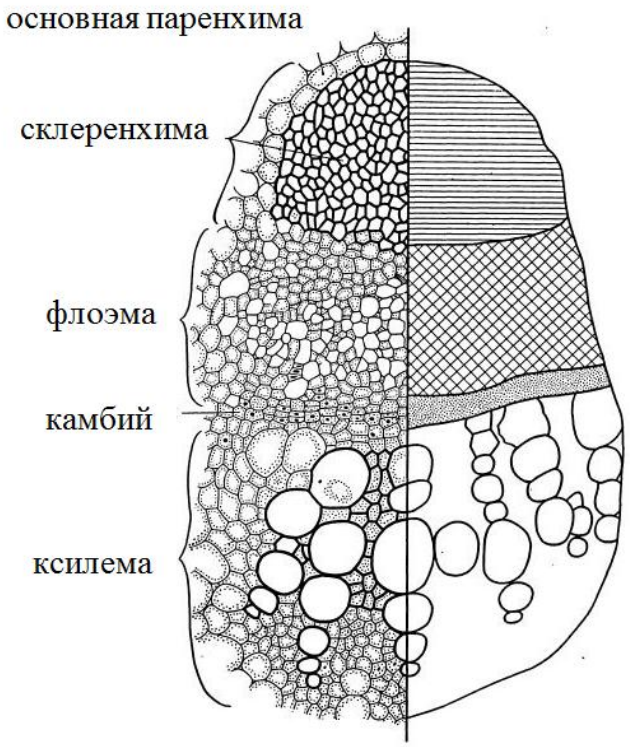


Рисунок 16 – Поперечный срез проводящего пучка в стебле подсолнечника (слева – детальный рисунок, справа – схема) [3]

3 Сравнить данные, полученные на основании проведенного анализа с изображениями на рисунках 15 и16.

4 Отметить на рисунках составляющие компоненты закрытого коллатерального проводящего пучка кукурузы обыкновенной; открытого коллатерального пучка подсолнечника однолетнего.

Вопросы для самоконтроля

1 Перечислите структурные элементы ксилемы.

2 Каковы строение, особенности образования и функции сосудов и трахеид?

3 Охарактеризуйте строение и функции древесинных волокон и древесинной паренхимы.

4 Что представляют собой сердцевинные лучи?

5 Каково происхождение, структура и функции флоэмы?

6 Какие компоненты входят в состав проводящих пучков?

7 На какие группы можно разделить проводящие пучки?

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Литература

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

2. Хржановский, В. Г. Ботаника / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Колос, 1988. – 383 с.

3. Яковлев, Г. П. Ботаника: учеб. для фармац. институтов и фармац. фак мед. вузов./ Г. П. Яковлев, В. А. Челомбитько; под ред. И. В. Грушвицкого. – М.: Высш. шк., 1990. – 367 с.

4. Андреева, И. И. Ботаника: учеб. пособие / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – М.: КолосС, 2002. – 488 с.

5. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений: учеб. пособие / Л. И. Лотова, под ред. А. П. Меликяна. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.

6. Власова, Н. П. Практикум по лесным травам: учеб. пособие / Н. П. Власова. М.: Агропромиздат, 1986. – 108 с.

7. Лісаў, М. Дз. Батаніка з асновамі экалогіі: вучэб. дапаможнік / М. Дз. Лісаў. – Мінск: Вышэйшая школа, 1998. – 338 с.

8. Сауткина Т. А., Морфология растений: учеб. пособие / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. – Минск: БГУ, 2012. – 311 с.

9. Тканкі: метадычныя ўказанні да лабараторных заняткаў па дысцыпліне «Батаніка» / склад. Л. С. Пашкевіч, Г. Я. Клімчык. – Мінск: БДТУ, 1994.

10. Батаніка: вучэбна-метадычны дапаможнік для студэнтаў спец. 1-75 01 01 «Лясная гаспадарка» і 1-75 01 02 «Садовапаркавае будаўніцтва» / склад. Л. С. Пашкевіч, Дз. В. Шыман. – Мінск: БДТУ, 2006. – 132 с.

11. Анатомия и морфология растений: практ. пособие для студентов спец. 1 – 31 01 01-02 «Биология (научн.-пед. деят.)» / Н. М. Дайнеко [и др.]. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2007. – 143 с.

12. Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, М. В. Ерёмин. – Мінск: Вышэйшая школа, 1997. – 375 с.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Производственно-практическое издание

Бачура Юлия Михайловна
Дайнеко Николай Михайлович

БОТАНИКА. КЛЕТКА И ТКАНИ

Практическое руководство

для студентов специальности 1-75 01 01
«Лесное хозяйство)»

Редактор *В. И. Шкредова*
Корректор *В. В. Калугина*

Подписано в печать 5.01.2014. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография. Усл.печ.л. 2,8.
Уч.-изд.л. 3,05. Тираж 50 экз. Заказ 2.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждения образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»
ЛИ №02330/0549481 от 14.05.2009.
ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ