

# Оглавление

Введение .....	5
Раздел I. ЦИТОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ .....	7
Тема 1. Микроскоп и приготовление препаратов .....	7
Тема 2. Строение и форма клеток. Типы пластид .....	14
Тема 3. Включения растительных клеток .....	24
Тема 4. Деление растительных клеток .....	29
Раздел II. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ .....	34
Тема 5. Образовательные ткани .....	34
Тема 6. Покровные ткани .....	39
Тема 7. Механические ткани .....	44
Тема 8. Ассимиляционные и всасывающие ткани .....	47
Тема 9. Проводящие ткани .....	49
Тема 10. Выделительные, воздухоносные и запасающие ткани .....	53
Раздел III. МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ .....	59
Тема 11. Морфология побега .....	59
Тема 12. Анатомическое строение стебля травянистых растений .....	69
Тема 13. Анатомическое строение стебля лиственных древесных растений .....	75
Тема 14. Анатомическое строение стебля хвойных растений .....	82
Тема 15. Морфология и анатомия листа .....	89
Тема 16. Морфология и анатомия корня .....	100
Тема 17. Метаморфозы вегетативных органов .....	109
Раздел IV. СИСТЕМАТИКА ДРОБЯНОК, ГРИБОВ И ВОДОРΟΣЛЕЙ .....	125
Тема 18. Грибы и грибоподобные организмы .....	130
Тема 19. Отдел Лишайники .....	147
Тема 20. Водоросли .....	152
Раздел V. СИСТЕМАТИКА АРХЕГОНИАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ .....	164
Тема 21. Надотдел Моховидные .....	165
Тема 22. Отдел Плауновидные .....	175
Тема 23. Отдел Хвощевидные .....	178
Тема 24. Отдел Папоротниковидные .....	182
Тема 25. Отдел Сосновые .....	185
Раздел VI. ЦВЕТКОВЫЕ РАСТЕНИЯ .....	201
Тема 26. Строение цветка .....	201
Тема 27. Андроцей .....	208
Тема 28. Гинецей .....	213

Тема 29. Соцветия .....	223
Тема 30. Плоды .....	229
Раздел VII. СИСТЕМАТИКА ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ .....	241
Тема 31. Морфологический анализ цветковых растений .....	241
Тема 32. Семейство Кувшинковые .....	243
Тема 33. Семейство Лютиковые .....	246
Тема 34. Семейство Маковые .....	253
Тема 35. Семейство Гвоздичные .....	256
Тема 36. Семейство Гречишные .....	259
Тема 37. Семейство Берёзовые .....	264
Тема 38. Семейство Вересковые .....	268
Тема 39. Семейство Первоцветные .....	271
Тема 40. Семейство Ивовые .....	273
Тема 41. Семейство Капустные .....	276
Тема 42. Семейство Розовые .....	278
Тема 43. Семейство Бобовые .....	286
Тема 44. Семейство Гераниевые .....	289
Тема 45. Семейство Сельдерейные .....	291
Тема 46. Семейство Пасленовые .....	294
Тема 47. Семейство Бурачниковые .....	298
Тема 48. Семейство Норичниковые .....	301
Тема 49. Семейство Яснотковые .....	306
Тема 50. Семейство Колокольчиковые .....	309
Тема 51. Семейство Астровые .....	311
Тема 52. Семейство Лилейные .....	318
Тема 53. Семейство Ландышевые .....	320
Тема 54. Семейство Триллиевые .....	321
Тема 55. Семейство Орхидные .....	322
Тема 56. Семейство Ситниковые .....	327
Тема 57. Семейство Осоковые .....	329
Тема 58. Семейство Мятликовые .....	335
Тема 59. Основные виды цветковых на северо-западе России .....	342
ЛИТЕРАТУРА .....	350

## Введение

**Ботаника** — это наука, задачами которой является всестороннее изучение растений: их строения, распространения, функционирования и значения для биосферы и хозяйственной деятельности человека. Сокращение площади лесов, ухудшение их состава и структуры требует немедленного проведения необходимых и эффективных лесохозяйственных мероприятий. Продолжающийся рост населения планеты заставляет искать пути повышения урожайности растений и продуктивности животных. Эти задачи решают такие прикладные науки как лесоводство, лесные культуры, растениеводство, животноводство и др. Все они базируются на достижениях фундаментальных биологических дисциплин, среди которых ведущее положение занимает ботаника. Благодаря этой науке все новые виды растений начинают использоваться как техническое сырье, в качестве пищевых, кормовых, лекарственных растений.

По мере накопления и углублений знаний в ботанике выделился ряд самостоятельных дисциплин: морфология растений (внешнее строение), анатомия растений (внутреннее строение), систематика растений (классификация организмов), география растений (распределение по земному шару), геоботаника (состав и строение растительных сообществ), экология растений (взаимодействие с окружающей средой) и др.

Рациональное использование всех лесных ресурсов, повышение продуктивности древостоев, восстановление лесов, эффективное ведение лесохозяйственного и сельскохозяйственного производства возможны только на основе знания растительного мира. Поэтому ботаника в той или иной степени входит в учебную программу специальностей лесоинженерных, сельскохозяйственных, медицинских и естественно-географических факультетов.

Цель настоящей работы — повысить эффективность усвоения знаний по ботанике студентами в процессе выполнения лабораторных работ.

Обсуждаемые теоретические и практические результаты исследований, а также рисунки, помещенные в учебнике, заимствованы из научной и учебной литературы, список которой приводится.

В результате освоения дисциплины обучающийся получает компетенции, на основании которых он должен:

- *Знать:* цитологии, гистологии, морфологии, анатомии и систематики растений.

- *Уметь*: анализировать ботанические данные, идентифицировать основные группы растений, представлять полученные при изучении курса ботанические данные в виде рефератов, отчетов, презентаций и т. д.
- *Владеть*: навыками самостоятельного анализа растений и их частей.

# Раздел I. ЦИТОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Клетка является основной структурной единицей растительного организма. Она представляет собой самовоспроизводящуюся систему, которая обособлена от среды и сохраняет определенную концентрацию химических веществ, но одновременно осуществляет постоянный обмен с ней. Особи некоторых видов водорослей и грибов представлены одной клеткой, которая осуществляет все жизненные функции, характерные для целого организма: питание, дыхание, размножение и т. д. Клетки высших растений неоднородны по структуре и функциям, в связи с чем и выделяют растительные ткани разных типов. На лабораторных занятиях студенты знакомятся с характерными особенностями и строением растительных клеток с помощью микроскопа.

## Тема 1. Микроскоп и приготовление препаратов

Анатомия растений занимается изучением внутреннего строения растений. Название этой науки происходит от греческого слова «анатоме», что значит «вскрываю», и указывает на метод обнаружения внутреннего строения изучаемых организмов. Тело растительных организмов сложено из мелких образований — клеток, размеры которых выражаются в особых единицах — микрометрах, мкм (0,001 мм). Вследствие этого они недоступны для наблюдения невооруженным глазом и требуют для своего изучения иных методов исследования, в частности с помощью микроскопа. Именно микроскоп является тем оптическим инструментом, с помощью которого изучают клетки и ткани органов растений. Практические занятия по курсу анатомии растений на ряде конкретных препаратов знакомят студентов с разнообразием строения клеток, тканей и органов растений.

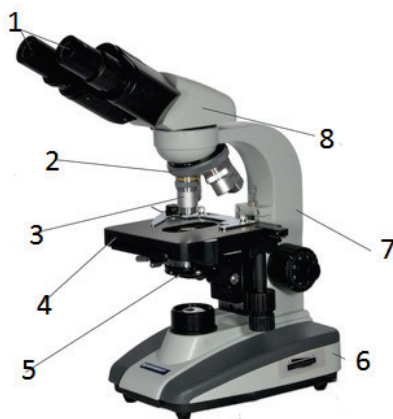
Анатомическое строение растений изучается с помощью микроскопов различных типов. На лабораторных занятиях по ботанике используется световой микроскоп МБР-1.

### *Устройство микроскопа*

Микроскоп представляет собой оптико-механический прибор, позволяющий получать увеличенное изображение рассматриваемого предмета. Так называемое полезное увеличение современных оптических микроскопов достигает 1400 раз, что позволяет выявлять мелкие детали строения изучаемых препаратов.

В микроскопе различают две части: оптическую и механическую. Оптическая часть микроскопа состоит из трех систем: осветительного

аппарата, объектива и окуляра (рис. 1). Окуляр располагается в верхней части тубуса, а объективы — в револьвере. Назначение и устройство окуляра и объективов различны.



**Рис. 1. Малый биологический микроскоп МБР-1:**

1 — комплект окуляров, 2 — револьверное устройство, 3 — комплект объективов, 4 — предметный столик, 5 — конденсор, 6 — основание, 7 — штатив, 8 — бинокулярная насадка

Осветительный аппарат состоит из конденсора с ирисовой диафрагмой и зеркала. Конденсор включает две или три линзы, вправленные в цилиндрическую оправу. Ирисовая диафрагма располагается непосредственно под конденсором и состоит из нескольких тонких подвижных металлических пластинок в оправе. С помощью рычажка ирисовая диафрагма может полностью закрыть нижнюю линзу конденсора или открыть ее частично или полностью. При этом отверстие диафрагмы сохраняет центральное положение. Конденсор располагается под столиком микроскопа в кольце, которое вращением соответствующего винта по желанию может быть поднято так, что верхняя фронтальная линза конденсора устанавливается вровень с поверхностью столика или опускается до нужного уровня.

Зеркало микроскопа имеет две посеребренные поверхности — плоскую и вогнутую. Его назначение — направлять свет в конденсор. Оно закреплено подвижно и может вращаться во взаимно-перпендикулярных направлениях. Поворотом зеркала лучи от источника света, расположенного спереди или сбоку от микроскопа, могут быть направлены в конденсор. Пройдя через линзы конденсора, они хорошо освещают препарат, лежащий на столике микроскопа.

Объектив представляет собой сложную оптическую систему, состоящую из нескольких линз, вправленных в металлическую гильзу. Объектив предназначен для увеличения изображения объекта и выявления в нем многих подробностей. В зависимости от задач исследований требуется разное увеличение, поэтому в микроскопе имеется несколько объективов, вставленных в револьвер (вращающийся диск с гнездами с винтовой нарезкой для крепления объективов), что позволяет легко их менять.

В учебных микроскопах применяются объективы с увеличениями в 8, 40 и 90 раз. Большое значение в практике работы с микроскопом имеет так называемое рабочее расстояние, т. е. расстояние от нижней (фронтальной) линзы объектива до поверхности покровного стекла препарата (нормальная толщина которого равна 0,17 мм). У слабых объективов, в данном случае объектива 8х, это расстояние равно 9,2 мм. С повышением увеличения это расстояние быстро уменьшается и для объектива 90х оно равно всего 0,12 мм.

Маленькие рабочие расстояния (у объективов 40х, 90х) требуют большого внимания и аккуратности, так как при небрежной настройке на фокус (на резкость) легко раздавить покровное стекло и препарат, и тем самым повредить объектив.

Окуляр состоит всего из двух линз, установленных в цилиндрической оправе. Служит окуляр не только для увеличения изображения объекта, но и выявления подробностей его строения. Обычно используют окуляры с увеличениями 7х, 10х и 15х, которые указаны на верхней его части.

К оптической части микроскопа относится также тубус, представляющий собой цилиндр, на котором крепятся объективы и окуляры. Нижняя, более широкая часть, несет револьвер. Нижняя часть тубуса соединена с верхней, более узкой, диаметр которой соответствует гильзе окуляра. Посредством металлической планки с гребенчатой нарезкой, входящей в паз, труба подвижно соединяется со штативом и может с помощью подающих механизмов штатива передвигаться по вертикали для наведения микроскопа на фокус.

Труба предохраняет окуляр от попадания постороннего света и сохраняет определенное расстояние между объективом и окуляром, что необходимо для лучшего использования оптических систем.

Общее увеличение микроскопа определяется произведением собственного увеличения объектива на собственное увеличение окуляра. При окуляре 10х и объективе 40х общее увеличение составит 400х.

Механические части микроскопа — штатив, имеющий подковообразную форму, коробка с микромеханизмом, предметный столик, тубусодержатель и винты для грубой и точной установки объектива. Предметный круглый столик неподвижно соединен со штативом,

имеет в центре отверстие, в которое может перемещаться верхняя часть конденсора. Столик состоит из двух частей. Нижняя часть неподвижно соединена с основанием, а верхняя часть может вращаться вокруг своей оси и передвигаться в разные стороны. Эти движения осуществляются с помощью двух винтов, расположенных по бокам столика и предназначены только для центрирования столика по отношению к оптическим системам, а не для передвижения установленного препарата. Препарат устанавливается вручную. Для его закрепления служат две пружинящие клеммы, прикрепленные к столику.

Для установки оптических систем на должной высоте над препаратом (для фокусировки изображения) имеются два винта для грубой и тонкой наводки, осуществляемой передвижением тубуса. Грубая установка осуществляется с помощью макрометрического винта, а тонкая установка — вращением микрометрического винта.

### ***Работа с микроскопом***

Начинать работу с микроскопом следует в определенной последовательности.

1. Микроскоп устанавливается перед студентом, против его левого глаза и в течение всего времени работы не перемещается.

2. С правой стороны от наблюдателя, на свободном участке стола, располагаются кювета с необходимыми инструментами и материалами, а также альбом для зарисовок.

3. Для освещения препарата можно использовать естественный рассеянный свет (но не прямой солнечный) или искусственный (электрическая лампа с матовым плафоном). Для установки освещения следует: 1) установить фронтальную линзу конденсора на уровне столика микроскопа, 2) открыть полностью диафрагму, 3) установить объектив малого увеличения, 4) движением зеркала направить свет так, чтобы его источник оказался видимым в отверстии столика (в центре линзы конденсора).

4. Опустить тубус с объективом 8х, не доходя примерно 5 мм до препарата. Медленно вращая макрометрический винт на себя поднимать тубус до тех пор, пока не появится хорошо видимое изображение объекта. Для перехода к большему увеличению поворачивают револьвер, устанавливая требуемый объектив, не поднимая тубуса. Точной фокусировки добиваются вращением микрометрического винта. При этом следует помнить, что во избежание поломки механизма микрометрический винт следует вращать не более чем на  $\frac{3}{4}$  полного оборота.



### ***Уход за микроскопом***

Микроскоп требует определенных навыков в обращении с ним. Переносить микроскоп с места хранения на рабочее место следует двумя руками. Одной рукой берут микроскоп за тубусодержатель, а другой поддерживают за основание. В случае каких-либо затруднений при обращении с револьвером и другими частями не следует применять силу. Следить за чистотой оптических частей микроскопа (осветительного аппарата, объективов и окуляров), предохранять их от механических повреждений — ударов, царапин, соприкосновения с жидкостями, особенно химически активными (кислоты, щелочи, растворители), применяемыми в качестве сред для окраски срезов.

Совершенно недопустимо протирание линз пальцами, случайными клочками бумаги или тряпочками. Оптическое стекло очень не прочно и при протирании недостаточно чистыми материалами может быть легко повреждено. Царапины, даже очень небольшие, сильно снижают оптические качества прибора. При загрязнении линзы следует протирать чистыми кусочками марли. По окончании работы при необходимости очистить штатив и линзу объектива.

### ***Приготовление препаратов***

В ходе лабораторных занятий студенты работают с постоянными и временными препаратами. Постоянные препараты готовятся по специальной методике и рассчитаны на долговременное многократное использование. Временные препараты готовятся непосредственно на лабораторных занятиях студентами и используются однократно.

Микроскопическое изучение растительных объектов может проводиться на целых частях растений (тотальные препараты) без предварительного изготовления срезов, так и на тонких срезах объектов. Число объектов, изучение которых возможно на тотальных препаратах, сравнительно невелико. В основном препараты представляют собой срезы с частей растения. На занятиях эти срезы должны изготавливаться самими студентами с помощью бритв. В конце главы приводится краткий перечень необходимых для работы инструментов и реактивов и рецепты их приготовления.

Для приготовления препаратов различных объектов желательно применять разные бритвы. Так для мягких объектов (листья, травянистые стебли, плоды) лучше пользоваться бритвами с широкими лезвиями и сравнительно малым углом заточки. Для твердых объектов (например, древесины) предпочтительнее бритвы с более узкими лезвиями и большим углом заточки. Бритва требует умелого и бережного обращения, тогда с ее помощью можно получать хорошие срезы.

Необходимо запомнить основные правила обращения с бритвой:

1. Лезвие можно употреблять только для приготовления микро-скопических срезов;
2. После работы лезвие необходимо протереть чистой тряпочкой;
3. Лезвие время от времени следует точить и править;
4. Необходимо научиться правильно держать бритву и объект и делать качественный срез.

Перед приготовлением среза объект должен быть соответствующим образом подготовлен. Материал режется легче, если он предварительно фиксирован в смеси спирта и глицерина ( $\frac{1}{3}$  объема). Смачивание поверхности среза глицерином также облегчает изготовление срезов твердых объектов.

Поверхность, с которой надо сделать срезы, следует выровнять с помощью ножа или скальпелем; она не должна быть слишком большой. Например, древесину раскалывают на куски с поверхностью торца около 0,5 см, куски крупных стеблей разрезают на секторы. Мелкий или мнущийся материал зажимают между кусочками сердцевины бузины или пробки. При подготовке поверхности среза необходимо следить за правильной ориентировкой объекта, т. е. поперечный срез должен быть проведен строго перпендикулярно к продольной оси органа, продольный — строго параллельно оси и т. д. На косом срезе истинное строение тканей сильно искажается.

Объект следует держать в левой руке между большим и средним пальцами. Большой палец должен быть ниже уровня среза (иначе можно порезаться), а средний — с противоположной стороны, так чтобы над ним мог поместиться указательный палец, немного выступающий выше объекта. В дальнейшем он будет служить опорой для бритвы. Бритву держат большим и указательным пальцами лезвием к себе. Для получения строго ориентированного среза объект держат вертикально, а лезвие горизонтально. Лезвие нужно вести к себе, но не под прямым углом (при этом объект будет мяться), а несколько вкось, скользящим движением.

Срез должен быть сделан одним скользящим движением. Нельзя «пилить» лезвием, т. е. делать несколько движений в разные стороны. Направление движения может быть слева направо или справа налево. Как правило, нет необходимости получить срез целиком всего объекта. Обычно делают небольшой срез (несколько мм<sup>2</sup>) в центральной его части. На не больших препаратах всегда легче получить тонкий срез. У больших препаратов толщина срезов оказывается значительной и они плохо просматриваются. Из нескольких срезов, сделанных подряд, выбираются наиболее тонкие.

### ***Зарисовка объектов***

При изучении строения растений их зарисовке должно уделяться особое внимание. Он должен с возможной полнотой отобразить результаты наблюдения и трактовку наблюдаемых структур самим работающим. Рисунок — это метод фиксирования результатов наблюдения и метод исследования. Лишь в процессе зарисовки препарат внимательно и подробно анализируется.

Делать настоящие рисунки крупных и сложно устроенных объектов довольно трудно. Поэтому большая роль при изучении строения органов растения должна отводиться схематическому рисунку, на котором условно обозначается расположение отдельных тканей обязательно с соблюдением масштаба. Схема может сопровождаться детальными рисунками отдельных клеток или участков тканей.

Для правильного изображения структур используются только два изобразительных средства — черта и точка. Таким образом, это рисунок графический, сделанный от руки с четким изображением существенных деталей без случайных подробностей. Рисунок должен быть достаточно крупным и иметь пояснительные надписи. Для зарисовок применяется плотная белая бумага без линеек, графитовый карандаш средней твердости и мягкая резинка. Серия рисунков при умелом использовании представляет собой прекрасное пособие при изучении теоретического курса.

### ***Инструменты и реактивы***

Для самостоятельной работы по анатомии растений необходимо иметь определенное оборудование.

Инструменты:

- микроскоп, дающий возможность получать увеличения в 400–600 раз,

- бритвы,
- пинцеты,
- препаровальные иглы,
- пипетки.

Материалы и реактивы:

- предметные стекла,
- покровные стекла,
- этиловый спирт,
- глицерин,
- раствор кристаллического йода в 1%-ом растворе йодистого калия,
- раствор 1%-й сафронины в 50%-м спирте для реакции на одревеснение,
- хлор, цинк, йод.

## Тема 2. Строение и форма клеток. Типы пластид

Форма клеток растений обычно близка к шаровидной или яйцевидной. У многоклеточных организмов клетки чрезвычайно разнообразны по размеру, форме и внутреннему строению. Это разнообразие связано с разделением функций, выполняемых клетками в организме. Часто форма клеток столь сложна, что не поддается геометрическому определению. Многообразие форм сводят к двум основным типам клеток: паренхимным и прозенхимным. Средняя величина клеток растений 10–1000 мкм.

*Паренхимные клетки* — изодиаметрические многогранники, у которых обычно грани являются шестиугольниками или четырехугольниками; диаметр их примерно одинаков во всех направлениях, длина не более чем в 2–3 раза превышает ширину. *Прозенхимные клетки* — вытянутые, длина их превышает ширину и толщину в 5 и более раз (рис. 4).

Клетки растений характеризуются общностью строения — это клетки эукариотические, имеющие оформленное ядро. От клеток других эукариот — животных и грибов — их отличают следующие особенности: наличие пластид; жесткая клеточная стенка из целлюлозы и пектина; хорошо развитая система вакуолей; наличие крахмала.

**Цитоплазма.** Полость заполнена густой цитоплазмой. Постепенно число вакуолей уменьшается, а их общий объем увеличивается. Цитоплазма и органеллы составляют живое содержимое клетки — *протопласт*. Именно в протопласте осуществляются все основные процессы обмена веществ.

Химический состав протопласта весьма сложен. При этом клетки разных видов, а в пределах особи и тканей характеризуется особым химическим составом. Основными соединениями, образующими протопласт, кроме воды являются белки, нуклеиновые кислоты, липиды и углеводы. В состав протопласта входит обычно 2–6 % неорганических веществ (в виде ионов), а также другие органические соединения. Протопласт представляет сложную коллоидную систему, состоящую из жидкой дисперсионной среды, в которой находятся твердые частицы размером 0,001–0,1 мкм.

Цитоплазма — обязательная часть живой клетки, в которой происходят все процессы клеточного обмена, кроме синтеза нуклеиновых кислот, совершающегося в ядре. Основу цитоплазмы составляет матрикс или гиалоплазма (мезоплазма). Кроме того, цитоплазма включает также две мембраны: плазмалемму и тонопласт.

*Гиалоплазма* представляет собой бесцветную коллоидную систему, обладающую ферментативной активностью. Это — основное вещество цитоплазмы, или матрикс, в котором содержатся все органел-

лы и продукты внутриклеточного метаболизма. *Плазмалемма* — наружная цитоплазматическая мембрана, отделяет цитоплазму от клеточной стенки. Играет важную роль в обмене веществ между цитоплазмой и внешней средой, в построении клеточной стенки. *Тонoplast* — внутренняя вакуолярная мембрана, играет барьерную роль, определяя во многом физиологические свойства клетки.

В цитоплазме находятся обособленные органеллы, или органоиды, выполняющие различные функции. Их обычное число в одной клетке: около 20 пластид, 700 митохондрий, 400 диктиосом, 500 тыс. рибосом. Все органеллы цитоплазмы, за исключением рибосом, имеют мембранное строение.

*Биологические мембраны* состоят из липидов и белков. Одно из основных свойств клеточных мембран — их избирательная проницаемость (полупроницаемость): одни вещества проходят через нее с трудом или вообще не проходят, другие — наоборот. Благодаря этому мембраны регулируют поступление веществ в клетку и перемещение внутри нее.

**Органеллы.** *Эндоплазматическая сеть*, или *эндоплазматический ретикулум* (рис. 2, 3). Это разветвленная система каналов, пузырьков и цистерн, ограниченных элементарной мембраной и заполненных бесструктурным матриксом. Канальцы эндоплазматической сети непосредственно переходят в наружную ядерную мембрану, через них осуществляется связь ядра с цитоплазмой. Часть канальцев проходит из одной клетки в другие через плазмодесмы, обеспечивая между ними связь. Эндоплазматическая сеть поддерживает структуру цитоплазмы и служит основным внутриклеточным транспортным путем, по которому передвигаются вещества.

*Рибосомы* содержатся во всех клетках. В них происходит биосинтез белка. Рибосомы эукариот состоят из РНК и белков.

*Аппарат Гольджи* состоит из отдельных диктиосом и пузырьков между ними. Диктиосомы — пачки плоских округлых цистерн. Участвует в формировании клеточного сока, плазмалеммы и клеточной стенки.

*Лизосомы* — округлые одномембранные органеллы, осуществляющие внутриклеточное переваривание органелл — *автолиз*. Клетки некоторых тканей в растениях начинают функционировать только после отмирания протопласта.

*Митохондрии*. Округлые или цилиндрические тельца, состоящие из двух мембран и матрикса. Внутренняя мембрана образует выроста — кристы, которые в растительных клетках имеют вид трубочек. Образование крист увеличивает внутреннюю активную поверхность. В матриксе содержатся молекулы ДНК и РНК, а также и рибосомы. Функция митохондрий — образование энергии. Здесь энергия

метаболизм превращается в энергию фосфатных связей АДФ и АТФ, утилизируемых клеткой в процессе жизнедеятельности.

*Пластиды.* Эти органеллы характерны только для растительных клеток. Форма, размеры, строение и функции пластид различны. По окраске (наличию или отсутствию пигментов) различают три типа пластид: хлоропласты, желто — оранжевые и красные хромопласты, бесцветные лейкопласты. Возможно взаимное превращение пластид.

*Хлоропласты* — это органеллы фотосинтеза. Хлоропласты высших растений имеют примерно одинаковую форму двояковыпуклой линзы (рис. 5). Размеры хлоропластов 5–10 мкм в длину при диаметре 2–4 мкм. Положение хлоропластов меняется в зависимости от освещенности: при прямом солнечном свете они отходят к боковым стенкам.

Хлоропласт содержит воды до 75 %, белки, липиды, нуклеиновые кислоты, ферменты и пигменты: хлорофилл и каротиноиды. В процессе фотосинтеза хлорофиллу принадлежит ведущая роль (рис. 5). Он может поглощать солнечную энергию, запасать ее или передавать ее другим молекулам.

Каротиноиды представляют собой различные углеводороды: оранжевые каротины и желтые ксантофиллы. Хлорофилл поглощает в основном энергию лучей красной части спектра, а каротиноиды — синей.

*Лейкопласты* — бесцветные округлые пластиды, в которых обычно накапливаются запасные питательные вещества (рис. 6). В лейкопластах имеются: ДНК, рибосомы и ферменты. Лейкопласты, в которых синтезируется и накапливается запасной крахмал, называются амилопластами, белки — протеинопластами, масла — элайопластами.

*Хромопласты* — пластиды оранжево-красного и желтого цвета из-за большого содержания в их строении каротиноидов (рис. 7). Они встречаются в клетках лепестков (лютик, нарцисс, тюльпан, одуванчик) и зрелых плодах.

Косвенное биологическое значение хромопластов в том, что ярко окрашенные плоды поедаются животными (перенос семян), а выделяющиеся яркой окраской цветки привлекают насекомых-опылителей.

**Ядро** — важнейшая клеточная структура, регулирующая всю деятельность клетки. Как правило, в клетке присутствует только одно ядро. Обычно оно имеет форму шара диаметром 10–20 мкм (рис. 2). По химическому составу ядро резко отличается от остальных оргanelл высоким содержанием ДНК и РНК. Структура ядра одинакова у всех эукариотических клеток: ядерная оболочка, ядерный сок (нуклеоплазма или кариолимфа), хромосомно-ядрышковый комплекс.

*Ядерная оболочка* состоит из двух мембран, разделенных перинуклеарным пространством, которое заполнено бесструктурным матриксом. Наружная ядерная мембрана непосредственно соединена

с канальцами эндоплазматической сети, а матрикс перинуклеарного пространства переходит в их матрикс. Характерная особенность ядерной оболочки — наличие пор, которые могут открываться и закрываться, регулируя ядерно-плазменный обмен.

*Ядерный сок* — это бесструктурный матрикс, состоящий из различных ферментов.

*Хромосомно-ядрышковый комплекс.* Хромосомы состоят из ДНК и основных белков — гистонов. В интерфазе (между делениями) хромосомы максимально деспирализованы и представляют собой тонкую сеть с отдельными глыбками и узлами (хроматиновая сеть).

*Ядрышко* — плотное шаровидное тельце внутри ядра. Ядрышко по существу, состоит из молекул РНК, белков и рибосом. Основная функция ядрышка — синтез РНК и сборка рибосом.

Ядро — центральная органелла клетки, носитель основных наследственных свойств, закодированных в хромосомах. Все клеточные процессы (обмен веществ, рост, развитие, деятельность остальных органелл) ядро регулирует при помощи ферментов, имеющих белковую природу.

**Клеточная стенка.** Клетки растений в отличие от клеток животных имеют твердые клеточные стенки, которые придают клетке определенную форму, защищают протопласт, противостоят внутриклеточному тургорному давлению и препятствуют разрыву клетки. Они, являются внутренним скелетом растения, обеспечивают его механическую прочность (рис. 2). По клеточным стенкам могут передвигаться вода и растворенные в ней низкомолекулярные соединения. Стенки соседних клеток скреплены межклеточным структурным образованием — срединой пластинкой.

Первоначально снаружи от плазмалеммы возникает *первичная клеточная стенка*. Она состоит из пектина и целлюлозы. Первичные клеточные стенки соседних клеток соединены срединой пластинкой. В клеточной стенке очень длинные (несколько микрометров) молекулы целлюлозы собраны в пучки — мицеллы, которые в свою очередь объединяются в микрофибриллы — тончайшие волокна. Целлюлоза образует многомерный каркас, который погружен в аморфный обводненный матрикс из пектинов, гемицеллюлоз и др. Именно целлюлоза обуславливает прочность клеточной стенки. Матрикс хорошо проницаем для воды и растворенных в ней мелких молекул и ионов. Благодаря этому через примыкающие друг к другу стенки могут передвигаться вода и вещества из клетки в клетку.

При образовании первичной клеточной стенки в ней выделяются более тонкие участки, где фибриллы целлюлозы лежат более рыхло. Канальцы эндоплазматической сети проходят здесь через клеточные

стенки, соединяя соседние клетки. Эти участки называются первичными *поровыми полями*, а каналыцы эндоплазматической сети, проходящие в них, — *плазмодесмами*.

К моменту, когда рост клетки заканчивается, рост клеточной стенки может продолжаться, но уже в толщину. Этот процесс носит название *вторичного утолщения*. При этом на поверхности первичной клеточной стенки откладываются новые фибриллы целлюлозы. В ее составе значительно меньше воды, преобладает целлюлоза. Клетки пропитываются суберином и (или) лигнином, в результате чего протопласт отмирает (волокна, трахеиды, сосуды). Вторичная стенка выполняет главным образом механические, опорные функции.

Утолщается клеточная стенка неравномерно. Обычно неутолщенными остаются лишь небольшие участки первичной клеточной стенки в местах расположения первичных поровых полей — *поровые каналы*. Поровые каналы двух соседних клеток располагаются обычно друг против друга и разделяются замыкающей пленкой поры — двумя первичными клеточными стенками. Через поровые каналы проходят плазмодесмы. Таким образом, пора — это два поровых канала и замыкающая пленка между ними. Поры бывают простые и окаймленные. В *простых* порах диаметр порового канала по всей длине одинаковый, поэтому полость канала цилиндрическая и поры округлые.

*Окаймленные* поры встречаются в стенках клеток, проводящих воду и минеральные вещества, — трахеидах и сосудах. Их поровый канал имеет форму воронки, которая своей широкой стороной прилегает к замыкающей пленке. В клетках хвойных замыкающая пленка окаймленных пор несет в центре дискообразное утолщение — *торус*. Вода проходит через краевую зону замыкающей пленки, торус же одревесневает и становится непроницаемым для воды. Если давление воды в смежных клетках неодинаково, замыкающая пленка отклоняется и торус блокирует пору, перекрывая поровый канал.

Плазмодесмы пронизывают замыкающие пленки пор (рис. 2). Плазмодесмы встречаются только в растительных клетках, там, где имеются твердые клеточные стенки. Они образуются из каналцев эндоплазматической сети, которые соединяют дочерние клетки после деления. По ним происходит межклеточный транспорт ионов и молекул, а также гормонов. Объединенные плазмодесмами протопласты клеток в растении образуют единое целое — *симпласт*. Транспорт веществ через плазмодесмы получил название симпластического в отличие от апопластического транспорта по клеточным стенкам и межклетникам.

В процессе жизнедеятельности клетки целлюлозная клеточная стенка может претерпевать изменения. *Одревеснение* клеточной стенки, или *лигнификация*, — это процесс отложения в межмицел-



лярные промежутки лигнина. При этом возрастают твердость и прочность стенки, но уменьшается ее пластичность. Одревесневшие клеточные стенки не теряют способность пропускать воду и воздух, но протопласт при этом обычно отмирает. Одревеснение обеспечивает крепость стволов и ветвей деревьев. *Опробковение*, или *суберинизация*, — отложение в клеточной стенке жироподобного вещества — суберина. Опробковевшие клеточные стенки становятся непроницаемыми для воды и газов. К моменту завершения опробковения протопласт отмирает. Клетки с опробковевшими клеточными стенками защищают растение механических повреждений и излишнего испарения. Пробка формируется как покровная ткань стеблей и корней древесных и некоторых травянистых растений. *Кутиназация* — это отложение в клеточных стенках кутина, по своему составу близкого к суберину. Образующаяся на листьях и стеблях пленка из кутина (кутикула) препятствует испарению. *Минерализация* — отложение в клеточных стенках солей кальция и кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ). Эти вещества заполняют микрокапилляры стенки и придают ей твердость и хрупкость. Окремнение способно защитить листья и стебли от поедания улитками и слизнями. *Ослизнение* — превращение целлюлозы и пектина в слизи и камеди, отличающиеся способностью к поглощению воды. Образование слизей имеет большое приспособительное значение. При прорастании семян слизь закрепляет их на определенном месте, легко поглощает и удерживает влагу, защищая семена от высыхания, улучшает водный режим всходов. Иногда слизи и камеди образуются в значительных количествах при растворении клеточных стенок вследствие их поранения или заболевания.

Нередко клеточные стенки обеспечивают выполнение клеткой ее функций именно и после отмирания протопласта (клетки пробки, водопроводящие трахеиды и сосуды, механические клетки).

Вещества, входящие в состав клеточных стенок, широко используется человеком. Именно из клеточных стенок в основном и состоит древесина. Из целлюлозы получают ацетатный шелк и вискозу, целлофан и, главное, бумагу.

**Вакуоли.** Полости, заполненные клеточным соком и ограниченные тонопластом, называются вакуолями. Для большинства зрелых клеток характерна крупная центральная вакуоль. Она возникает при слиянии мелких вакуолей, которые образуются цистернами ЭР. В образовании вакуолей участвует и пузырьки аппарата Гольджи. Мембрана пузырька идет на пополнение тонопласта, а его содержимое включается в состав клеточного сока.

*Клеточный сок* представляет собой водный раствор минеральных и органических соединений. Его химический состав зависит от вида растения, его возраста и состояния.

Физиологическая роль веществ клеточного сока различна. В нем изолируются отходы жизнедеятельности, накапливаются и запасные питательные вещества (простые белки, углеводы). Кроме того, здесь находятся различные гликозиды, пигменты, дубильные вещества, алкалоиды, кислоты и т. д. Гликозиды и алкалоиды обладают горьким вкусом и часто ядовиты, что отпугивает травоядных животных. Дубильные вещества — эфиры фруктозы и ароматических кислот, предохраняющие растения от загнивания.

## Лабораторная работа

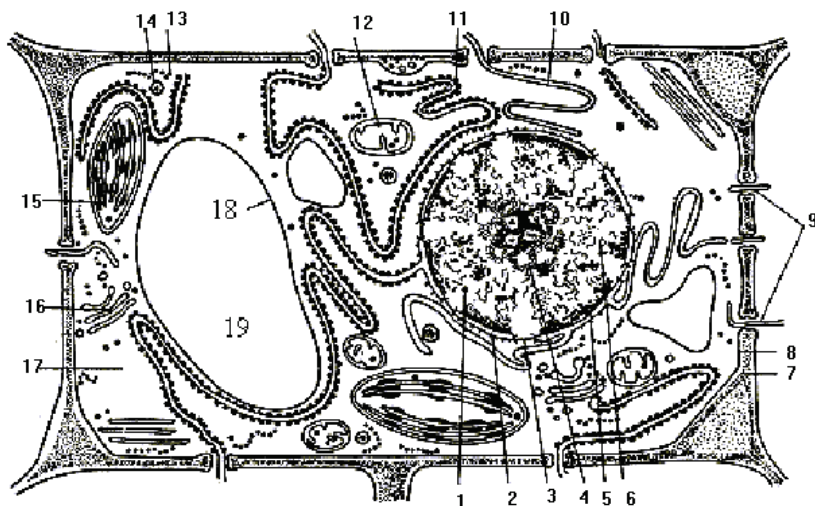
### 1. Строение растительной клетки

#### 1.1. Общее строение растительной клетки

**Материалы:** Рисунок 2 из учебного пособия.

#### Задание

Зарисовать рисунок и сделать соответствующие обозначения.



**Рис. 2. Схема строения растительной клетки:**

- 1 — ядро, 2 — ядерная оболочка, 3 — ядерная пора, 4 — ядрышко, 5 — хроматин, 6 — ядерный сок, 7 — клеточная стенка, 8 — плазмалемма, 9 — плазмодесмы, 10 — эндоплазматическая агранулярная сеть, 11 — эндоплазматическая гранулярная сеть, 12 — митохондрии, 13 — рибосомы, 14 — лизосомы, 15 — хлоропласт, 16 — диктиосома аппарата Гольджи, 17 — гиалоплазма, 18 — тонопласт, 19 — вакуоль с клеточным соком

(по В. Г. Хржановскому, С. Ф. Понамареву, 1989)

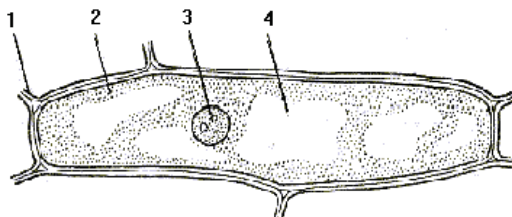
## 1.2. Клетка луковицы лука репчатого

**Материалы.** Луковица лука репчатого.

### Задание

Удалить с луковицы сухие и одну-две мясистых чешуи. Затем, поддев иголкой кожу с вогнутой стороны одной из мясистых чешуи, пинцетом отделить ее небольшой кусочек и поместить наружной стороной вверх в каплю воды на предметном стекле и накрыть покровным стеклом.

Передвигая препарат, при малом увеличении микроскопа найти участок кожицы из одного слоя клеток с ясно заметными ядрами. Этот участок препарата поместить в центр поля зрения. Изучить строение одной-двух клеток при большом увеличении (рис. 3). Зарисовать одну из клеток и сделать обозначения: оболочка клетки, цитоплазма, вакуоли, ядро, ядрышки.



**Рис. 3. Клетка сочной чешуи луковицы лука:**

1 — клеточная оболочка, 2 — цитоплазма, 3 — ядро с ядрышками, 4 — вакуоли  
(по В. Г. Хржановскому, С. Ф. Понамареву, 1989)

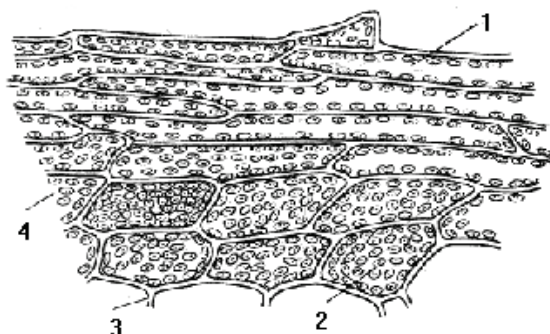
## 2. Форма растительных клеток

**Материалы.** Живые побеги мха рода Мниум.

### Задание

Приготовить временный препарат листа мха рода Мниум. Передвигая препарат вручную, рассматривают его по участкам. Основная часть пластинки листа состоит из одного слоя *паренхимных клеток*. Несколько рядов клеток по краям листа и клетки средней жилки имеют удлинённую форму. Это *прозенхимные клетки*. По краям листа заметны одноклеточные зубчики. Все клетки содержат хлоропласты.

При большом увеличении микроскопа рассматривают более детально группу прозенхимных и паренхимных клеток на краю листа (рис. 4). Зарисовать 5–6 паренхимных и прозенхимных клеток, обозначив их.



**Рис. 4. Клетки листа мха рода Мниум:**

1 — прозенхимные клетки, 2 — паренхимные клетки, 3 — оболочка клетки, 4 — хлоропласты

(по В. Г. Хржановскому, С. Ф. Понамареву, 1989)

### **3. Пластиды растительных клеток**

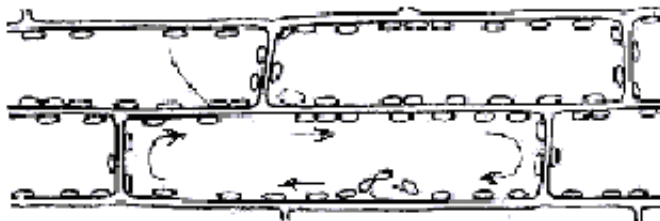
#### **3.1. Хлоропласты**

**Материалы.** Листья элодеи.

#### **Задание**

Приготовить временный препарат листа элодеи. При большом увеличении микроскопа найти у основания листа отдельные клетки с движущимися хлоропластами, увлекаемыми активным движением прозрачной цитоплазмы (рис. 5). Под действием света, падающего на препарат, движение цитоплазмы будет заметно усиливаться.

Зарисовать 2–3 клетки листа элодеи с хлоропластами и обозначить их. Стрелками показать направление движения цитоплазмы.



**Рис. 5. Хлоропласты и движение цитоплазмы в клетках листа элодеи**

(по В. Г. Хржановскому, С. Ф. Понамареву, 1989)

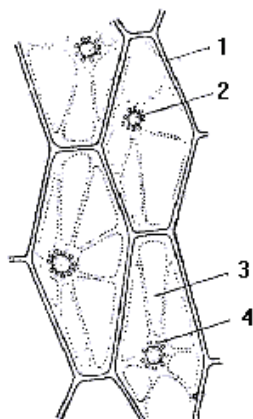
### 3.2. Лейкопласты

**Материалы:** Лист традесканции.

#### Задание

Для приготовления препарата обвертывают лист традесканции вокруг указательного пальца левой руки так, чтобы нижняя (фиолетового цвета) кожица была снаружи. Правой рукой при помощи иглы надрывают кожицу над жилкой или рядом с нею и пинцетом отделяют ее кусочек. Этот кусочек кладут (наружной стороной вверх) в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом.

Зарисовать 2–3 клетки с лейкопластами при большом увеличении и сделать обозначения: оболочка клетки, ядро, лейкопласты, вакуоли (рис. 6).



**Рис. 6. Клетки эпидермиса  
листа традесканции:**

1 — оболочка, 2 — ядро, 3 — вакуоль,  
4 — лейкопласты

(по В. Г. Хржановскому, С. Ф. Понамареву, 1989)

### 3.3. Хромопласты

**Материалы:** Спелые плоды рябины и шиповника.

#### Задание

Острием иглы надрывают кожицу зрелого плода и достают немного мякоти. Переносят ее в каплю воды на предметное стекло и осторожно разрыхляют. Затем накрывают покровным стеклом. При малом увеличении микроскопа находят участок, в котором встречаются отдельные свободные клетки, и при большом увеличении микроскопа исследуют их (рис. 7). Зарисовать при большом увеличении по 2–3 клетки с хромопластами из плодов ландыша, шиповника и рябины.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)