

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**Ю. М. БАЧУРА**

## **БОТАНИКА: КЛЕТКА**

Практическое пособие

для студентов специальности  
6-05-0821-01 «Лесное хозяйство»

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2025

УДК 58:576(076)  
ББК 28.550я73  
Б327

Рецензенты:

кандидат биологических наук А. Е. Падутов,  
кандидат биологических наук С. В. Пантелеев

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

**Бачура, Ю. М.**

Б327      Ботаника: клетка : практическое пособие / Ю. М. Бачура ;  
Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им.  
Ф. Скорины, 2025. – 38 с.  
ISBN 978-985-32-0077-5

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

Адресовано студентам биологического факультета специальности 6-05-0821-01 «Лесное хозяйство».

**УДК 58:576(076)**  
**ББК 28.550я73**

**ISBN 978-985-32-0077-5**

© Бачура Ю. М., 2025  
© Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины», 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Ультраструктура растительной клетки. Пластиды.....	5
2 Запасные вещества растительной клетки. Деление клетки.....	16
Термины по теме.....	24
Проверочный тест по теме.....	30
Ответы к проверочному тесту.....	36
Литература.....	37

## ВВЕДЕНИЕ

В практическом пособии представлены теоретические сведения, которые необходимы для самостоятельной подготовки студентов и выполнению заданий на лабораторных занятиях по темам «Ультраструктура растительной клетки. Пластиды», «Запасные вещества растительной клетки» по дисциплине «Ботаника». Применение предлагаемого пособия позволит аудиторным занятиям быть более эффективными и повысит качество усвоения студентами достаточно сложного учебного материала.

Основная задача пособия – дать представление о строении растительной клетки, ее органоидах и запасных веществах. В нем содержится минимальный объем знаний, на основе которых можно организовать эффективную самостоятельную работу по более глубокому их изучению.

Материал изложен в соответствии с программой дисциплины. Практическое пособие включает два занятия. 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. После лабораторных занятий приведены основные термины для изучения материала и тестовые задания для проверки знаний по изучаемым темам.

При составлении практического пособия 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. В. Черника, Д. В. Шимана, Л. С. Пашкевич, Г. Я. Климчика [1–15], ЭУМК и практические руководства сотрудников ГГУ имени Ф. Скорины [16–18]. На классические иллюстрации, использованные в пособии, приведены ссылки.

Пособие адресовано студентам специальности 6-05-0821-01 «Лесное хозяйство», может быть использовано студентами специальности 6-05-0511-01 «Биология», 6-05-0113-03 «Природоведческое образование (биология и химия)», быть полезно для учителей биологии и студентов профилизации «Ботаника и физиология растений».

# 1 УЛЬТРАСТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ. ПЛАСТИДЫ

1.1 Понятие о клетке, форма и размеры клеток.

1.2 Ультраструктура растительной клетки.

1.3 Особенности строения оболочки и вакуолей растительной клетки.

## 1.1 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* и *эукариоты*. *Прокариоты* – это доядерные организмы, возникшие около 3,5 млрд лет назад (бактерии, цианобактерии). *Эукариоты* – это ядерные организмы, возникшие около 1 млрд лет назад (растения, грибы и животные). Среди растений есть виды, представленные одной клеткой (некоторые виды водорослей), однако большинство является многоклеточными организмами. Строение клеток разнообразно и зависит от выполняемых ими функций.

Растительные и животные клетки (рисунок 1) характеризуются рядом общих признаков: единством структурных систем (цитоплазмы и ядра), сходством процессов обмена веществ, энергии и деления клеток, универсальным мембранным строением, единством химического состава.

Имеются и *отличия растительной клетки от животной*: наличие пластид (хлоро-, хромо- и лейкопластов); наличие жесткой углеводной клеточной оболочки; запасные питательные вещества в виде зерен крахмала, белка, капель масла (в животной клетке – жиры, гликоген); наличие крупных полостей, заполненных клеточным соком, – вакуолей (в животной клетке – обычно мелкие, сократительные, выделительные и пищеварительные вакуоли); отсутствие у высших растений клеточного центра.

Клетки растений обычно микроскопических размеров: от 10 до 100 мкм. По форме можно выделить два типа клеток растений:

1) *паренхимные клетки* – это клетки, у которых длина, ширина и высота примерно одинаковы;

2) *прозенхимные клетки* – это клетки, отличающиеся сильно вытянутой формой, их длина может во много раз превышать ширину.

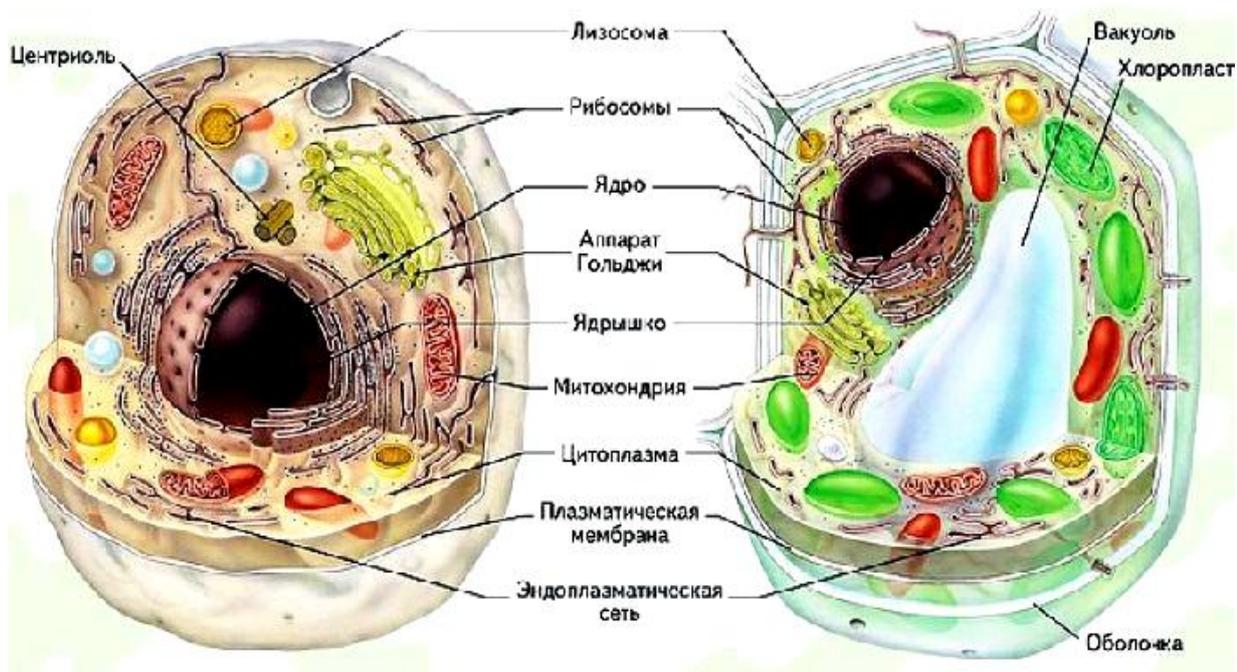


Рисунок 1 – Сравнение строения животной (слева) и растительной (справа) клеток

Клетки растения морфологически и физиологически взаимосвязаны между собой происхождением, ростом и жизнедеятельностью. В молодом состоянии клетки имеют более или менее одинаковые размеры или форму, с возрастом параметры клеток меняются.

## 1.2 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, микротельца, сферосомы, митохондрии, пластиды, рибосомы. К *производным протопласта* относят клеточную стенку, вакуоль и эргастические вещества (рисунок 2).

*Цитоплазма (ЦП)* – 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 %.

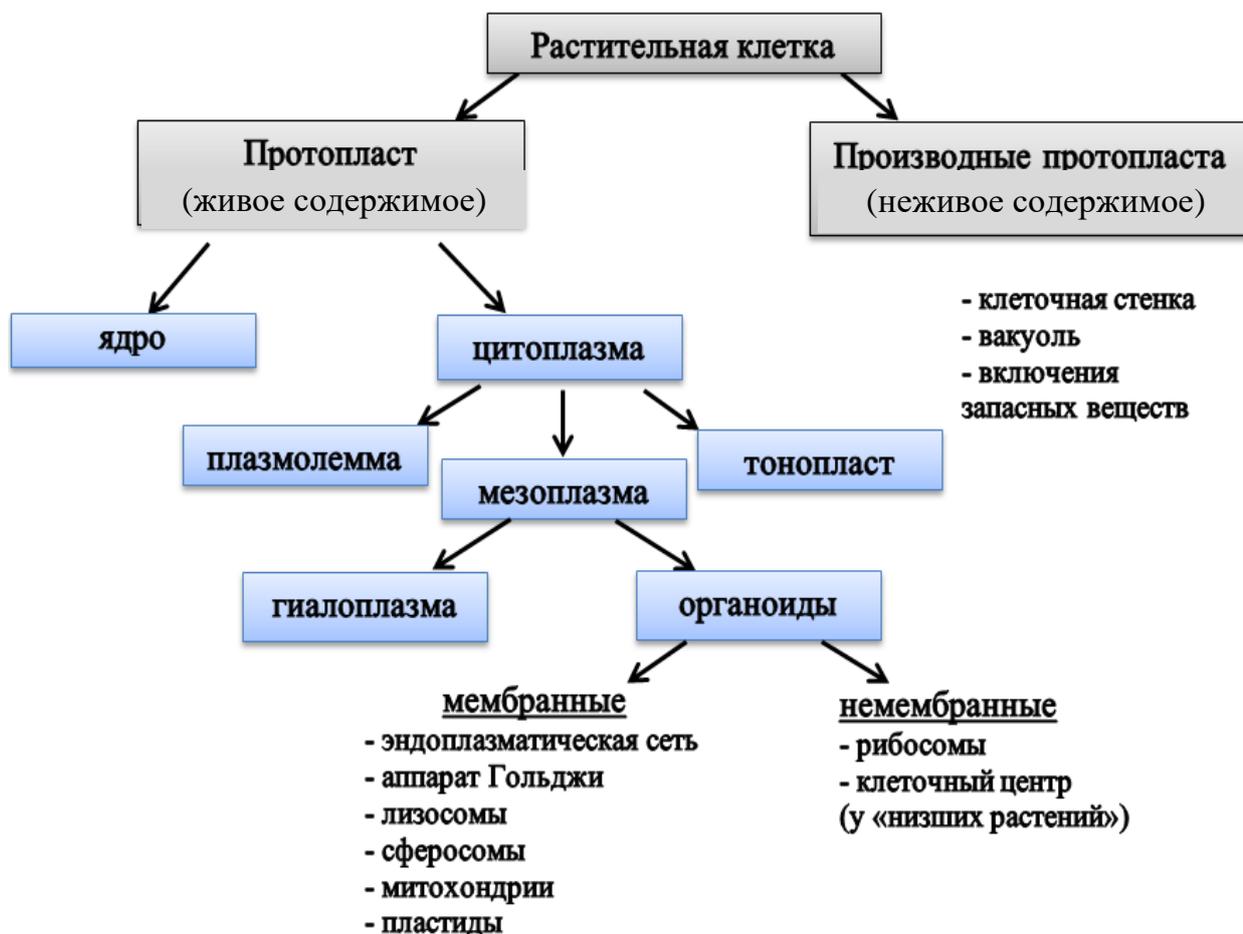


Рисунок 2 – Схема строения растительной клетки

*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 двойной ядерной оболочки, или мембраны, хроматиновых структур, ядрышка и ядерного сока.

*Эндоплазматический ретикулум*, или эндоплазматическая сеть, (ЭР, ЭПС) – органойд 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-функциональные единицы клетки, обеспечивает транс-

порт 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 органоиды 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*, или комплекс Гольджи, (АГ, КГ) состоит из отдельных диктиосом и пузырьков Гольджи. Диктиосомы – плоские округлые цистерны, ограниченные мембраной и заполненные матриксом; образуют пачки по 2–7 и более диктиосом. 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 органоиды, 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 сплюсненной. Роль рибосом – внутриклеточный синтез белка.

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

*Сферосомы* – мелкие одномембранные органоиды клетки сферической формы, образуемые гладкой эндоплазматической сетью, выполняющие функцию накопления липидов.

*Лизосомы* – округлые одномембранные органоиды, в матриксе которых содержится большое число гидролитических ферментов. Ли-

зосомы осуществляют внутриклеточное переваривание, автолиз. Гидролитические ферменты лизосом очищают всю полость клетки после отмирания ее протопласта (например, при образовании сосудов).

*Пластиды* – органоиды, 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.

*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 многочисленные 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.

*Цитоскелет* – совокупность нитевидных белковых структур – микротрубочек и микрофиламентов, составляющих опорно-двигательную систему клетки. Цитоскелет служит механическим каркасом клетки, придавая клетке форму и обеспечивая связь между мембраной и органеллами. Компоненты цитоскелета определяют направле-

ние и координируют движение, деление, изменение формы клеток в процессе роста, перемещение органелл, движение цитоплазмы. Цитоскелет также служит для транспорта органоидов и других крупных комплексов внутри клетки.

*Микротрубочки* – надмолекулярные агрегаты со строго упорядоченным расположением молекул; стенки состоят из глобул белка тубулина. Способны к самосборке и распаду. Участвуют в образовании жгутиков и ахроматинового веретена деления, в построении клеточной стенки, а также во внутриклеточном транспорте веществ.

*Микрофиламенты* – находящиеся в гиалоплазме нити белка актина, способные сокращаться.

### **1.3 Особенности строения оболочки и вакуолей растительной клетки**

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

Клетки растений окружены плотной оболочкой, выстланной изнутри плазмоллемой или цитоплазматической мембраной (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 ковалентных 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 тяжелой цитоплазмы (плазмодесм) объединяются в единое целое протопласты смежных клеток.

Рассмотрим *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 (как правило, это 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 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. Вся толща отложения воска и кутина поверх эпидермиса называется кутикулой. Кутикула не пропускает жидкости, затрудняет диффузию газов, препятствует приникновению микроорганизмов.

4 *Ослизнение* оболочек – процесс, связанный с образованием в оболочке слизи и камедей. Слизь – гидрофильные полисахариды, присутствующие в семенах, 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 эндоплазматического ретикулума. 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, с другой – в поддержании тургора и регуляции водно-солевого обмена.

## Лабораторное занятие 1

**Материалы и оборудование.** Листья элодеи канадской, фиксированные или свежие плоды шиповника или рябины, 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.

### **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 3). В клетках хорошо видны беспорядочно располагающиеся хлоропласты, погруженные в бесцветную цитоплазму. Отметить на рисунке клетки-зубчики, прозенхимные клетки жилки и паренхимные – мякоти, межклетники, заполненные воздухом.

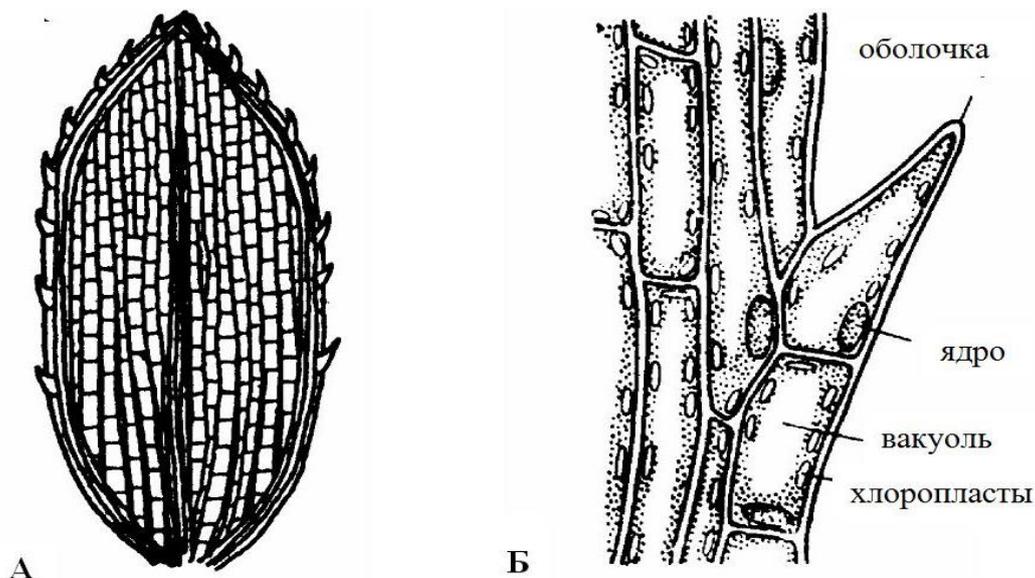


Рисунок 3 – Лист (а) и типичные клетки листа (б) элодеи канадской [3]

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 (рисунок 4).

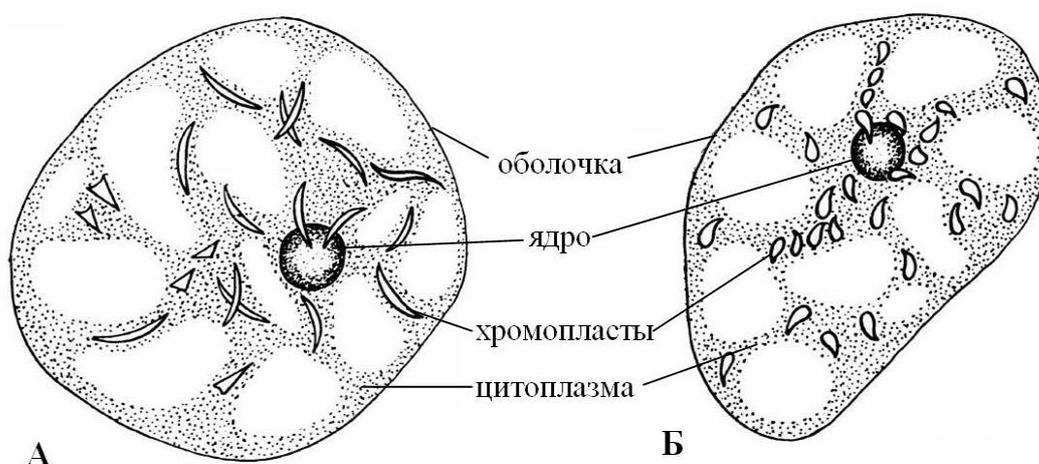


Рисунок 4 – Хромопласты в клетках плодов рябины (а), шиповника (б) [4]

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

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

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

#### Ход работы

1 Приготовить препарат: обернуть лист традесканции вокруг указательного пальца левой руки так, чтобы нижняя сторона была обращена наружу. 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 раствора сахарозы и накрыть покровным стеклом.

2 Рассмотреть препарат сначала при малом, затем при большом увеличении микроскопа. Найти клетки с лейкопластами (рисунок 5).

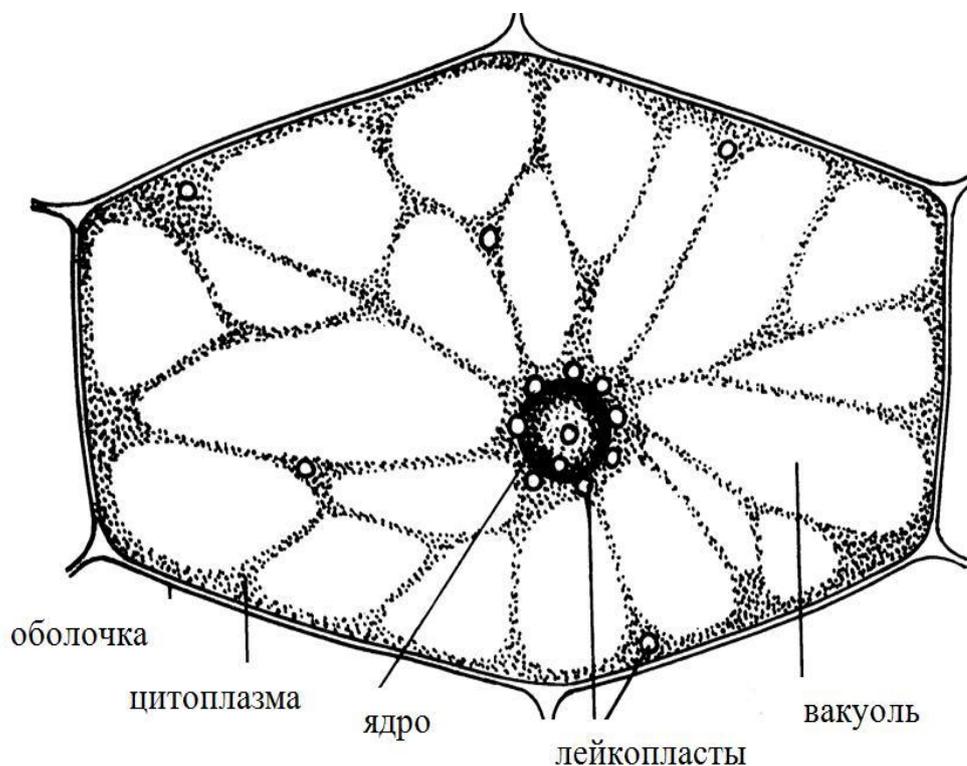


Рисунок 5 – Лейкопласты в клетках кожицы листа традесканции

Обратить внимание на форму лейкопластов, их относительный размер, положение в клетке. Зарисовать клетку с лейкопластами. На рисунке отметить клеточную оболочку, цитоплазму, ядро, лейкопласты.

## **Вопросы для самоконтроля**

1 Дайте определение понятию «клетка». Каковы форма и размеры растительных клеток?

2 Охарактеризуйте паренхимные и прозенхимные клетки.

3 Назовите отличия растительной клетки от животной.

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?

## 2 ЗАПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

2.1 Эргастические вещества растительной клетки.

2.2 Деление клеток.

### 2.1 Эргастические вещества растительной клетки

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 *алеироновые 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 внутренние 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 специальныхместищах, роль которых могут выполнять межклетники, отдельные клетки или система клеток.

*Минеральные включения* имеют форму кристаллов. Чаще других солей кристаллы образует оксалат кальция ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ).

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 обеих 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 *цистолы*

*тов* – 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.

## 2.2 Деление клеток

Деление и образование новых эукариотических клеток связано с делением ядра. Жизнь клетки от одного деления до другого составляет *митотический*, или *клеточный цикл*. Он включает два периода, или две фазы, *деление* и период между двумя делениями, или *интерфаза* (от лат. *inter* – между, греч. *phasis* – проявление).

Интерфаза, или фаза между двумя делениями, подразделяется на три периода: 1) пресинтетический период (G1), в ходе которого происходит синтез ПНК, белка и рост клетки; 2) синтетический период (S) – период синтеза ДНК; 3) постсинтетический период (G2) – период подготовки к делению.

Продолжительность интерфазы различна; перед началом деления клетки имеют двойной набор хромосом –  $2n4c$ .

В ходе митотического цикла может происходить деление двух типов – *митоз* и *мейоз*. Третий тип деления – *амитоз* – происходит вне митотического цикла.

*Митоз* – тип деления клеток, при котором из одной материнской клетки образуются две дочерние с таким же набором хромосом.

Основной способ образования новых клеток растений был открыт в 1874 г. И. Д. Чистяковым. Биологическое значение митоза состоит в строго одинаковом распределении хромосом, что обеспечивает образование генетически равноценных клеток и сохраняет преемственность в ряду клеточных поколений.

В процессе митоза различают *несколько стадий*, или фаз: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (рисунок 6).

*Профаза* – самая длительная фаза митоза. Хромосомы спирализуются (укорачиваются и утолщаются). Постепенно исчезает ядрышко, растворяется ядерная оболочка.

В *метафазе* хромосомы окончательно обособляются и собираются в одной плоскости – экваториальной пластинке, посередине между полюсами бывшего ядра. Хроматиды начинают отделяться друг от друга, оставаясь связанными лишь в области центромеры.

В *анафазе* центромеры делятся, каждая хромосома разделяется на две самостоятельные хроматиды, которые становятся дочерними хромосомами и с помощью нитей веретена движутся к полюсам.

К моменту *телофазы* дочерние хромосомы достигают полюсов клетки, веретено исчезает, хромосомы деспирализуются и вновь становятся неразличимыми, принимая форму хроматиновых нитей. Появляются ядрышки и ядерная оболочка вокруг двух новых ядер, каждое из которых вступает в интерфазу. Продолжительность митоза в среднем 1–2 ч.

После митоза происходит деление клетки (цитокinesis).

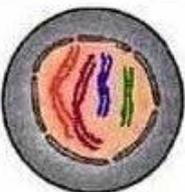
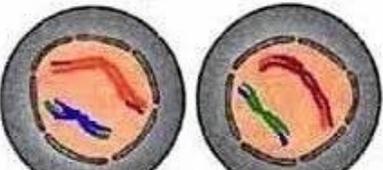
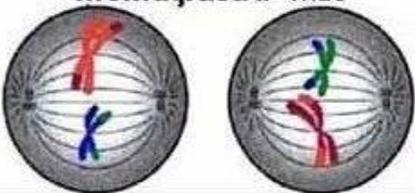
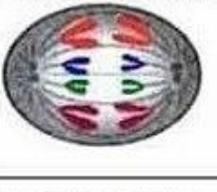
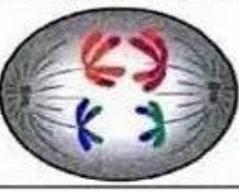
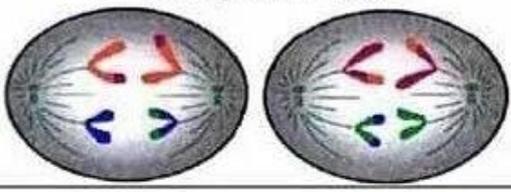
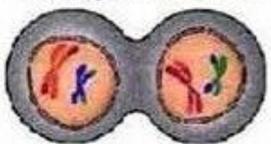
<b>Митоз</b>	<b>Мейоз</b>	
	<b>Первое деление</b>	<b>Второе деление</b>
<b>ПРОФАЗА</b> $2n4c$ 	<b>Профаза I</b> $2n4c$ 	<b>Профаза II</b> , $1n2c$ 
<b>МЕТАФАЗА</b> $2n4c$ 	<b>Метафаза I</b> $2n4c$ 	<b>Метафаза II</b> $1n2c$ 
<b>АНАФАЗА</b> $4n4c$ 	<b>Анафаза I</b> $2n4c$ 	<b>Анафаза II</b> $2n2c$ 
<b>ТЕЛОФАЗА</b> $2n2c$ 	<b>Телофаза I</b> $1n2c$ 	<b>Телофаза II</b> $1n1c$ 

Рисунок 6 – Сравнение митоза и мейоза

*Мейоз* – тип деления клеток, при котором происходит редукция (уменьшение) числа хромосом и переход клеток из диплоидного состояния в гаплоидное.

Мейоз был открыт В. И. Беляевым в 1885 г. Мейоз регулирует постоянство числа хромосом; если бы организмы формировали половые клетки с диплоидным набором хромосом, то при половом размножении каждое поколение удваивало бы их число.

Мейоз состоит из двух последовательных делений ядра (фазы аналогичны митозу), в процессе которых удвоение ДНК происходит один раз. Обоим делениям предшествует одна интерфаза.

Отличительной особенностью первого деления мейоза является сложная и сильно растянутая во времени профазы (профаза I), в которой выделяют пять стадий. К моменту окончания профазы I фрагментируется ядерная оболочка, образуются пары гомологичных хромосом – биваленты, происходит обмен гомологичными участками хромосом (кроссинговер), что объясняет генетическое разнообразие потомства. На стадии метафазы I пары гомологичных хромосом выстраиваются по экватору веретена, образуя экваториальную пластинку. В анафазе I начинается движение гомологичных хромосом к противоположным полюсам клетки. Завершается первое деление телофазой I. Второе деление мейоза происходит по типу обычного митоза. Его условно делят на стадии: профазы II, прометафазы II, метафазы II, анафазы II и телофазы II. В результате двух последовательных делений из одной исходной диплоидной клетки образуются четыре гаплоидные, генетически разнообразные клетки.

*Амитоз* – прямое деление клетки путем перетяжки без образования структуры хромосом вне митотического цикла. Ядерное вещество не всегда равномерно распределяется между дочерними клетками. Амитоз чаще всего наблюдается в патологических или стареющих клетках.

## Лабораторное занятие 2

**Материалы и оборудование.** Клубни картофеля; сухие чешуи лука репчатого; листья бегонии; йод, растворенный в йодиде калия; глицерин; препарат «Митоз в клетках корешка лука», микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

**Цель:** познакомиться с запасными веществами растительной клетки и типами деления клеток; изучить структуру крахмальных и алейроновых зерен, кристаллических включений.

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

### Ход работы

1 Разрезать клубень картофеля. С поверхности среза иглой соскоблить немного мутноватой массы, перенести ее на предметное стекло в каплю воды и накрыть покровным стеклом.

2 Под микроскопом при малом увеличении найти, а при большом – рассмотреть крупное простое зерно, сложные и полусложные зерна крахмала (рисунок 7).

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

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

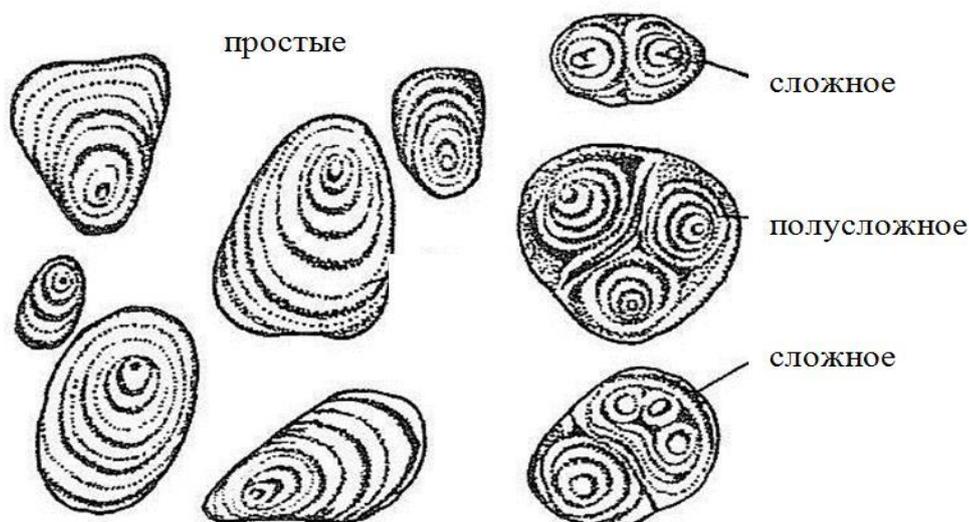


Рисунок 7 – Крахмальные зерна в клубне картофеля [13]

## Работа 2. Кристаллы в клетках сухой чешуи луковицы лука репчатого (*Allium cepa* L.)

### Ход работы

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

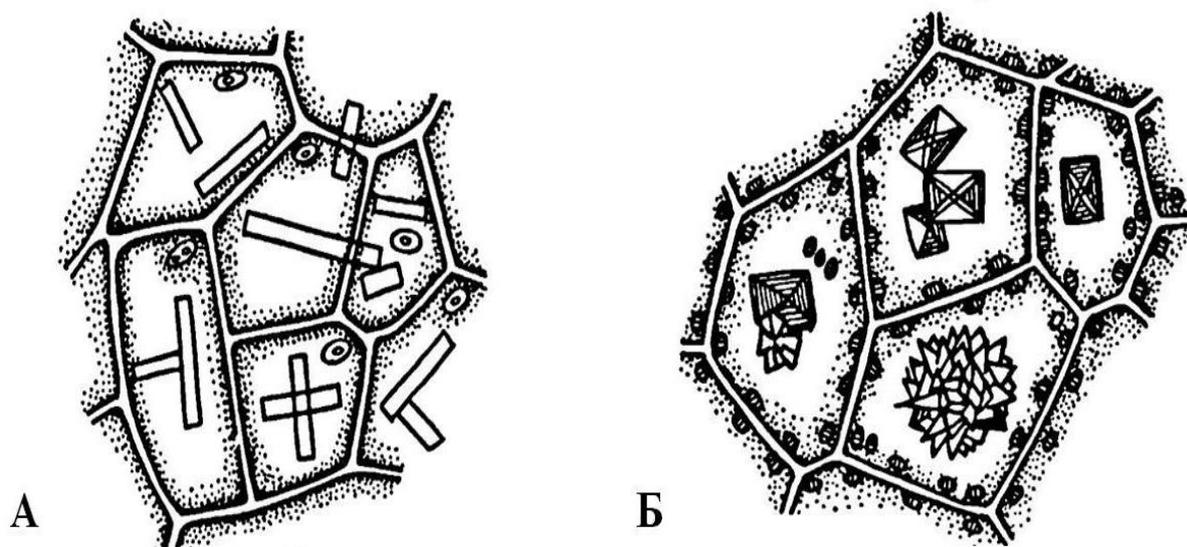


Рисунок 8 – Кристаллы в клетках сухой чешуи луковичы лука (а) и черешка бегонии (б) [14]

2 При малом увеличении микроскопа рассмотреть чешую. Среди удлиненных мертвых паренхимных клеток, на большом увеличении, найти бесцветные призматические кристаллы, одиночные или попарно крестообразно сросшиеся (рисунок 8 (а)).

3 Зарисовать несколько клеток, отметить на рисунке оболочку, одиночные, двойниковые и тройниковые кристаллы оксалата кальция.

### 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 сrostки – друзы (рисунок 8 (б)). Кристаллы и друзы состоят из щавелевокислого кальция, они растворяются в минеральных кислотах.

3 Зарисовать несколько клеток с одиночными кристаллами и друзами, обозначив их на рисунке.

## Работа 4. Сравнение митоза и мейоза

### Ход работы

1 Изучить митотическое и мейотическое деления клеток растений, рассмотреть под микроскопом препарат «Митоз в клетках корешка лука», сравнить со схематическими изображениями на рисунке 6.

2 Рассмотреть особенности различных фаз митоза и мейоза, сопоставить фазы митотического и мейотического делений.

3 Охарактеризовать фазы митоза, первого и второго делений мейоза; заполнить таблицу 1 с указанием набора хромосом, количества хроматид.

Таблица 1 – Сравнение митоза и мейоза

Фаза	Митоз	Мейоз	
		Деление I	Деление II

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Что представляют эргастические вещества?
- 2 Какие включения характерны для растительных клеток?
- 3 В какой форме накапливаются в клетках растений углеводы, белки и жиры?
- 4 Какие типы деления клеток существуют?
- 5 Охарактеризуйте фазы митоза.
- 6 Чем мейоз отличается от митоза?
- 7 В каких случаях в растительных клетках наблюдается амитоз?

## ТЕРМИНЫ ПО ТЕМЕ

**Агранулярный эндоплазматический ретикулю(у)м** – часть эндоплазматического ретикулюма, представленная длинными канальцами с гладкой поверхностью, не покрытой рибосомами. Принимает участие в синтезе жиров, углеводов, стероидных гормонов, в накоплении и выведении ядовитых веществ.

**Алейроновые зерна** – мелкие, высохшие вакуоли, заполненные кристаллами белков; форма запасного белка, характерная для многих семян, например, клещевины, гороха.

**Амитоз** – прямое деление клетки, при котором ее ядро делится перетяжкой пополам, при этом хромосомы не формируются. Амитоз чаще всего наблюдается в патологических или стареющих клетках, а также в тех случаях, когда требуется быстро образовать большую клеточную массу, например, при формировании мякоти плодов.

**Анафаза** – третья, самая короткая фаза митоза. В анафазе каждая хромосома распадается на две хроматиды, которые затем становятся самостоятельными однохроматидными хромосомами. В результате сокращения тянущих нитей ахроматинового веретена деления гомологичные хромосомы расходятся к разным полюсам клетки; при этом у каждого полюса оказывается столько же хромосом, сколько их было в материнской клетке.

**Аппарат Гольджи или комплекс Гольджи (АГ или КГ)** – одно-мембранный органоид клетки, представленный совокупностью диктиосом (систем плоских цистерн) и пузырьков Гольджи; синтезирует полисахариды, идущие на построение клеточной стенки (пектины, гемицеллюлоза, слизи).

**Вакуоль** – полость клетки, заполненная клеточным соком и отделенная от гиалоплазмы тонопластом. Содержит водорастворимые соединения – продукты метаболизма клетки, запасные вещества, пигменты. Вакуоль совместно с другими структурами обеспечивает поддержание клетки в состоянии тургора.

**Глиоксисомы** – микротельца, содержащие ферменты необходимые для превращения жиров в углеводы.

**Друзы** – звездообразные цитоплазматические включения из сросшихся кристаллов моногидрата ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) или дигидрата ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) оксалата кальция в клетках многих растений, например, в стеблях липы.

**Клетка** – основная структурно-функциональная единица всех живых существ, представляющая собой элементарную часть организма,

которая обладает всеми признаками живого: рост, обмен веществ и энергии с внешней средой, дыхание, деление, раздражимость, наследственность и др.

**Клеточная стенка**, клеточная оболочка – продукт жизнедеятельности протопласта растительной клетки, образующийся за пределами плазмалеммы. Обеспечивает защиту клетки, придает ей определенную форму, участвует в проведении, поглощении и выделении веществ благодаря наличию специальных структур – пор, перфораций и др. Каркас клеточной стенки состоит из фибрилл целлюлозы, погруженных в аморфную массу – матрикс, состоящий из пектинов и гемицеллюлозы.

**Крахмальные зерна, амилопласты** – лейкопласты, в которых откладывается запасной крахмал. Выделяют три типа: простые крахмальные зерна; полусложные крахмальные зерна; сложные крахмальные зерна.

**Кутинизация** – процесс отложения кутина на внешней поверхности стенки клеток эпидермы; кутикула не пропускает жидкости и затрудняет диффузию газов, препятствует проникновению микроорганизмов.

**Лейкопласты** – бесцветные пластиды клетки со слабо развитой системой тилакоидов. Являются местом отложения запасных веществ – белков, жиров и углеводов, образуются из пропластид. Выделяют три типа лейкопластов в зависимости от вида откладывающихся в них веществ: амилопласты; протеинопласты; элайопласты.

**Лигнификация, одревеснение клеточной стенки** – инкрустация клеточной стенки лигнином; обычно наблюдается в механической ткани – склеренхиме и в проводящих элементах ксилемы; одревесневшие оболочки теряют эластичность, приобретают жесткость и прочность.

**Лизосомы** – одномембранные органеллы клетки, содержащие гидролитические ферменты. Обеспечивают ликвидацию отмерших клеточных структур и всего протопласта клетки, например, при формировании проводящих элементов ксилемы.

**Мейоз** – тип деления клеток, при котором происходит редукция (уменьшение) числа хромосом и переход клеток из диплоидного состояния в гаплоидное.

**Метафаза** – вторая фаза митоза, во время которой максимально спирализованные хромосомы располагаются в экваториальной плоскости клетки; они прикрепляются центромерами к тянущим нитям ахроматинового веретена деления, хроматиды их обособляются и остаются связанными только центромерой.

**Микротельца** сферические или палочковидные мелкие (0,2–1,5 мкм) одномембранные органеллы с плотным матриксом, состоящим в основном из окислительно-восстановительных ферментов. Различают пероксисомы и глиоксисомы.

**Минерализация клеточной стенки** 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.

**Митоз** – тип деления клеток, при котором из одной материнской клетки образуются две дочерние с таким же набором хромосом.

**Микротрубочки** – содержащиеся в гиалоплазме надмолекулярные агрегаты со строго упорядоченным расположением молекул; стенки состоят из глобул белка тубулина. Способны к самосборке и распаду. Участвуют в образовании жгутиков и ахроматинового веретена деления, в построении клеточной стенки, а также во внутриклеточном транспорте веществ.

**Микрофиламенты** – находящиеся в гиалоплазме нити белка актина, способные сокращаться. Совместно с микротрубочками составляют цитоскелет клетки, который определяет ее форму и влияет на перемещение внутриклеточных структур.

**Митотический цикл, клеточный цикл** – жизнь клетки от одного деления до другого.

**Митохондрии** – двумембранные округлые или цилиндрические, реже нитевидные органоиды клетки, внутренняя мембрана которых образует выросты – кристы, увеличивающие активную поверхность митохондрии; имеет собственную ДНК, а также рибосомы; функция – образование энергии.

**Органоиды, органеллы** – постоянные обособленные компоненты клетки, выполняющие определенные функции и обеспечивающие ее жизнедеятельность.

**Опробковение, суберинизация** – пропитывание клеточных оболочек на поверхности стебля или корня жироподобным аморфным веществом суберином в результате чего стенка клетки становится непроницаемой для жидкостей и газов.

**Ослизнение** – превращение полисахаридов клеточной стенки в слизи – высокомолекулярные пентозаны –  $(C_5H_8O_4)_n$ , гексозаны –  $(C_6H_{10}O_5)_n$  и их производные, сильно набухающие в воде и становящиеся в ней вязкими и тягучими. Значение ослизнения разнообразно.

Так, ослизнение клеточных стенок семенной кожуры защищает прорастающие семена от высыхания, а ослизнение стенок клеток корневого чехлика облегчает проникновение корня между комочками почвы.

**Паренхимные клетки** – это клетки, у которых длина, ширина и высота примерно одинаковы.

**Пероксисомы** – микротельца, играющие важную роль в метаболизме гликолевой кислоты и имеющие непосредственное отношение к фотодыханию.

**Пластиды** – бесцветные или окрашенные двумембранные органоиды клетки, имеющие собственную ДНК и рибосомы, а также выраженную в той или иной степени систему тилакоидов. Способны к размножению путем деления пополам. Выполняют разные функции. В клетках высших растений присутствуют три типа пластиды: лейкопласты, хлоропласты и хромопласты.

**Плазмалемма, цитоплазматическая мембрана** – наружная цитоплазматическая мембрана, отделяющая цитоплазму от клеточной стенки. Участвует в обмене веществ между цитоплазмой и внешней средой и в построении клеточной стенки.

**Плазмодесма** – каналцы эндоплазматической сети, переходящие из одной клетки в другую через отверстия в замыкающей пленке поры и тем самым связывающие протопласты двух соседних клеток между собой.

**Прозенхимные клетки** – это клетки удлиненной формы, обычно с заостренными концами, длина которых как минимум в четыре раза превосходит их диаметр.

**Прокариотическая клетка** – безъядерная клетка.

**Пропластиды** – зачаточные пластиды молодых клеток, из которых формируются пластиды; способны делиться перетяжкой или почкованием.

**Протопласт** – живое содержимое клетки; у эукариотов представлен цитоплазмой и ядром.

**Профаза** – первая и самая продолжительная фаза митоза, во время которой происходит спирализация хроматина и обособление хромосом, исчезают ядрышки и ядерная оболочка, из микротрубочек начинает образовываться ахроматиновое веретено деления.

**Рафиды** – игольчатые, заостренные на обоих концах кристаллы щавелевокислого кальция, собранные в плотные пачки, окруженные слизистым чехлом; типичны для представителей семейств Бальзаминовые, Виноградные Орхидные.

**Рибосомы** – немембранные органоиды клетки сферической или грибовидной формы, состоящие из двух **субъединиц** – большой и малой, содержащих в равных долях белки и рибосомальную РНК. Обес-

печивает синтез молекулы белка из свободных аминокислот, доставляемых транспортной РНК, согласно генетической информации, содержащейся в информационной РНК.

**Сферосомы** – мелкие одномембранные органоиды клетки сферической формы, образуемые гладкой эндоплазматической сетью, выполняющие функцию накопления липидов.

**Телофаза** – четвертая заключительная фаза митоза, во время которой хромосомы деспирализуются и перестают быть заметными, у каждого полюса клетки вокруг хромосом восстанавливается ядерная оболочка, т. е. возникает ядро с ядрышками. После завершения деления ядра начинается цитокинез: благодаря деятельности фрагмопласта в экваториальной плоскости материнской клетки формируются межклеточная пластинка и прилегающие к ней с двух сторон первичные клеточные стенки двух дочерних клеток, в результате материнская клетка делится на две новые клетки.

**Тонопласт** – мембрана вакуоли, отделяющая клеточный сок от гиалоплазмы.

**Тургор** – напряженное состояние клеточной стенки, создаваемое гидростатическим давлением внутриклеточной жидкости. В состоянии тургора находятся клетки, насыщенные водой. Клеточный тургор обеспечивает, в свою очередь, напряженное состояние тканей и органов растения.

**Хлоропласты** – зеленые пластиды, в которых осуществляется процесс фотосинтеза. Органеллы с развитой системой тилакоидов, которые, прилегая друг к другу, образуют стопки тилакоидов – **граны**; в тилакоидах гран содержатся хлорофилл и каротиноиды – пигменты, способные улавливать энергию света и трансформировать ее в энергию химических связей.

**Хромопласты** – пластиды желтого или оранжево-красного цвета, образующиеся из лейкопластов и хлоропластов в результате накопления в их матриксе каротиноидов. Содержатся в клетках лепестков, плодов, осенних листьев и корнеплодов.

**Хромосомы** – самовоспроизводящиеся структуры ядра, носители генетической информации. Состоят из ДНК и белков – гистонов. В интерфазном ядре хромосомы максимально деспирализованы, сильно гидратированы и обычно незаметны в световом микроскопе; в таком состоянии их называют **хроматином**. Во время деления клетки хромосомы спирализуются, укорачиваются и утолщаются, что делает их хорошо видимыми.

**Цитоплазма** – многофазная высокоупорядоченная коллоидная система, заключенная между плазмолеммой и ядром, в ней происходят

все процессы клеточного метаболизма, кроме синтеза нуклеиновых кислот. Представляет собой бесструктурный матрикс (гиалоплазма), в котором находятся обособленные органоиды клетки.

**Цитоскелет** – совокупность находящихся в гиалоплазме микротрубочек и микрофиламентов; определяет форму клетки и влияет на перемещение внутриклеточных структур.

**Шероховатый или гранулярный ретикулум** – разновидность эндоплазматического ретикулюма, представленная пузырьками, цистернами и короткими канальцами, которые несут на поверхности рибосомы. Транспортирует синтезированные рибосомами белки, участвует в их накоплении и трансформации.

**Эндоплазматический ретикулю(у)м**, эндоплазматическая сеть (ЭПС, ЭР) – постоянно изменяющаяся система канальцев, пузырьков и цистерн цитоплазмы, отграниченных элементарной мембраной и заполненных бесструктурным матриксом. Канальцы ЭР обеспечивают связь цитоплазмы с ядром, а также, переходя из одной клетки в другую, – связь между клетками. ЭР обеспечивает транспорт веществ по клетке и между клетками, участвует в синтезе ряда веществ. Выделяют два типа ЭР: агранулярный эндоплазматический ретикулю(у)м; гранулярный эндоплазматический ретикулю(у)м.

**Эргастические вещества** – вещества, образующиеся непосредственно в цитоплазме клетки и отчасти сохраняющиеся 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, участвуют в образовании оболочки клетки.

**Эукариотическая клетка** – клетка с оформленным ядром.

**Ядро** – двумембранный органоид клетки, включающий ядрышки, ядерный сок и хроматин/хромосомы; носитель основных наследственных свойств, закодированных в хромосомах. Реализуя заключенную в хромосомах генетическую информацию, координирует все процессы метаболизма клетки, обеспечивает генетическую идентичность клеточных поколений.

## ПРОВЕРОЧНЫЙ ТЕСТ ПО ТЕМЕ

1 Размер растительных клеток обычно колеблется в пределах...

- а) от 10 до 100 нм;
- б) от 10 до 100 см;
- в) от 10 до 100 мм;
- г) от 10 до 100 мкм.

2 Как называются растительные клетки, длина которых может во много раз превышать ширину?

- а) паренхимными;
- б) изодиаметрическими;
- в) прозенхимными;
- г) вытянутыми.

3 Клетки называются паренхимными, если...

- а) они вытянуты, длина их превышает ширину и толщину в 100 раз;
- б) диаметр их примерно одинаков во всех направлениях, длина не более чем в 2–3 раза превышает ширину;
- в) они вытянуты, длина их превышает ширину и толщину в 5–10 раз;
- г) длина и ширина клеток примерно одинаковы, а их высота в 2–3 раза меньше длины и ширины.

4 Какие органоиды характерны только для растительной клетки?

- а) пластиды;
- б) ядра;
- в) митохондрии;
- г) рибосомы;
- д) аппарат Гольджи.

5 Из предложенного перечня выберите одномембранные органоиды растительной клетки:

- а) хлоропласты;
- б) аппарат Гольджи;
- в) митохондрии;
- г) рибосомы.

6 В ультраструктуре аппарата Гольджи можно различить...

- а) диктиосомы;
- б) граны;

- в) тилакоиды;
- г) кристы.

7 Функция митохондрий – это...

- а) синтез белков;
- б) внутриклеточное переваривание;
- в) образование энергии;
- г) накопление продуктов синтеза.

8 Какой органоид в клетке выполняет функцию фотосинтеза?

- а) аппарат Гольджи;
- б) рибосомы;
- в) митохондрии;
- г) хлоропласты.

9 Сколько клеток образуется в результате мейоза?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

10 Во время какой стадии митоза хромосомы окончательно обособляются и собираются в одной плоскости – экваториальной пластинке?

- а) профазы;
- б) метафазы;
- в) анафазы;
- г) телофазы.

11 Органоиды, являющиеся общими для растительной и животной клетки – это...

- а) хлоропласты;
- б) лейкопласты;
- в) митохондрии;
- г) вакуоль.

12 Функция рибосом – это...

- а) синтез белков;
- б) образование энергии;
- в) накопление продуктов синтеза;
- г) транспорт веществ внутри клетки.

13 Из предложенного перечня выберите двухмембранные органоиды растительной клетки:

- а) эндоплазматическая сеть;
- б) аппарат Гольджи;
- в) митохондрии;
- г) рибосомы.

14 В ультраструктуре митохондрий можно различить...

- а) пузырьки;
- б) диктиосомы;
- в) кристы;
- г) граны.

15 Какой органоид в клетке выполняет функцию внутриклеточного переваривания?

- а) лизосомы;
- б) рибосомы;
- в) митохондрии;
- г) хлоропласты.

16 Сколько клеток образуется в результате митоза?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

17 Во время какой стадии митоза происходит расхождение хроматид к полюсам клетки?

- а) профазы;
- б) метафазы;
- в) анафазы;
- г) телофазы.

18 Внутренний слой цитоплазмы, ограничивающий вакуолю, называется...

- а) гиалоплазмой;
- б) плазмалеммой;
- в) мезоплазмой;
- г) тонопластом.

19 Мембрана, отделяющая цитоплазму от оболочки растительной клетки, называется...

- а) плазмалеммой;
- б) мезоплазмой;
- в) тонопластом;
- г) гиалоплазмой.

20 В цитоплазме растительной клетки различают...

- а) матрикс, мезоплазму и тонопласт;
- б) плазмалемму, мезоплазму и тонопласт;
- в) плазмалемму, органоиды клетки и тонопласт;
- г) матрикс, органоиды клетки и тонопласт.

21 Основными компонентами оболочки клеток растений являются...

- а) целлюлоза, гемицеллюлоза и фосфолипиды;
- б) целлюлоза, гемицеллюлоза и пектиновые вещества;
- в) целлюлоза, галактоза и манноза;
- г) целлюлоза, включения и фосфолипиды.

22 К эргастическим веществам клетки относят...

- а) склереиды;
- б) трахеиды;
- в) включения;
- г) пектины.

23 Вторичная оболочка образуется...

а) в молодых клетках сразу после образования клеточной пластинки;

- б) в молодых клетках, находящихся в стадии активного роста;
- в) в клетках, закончивших рост;
- г) в клетках, способных к дальнейшему росту.

24 Одревеснение клеточной оболочки вызывает...

- а) кутин;
- б) лигнин;
- в) суберин;
- г) камедь.

25 Пропитывание клеточных оболочек на поверхности стебля или корня суберином называется...

- а) одревеснением;
- б) кутинизацией;
- в) минерализацией;
- г) опробковением.

26 В алейроновых зернах накапливается...

- а) запасной белок;
- б) конституционный белок;
- в) запасной крахмал;
- г) первичный крахмал.

27 Функции вакуолей заключаются...

- а) в накоплении и выведении эргастических веществ, поддержании тургора и регуляция водно-солевого обмена;
- б) в накоплении запасных и изоляции эргастических веществ, поддержании тургора и регуляция водно-солевого обмена;
- в) в изоляции эргастических веществ, поддержании кислой реакции клеточного сока;
- г) в накоплении эргастических веществ, поддержании кислой реакции клеточного сока и регуляция водно-солевого обмена.

28 Распределите органоиды растительной клетки на группы в соответствии с количеством мембран у них:

- |                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| а) одномембранные; | 1) митохондрии;             |
| б) двухмембранные; | 2) рибосомы;                |
| в) немембранные;   | 3) аппарат Гольджи;         |
|                    | 4) пластиды;                |
|                    | 5) эндоплазматическая сеть; |
|                    | 6) лизосомы.                |

29 Сопоставьте органоиды растительной клетки с выполняемыми ими функциями:

- |                     |  |
|---------------------|--|
| а) хлоропласты;     | 1) биосинтез белка;                          |
| б) рибосомы;        | 2) внутриклеточное переваривание;            |
| в) лизосомы;        | 3) образование энергии;                      |
| г) митохондрии;     | 4) фотосинтез;                               |
| д) аппарат Гольджи; | 5) накопление веществ, синтез полисахаридов. |

30 Установите соответствие между фазами митоза и происходящими в фазах процессами:

- |              |   |
|--------------|---|
| а) профазы;  | 1) хромосомы обособляются и собираются в одной плоскости – экваториальной пластинке;    |
| б) метафазы; | 2) хромосомы разделяются на две самостоятельные хроматиды;                              |
| в) анафазы;  | 3) хромосомы деспирализуются и вновь становятся неразличимыми;                          |
| г) телофазы; | 4) хромосомы спирализуются, постепенно исчезает ядрышко, растворяется ядерная оболочка. |

## ОТВЕТЫ К ПРОВЕРОЧНОМУ ТЕСТУ

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	г	в	б	а	б	а	в	г	г	б
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Правильный ответ	в	а	в	в	а	б	в	г	а	б
№ вопроса	21	22	23	24	25	26	27	28		
Правильный ответ	б	в	в	б	г	а	б	а356, б14, в2		
№ вопроса	29						30			
Правильный ответ	а4, б1, в2, г3, д5						а4, б1, в2, г3			

## ЛИТЕРАТУРА

1 Зайчикова, С. Г. Ботаника : руководство к практическим занятиям : учебное пособие / С. Г. Зайчикова ; ред. Е. И. Барабанов. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 304 с.

2 Ботаника (раздел «Морфология растений») : электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / сост. Н. М. Дайнеко. – Гомель : Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, 2021. – 215 с. – Режим доступа: <http://elib.gsu.by/handle/123456789/38512>. – Дата доступа: 21.11.2024.

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

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

5 Яковлев, Г. П. Ботаника : учебник / Г. П. Яковлев, В. А. Челомбитко ; под ред. И. В. Грушвицкого. – М. : Высш. шк., 1990. – 367 с.

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

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

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

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

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

11 Тканкі : метадычныя ўказанні да лабараторных заняткаў па дысцыпліне «Батаніка» / склад. : Л. С. Пашкевіч, Г. Я. Клімчык. – Мінск : БДТУ, 1994. – 78 с.

12 Батаніка : вучэбна-метадычны дапаможнік / склад. : Л. С. Пашкевіч, Дз. В. Шыман. – Мінск : БДТУ, 2006. – 132 с.

13 Анатомия и морфология растений : практическое пособие / Н. М. Дайнеко [и др.]. – Гомель : УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2007. – 143 с.

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

15 Бачура, Ю. М. Ботаника. Клетка и ткани / Н. М. Дайнеко, Ю. М. Бачура. – Чернигов : Десна Полиграф, 2015. – 48 с.

16 Бачура, Ю. М. Ботаника : практическое руководство : в 4 ч. Ч. 1 / Ю. М. Бачура, Н. М. Дайнеко – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2019. – 36 с.

17 Основы ботаники : руководство для подготовки и проведения лабораторных занятий по высшим растениям : учебно-методическое пособие / В. В. Черник [и др.]. – Минск : БГУ, 2019. – 218 с.

18 Коровкин, О. А. Анатомия и морфология высших растений / О. А. Коровкин. – М. : Дрофа, 2007. – 151 с.

Производственно-практическое издание

**Бачура Юлия Михайловна**

**БОТАНИКА: КЛЕТКА**

Практическое пособие

Редактор Е. С. Балашова  
Корректор В. В. Калугина

Подписано в печать 04.02.2025. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,54.

Тираж 10 экз. Заказ 77.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий в качестве:

издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;

распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.

Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.

