

# БИОЛОГИЯ

# 6



УДК 57(075.3)  
ББК 28я721  
К72

*Рекомендовано Министерством образования и науки Украины  
(приказ Министерства образования и науки Украины от 07.02.2014 г. № 123)*

**ИЗДАНО ЗА СЧЁТ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ. ПРОДАЖА ЗАПРЕЩЕНА**

Научную экспертизу провёл Институт ботаники  
им. Н. Г. Холодного Национальной академии наук Украины  
Рецензент — *С. Л. Мосякин*, директор Института ботаники им. Н. Г. Холодного,  
член-корреспондент НАН Украины, доктор биологических наук, профессор

Психолого-педагогическую экспертизу провёл Институт педагогики  
Национальной академии педагогических наук Украины  
Рецензент — *Т. В. Коршевиюк*, старший научный сотрудник  
Института педагогики НАПН Украины, кандидат педагогических наук

Ответственные за подготовку учебника к изданию:  
*С. С. Фицайло*, главный специалист департамента общего среднего  
и дошкольного образования МОН Украины;

*Е. В. Белявская*, методист высшей категории отдела научно-методического  
обеспечения содержания образования основной и старшей школы  
Института инновационных технологий и содержания образования МОН Украины

*Переведено по изданию:*

*І. Ю. Костіков, С. А. Волгін та ін. Біологія : підручник для 6 класу загальноосвітніх  
навчальних закладів. — К. : Видавничий дім «Освіта», 2014. — 256 с. : іл.*

**Костиков И. Ю.**

К72 Биология : учебник для 6 класса общеобразователь-  
ных учебных заведений с обучением на русском языке/  
И. Ю. Костиков и др. — К. : Издательский дом «Освіта»,  
2014. — 256 с. : илл.

ISBN 978-617-656-309-9.

**УДК 57(075.3)  
ББК 28я721**

ISBN 978-617-656-308-2 (укр.)  
ISBN 978-617-656-309-9 (рос.)

© Костиков И. Ю., Волгин С. А., Додь В. В.,  
Сиволоб А. В., Довгаль И. В., Жолос А. В.,  
Скрипник Н. В., Ягенская Г. В., Толстанов А. Н.,  
Ходосовцев А. Е., 2014  
© Издательский дом «Освіта», 2014





# **Введение** **ЧТО ТАКОЕ** **ЖИЗНЬ И КАК ЕЁ** **ИССЛЕДУЮТ**

**Изучая эту тему, вы узнаете:**

- ✓ о главной тайне жизни;
- ✓ о разнообразии живого на нашей планете и о том, как его изучают







Вы узнаете о наиболее важных свойствах живого, которые отличают живой организм от его неживого окружения.



Я бы хотела немного больше узнать о жизни и развитии организмов в природе.

Посмотрите на окружающий вас мир. Повсюду вы увидите неживые объекты и разнообразные живые организмы. В чём разница между ними? Чем живое отличается от неживого? В чём сущность жизни? Уже много веков человечество ищет ответы на эти простые вопросы, но каждый раз сталкивается с новыми тайнами живой природы, — и поиск продолжается. Проводником на пути познания жизни выступает наука **биология**. Её название происходит от древнегреческих слов «биос» — жизнь, и «логос» — слово, учение. Понять, что изучает биология, вам помогут сами же окружающие нас живые организмы — надо лишь быть внимательными и наблюдательными.

Главная отличительная особенность живых организмов от тел неживой природы — это способность к **размножению**. **Размножением** называется образование родительскими организмами подобных им дочерних особей.

Любой организм существует на протяжении некоторого времени, но благодаря размножению эстафета жизни непрерывно передаётся от поколения к поколению. На нашей планете этот процесс длится уже более трёх миллиардов лет. Всё, что происходит в живом организме, подчинено, в первую очередь, именно обеспечению передачи жизни потомкам.



Рост растений

Прежде чем дать потомство, организм **растёт** — достигает определённых размеров и массы, накапливает вещества, из которых будут созданы дочерние особи. **Рост** — это одно из основных свойств живого организма, которое заключается в увеличении его размеров. Чтобы обеспечить свой рост, организм поглощает извне различные вещества





— «строительный материал». Поглощение веществ из окружающей среды и их усвоение называется *питанием*.

То, что организм потребил, превращается в вещества, из которых он строит своё тело. При этом образуется определённое количество вредных отходов, от которых организм избавляется. Удаление вредных веществ называется *выделением*. Таким образом, в процессе питания и выделения организм осуществляет **обмен веществами** с окружающей средой.

Обмен веществами происходит постоянно. Поэтому химический состав организма полностью обновляется через определённый промежуток времени, даже если масса и размеры особи не меняются.

Для поглощения веществ, их преобразования и включения в состав тела, выведения вредных отходов необходима энергия, которую организмы также получают из внешней среды в виде света или органических веществ. Часть энергии расходуется на обеспечение роста и размножения, а её остаток выделяется в виде тепла. То есть организм с окружающей средой осуществляет не только обмен веществами, но и **обмен энергией**.

Ещё одна особенность живого — это **приспосабливаемость к окружающей среде**. Это такие изменения живого организма в постоянно изменяющемся окружающем мире, которые дают возможность выжить и оставить потомство.

Например, у растений засушливых мест произрастания корни проникают на значительную глубину (*верблюжья колючка*), где расположены грунтовые воды, а некоторые растения способны накапливать воду в своих органах (*кактус, алоэ*), а затем экономно её использовать.



Солнечный свет и органические вещества — основные источники энергии для обеспечения жизнедеятельности организмов

1. Главное свойство живого — способность к размножению, обеспечивающая непрерывность жизни на Земле.
2. Прочие основные свойства живого — рост и взаимодействие с окружающей средой — также направлены на обеспечение процесса размножения.
3. Взаимодействие организмов с окружающей средой состоит в осуществлении обмена веществами и энергией, а также в приспособлении к её условиям.

## ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Рост, размножение, обмен веществ и энергии, приспособляемость к окружающей среде.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая главная особенность отличает живой организм от неживого объекта?
2. Благодаря каким процессам осуществляется обмен веществ?
3. Известно, что кристаллы растут. Почему их не считают живыми?

## ЗАДАНИЯ

Некоторые электронные устройства работают от солнечных батарей и в процессе работы нагреваются. В чём их сходство и отличие от живых организмов?

## § 2. РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНИ



*Вы узнаете, какие основные группы живых организмов обитают на нашей планете, сколько известных видов они включают, а также — какие формы жизни находятся на границе живого и неживого.*



*Сколько видов живых организмов живёт на Земле? Сколько видов растений, грибов и животных существует в природе?*

С древних времён до XVIII в. биологи различали только две большие группы живых существ — *растения* и *животные*. Однако изучение живого доказало, что для описания разнообразия жизни ограничиться только этими группами недостаточно. Во-первых, в природе постоянно находили виды со странным сочетанием признаков и растений, и животных (например, *грибы*). Во-вторых, некоторые виды имели свойства, не характерные ни для растений, ни для животных.

К таким видам, в частности, относится огромное количество микроскопических, невидимых без увеличительных приборов организмов. Поэтому во второй половине XX в. биологи разделяли





мир живых существ уже на четыре основные группы — *растения*, *животные*, *грибы*, а также — *бактерии*, невидимые без использования увеличительных приборов.

На сегодняшний день по подсчётам учёных общее число известных видов живых организмов, существующих на Земле, составляет более 1,9 млн. Из них 1,4 млн — это животные, 250 тыс. видов — растения, более 100 тыс. видов — грибы. Около 150 тыс. видов приходится на прочие разнообразные группы, из которых 30 тыс. видов — бактерии. В то же время, огромное количество видов (особенно бактерий) всё ещё остаётся неизвестным.

На Земле, за исключением жерл вулканов и некоторых созданных человеком свалок токсичных отходов, нет ни единого квадратного метра, где бы не было хотя бы одного живого организма. В горячих пустынях почва насыщена множеством микроскопических существ. Снега и ледники являются убежищем для холодолюбивых микробов и незаметных без увеличительных приборов водорослей и грибов. Живые существа населяют горячие источники, мёртвые, на первый взгляд, сверхсолёные озера, голые неприступные горные скалы. Жизнь бурлит в прозрачной морской воде и в чёрной бездне глубоких океанических впадин.

Живые организмы постоянно изменяют облик планеты. Они разрушают горные массивы, превращают бесплодные пески, глины и камни в плодородную почву. А также «ухаживают» за планетой — убирают отмершие остатки, контролируют содержание газов в атмосфере, очищают загрязнённую воду, беспрерывно перераспределяют в земной коре неорганические вещества.

Любой живой организм, об этом вы скоро узнаете, состоит из мельчайших живых «кирпичиков» — *клеток*. Но биология изучает также *вирусы*. Вирусы не являются организмами, они представляют собой неклеточные формы жизни. Они занимают особое место, так как находятся на границе живого и неживого. **Вирусы** — это структуры, отдалённо напоминающие кристаллы, которые попав в организм, заставляют его образовывать новые поколения вирусов. Вирус контро-



Растения



Животные

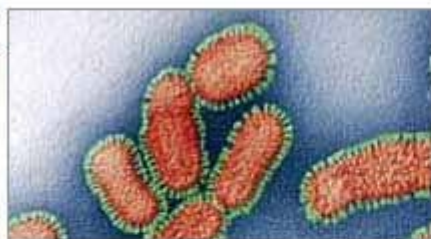


Грибы



Бактерии





Вирус гриппа при увеличении  
в 230 тыс. раз

лирует и управляет этим процессом. При этом сам он не растёт, не питается, не выделяет продуктов обмена. Многие вирусы, попадая в организм, вызывают тяжёлые болезни. Например, корь и грипп, оспа и СПИД вызываются именно вирусами. Многие вирусы поражают также растения. Сейчас известно около 10 тыс. видов вирусов.

Огромное разнообразие организмов и вирусов является следствием длительного процесса исторического развития жизни на нашей планете, во время которого одни виды живых организмов превращались в другие. Этот процесс называется *эволюцией*.

### ВЫВОДЫ

1. Мир живых организмов очень разнообразен.
2. Основные группы живых организмов представляют бактерии, растения, животные и грибы.
3. Сейчас на Земле известно более 1,9 млн видов живых организмов.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Вирусы, эволюция.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные группы организмов вы можете назвать?
2. Почему вирусы не считают живыми организмами, хотя они «умеют» размножаться?

### ЗАДАНИЯ

Расположите основные группы живых организмов в порядке возрастания количества их видов.

## § 3. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ БИОЛОГИИ



Вы узнаете о том, какие науки изучают жизнь.



Из каких разделов состоит биология?

Биология изучает жизнь во всём её разнообразии. В ней существует много подчинённых наук, которые можно объединить в три больших раздела: «Разнообразие», «Структура», «Функции». Каж-





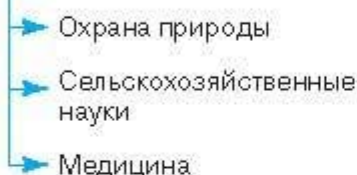
дый из этих разделов ищет ответ на один из трёх основных вопросов: 1. Насколько разнообразен мир живых организмов? 2. Из чего состоят и как устроены организмы? 3. Какие процессы происходят в живом веществе и каким образом?

К наукам, изучающим разнообразие организмов, относятся ботаника, зоология, микология, микробиология и вирусология. **Ботаника** (наука о растениях) и **зоология** (наука о животных) появились первыми. В XIX в. родились **микология** (наука о грибах) и **микробиология** (наука о бактериях). В начале XX в. возникла наука о неклеточных формах жизни — **вирусология**.



Большинство многоклеточных организмов (к которым относится и человек) состоят из органов, органы — из тканей, ткани — из клеток, клетки — из молекул, а молекулы — из атомов. Это называется *уровнями организации живого*. Атомарный и молекулярный уровни организации одинаковы как для живой, так и для неживой природы, и их изучают небιологические науки — физика и химия. Связующим звеном между химией и биологией является **биохимия**, а между физикой и биологией — **биофизика**. Более высокие уровни организации, начиная с клеточного, являются предметом изучения биологии. Так, клетки изучает **цитология**, ткани и органы — **гистология** и **анатомия**, а организм в целом — **морфология**.



**«ФУНКЦИИ»****ПРИКЛАДНЫЕ НАУКИ**

Науки, входящие в раздел «Функции», объединены в соответствии с двумя главными свойствами, которые отличают живое от неживого. Во-первых, живые организмы растут, а во-вторых, — размножаются. Процессы, обеспечивающие рост, изучает **физиология**, а процессы, обеспечивающие размножение, — **генетика**. Кроме того, организмы взаимодействуют как с окружающей средой, так и с другими организмами. Вследствие этого живая и неживая природа, в целом, и различные организмы, между собой, оказываются взаимосвязанными и взаимозависимыми. Такие их взаимодействия и связи изучает **экология**.

Достижения биологии широко используются человеком в его практической деятельности. Этим занимаются прикладные науки:

✓ *охрана природы*, которая занимается сохранением, рациональным использованием и восстановлением природных ресурсов Земли;

✓ *сельскохозяйственные науки*, которые развивают и совершенствуют сельскохозяйственное производство;

✓ *медицина*, изучающая болезни человека, правила поведения, которые позволяют их избежать, и способы борьбы с болезнями.

**ВЫВОДЫ**

1. Биология — это наука о жизни, состоящая из многих подчинённых наук, объединённых в несколько разделов.
2. Основные разделы биологии изучают разнообразие, структуру и функции организмов.
3. Прикладные науки помогают использовать достижения биологии в практической деятельности человека.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. По каким принципам биология делится на отдельные науки?
2. Какие науки изучают разнообразие организмов? Что изучает каждая из них?
3. Какие науки изучают структуру живых организмов?
4. Что изучают физиология, генетика, экология?





Вы узнаете, что такое научный метод, научное предположение, научная гипотеза и научная теория.



Как работают учёные?

Изучение организмов всегда начинается с **наблюдения**. Если исследователь сталкивается с необъяснимыми или неизвестными свойствами организма, он **тщательно их описывает** и пытается найти подобные уже известные свойства у других организмов. Во время такого поиска исследователь **сравнивает** собственные данные с уже известными и формулирует в ходе сравнения возможные **предположения** о сущности обнаруженных им новых свойств.

Любое научное предположение нуждается в проверке. Для этого на основании предположения создаётся **прогноз**, который должен быть подтверждён **экспериментом** или **многократными новыми наблюдениями**. Если в ходе проверки прогноз оправдывается, предположение считается доказанным и научно обоснованным. Если нет, предположение признаётся ложным.

Такой метод исследований называется **научным**. А знания, полученные на его основе, считаются научными.

Предположения, в которых прогнозы подтверждаются многократными новыми наблюдениями, но не прошли проверки экспериментом, называются **научными гипотезами**. Гипотезы, подтверждённые многочисленными экспериментами, становятся **теориями**.

Применение научного метода учёными-биологами можно объяснить на примере исследования деревьев, которые сбрасывают или не сбрасывают листья зимой.

Нас с вами окружают разнообразные растения. У некоторых из них (например, *берёзы*) при неблагоприятных для роста условиях (уменьшении продолжительности светового дня и снижении температуры зимой) происходит

## НАУЧНЫЙ МЕТОД

Наблюдение

Предположение

Прогноз

Новые  
наблюдения

Гипотеза

Эксперимент

Теория

12 отмирание и опадение всех листьев. Такие растения называются *листопадными*.

Существуют также и *вечнозелёные* растения. Их листья (хвоинки) в течение всего периода жизни сменяются постепенно новыми, но полностью не опадают (например, у *сосны*).

Первым этапом научного исследования процессов опадения листьев у деревьев были длительные **наблюдения** за берёзами и соснами в наших климатических условиях. Наблюдая за ними, учёные также изучали эти свойства и у других растений нашего края и *тщательно описывали результаты своих наблюдений*.

Затем учёные изучали это явление у растений других географических широт и определяли черты сходства и различий результатов с данными, полученными ранее для растений нашего региона. Таким образом, *сравнение результатов наблюдений* было следующим этапом научного исследования.

На основании своих наблюдений, их описания и сравнения, учёные выдвинули **предположение** о возможных причинах этих явлений у листопадных и вечнозелёных растений.

На основании предположений были предложены **прогнозы** результатов новых наблюдений.

Эти прогнозы проверили **многократными новыми наблюдениями**, что привело к возникновению **гипотезы** о причинах существования листопадных и вечнозелёных растений.

Позже прогнозы подтвердились многократными **экспериментами**, в ходе которых учёные обнаружили, почему и под действием каких природных факторов происходит явление «листопад», и выдвинутая ими ранее гипотеза стала научной **теорией**.

## ВЫВОДЫ

1. Биология основывается на научном методе.

## ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Научный метод, гипотеза, теория.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Выполнение каких «шагов» требует научный метод?
2. Чем гипотеза отличается от теории?

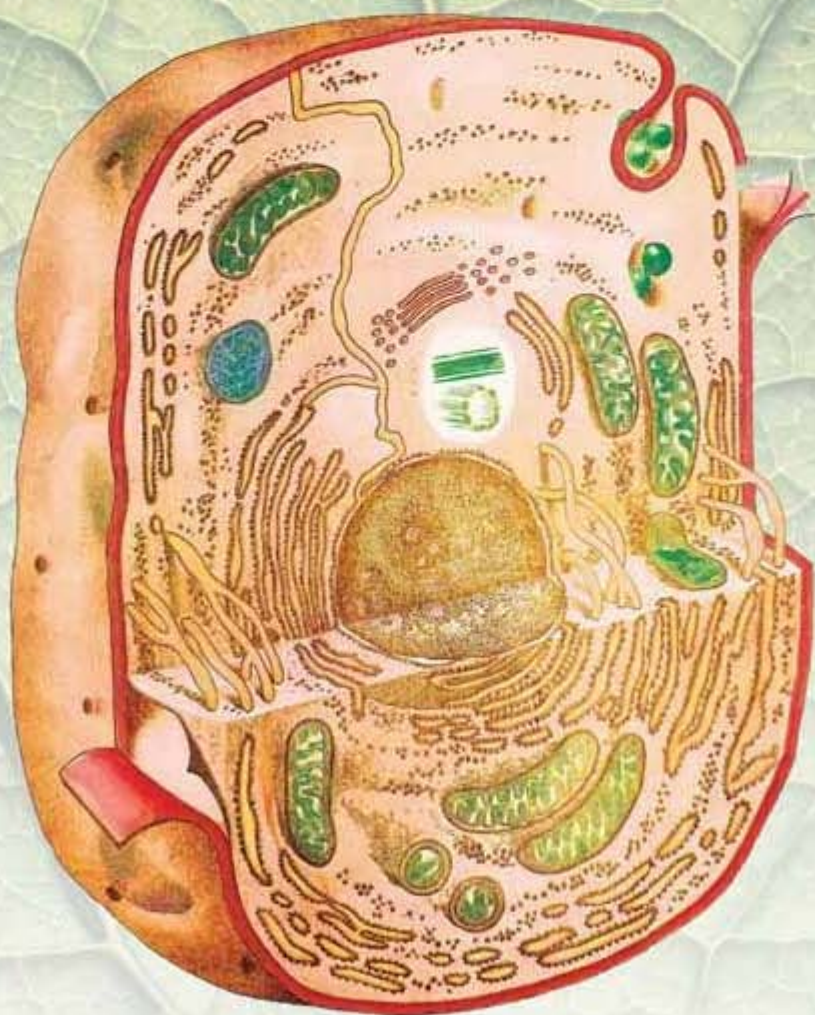


# Тема 1.

# КЛЕТКА

**Изучая эту тему, вы узнаете:**

- ✓ о мельчайших живых «кирпичиках», из которых состоят организмы, — какими они бывают, как устроены и как работают;
- ✓ о сущности процессов питания, пищеварения, фотосинтеза, дыхания и выделения;
- ✓ о том, как правильно работать с микроскопом





## § 5. МИКРОСКОП И ИЗУЧЕНИЕ КЛЕТКИ: ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ



Вы узнаете, как благодаря изобретению и усовершенствованию микроскопа были открыты наименьшие живые «кирпичики», из которых построены все живые существа, — клетки.



Из чего состоят растения? Из чего состоят животные? Есть ли клетки у бактерий? Что общее у растений и человека?



Рис. 1.  
Лупа



Рис. 2.  
Оптический  
микроскоп

Вопрос «Из чего состоят живые тела?» долгое время оставался без ответа, поскольку структуры, общие для всего живого, имеют очень малые размеры и не видны без увеличительных приборов. Ответ был найден лишь с изобретением *микроскопа*. Его предшественником является самый простой оптический прибор — *лупа*, или увеличительное стекло (рис. 1).

**Оптика** — раздел физики, изучающий свет и связанные с ним явления. Приборы, работа которых основана на использовании свойств света, называются *оптическими*.

**Микроскоп**, ставший прототипом современного (рис. 2), был изобретён в конце XVI в. По сей день микроскоп остаётся одним из основных инструментов биологов.



1665

Р. Гук первым ввёл термин «клетка»



1673–1683

А. ван Левенгук открыл мир микроскопических организмов (бактерий, одноклеточных животных, водорослей и грибов)



1838–1839

М. Шлейден и Т. Шванн сформулировали клеточную теорию: живые организмы состоят из клеток; клетка является наименьшей единицей живого





Одни из первых научных наблюдений биологических объектов с помощью микроскопа были выполнены в середине XVII в. английским физиком и натуралистом Робертом Гуком (1635–1703 гг.) В частности, на срезе *пробки* он увидел и зарисовал многочисленные полые камеры, напоминавшие ему пчелиные соты. Р. Гук назвал их «клетками» (рис. 3). В 1665 г. в книге «Микрография» этот рисунок был опубликован вместе с рядом других изображений микроскопических структур камней, различных материалов, растений и животных. Хотя «клетки» Р. Гука в действительности были лишь пустыми оболочками, этот термин впоследствии прижился.



Рис. 3. Микроскоп Р. Гука, срез пробки

Книга Р. Гука произвела большое впечатление на голландского натуралиста Антони ван Левенгука. С помощью микроскопа он открыл целый мир микроскопических организмов, которые назвал «анималькулями». Среди знаменитых «анималькуль» Левенгука (рис. 4) — микроскопические водоросли и животные, одноклеточные микроскопические грибы — *дрожжи*. Левенгук также открыл клетки крови, описал мёртвые клетки кожи и строение мышц человека, детали глаза насекомых и клеточное строение корней водного растения *ряски*.

*Omnis  
cellula e  
cellula*



1858



1931



1950–1963



Р. Вирхов обосновал принцип: «Каждая клетка происходит от другой существующей клетки»

Э. Руска разработал прототип электронного микроскопа. Награждён в 1986 г. Нобелевской премией

Дж. Э. Паладе, А. Клод, К. де Дюв разработали структурно-функциональную модель клетки. Награждены в 1974 г. Нобелевской премией



На рубеже XVIII и XIX вв. был изобретён способ изготовления очень качественных объективов, которые при большом увеличении не искажали изображение. С помощью такого усовершенствованного объектива английский ботаник Роберт Броун в 1831 г. открыл в растительных клетках новую структуру — **ядро**. Тогда же биологи обратили внимание на то, что ядро находится в вязкой жидкости, которой заполнена клетка. Эта жидкость, образующая внутреннюю среду клетки, получила название **цитоплазма** (от греческого «цитос» — клетка и «плазма» — содержимое).

В 1838–1839 гг. ботаник Маттиас Шлейден и зоолог Теодор Шванн сформулировали четыре положения, которые составили основу предложенной ими **клеточной теории**:

1. Все растения и животные состоят из клеток.
2. Растения и животные растут в результате образования новых клеток.
3. **Клетка** является наименьшей единицей живого, вне клетки жизни нет.
4. Клетки разных организмов, в общем, имеют подобное строение.

Авторы клеточной теории не смогли правильно объяснить, каким образом образуются новые клетки. Ответ на этот вопрос в 1858 г. дал выдающийся немецкий учёный Рудольф Вирхов (1821–1902 гг.) Он сделал вывод, что новые клетки возникают только в результате деления уже существующих клеток. Р. Вирхову принадлежит крылатое выражение, которое с латыни переводится как: «Каждая клетка — от клетки».

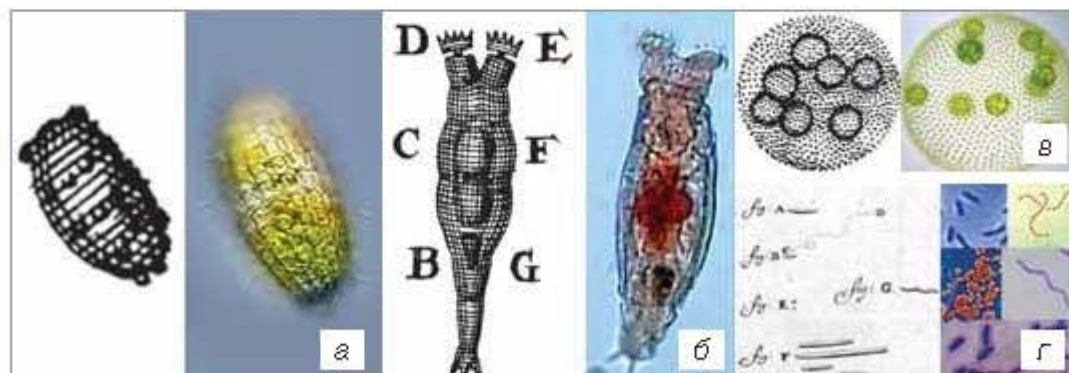


Рис. 4. Некоторые «анималькули», открытые и зарисованные Левенгуком (XVII в.), и их микрофотографии, сделанные на современных оптических микроскопах (XXI в.): а — пресноводное микроскопическое одноклеточное животное (инфузория колепа); б — пресноводное микроскопическое многоклеточное животное (коловратка); в — пресноводная микроскопическая зелёная водоросль (вольвокс); г — разнообразные бактерии



С созданием клеточной теории возникла новая наука — **цитология** (от греческого «цитос» — клетка,местилище, и «логос» — учение, наука), или наука о клетке.

Во второй половине XIX в. цитология развивалась стремительно, при этом оптические микроскопы постоянно совершенствовались, позволяя наблюдать структуры, размер которых составлял всего 0,2 мкм. Это примерно в 400 раз меньше толщины человеческого волоса.

В 1931 г. в Германии физиком Эрнстом Руской был создан прототип **электронного микроскопа**. В результате появилась возможность увидеть структуры в тысячу раз меньше тех, которые заметны в оптический микроскоп. Благодаря электронному микроскопу (рис. 5) в 50–60-х годах XX в. в биологии произошла настоящая революция: было детально изучено внутреннее строение клетки, выявлено сходство и отличие клеток растений и животных, грибов и бактерий. Эти исследования позволили не только увидеть, как устроена клетка, но и понять, как она работает.

**Микрометр**, или **микрон** (мкм), — единица измерения длины, равная одной миллионной доле метра.



Рис. 5. Электронный микроскоп

### ВЫВОДЫ

1. Развитие микроскопии было необходимым условием развития биологии.
2. Оптический микроскоп позволил увидеть клетку.
3. Благодаря оптическому микроскопу было установлено, что клетка является наименьшей единицей живого и все живые организмы состоят из клеток.
4. Благодаря электронному микроскопу удалось изучить внутреннее строение клетки и понять, как она работает.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Клетка, цитоплазма, цитология.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Кто первым увидел клетку?
2. Кто открыл мир микроскопических организмов?
3. Какие положения клеточной теории сформулировали М. Шлейден и Т. Шванн?

Подготовьте ответы на вопросы школьников, приведённые в начале параграфа.

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Первые фотографии клетки под электронным микроскопом

Первый электронный микроскоп для биологических исследований был сконструирован фирмой «Siemens» и в 1944 г. установлен в Рокфеллеровском институте медицинских исследований в г. Нью-Йорк. Уже через год, в 1945 г., тремя биологами под руководством К. Р. Портера были опубликованы первые фотографии животных клеток, выполненные с помощью этого прибора. На этих фотографиях были хорошо видны общие очертания клетки, её неоднородное содержимое, в котором различалось ядро и некоторые трубкообразные структуры — митохондрии. В 60-х годах XX в. группой учёных Рокфеллеровского института было детально изучено строение клеток животных, растений и грибов, а также некоторых микроскопических одноклеточных организмов, открытых ещё Левенгуком. В этот же период другая группа в том же институте исследовала строение удивительных объектов, которые не были видны в оптический микроскоп — вирусов, установив при этом, что вирусы не имеют клеточного строения, и, таким образом, находятся на границе между живым и неживым.

## § 6. СТРОЕНИЕ МИКРОСКОПА



*Вы ознакомитесь со строением микроскопа и узнаете, как рассчитывать его увеличение.*



*Будем ли мы работать с микроскопом? Что можно увидеть в микроскоп, кроме бактерий?*

**Микроскоп** (от греческого «микрос» — малый и «скопео» — смотреть, рассматривать) — это увеличительный прибор, позволяющий наблюдать объекты очень малых размеров. Конструкция школьного микроскопа почти такая же, как и у лучших исследовательских микроскопов первой половины XX в. (рис. 6). При правильной настройке школьный микроскоп позволяет увидеть не только клетку, но и отдельные её внутренние структуры. А при наличии определённого опыта — даже выполнять некоторые интересные эксперименты.

Микроскоп состоит из *корпуса* и элементов *оптической системы*, через которые проходит свет.

**Корпус** состоит из:

✓ основания;



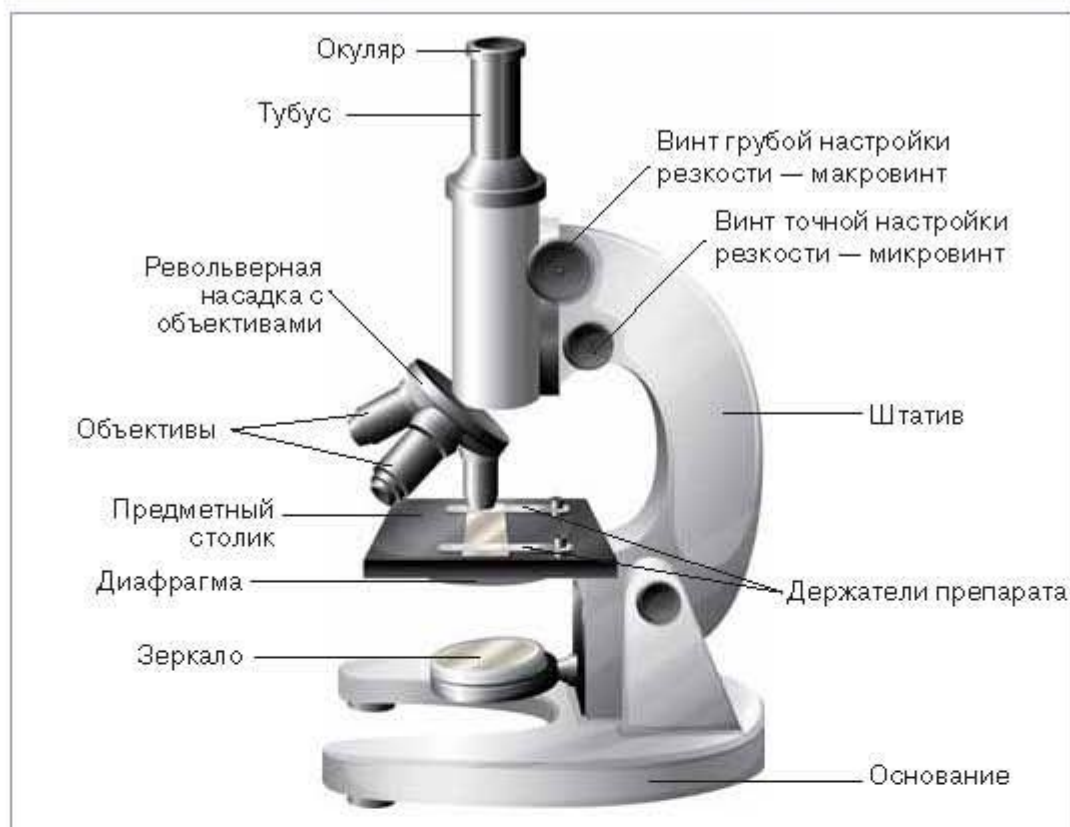


Рис. 6. Внешний вид и основные составляющие школьного микроскопа

- ✓ предметного столика, на который помещают исследуемый образец, закрепляемый при помощи двух гибких держателей;
- ✓ штатива с переменным углом наклона, на котором находятся большой винт грубой настройки резкости (макровинт), и меньший винт точной настройки резкости (микровинт);
- ✓ тубуса, в нижней части которого крепится револьверная насадка с объективами, а в верхнюю часть вложен окуляр.

К элементам **оптической системы** микроскопа относятся:

- ✓ вогнутое зеркало, которое можно поворачивать;
- ✓ диафрагма, расположенная под предметным столиком;
- ✓ револьверная насадка с объективами различного увеличения;
- ✓ окуляр.

Зеркало предназначено для настройки наилучшего освещения препарата. Диафрагмой регулируют контрастность и яркость изображения. Если диафрагма закрыта, то изображение очень контрастное, но тёмное; если диафрагма полностью открыта, то контрастность низкая, а изображение чрезмерно светлое.



Рис. 7. Объективы (а), окуляр (б) и их маркировка

**Объектив.** Школьный микроскоп имеет три объектива: очень малого (4-кратного), малого (10-кратного) и большого (40-кратного) увеличения. Для удобства переключения они ввинчены в револьверную насадку. Объектив, расположенный вертикально вниз, в направлении к препарату, называется включённым в оптическую систему, прочие — выключенными. Поворачивая револьверную насадку, можно менять рабочий объектив и, таким образом, переходить от одного увеличения к другому. Включение нового объектива в оптическую систему сопровождается лёгким щелчком — это срабатывает пружинный фиксатор револьверной насадки.

**Объектив** является главным элементом оптической системы микроскопа. На объективе цифрами обозначены его технические характеристики. В верхней строке первой цифрой обозначено увеличение объектива (рис. 7).

Произведение увеличения объектива и увеличения окуляра определяет **общее увеличение микроскопа**. Например, при включённом 4-кратном объективе и 10-кратном окуляре общее увеличение микроскопа составляет:  $4 \cdot 10 = 40$  (раз).

При работе с микроскопом на предметный столик кладут исследуемый препарат, закрепляют его держателями, включают объектив малого увеличения (10-кратный). Вращая зеркальце, направляют на препарат свет и макровинтом настраивают резкость. Далее, при необходимости, включают объектив большого увеличения, дополнительно регулируют резкость микровинтом и контрастируют изображение диафрагмой.

**Работая с микроскопом, придерживайтесь следующих правил:**

1. Линзы окуляра и объективов нужно беречь от загрязнений и механических повреждений: не касаться пальцами и твёрдыми предметами, не допускать попадания на них воды и других веществ.





2. Запрещается раскручивать оправы окуляра и объективов, разбирать механические детали микроскопа — их ремонтируют только в специальных мастерских.
3. Переносить микроскоп нужно двумя руками в вертикальном положении, держа прибор одной рукой за штатив, а другой — за его основание.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Объектив, общее увеличение микроскопа.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких элементов состоит оптическая система микроскопа?
2. Какие элементы оптической системы микроскопа определяют общее увеличение?
3. Для чего используется вогнутое зеркало?
4. Каково назначение диафрагмы?
5. Какой объектив включают первым во время работы с микроскопом?
6. Каким будет максимальное увеличение микроскопа при применении объективов и окуляра, изображённых на рисунке 7?
7. Каких правил нужно придерживаться при работе с микроскопом?

### ЗАДАНИЕ

Внимательно рассмотрите ваш школьный микроскоп, найдите все его составляющие. Запишите увеличение окуляра и объективов. Рассчитайте увеличение микроскопа для каждого из объективов. Результаты запишите в тетрадь в виде следующей таблицы.

Увеличение объектива	Увеличение окуляра	Общее увеличение микроскопа

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

**Как определить размер наименьших объектов, которые можно увидеть в оптический микроскоп?**

Размер минимального объекта, который можно увидеть с помощью глаза или увеличительного прибора, определяется разрешающей способностью.

**Разрешающая способность** — это наименьшее расстояние между двумя точками, на котором они видны ещё раздельно и не сливаются в одну. Разрешающая способность нашего глаза составляет 200 мкм (0,2 мм), оптического микроскопа — 0,2 мкм (0,0002 мм), электронного микроскопа — 0,0002 мкм (0,0000002 мм). Если размер объекта меньше разрешающей способности, то этот объект рассмотреть уже невозможно, и наоборот. Таким образом, именно значение разрешающей способности определяет, что можно увидеть в микроскоп, а что — нет.

Показатель, по которому рассчитывают разрешающую способность объектива, выгравирован на его корпусе за показателем увеличения объектива. Он называется **апертурой** объектива.

Используя значение апертуры, рассчитывают разрешающую способность объектива:

Разрешающая способность (в мкм) =  $0,3355 / \text{апертура объектива}$ .

Полученное значение округляют до десятых.

Пример: на объективе с красным кольцом (рис. 7) в верхней строке нанесена маркировка: «4 / 0,10». Цифра «4» — это увеличение объектива — четырёхкратное, а «0,10» — его апертура. Разрешение этого объектива следующее:

$0,3355 / 0,10 = 3,355 \approx 3,4$  (мкм):

$0,3355 / 0,10 = 3,355 \approx 3,4$  (мкм).

## § 7. СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ



*Вы заглянете в таинственный мир клетки и ознакомитесь с её строением и работой.*



*Я слышала, что человек состоит из клеток. Есть ли у клетки что-то внутри и как она работает?*

Все живые организмы состоят из клеток. Клетки иногда называются «фабриками жизни». Фабрика производит определённую продукцию. Текстильная фабрика — ткани, мебельная — мебель, кондитерская — конфеты. А что производит клетка? **Клетка производит сложные вещества, из которых строятся новые клетки.** Давайте сравним клетку с фабрикой (рис. 8).

Производственные помещения фабрики имеют стены с дверями и воротами. Любая клетка окружена **клеточной мембраной**, которая распознаёт и пропускает в клетку всё, что является сырьём для её работы, обеспечивая процесс питания клетки. Мембрана также распознаёт и обеспечивает выведение наружу вред-





Рис. 8. Фабрика и животная клетка

ных веществ. Таким образом, клеточная мембрана — это стена с воротами, на которых действует строгий контроль и пропускной режим.

Подобно внутреннему пространству фабрики, клетка имеет *цитоплазму*. Но основа цитоплазмы — это не воздух, а вязкая жидкость, по химическому составу подобная морской воде. Жидкость цитоплазмы содержит до 90% воды, в которой растворены соли (неорганические вещества) и простые органические вещества.

На фабрике есть много разных помещений и производственных участков: цеха, склады, транспортные пути. Цитоплазма также разделена на отдельные части — *органеллы*. Некоторые органеллы окружены собственными мембранами, похожими на клеточную мембрану.

**Органеллы** — постоянные структуры цитоплазмы, выполняющие определённую важную для клетки функцию.

На фабрике есть главный оффис, в котором находится директор. В клетке таким оффисом является **ядро**: оно содержит *молекулы ДНК*. Подобно тому, как директор руководит работой фабрики, молекулы ДНК управляют работой клетки.

Эти и другие составляющие клетки с указанием их функций приведены в сравнительной *таблице 1*.

## Сравнение составляющих клетки и фабрики

Части фабрики	Функция	Структуры и органеллы клетки
Фабричный корпус с дверями и воротами	Отграничение производственного пространства и обеспечение пропускного режима	Клеточная мембрана
Внутреннее пространство фабрики	Размещение помещений и производственных участков	Цитоплазма
Кабинет директора	Управление	Ядро
Сборочный конвейер	Сборка основного продукта	Рибосомы
Электростанция	Обеспечение энергией	Митохондрии

Основные вещества, из которых состоит клетка, — это белки, жиры и углеводы. Сначала все эти химические соединения клетка потребляет сама — она включает их в своё тело и поэтому *растёт*. В конце концов она вырастает и увеличиваться в размерах уже не может. Тогда она *делится* — и из одной клетки образуются две.

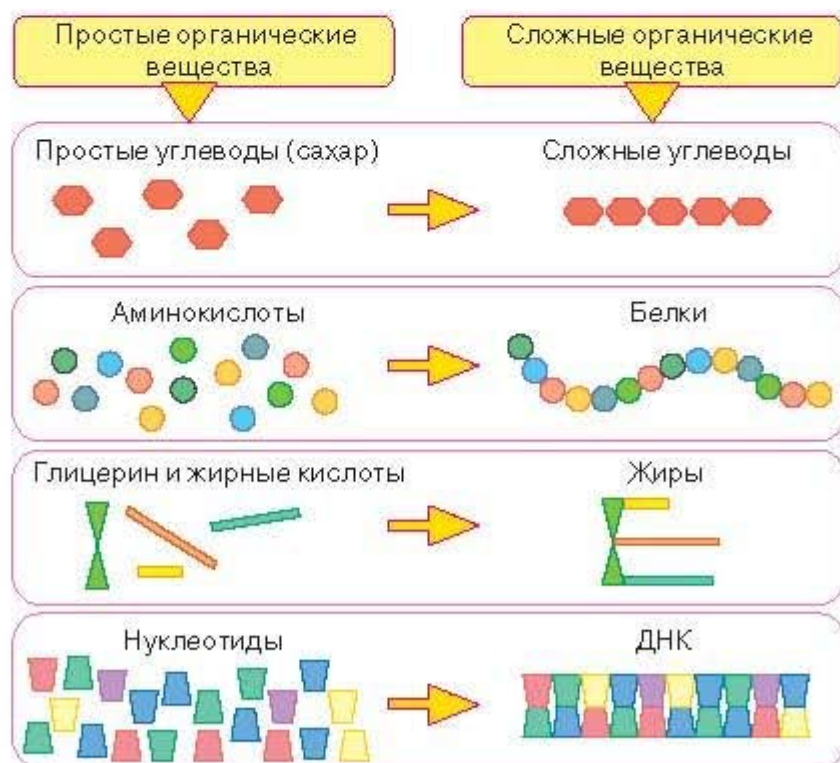


Рис. 9. Сложные органические вещества образуются в клетке из простых органических веществ



«Производственный процесс» в клетке — это большое количество определённых химических реакций. В результате одних реакций из простых веществ «собираются» сложные, других — сложные соединения разлагаются на простые или превращаются в другие сложные вещества. В разных цехах фабрики выполняются разные производственные процессы, а в разных частях клетки — разные химические реакции. Каждая реакция происходит с помощью особых веществ — специальных *белков*. Почти каждая химическая реакция в клетке осуществляется с помощью определённого белка. Таким образом, если клетка — это фабрика жизни, то белки — это её рабочие, причём разных специальностей.

Основные сложные органические вещества, производимые клеткой — это белки, жиры, углеводы, а также ДНК и некоторые другие молекулы. Они используются для построения тела клетки.

Сложные органические вещества клетка создаёт из простых органических веществ (*рис. 9*). Например, молекулы простого углевода — глюкозы — соединяются в длинные цепочки — сложные углеводы. Молекулы простых органических веществ — аминокислот — на рибосомах соединяются в длинные цепочки и образуют белки.

В особых органеллах клетки из простых органических веществ собираются в сложные органические соединения — жиры. Цепочка из простых органических веществ — нуклеотидов — образует сложную органическую молекулу — ДНК, являющуюся носителем наследственной информации.

### ВЫВОДЫ

1. Клетка состоит из воды, неорганических и органических веществ.
2. Основные составляющие клетки — это структуры и органеллы, которые взаимодействуют между собой в процессе её жизнедеятельности.
3. В процессе взаимодействия структур и органелл клетка производит сложные органические вещества.
4. Сложные органические вещества необходимы клетке для роста, который завершается её делением.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Органеллы, клеточная мембрана, ядро.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое органелла?
2. Какие функции выполняет клеточная мембрана?
3. Из каких веществ состоит клетка?

## § 8. ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ РАСТИТЕЛЬНОЙ И ЖИВОТНОЙ КЛЕТОК



Вы узнаете, что у клеток растений и животных сходными являются те структуры, которые управляют работой клетки, сохраняют наследственную информацию, обуславливают рост клетки и обеспечивают её энергией.



Что такое ДНК? У животных есть ДНК? Дышат ли растения?

На рисунках 10 и 11 изображены схемы строения животной и растительной клеток. Несмотря на различное строение, оба типа клеток имеют много сходного — у них есть *клеточная мембрана*, *ядро*, *рибосомы*, *митохондрии*. Эти структуры и органеллы выполняют функции, общие как для животных, так и для растений.

**Клеточная мембрана** — это структура, присущая любой клетке. Она очень тонкая и в оптический микроскоп не видна. Мембрана образована плёнкой жироподобных молекул, в которую «встроены» молекулы белков. Жироподобные молекулы делают мембрану непроницаемой, а белки определяют, какие вещества пропустить внутрь, а какие — выпустить наружу.

Каждая клетка заполнена **цитоплазмой**. Цитоплазма не остаётся неподвижной. Движение цитоплазмы облегчает транспортировку неорганических и простых органических веществ к различным органеллам.

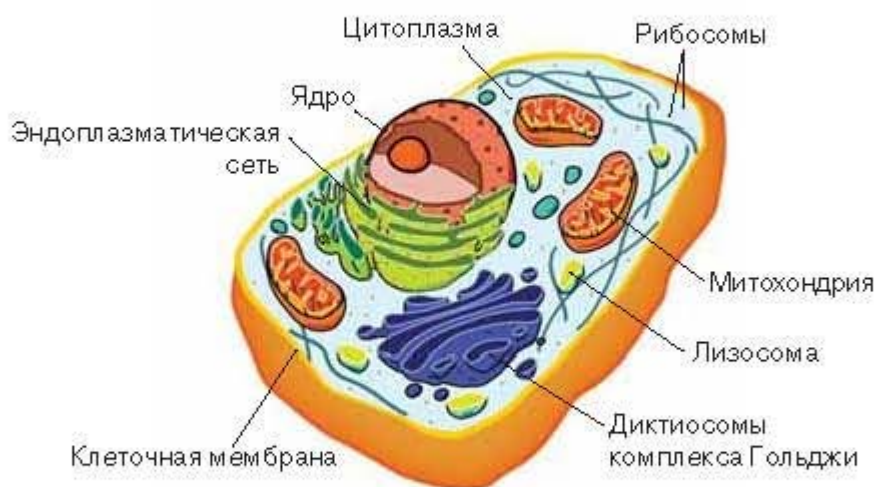


Рис. 10. Животная клетка



И растительная, и животная клетки имеют **ядро**. Его можно увидеть в оптический микроскоп. Ядро — это структура, которая отделена от цитоплазмы ядерной оболочкой и содержит молекулы ДНК.

ДНК — это длинная молекула, содержащая «инструкции» о том, как производить все необходимые клетке белки. Участок ДНК, содержащий информацию об одном белке, называется **ген**. При каждом делении дочерние клетки по наследству получают копию ДНК материнской клетки. Поэтому **молекула ДНК** не только руководит работой клетки, а также является носителем наследственной информации.

Таким образом, **ядро** — это центр управления работой клетки и место хранения носителей наследственной информации — молекул ДНК.

Во всех клетках имеются **рибосомы** — органеллы, где происходит **синтез** белков. Они заметны только под электронным микроскопом. Таким образом, рибосома — это, фактически, клеточный конвейер, на котором происходит сборка белков.

Как растительная, так и животная клетки также имеют **митохондрии**. **Митохондрия** — это органелла, которая обеспечивает клетку энергией. Она довольно большая и поэтому иногда заметна в оптический микроскоп.

**Синтез** — это процесс соединения простых разрозненных частей в сложное целое. Например, синтез белков — это процесс, при котором простые вещества (аминокислоты), соединяясь друг с другом в определённой последовательности, образуют сложное соединение — белок.



Рис. 11. Растительная клетка



Рис. 12. Схема работы митохондрии

Митохондрия работает аналогично тепловой электростанции: в ней «горючее» взаимодействует с кислородом. Этот процесс называется **дыханием**, он подобен горению, но без пламени. Часть выделяющейся энергии заряжает «химические батарейки» — особые молекулы, которые называются **АТФ**. Остаток энергии рассеивается в виде тепла. «Горючим» для митохондрии, в отличие от теплоэлектростанции, является не уголь, а углевод — глюкоза. Глюкоза в митохондриях при взаимодействии с кислородом расщепляется на углекислый газ и воду (рис. 12).

Но в работе электростанции и митохондрии имеются существенные различия. Электростанция вырабатывает электрическую энергию, а митохондрия — химическую. В отличие от электростанции, работу митохондрии нельзя приостановить — клетка сразу погибнет.

### ВЫВОДЫ

Органеллами и структурами, общими для животных и растительных клеток, являются те, которые:

- ✓ управляют работой клетки и сохраняют наследственную информацию (ядро с ДНК);
- ✓ в процессе дыхания обеспечивают клетку энергией (митохондрия);
- ✓ обеспечивают синтез белков (рибосомы);
- ✓ контролируют поглощение и выделение клеткой веществ, а также отделяют цитоплазму от внешней среды (клеточная мембрана).



Митохондрии, ДНК, рибосомы, дыхание.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Назовите органеллу или клеточную структуру, которая:

- вырабатывает энергию для обеспечения клеточных процессов;
- позволяет нужным веществам попадать в клетку и предотвращает поступление ненужных или вредных веществ;
- контролирует работу клетки и сохраняет наследственную информацию;
- обеспечивает синтез белков.

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Органеллы, обеспечивающие транспорт веществ в клетке

За транспортные функции в растительной и животной клетках отвечают, в первую очередь, эндоплазматическая сеть и диктиосомы. **Эндоплазматическая сеть** — это разветвлённая система тонких каналов (рис. 10, 11). Каналы эндоплазматической сети являются своеобразными внутриклеточными путями, которые определяют маршруты движения различных органических веществ, в первую очередь, — белков. Кроме того, наружная сторона стенок каналов эндоплазматической сети является местом прикрепления рибосом. Эндоплазматическая сеть заметна только в электронный микроскоп.

**Диктиосомы** — это органеллы, которые получают вещества из эндоплазматической сети, сортируют их, готовят их к транспортировке и «упаковывают» в маленькие мембранные пузырьки (рис. 10, 11). Далее эти пузырьки отправляются по назначению — или к другим частям клетки, или к клеточной мембране, откуда выводятся наружу.

Наличие диктиосом является общим признаком и растительной, и животной клетки, однако у животных диктиосомы образуют довольно сложную структуру — комплекс Гольджи. Диктиосомы заметны в оптический микроскоп, но их строение можно изучить только с помощью электронного микроскопа.

#### Сколько разных белков работает на фабрике жизни?

Для того, чтобы клетка могла расти и размножаться, ей нужно много различных белков. Согласно разработанной во второй половине XX в. гипотезе «минимальной клетки», считалось, что клетке, чтобы жить, необходимо синтезировать 800–1000 различных типов белков. Современные оценки минимального количества необходимых белков показали, что клетка может жить, если её ДНК кодирует примерно 310–380 белков. В 2010 г. молекула ДНК с минимальным количеством генов была искусственно создана и введена в клетку бактерии, из которой была удалена её собственная ДНК. Такая бактериальная клетка в лабораторных условиях начала расти и делиться. Таким образом было доказано, что даже минимального количества генов достаточно для обеспечения полноценной жизнедеятельности клетки.



## § 9. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ КЛЕТОК



Вы узнаете, почему, несмотря на общее сходство строения, клетки растений и животных имеют существенные отличия.



Из чего растения производят кислород? Что такое фотосинтез? Почему растения зелёные?

Из § 7 вы уже узнали, что **простые органические вещества** — это сырьё, из которого синтезируются **сложные органические вещества**. Но откуда берутся в клетке простые органические вещества? Именно в способе получения простых органических веществ заключается главное отличие растений от животных.

Растения сами создают простые органические вещества из неорганических в процессе **фотосинтеза**. При фотосинтезе с помощью света из углекислого газа и воды образуются простые органические

**Фотосинтез** — это процесс образования простых органических веществ из углекислого газа и воды с помощью энергии света.

вещества. Как правило, это глюкоза. Фотосинтез осуществляется в особых органеллах — *хлоропластах*.

Животные не способны образовывать простые органические веще-

ства из неорганических. **Животные клетки поглощают уже готовые органические вещества**. Простые органические соединения поглощаются с помощью клеточной мембраны, и сразу могут быть использованы клеткой для построения необходимых сложных органических веществ.

Многие животные клетки могут поглощать также сложные органические соединения. Попав в клетку, сложное вещество далее разлагается на простые органические вещества. Поскольку этот процесс происходит внутри клетки, он называется *внутриклеточным пищеварением*. Далее простые вещества используются как сырьё для синтеза других сложных органических соединений, необходимых клетке в данный момент. Внутриклеточное пищеварение у животных клеток происходит в *лизосомах*.

Именно способ питания определяет основные отличия строения растительной и животной клеток.

*Растительная клетка, в отличие от животной, имеет хлоропласты, клеточную оболочку, большую вакуоль с клеточным соком. Животная клетка, в отличие от растительной, имеет органеллы, в которых осуществляется внутриклеточное пищеварение, — лизосомы.*



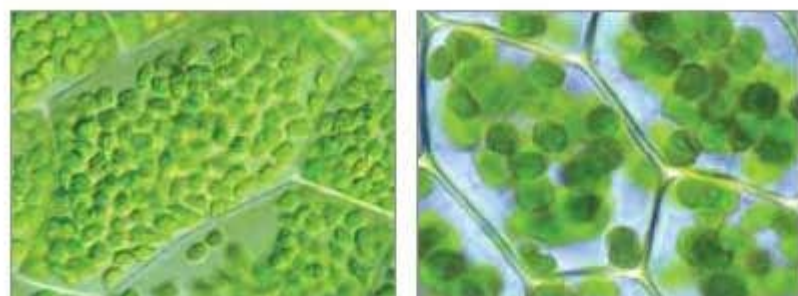


Рис. 13. Клетки с хлоропластами под оптическим микроскопом

**Хлоропласты** — это одни из самых больших органелл растительной клетки (рис. 13). Они хорошо видны в оптический микроскоп. Хлоропласты содержат вещество, улавливающее свет — *хлорофилл*. Хлорофилл всегда окрашен в зелёный цвет. Именно поэтому растения зелёные.

При фотосинтезе в хлоропласт поступают углекислый газ и вода. В это же время хлорофилл улавливает солнечный свет и превращает его в химическую энергию, благодаря которой из углекислого газа и воды образуется глюкоза. При этом выделяется кислород (рис. 14).

Глюкоза, образовавшаяся в процессе фотосинтеза, может быть использована для:

- ✓ образования сложных углеводов (например, запасного вещества *крахмала*);
- ✓ преобразования в другие простые органические вещества, из которых впоследствии синтезируются белки, жиры, ДНК и т.д.;
- ✓ производства в митохондриях энергии, которая необходима клетке.



Рис. 14. Процесс фотосинтеза



Кислород, образующийся при фотосинтезе, является «отходом производства». Для клетки он опасен — ведь он способен «сжечь» много полезных веществ, повредить немало клеточных структур и органелл. Поэтому большая часть кислорода, за исключением того, что потребляется митохондриями, выводится за пределы клетки и попадает в воздух. Именно благодаря кислороду, образовавшемуся в процессе фотосинтеза, на нашей планете возникла кислородная атмосфера.

**Это  
интересно**

В растительной клетке при фотосинтезе образуется так много кислорода, что существует угроза повреждения им самого хлоропласта. Однако этого не происходит, потому что в хлоропласте кислород связывают особые защитные вещества — *антиоксиданты*. Антиоксиданты растительного происхождения часто добавляют в различные продукты питания — они защищают клетки человека от повреждения кислородом.

**Клеточная оболочка** — это структура, которая делает растительную клетку прочной. Клеточная оболочка располагается снаружи клеточной мембраны. Она в 20–1000 раз толще, чем клеточная мембрана, и поэтому хорошо заметна в оптический микроскоп. Каркас клеточной оболочки образует сложный углевод — *целлюлоза*.

Клеточная оболочка не пропускает крупные молекулы, в частности сложные органические вещества. Однако она проницаема для воды и растворённых в ней солей, углекислого газа и кислорода. Клеточная оболочка не только повышает прочность клетки, но и вместе с вакуолью делает растительную клетку упругой.

**Вакуоль** — это самая большая органелла. Она хорошо заметна в оптический микроскоп. Вакуоль отделена от жидкости цитоплазмы мембраной.

Основное вещество, содержащееся в вакуоли, — вода. Растительная клетка её постоянно поглощает из окружающей среды и накапливает в вакуоли. Вода постепенно растягивает вакуоль, стенки вакуоли давят на цитоплазму, которая, в свою очередь, давит на клеточную мембрану. От этого давления клеточная мембрана не лопается только потому, что над ней располагается прочная клеточная оболочка. Как следствие, клетка становится упругой. Если запас воды в вакуоли уменьшается, например, при засухе, клетки теряют упругость. Одним из проявлений этого является *увядание растений*.

В вакуоли также накапливаются простые углеводы и органические кислоты — лимонная, яблочная, щавельная, образующие вместе с водой так называемый клеточный сок. Именно благодаря клеточному соку вакуолей фрукты и овощи имеют кисло-сладкий вкус.



Кроме того, вакуоль частично выполняет функции склада и клеточной мусорницы: она запасает некоторые полезные вещества и накапливает ряд вредных продуктов жизнедеятельности клетки.

**Лизосомы** — это органеллы, в которых в животной клетке происходит внутриклеточное пищеварение. Они имеют вид мелких пузырьков, содержащих клеточный «пищеварительный сок», и отделены от цитоплазмы мембраной. В оптический микроскоп они обычно не видны. В лизосомах поглощённые животной клеткой сложные органические вещества разлагаются на простые органические соединения. Лизосомы также являются «цехом» утилизации вторичного сырья — в них части органелл, вышедшие из строя и требующие замены, разлагаются на простые органические вещества, которые клетка использует повторно.

### ВЫВОДЫ

1. Растительные клетки, в отличие от животных, имеют хлоропласты, клеточную оболочку, вакуоли, а животные клетки — лизосомы.
2. Отличия в способе питания обуславливают различия в строении растительной и животной клеток.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Хлоропласты, вакуоль, клеточная оболочка, лизосома, фотосинтез.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие органеллы растительной клетки отсутствуют у животной и наоборот?
2. Какие из приведённых веществ потребляют клетки растений, а какие — клетки животных: кислород, вода, углекислый газ, белки?
3. Для чего животным клеткам необходимо внутриклеточное пищеварение?
4. Что такое фотосинтез?

### ЗАДАНИЯ

1. Клеточную оболочку часто путают с клеточной мембраной. Найдите как можно больше отличий между клеточной оболочкой и клеточной мембраной.
2. Клетка растений окружена клеточной оболочкой. Казалось бы, что клеточная оболочка не помешала бы и животной клетке, однако её нет. Попробуйте объяснить почему.
3. Сравните рисунки, на которых изображены принципы работы митохондрии и хлоропласта (рис. 12 и рис. 14). Что общего и отличного в работе этих органелл?
4. Натуральные соки получают из фруктов и овощей. Где в растительной клетке содержится сок? Почему соки не производят из животного сырья (например, из мяса)?



**Ответы на некоторые вопросы школьников**  
**«Существуют ли растения, питающиеся солнечными лучами или воздухом?»**

Почти все растения (за исключением некоторых растений-паразитов) питаются углекислым газом из воздуха, водой и энергией солнечных лучей. Питаться только солнечными лучами или только воздухом растения не могут.

**«Из чего растения производят кислород?»**

Кислород, молекулы которого состоят из двух атомов кислорода, выделяется растениями как один из продуктов фотосинтеза. В хлоропласты, где происходит фотосинтез, кислород поступает в связанном состоянии в составе молекулы воды. При промежуточных реакциях фотосинтеза под действием света, хлорофилла и некоторых других веществ кислород из воды освобождается и выводится из клетки. Таким образом, исходным источником кислорода является вода.

**«Какие питательные вещества получают растения от солнечных лучей?»**

Питательных веществ от солнечных лучей растения не получают. Солнечные лучи — это источник энергии. Свет только активирует молекулу хлорофилла, которая, в свою очередь, начинает превращать углекислый газ и воду в молекулу глюкозы. Если представить себе хлорофилл молотком, воду и углекислый газ — гвоздями и досками, а конечный продукт — глюкозу — деревянным ящиком, то солнечный луч — это рука, которая приводит в движение молоток, забивающий гвозди в доски. Понятно, что при этом никаких веществ ящик от руки не получает.

**«Правда ли, что растения очищают воздух?»**

Это зависит от того, что считать воздушной грязью... Если углекислый газ, то это правда. Ведь именно его растения поглощают в процессе фотосинтеза. Однако от других веществ, загрязняющих воздух, — серного и угарного газов, микроскопических частиц сажи и т.п. — растения воздух не очищают и повреждаются этими веществами так же, как и другие организмы.

## § 10. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК



Вы узнаете, как клетка готовится к самому главному событию своей жизни — делению, и что во время этого события с клеткой происходит.



Почему ДНК есть у каждого человека? От чего возникает опасная болезнь — «рак»?

Рост клетки и все процессы, которые его обеспечивают (в частности питание, фотосинтез или внутриклеточное пищеварение, выделение, дыхание), являются подготовкой клетки к важнейшему событию её жизни — делению. В результате деления из одной



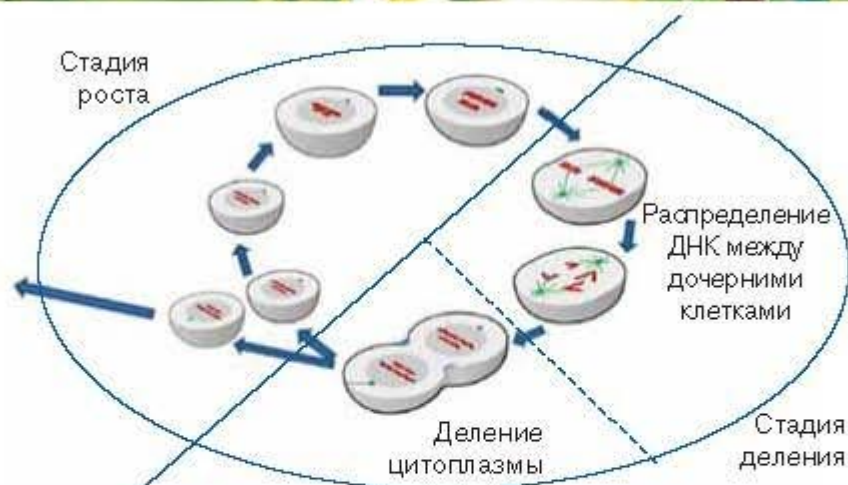


Рис. 15. Клеточный цикл

материнской клетки образуются две «новые» — дочерние. Таким образом, **биологическое значение деления клетки заключается в передаче эстафеты жизни новым поколениям клеток.**

Развитие клетки от её образования (после деления материнской клетки) до завершения собственного деления — называется **клеточным циклом**. Он включает две стадии: *стадию роста* и собственно *стадию деления* (рис. 15). В клеточном цикле большую часть времени клетка пребывает в стадии роста. Эта стадия, в зависимости от типа клетки, может продолжаться от нескольких часов до нескольких месяцев. Далее следует кратковременная стадия деления: её продолжительность обычно составляет от 30 минут до 2 часов.

В **стадии роста** клетка синтезирует сложные органические вещества, и, как следствие, растёт. Затем в ядре происходит удвоение носителей наследственной информации — молекул ДНК (рис. 16).

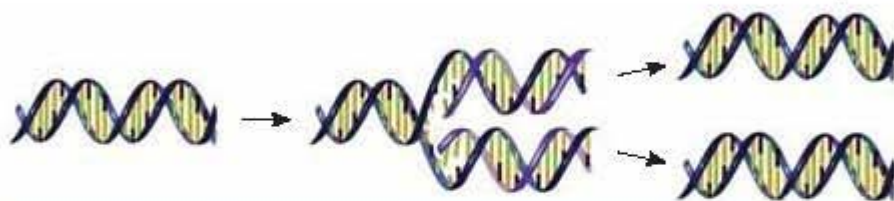


Рис. 16. На стадии роста молекулы ДНК удваиваются

Молекула ДНК имеет вид тонкой, но очень длинной нити. Она состоит из двух спирально закрученных цепочек. Одна молекула ДНК, упакованная с помощью специальных белков, называется **хромосомой** (рис. 17). До начала деления клетки хромосомы находятся в ядре в виде рыхлой перепутанной массы, где каждая отдельная нить в оптический микроскоп не видна.



### Это интересно

Если вытянуть в одну линию молекулы ДНК, содержащиеся в хромосомах одной клетки человека, то её длина будет более 2-х м; при этом диаметр ядра, где располагаются молекулы ДНК, в среднем составляет лишь 5 мкм. Если же вытянуть в длину все молекулы ДНК, содержащиеся в клетках организма одного взрослого человека (около одного квадриллиона клеток), то расстояние в 10 тыс. раз превысит расстояние от Земли до Солнца.

Каждая молекула ДНК удваивается путём копирования. Как следствие, вместо одной материнской молекулы ДНК в хромосоме появляются две её точные копии.

У разных видов организмов количество молекул ДНК в клетке разное. Например, клетки тела человека содержат в ядре 46 хромосом, то есть 46 молекул упакованной ДНК. Однако в конце фазы роста количество молекул ДНК в хромосоме удваивается, и 46 хромосом содержат уже 92 молекулы ДНК.

**Стадия деления** начинается после завершения роста клетки и удвоения её ДНК, а завершается образованием двух дочерних клеток. Сначала хромосомы очень плотно сворачиваются и становятся видны в оптический микроскоп.

Без плотной упаковки хромосом распределение копий ДНК между дочерними клетками напоминало бы невозможную попытку разделить две сплетённые в беспорядочный клубок нити таким образом, чтобы ни нити не порвались, ни узлы не образовались. Именно в обеспечении распределения копий ДНК заключается роль плотной упаковки хромосом при делении клетки.

Хромосома на стадии деления имеет две палочкоподобные части, соединённые одним общим участком, — это две соединённые между собой копии материнской молекулы ДНК. Далее хромосома по общему участку расщепляется, и каждая её часть становится

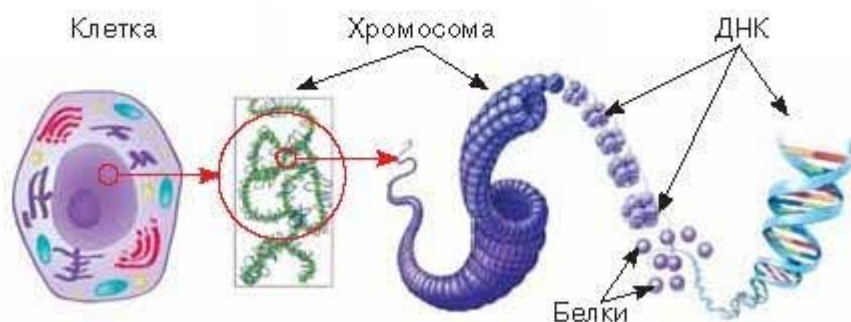


Рис. 17. В ядре молекула ДНК упакована с помощью специальных белков и образует структуру, которая называется хромосомой





Рис. 18. Деление клетки

новой самостоятельной дочерней хромосомой. Дочерние хромосомы расходятся к противоположным полюсам клетки. Таким образом, при делении ядра копии ДНК равномерно распределяются между двумя будущими дочерними клетками (рис. 18).

Далее клеточная мембрана разделяет цитоплазму на две части. На этом деление завершается, и каждая дочерняя клетка начинает свой собственный клеточный цикл.

**Судьба дочерних клеток.** Все клетки «рождаются» только в результате деления материнской клетки. Но далеко не все дочерние клетки завершают делением свой собственный клеточный цикл.

У многоклеточных организмов, особенно у имеющих сложное строение, многие клетки в течение всей своей жизни остаются на стадии роста и работают для обеспечения жизнедеятельности других клеток своего организма. Например, не способны к делению красные кровяные тельца — *эритроциты*, не делится большинство клеток костей, мозга, мышц. Такие клетки являются *специализированными* для выполнения определённых функций. Они уже не могут делиться. Жизнь специализированных клеток завершается не делением, а отмиранием. Новые же клетки в организме образуются благодаря делению особых, не специализированных клеток, которые у человека и животных называются *стволовыми*.

### ВЫВОДЫ

1. Деление клеток обеспечивает непрерывность передачи жизни последующим поколениям.
2. В результате деления дочерние клетки получают в наследство программу роста и развития — молекулы ДНК, входящие в состав хромосом.
3. Вследствие деления цитоплазмы дочерние клетки наследуют органеллы и структуры, необходимые для выполнения программы, записанной в молекуле ДНК.



Клеточный цикл, стадия роста, стадия деления, хромосома.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные процессы происходят в клетке на стадии роста?
2. Какие основные процессы происходят в клетке на стадии деления?
3. Какую роль играют хромосомы при делении клетки?
4. В какой последовательности происходят события на протяжении клеточного цикла: деление цитоплазмы, удвоение ДНК, рост, деление ядра?
5. В чём заключается биологическое значение деления клеток?

### ЗАДАНИЯ

В средствах массовой информации часто используют выражения: «Земля — живая планета», «живой океан», «живое существо», «живая вода», «живое растение». Какие из этих высказываний, с точки зрения биологии, правильные, а какие — нет? Ответ обоснуйте.

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Ответ на вопрос школьника

#### «От чего возникает опасная болезнь — «рак»?»

Отмирающие специализированные клетки замещаются новыми, которые образуются в результате деления неспециализированных клеток, приобретающих далее определённую «профессию». Но если новая клетка не специализируется, то она завершает клеточный цикл делением и передаёт эту способность своим потомкам. Такие клетки начинают неконтролируемо делиться, образуя **опухоли**. Возникает болезнь — **рак**. Отдельная клетка раковой опухоли может отделиться и попасть в другие здоровые части тела. Там она даёт начало новой опухоли — **метастазу**.

Сейчас известно, что для превращения здоровой клетки в раковую, необходимо чтобы при копировании ДНК в некоторых её участках — определённых генах — появились ошибки, то есть чтобы наследственная информация при копировании была определённым образом искажена. Такие ошибки (они называются **мутациями**) происходят случайно и очень редко (например, мутация в одном гене, который вызывает развитие рака, происходит примерно 1 раз на 1 млн — 1 млрд делений).

Однако под влиянием некоторых факторов, которые называются **канцерогенами**, мутации происходят в десятки, сотни и тысячи раз чаще. Соответственно вероятность возникновения неспециализированных клеток вместо специализированных возрастает в десятки, сотни и тысячи раз и, учитывая большое количество клеток, из которых состоит тело человека (примерно 1 000 000 000 000 000 клеток — один квадриллион), из маловероятной становится достаточно вероятной.

Канцерогенами является радиоактивное излучение, продукты горения пластмасс, испарения бензина и подобных ему веществ, табачный дым. Канцерогенные соединения также образуются при поджаривании мяса, масла и сала, при сжигании мусора. Канцерогены могут возникать в организме и при употреблении пищи с высоким содержанием нитратов и нитритов.



## СТРОЕНИЕ СВЕТОВОГО МИКРОСКОПА И РАБОТА С НИМ

**Цель работы:** используя постоянный препарат животных клеток, научиться работать с оптическим (световым) микроскопом при малом и большом увеличении.

**Оборудование, инструменты и реактивы:** микроскоп.

**Материал:** постоянный микропрепарат животных клеток (препарат клеток плоского эпителия).

Препараты, пригодные для изучения в течение десятков лет, изготовленные с использованием прозрачных смол, которые затвердевают, называются *постоянными*. Именно таким является препарат животных клеток, который вы будете использовать в этой работе.

### ХОД РАБОТЫ

1. Рассмотрите световой (оптический) микроскоп. Вспомните и распознайте его основные части.

2. Подготовка микроскопа к работе.

- Установите микроскоп на рабочем столе напротив левого плеча на расстоянии около 2–5 см от края стола зеркалом от себя.

- Проверьте состояние корпуса и зеркала. Если они пыльные или грязные, очистите их мягкой салфеткой. Затем одноразовой мягкой бумажной салфеткой, увлажнённой 70%-ным этиловым спиртом или другой специальной жидкостью для оптики, протрите поверхности линз объективов и окуляра. Далее следует насухо вытереть эти поверхности сухой частью этой же салфетки.

Помните: если оптическая система загрязнённая, настроить микроскоп вы не сможете и качественного изображения не получите.

- Наклоните штатив на 10–20°. Убедитесь, что микроскоп не шатается. Включите объектив малого увеличения (10-кратный).

3. Настройка микроскопа.

- Положите препарат на предметный столик так, чтобы центральная часть покровно-

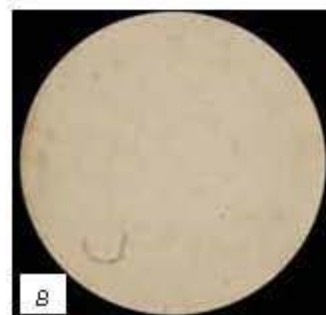


Рис. 19. Настройки освещения:

а — зеркальце наведено на прямые солнечные лучи (неправильно, запрещено!)

б — света не хватает (неправильно);

в — освещение настроено правильно



го стекла расположилась точно под объективом. Прижмите предметное стекло лапками держателей препарата.

- Наблюдая за движением тубуса сбоку, макровинтом медленно опустите его так, чтобы расстояние между объективом и препаратом составляло примерно 5 мм.

- Настройте освещение. Для этого полностью откройте диафрагму. Далее, вращая зеркало в направлении окна или яркой лампы, направьте на препарат поток света. Посмотрите в окуляр и убедитесь, что поле зрения хорошо освещено (*рис. 19*).

**Внимание!** Категорически запрещается использовать прямые солнечные лучи для освещения препарата!

- Наблюдая сквозь окуляр, макровинтом медленно поднимайте объектив до получения изображения клеток (*рис. 20, а*). При этом сначала до двух раз могут появляться и исчезать чёткие изображения различных мельчайших частиц. Первыми будут микрочастицы грязи, налипшие на нижнюю сторону предметного стекла, второй — микроскопическая грязь на верхней стороне предметного стекла и только за ними — животные клетки внутри препарата. Прикрывая диафрагму, отрегулируйте контрастность изображения.

**Внимание!** При наблюдении в окуляр оба глаза наблюдателя должны быть открытыми.

- Переключите микроскоп на большое увеличение. Для этого осторожно поверните revolverную насадку и включите 40-кратный объектив. В момент включения вы услышите лёгкий щелчок пружины фиксатора объектива. Отрегулируйте чёткость изображения макровинтом. С помощью диафрагмы увеличьте яркость освещения препарата. Если все манипуляции выполнены правильно, то картинка будет похожей на приведённую на *рисунке 20, б*.

#### 4. Наблюдение объекта в микроскоп.

При проведении исследований с микроскопом работают индивидуально. Разные люди имеют разную остроту зрения, поэтому каждый исследователь настраивает резкость под свой глаз.

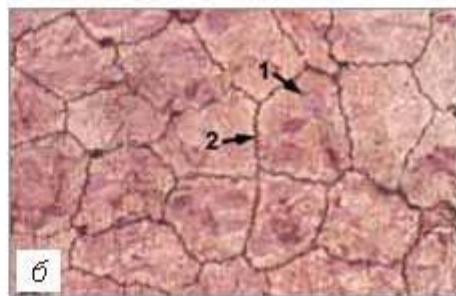
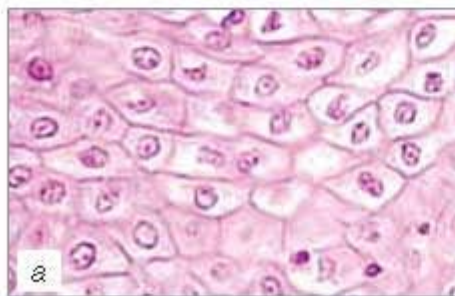


Рис. 20. Животные клетки в постоянном препарате на малом (а) и большом (б) увеличении (видны цитоплазма и ядра — 1, границы клеток — 2)



На большом увеличении просмотрите препарат на всю его глубину, постоянно слегка поворачивая микровинт вперёд-назад примерно на  $1/10$  от полного его оборота.

Вы увидите много клеток неправильной округлой формы, внутри которых заметно достаточно большое тельце. Это ядро, расположенное в цитоплазме. Зарисуйте одну клетку на большом увеличении. Подпишите ядро и цитоплазму.

Рисунок выполняется обязательно в большом масштабе. Для определения правильного масштаба диаметр поля зрения принимают равным высоте ученической тетради (24 см) и, исходя из этого, рассчитывают приблизительный размер рисунка. Например, если длина одной клетки на большом увеличении составляет около трети поля зрения, то на рисунке её длина должна составить примерно 8 см ( $24 \text{ см} : 3$ ). Рисунок выполняют простым хорошо заточенным карандашом средней твёрдости. Изображение раскрашивают только после получения чёткого чёрно-белого эскиза.

#### 5. Завершение работы:

- переведите микроскоп на малое увеличение;
- снимите препарат;
- уберите рабочее место.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких элементов состоит оптическая система микроскопа?
2. Как подготовить оптический микроскоп к работе?
3. Как осуществить настройку оптического микроскопа?
4. Какой объектив включают первым при работе с микроскопом?
5. Каким образом рассчитать масштаб при выполнении рисунка исследуемого объекта?
6. Как правильно закончить работу с микроскопом?

## Практическая работа 2

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИКРОПРЕПАРАТА КОЖИЦЫ ЧЕШУИ ЛУКА И НАБЛЮДЕНИЕ ЗА НИМ С ПОМОЩЬЮ ОПТИЧЕСКОГО МИКРОСКОПА

**Цель работы:** на временных препаратах кожицы лука, изготовленных самостоятельно, обнаружить в клетке цитоплазму, ядро, вакуоль с клеточным соком, клеточную оболочку.

**Оборудование, инструменты и реактивы:** микроскоп, набор инструментов для изготовления временных препаратов — пипетка, ножницы, скальпель или острый нож, пинцет, две препаровальные иглы, стеклянная палочка, предметное и покровное стёкла (рис. 21), ёмкость для воды,

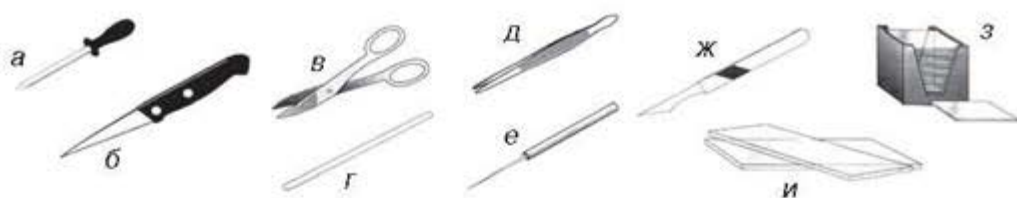


Рис. 21. Набор инструментов для изготовления временных препаратов:  
а — пипетка, б — нож, в — ножницы, г — стеклянная палочка, д — пинцет,  
е — препаровальные иглы, ж — скальпель; з — покровное стекло  
(в коробке и отдельно); и — два предметных стекла

контейнер для мусора, расходные материалы (фильтровальная бумага и бумажные салфетки), раствор йода спиртовой.

**Материал:** луковица огородного лука.

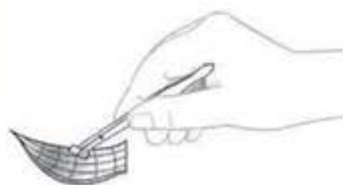
Препараты, при изготовлении которых материал погружается в воду, долго не хранятся. Они называются *временными*. Такие препараты вы должны научиться изготавливать самостоятельно. Чтобы рассмотреть в растительной клетке клеточную оболочку, цитоплазму и ядро предлагаем изготовить временный препарат кожицы чешуи обыкновенного лука.



Разрезать луковицу



Надрезать поверхность чешуи на квадраты со стороной примерно 1 см



Пинцетом снять один квадрат

Рис. 22. Препарирование луковицы

## ХОД РАБОТЫ

1. Подготовьте микроскоп к работе.
2. Сделайте временный неокрашенный препарат верхней кожицы чешуи луковицы:

а) на предметное стекло нанесите пипеткой каплю воды. Снимите с луковицы внешние сухие чешуйки. Ножом или скальпелем разрежьте луковицу крестообразно вдоль. Отделите верхнюю сочную чешую (рис. 22).

**Внимание!** Будьте осторожны! При работе с ножом или скальпелем выполняйте только указанную процедуру. В случае получения травмы сразу обратитесь к учителю и воспользуйтесь аптечкой первой помощи;

б) ножом или скальпелем надрежьте вогнутую поверхность снятой чешуи так, чтобы образовались квадраты со стороной примерно 1 см. Пинцетом снимите с поверхности квадрата кожи-



цу (она тонкая и почти прозрачная), положите её на предметное стекло в каплю воды и осторожно расправьте препаровальными иглами;

в) покровное стекло поставьте с наклоном у края капли и осторожно опустите его на объект (рис. 23). Между предметным и покровным стёклами не должно быть пузырьков воздуха. Если воды мало и она не заполняет пространство между предметным и покровным стеклом, осторожно добавьте под покровное стекло воду, прикоснувшись смоченной в воде стеклянной палочкой к краю предметного стекла на границе его с покровным. Если воды много и она слишком выступает за края стекла — оттяните избыток воды полоской фильтровальной бумаги.

3. Положите препарат на предметный столик и прижмите его лапками держателей. Настройте микроскоп на малом увеличении и получите изображение клеток.

В неокрашенных препаратах отчётливо заметны клетки, плотно прижатые друг к другу. У многих клеток хорошо различается только клеточная оболочка. У некоторых клеток в центре виден кристалл (его ошибочно можно принять за ядро). Ядра частично или полностью невидны (рис. 24, а).

4. Включите объектив большого увеличения. Отрегулируйте резкость изображения микровинтом, а яркость и контрастность — диафрагмой. Рассмотрите клетки.



Рис. 23. Изготовление препарата и удаление лишней воды

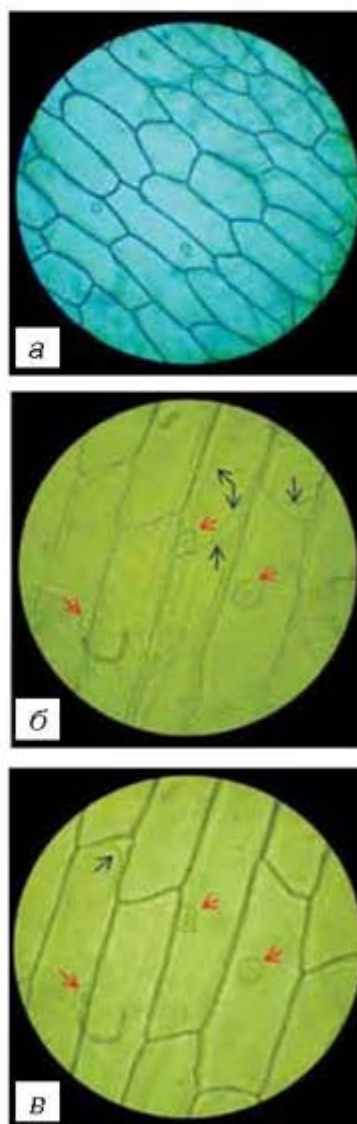


Рис. 24. Клетки кожицы лука в неокрашенном препарате на малом (а) и большом (б, в) увеличении.

На большом увеличении в клетках наблюдаются плохо различимые ядра (красные стрелки) и тяжёлые цитоплазмы (синие стрелки), проходящие сквозь вакуоль

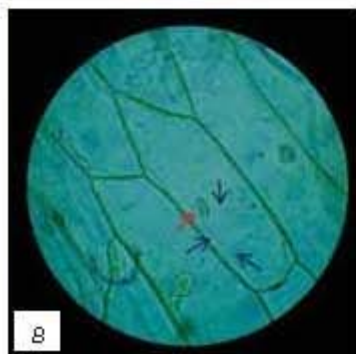
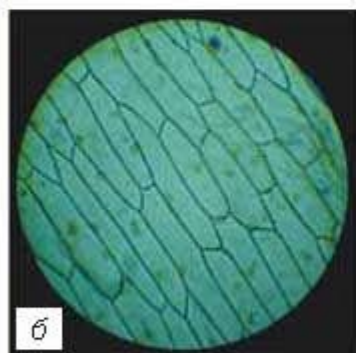
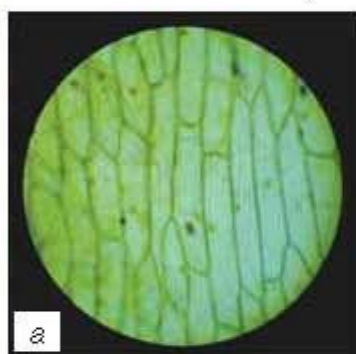


При лёгком вращении микровинта в каждой клетке (но в разных плоскостях препарата) видны большие, почти прозрачные ядра (*рис. 24, б, в*). По углам большинства клеток можно увидеть плохо различимую грань между цитоплазмой и вакуолью, а вокруг ядра — тонкие тяжи цитоплазмы, пронизывающие вакуоль (*рис. 24, в*).

Обратите внимание: когда в клетке ядро лежит в центре и наблюдается чётко, то клеточная оболочка видна нечётко; при попытке навести микровинтом резкость на клеточную оболочку — расплывается изображение ядра. Одновременно ядро и клеточная оболочка хорошо видны лишь тогда, когда ядро находится сбоку, но тогда его форма не округлая.

#### 5. Проведите окраску препарата раствором йода:

- включите объектив малого увеличения, снимите препарат с предметного столика и разместите его на столе, на листе белой бумаги;



- стеклянной палочкой возьмите капельку йода. Осторожно нанесите её на предметное стекло на границе с покровным. Для того чтобы йод попал под покровное стекло, к противоположной стороне покровного стекла приложите полоску фильтровальной бумаги. Когда большая часть капли йода попадёт под стекло, разбавьте её остатки одной-двумя каплями воды и оттяните их полоской фильтровальной бумаги.

В правильно окрашенном препарате часть кожицы лука с одной стороны будет желтоватой (там, куда попал йод), с другой — останется бесцветной.

6. Положите препарат на предметный столик и рассмотрите его на малом увеличении. Перемещайте препарат от окрашенного края к неокрашенному. Найдите клетки с разной степенью окраски. Сравните полученное изображение с приведённым на фотографиях (*рис. 25, а, б*).

Рис. 25. Клетки кожицы лука в препарате, окрашенном раствором йода: а — на малом увеличении на границе между окрашенной (слева) и неокрашенной (справа) частями; б — на малом увеличении в окрашенной части препарата; в — на большом увеличении. В клетке хорошо заметно ядро (красная стрелка) и тонкие тяжи цитоплазмы (синие стрелки), проходящие через вакуоль



7. Переведите микроскоп на большое увеличение, рассмотрите ядро, цитоплазматические тяжи и клеточные оболочки окрашенной клетки (рис. 25, в).

8. Зарисуйте окрашенную раствором йода клетку, подпишите клеточную оболочку, ядро, цитоплазматические тяжи, вакуоль.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая структура в препарате кожицы чешуи лука видна лучше всего?
2. Во всех ли клетках в неокрашенных препаратах различается ядро?
3. Во всех ли клетках имеется ядро?
4. Почему ядро в одних клетках наблюдается в центре, а в других — сбоку, у клеточной оболочки?
5. Почему при работе с объективом большого увеличения микровинт постоянно нужно немного поворачивать вперёд-назад?

### ПОДВЕДЁМ ИТОГИ

1. Мы выяснили четыре основных положения современной клеточной теории:

- **клетка является наименьшей единицей жизни.** Клетку нельзя разделить на более мелкие живые единицы, хотя она состоит из многих тесно связанных между собой частей;
- свойства, **отличающие живое от неживого**, — способность к росту и размножению — проявляются на уровне клетки;
- все живые **организмы состоят из одной или множества клеток**;
- любые клетки **образуются только из существующих клеток**.

2. Мы запомнили, что все **живые** клетки обязательно отделены от внешней среды **клеточной мембраной**, имеют **цитоплазму** с **органеллами** и содержат молекулы **ДНК**, управляющие работой клетки и обеспечивающие передачу наследственной информации последующим поколениям (рис. 26).

**Животной клетке  
свойственны:**



Рис. 26

3. Мы поняли, что работа клетки направлена на **обеспечение непрерывности жизни**. Она состоит в подготовке к делению и последующем делении — размножении, осуществляемых на протяжении клеточного цикла (*рис. 27*).

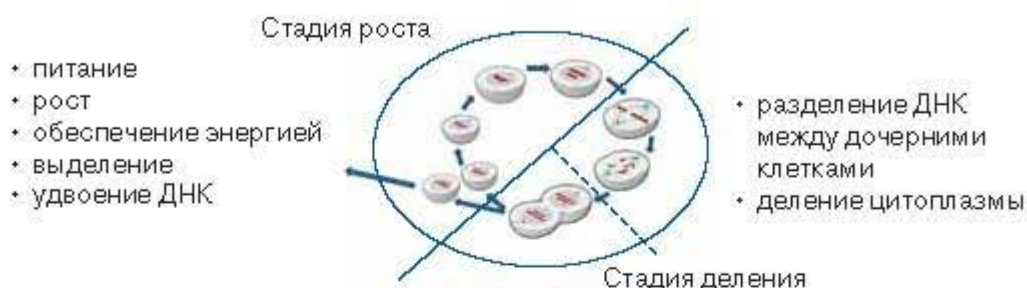


Рис. 27

4. Мы выяснили, что на стадии роста клетки: а) поглощают вещества — **питаются**; б) синтезируют из простых веществ сложные органические вещества, за счёт которых увеличиваются в размере — **растут**; в) обеспечивают себя **энергией** в процессе дыхания, при этом клетки большинства организмов потребляют кислород; г) избавляются от вредных продуктов жизнедеятельности — осуществляют процесс **выделения**; д) копируют носителя наследственной информации — **удваивают количество молекул ДНК**.

5. Мы увидели, что **клетки**, несмотря на принципиальное сходство, **могут существенно отличаться** (например, клетки растений и клетки животных) (*рис. 28*).

**Клетки бывают разные**



Рис. 28

### Знаю — умею

- Я знаю строение оптического микроскопа и умею его настраивать.
- Я знаю, что такое временный препарат, и умею его готовить.
- Я знаю, из каких наименьших живых единиц состоит организм, и могу объяснить, почему эти единицы живые.
- Я знаю, из каких частей состоит клетка, и умею эти части различать.
- Я знаю, какие функции выполняют различные органеллы, и могу объяснить роль этих органелл в жизни клетки.
- Я знаю, чем отличается растительная клетка от животной, и умею эти типы клеток распознавать.





## Тема 2.

# ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ. ПЕРЕХОД К МНОГОКЛЕТОЧНОСТИ

Изучая эту тему, вы узнаете:

- ✓ о мирах микроскопических организмов;
- ✓ о строении и жизни бактерий, одноклеточных животноподобных организмов и водорослей;
- ✓ о пользе и вреде тех, кого без увеличительных приборов мы не видим





## § 11. БАКТЕРИИ — МЕЛЬЧАЙШИЕ ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ



*Вы узнаете: что такое бактерии, в чём особенности их строения, как они размножаются; а также узнаете, сколько бактерий нас окружает.*



*Что такое бактерия? Какой вид имеют бактерии? Каковы их особенности? Какого размера самая большая и самая маленькая бактерия? Из чего они состоят и как размножаются?*

В окружающем нас мире мы встречаем множество различных живых организмов — растения, животные, грибы. Однако, хотя в это трудно поверить, нас окружает более разнообразный мир живых существ, которых мы вообще не видим. Эти организмы присутствуют в каждом комочке почвы, в каждой капле воды, попадают в наше тело при каждом вдохе. Они живут на нашей коже, и даже в нашем теле.

Они найдены на суше и в океанах, в горячих источниках и в ледяных пустынях, в нефтяных месторождениях и в сверхсолёных озёрах. Причём в огромных количествах. Эти организмы — **бактерии**.

Впервые бактерий увидел Антони ван Левенгук при наблюдении в оптический микроскоп обыкновенной воды и зубного налёта. Но «отцом» науки о бактериях — *микробиологии* — считают французского учёного Луи Пастера (1822–1895 гг.), разработавшего методы исследования бактерий и выяснившего, что эти организмы являются причиной ряда заболеваний (сибирской язвы, холеры и др.) и некоторых явлений (в частности, брожения). Он также разработал первые методы борьбы с бактериями.

Бактерии очень малы. Так, размер бактериальной клетки обычно составляет от 0,5 до 2 мкм. Это в 10–100 раз меньше средних размеров клеток растений или животных.

Миниатюрность даёт бактериям немало преимуществ: способность быстро поглощать вещества всей поверхностью клетки, быстро делиться, быстро распространяться (например, животными или даже ветром), легко проникать в тела больших организмов. Однако, мелкие клетки имеют также и недостатки — они, например, легко становятся добычей существ больших размеров.

Клетки бактерий по форме могут быть шаровидными (они называются *кокки*), палочковидными (*бациллы*), изогнутыми (*вибрионы*) или спиралевидными (*спиреллы*). Клетки бактерий бывают одиночными или соединёнными в пары, четвёрки или в более многочисленные группы (рис. 29).



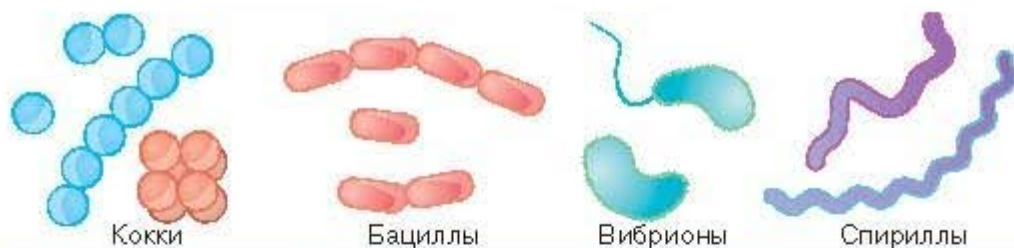


Рис. 29. Основные формы клеток бактерий

Бактериальная клетка покрыта клеточной мембраной, содержит цитоплазму с органеллами и носителя наследственной информации — молекулу ДНК. Бактерии не имеют ядра — их ДНК располагается непосредственно в цитоплазме (рис. 30).

Из-за отсутствия ядра клетки бактерий называются *прокариотическими* (от греческого «про» — до, перед и «карион» — ядро).

У большинства бактерий, подобно клеткам растений, над клеточной мембраной находится крепкая клеточная оболочка; но у некоторых её нет. Из органелл в бактериальной клетке имеются только рибосомы. А митохондрии, хлоропласты, лизосомы, вакуоли с клеточным соком вообще отсутствуют. Некоторые бактерии приспособлены к активному движению при помощи *жгутиков* или путём червеобразного изгибания клетки. Таким образом, бактерии имеют очень простое строение.

Несмотря на простое строение, клетки бактерий *питаются* — поглощают из внешней среды вещества, превращают их в те органические вещества, за счёт которых *растут*; *выделяют* вредные продукты жизнедеятельности во внешнюю среду, вырабатывают необходимую химическую энергию, удваивают ДНК и *размножаются*.

Размножение бактерий происходит путём деления клетки надвое. Промежуток времени между делениями может быть очень коротким. Например, бактерия *кишечная палочка* при благоприятных условиях способна делиться каждые 20 мин. При таких темпах размножения масса потомков только одной материнской клетки могла бы превысить массу всей

**Жгутики** — это органеллы, обеспечивающие движение одноклеточных организмов.

**Прокариоты, или доядерные организмы,** — это организмы, клетки которых не имеют ядра.

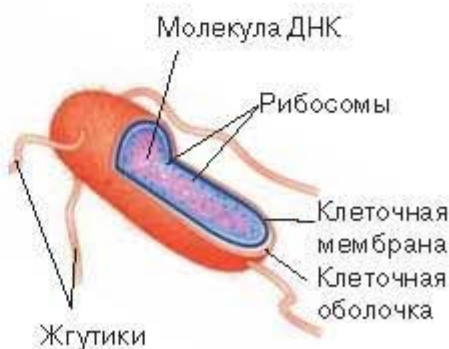


Рис. 30. Строение клетки бактерии



нашей планеты через двое суток. Этого не случается потому, что благоприятные условия возникают только тогда, когда одновременно совпадает несколько факторов: присутствует влага и питательные вещества, есть доступ к источникам энергии, благоприятная температура, отсутствуют организмы, которые питаются этими бактериями или как-то иначе мешают их развитию.

При неблагоприятных условиях бактерии способны переходить в состояние **анабиоза** — временного прекращения жизнедеятельности организма. Чтобы пережить неблагоприятные условия некоторые бактерии способны образовывать особые «спящие» клетки.

Количество бактерий вокруг нас огромно, хотя и колеблется в широких пределах. В *таблице 2* приведены приблизительные оценки количества бактерий вокруг нас.

Таблица 2

Среда	Примерное количество клеток бактерий
Плодородные почвы	3–6 млн в 1 г
Бедные почвы	0,5–1 млн в 1 г
Фасованная вода	до 20 в 1 мл
Питьевая водопроводная вода	до 50 в 1 мл
Чистая природная вода	до 100 в 1 мл
Грязная вода*	100 тыс. в 1 мл
Воздух над морем	10–1000 в 1 м <sup>3</sup>
Воздух в проветренном помещении	3–5 тыс. в 1 м <sup>3</sup>
Воздух в непроветренном помещении*	300 тыс.–1 млн в 1 м <sup>3</sup>
Вымытый пол	500 на 1 см <sup>2</sup>
Поверхность парты или стола	20–3000 на 1 см <sup>2</sup>
Бумага из только что распакованной пачки	до 10 на 1 см <sup>2</sup>

\* В зависимости от степени и характера загрязнения, может колебаться более чем в 100 раз.

### ВЫВОДЫ

1. Бактерии являются самыми мелкими живыми, преимущественно одноклеточными, организмами.
2. Бактерии относятся к прокариотам — их клетки не имеют ядра и многих органелл.
3. Бактерии могут быстро расти и размножаться.
4. Бактерии распространены практически всюду.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Бактерии, жгутики, прокариоты, анабиоз.



## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем клетки бактерий принципиально отличаются от клеток растений и животных?
2. Почему бактериальная клетка называется прокариотической?
3. Какие процессы, свойственные бактериальной клетке, свидетельствуют о том, что бактерии являются живыми организмами?

## ЗАДАНИЯ

От школьников поступил ряд вопросов:

1. «Какая максимальная продолжительность жизни бактерии?»
2. «Почему бактерии невидимы?»
3. «Есть ли такое место, где не было бы бактерий?»
4. «Присутствуют ли бактерии в воде?»
5. «Умирает ли бактерия, когда мы её заливаем водой?»
6. «Сколько мы вдыхаем бактерий при одном вдохе?»

Попробуйте самостоятельно на них ответить. Проверьте, насколько ваши ответы совпадают с вариантами, приведёнными ниже.

### Ответы на вопросы школьников

1. Клетка бактерии живёт от деления к делению: при благоприятных условиях — только несколько десятков минут. Однако в состоянии анабиоза бактерии могут находиться неограниченное количество времени.
2. Из-за своих микроскопических размеров.
3. Такого места нет. Бактерии отсутствуют разве что в некоторых лабораториях, где с помощью специальных средств обеспечивается режим стерильности.
4. Да. И количество зависит от чистоты воды (табл. 2).
5. Нет, не умирает, обычно — наоборот, ведь именно недостаток влаги чаще всего замедляет рост бактерий.
6. При расчёте нужно принять во внимание: во-первых, количество бактерий в единице воздуха зависит от того, насколько чистым он является; во-вторых, объём воздуха, который вдыхает человек за один раз, в среднем составляет примерно 0,5 л. Результаты расчёта: приблизительно от 1–2 клеток — в хорошо проветренном помещении, до 150–500 клеток — в помещении со спёртым и затхлым воздухом.

## ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

### Бактерии самые маленькие и самые большие

Самый малый теоретически возможный диаметр клетки, при котором она ещё способна размножаться — 0,15–0,2 мкм. При меньших размерах в клетке просто не хватит места для размещения рибосом, ДНК и минимального набора необходимых белков.

Размер бактерии *микоплазмы грибовидной*, вызывающей воспаление лёгких у крупного рогатого скота и коз, приближается к минимальной теоретически возможной границе: её клетки имеют диаметр около 0,25 мкм.

Самыми большими среди известных бактерий являются *эпулопсций Фишельсона* и *намибийская серная жемчужница*. Первая живёт в пищеварительном тракте тропической рыбы-хирурга и имеет клетки до 0,5 мм длиной. Вторая найдена в океанических донных отложениях у берегов Намибии: её клетки достигают диаметра до 1 мм и видны без увеличительных приборов.





*Вы узнаете, какие бактерии являются опасными и какие правила помогут избежать бактериальных заболеваний.*



*Могут ли бактерии убить человека? Все ли бактерии опасны? Какая самая опасная? Сколько бактерий находится в организме здорового человека? Почему одни бактерии являются вредными, а другие — полезными? Какие органы человека уничтожают бактерии?*

У многих людей слово «бактерия» часто связано, в первую очередь, с болезнями. Тем не менее количество болезнетворных для человека видов, по сравнению с общим количеством известных видов бактерий, совсем невелико.

Учёными описано около 30 тыс. видов бактерий. Из них только менее 100 видов являются признанными возбудителями опасных заболеваний человека. Такие бактерии проникают в организм, поселяются в нём, размножаются в большом количестве и при этом выделяют ядовитые для человека вещества — **токсины**. Как следствие, возникают заболевания. По степени опасности для здоровья человека выделяют четыре группы бактерий — *особо опасные, опасные, условно опасные и безопасные*.

**Эпидемия** (от греческого «эпи» — среди, и «демос» — народ) — быстрое распространение на значительной территории определённого заболевания, преимущественно, — инфекционного. Эпидемии, охватывающие территории многих стран или целых континентов, называются **пандемиями**.

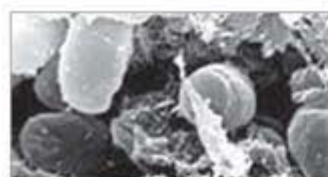
*особо опасные, опасные, условно опасные и безопасные.*

К **особо опасным** принадлежат бактерии, вызывающие **чуму, сыпной тиф, холеру, сибирскую язву, орнитоз** (рис. 31). Эти бактерии способны быстро поражать организмы значительного количества людей — вызывать *эпидемии*, они «умеют» преодолевать защитные системы организма, а их токсины

**Это интересно**

За историю человечества больше всего людей погибло не в войнах. За первое место в рейтинге самых страшных убийц соревнование ведётся между особо опасными бактериями, голодом и болезнетворными вирусами. На счету одного только возбудителя чумы — бактерии чумной палочки — до 300 млн погибших, возбудителя холеры — холерного вибриона — свыше 40 млн, возбудителя сыпного тифа — свыше 22 млн. Для сравнения: по разным оценкам в 15 тысячах войн, в которых человечество участвовало на протяжении всей своей истории, погибло от 80 до 100 млн человек.





Чумная палочка



Риккетсия тифозная



Холерный вибрион



Бацилла сибирской язвы



Хламидия попугаев

Рис. 31. Возбудители самых опасных бактериальных заболеваний человека: чумы, сыпного тифа, холеры, сибирской язвы, орнитоза

являются более ядовитыми, чем у других бактерий, и поэтому они более опасны.

Некоторые бактерии выделяют опасные токсины, развиваясь не в теле человека, а в продуктах питания при нарушении правил их хранения. Среди них самой опасной является бактерия, вызывающая заболевание **ботулизм**. При отсутствии кислорода эта бактерия способна развиваться в консервах (чаще всего мясных, грибных и рыбных), выделяя за пределы клеток один из самых сильных ядов, известных человеку, — **ботулотоксин**. Его смертельная доза для взрослого человека составляет меньше 0,1 мг. Поэтому нужно быть особо внимательными при употреблении консервов: необходимо помнить, что консервы из банок со вздутыми крышками в пищу употреблять нельзя.

Опасных для человека бактерий в несколько десятков раз больше, чем особо опасных. Опасные бактерии периодически попадают в организм человека, тем не менее если их количество невелико, а человек здоров, то болезнь не развивается.

Но когда в организм попадает большое количество клеток опасных бактерий, которым организм не может противодействовать, —



**ОСТОРОЖНО  
БОТУЛИЗМ!**



заболевание развивается. При определённых условиях опасные бактерии способны вызывать эпидемии с высоким уровнем смертности. К наиболее известным опасным бактериям относятся, в частности, возбудители туберкулёза (*туберкулёзная палочка*), дифтерии (*дифтерийная палочка*), язвы желудка и двенадцатиперстной кишки (*хеликобактер*), брюшного тифа и сальмонеллёза (*сальмонеллы*), проказы (*микобактерия проказы*).

**Условно опасные** бактерии составляют ещё более многочисленную группу. Большинство таких бактерий являются обычными обитателями тела человека, и вредного влияния на организм не оказывают. Наоборот, некоторые условно опасные бактерии помогают человеку переваривать пищу и способны угнетать развитие опасных микроорганизмов. Многие условно опасные бактерии живут не только в теле хозяина, но и во внешней среде. К ним относится, например, *кишечная палочка*.

Но если какой-либо вид таких бактерий начинает массово размножаться, он способен вызывать разнообразные воспаления, расстройство желудка, головную боль, слабость и др. Условно опасные бактерии превращаются в возбудителей болезней вследствие:

- внезапного поступления в организм большого количества этих бактерий из внешней среды (*причиной являются нарушение правил личной гигиены, употребление испорченных продуктов, грязной воды*);
- ослабления организма (*причина: несбалансированное питание, недостаток витаминов, чистого воздуха, отсутствие физических нагрузок, малоподвижный образ жизни, недосыпание, нервное истощение*);
- временного уменьшения количества микроорганизмов, угнетающих развитие условно опасных бактерий.

Количество микроорганизмов, сдерживающих развитие условно опасных бактерий, чаще всего резко уменьшается тогда, когда человек при лечении принимает антибиотики.

Экономически вредными являются бактерии, портящие пищевые продукты, приводящие к гниению изделий из древесины и тканей, вызывающие биологическое разрушение промышленных материалов и изделий, а также являющиеся возбудителями болезней сельскохозяйственных растений и животных.

## ВЫВОДЫ

1. Человек живёт в окружении бактерий — как вредных, так и полезных.
2. Соблюдение правил гигиены даёт возможность значительно снизить риск бактериальных инфекций.





3. Соблюдение здорового образа жизни, правил питания помогает организму держать под контролем условно опасные бактерии и частично противодействовать возбудителям опасных бактериальных заболеваний.
4. Защитой от особо опасных бактериальных заболеваний являются только личная гигиена и профилактика заболеваний. С возбудителями этих болезней, а также большинства опасных бактериальных заболеваний организм самостоятельно справиться не может: необходима помощь врача.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Токсины, эпидемии, пандемия.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Дайте ответы на вопросы школьников, приведённые в начале параграфа.

### ЗАДАНИЯ

1. Ниже приведены правила, соблюдение которых поможет защититься от особо опасных возбудителей бактериальных заболеваний. Эти правила сформулированы, исходя из биологических особенностей распространения соответствующих бактерий. Попробуйте самостоятельно дополнить эти правила положениями *личной гигиены, здорового образа жизни и питания* таким образом, чтобы создать перечень Правил защиты от всех трёх групп возбудителей бактериальных заболеваний.

#### **Некоторые правила профилактики особо опасных бактериальных заболеваний**

1. Не пытайтесь брать в руки диких животных (в первую очередь — мышей, крыс, сусликов, сурков), особенно — если они позволяют себя поймать. Вялое животное скорее всего больное и может быть переносчиком разнообразных инфекционных заболеваний, включая **чуму**.
  2. Избегайте контакта с городскими дикими птицами (в первую очередь — с голубями), особенно вялыми и слабыми. Птицы являются переносчиками **орнитоза**.
  3. Следите за одеждой и волосами. Блохи являются переносчиками **чумы**, а вши — **сыпного тифа**.
  4. Не пейте сырую воду из открытых водоёмов, не купайтесь в озёрах и прудах, вода которых непрозрачная или имеет даже лёгкий неприятный запах. Грязная вода является одним из основных путей распространения **холерного вибриона**.
  5. Прежде чем открыть консервы, убедитесь, что их срок годности не закончился, а банка не вздулась. Это поможет снизить риск заболевания **ботулизмом**.
  6. Добавьте правила гигиены: ...
  7. Добавьте правила питания: ...
2. Используя материалы предыдущего задания, ответьте на вопрос: «Возбудители каких опасных бактериальных заболеваний человека распространяются через объекты, изображённые на рисунках (стр. 56)?».





а



б



в



г



д



е



ж



з

### § 13. ПОЛЕЗНЫЕ БАКТЕРИИ



Этот параграф посвящён бактериям, которые защищают наш организм и используются в хозяйственной деятельности человека.



Если уничтожить все бактерии в организме, будет ли тогда человек жить дольше? Существуют ли «хорошие» бактерии, помогающие уничтожать «плохие»? Йогурты, сметана, кефир состоят из бактерий? Зачем производят продукты питания, которые заносят в организм «плохие» бактерии? Каких бактерий больше в мире: полезных или вредных?

В теле здорового человека живёт от 300 до 1000 видов бактерий, общая масса которых составляет около 1 кг, а численность клеток — около 10 квадриллионов. Это в десять раз больше, чем количество клеток, из которых состоит тело взрослого человека. По численности преобладают именно полезные бактерии — их доля составляет 70–80%. Остаток приходится на условно опасные бактерии.

Полезные бактерии улучшают пищеварение, обеспечивают организм некоторыми необходимыми веществами, угнетают развитие условно опасных бактерий, «учат» организм человека бороться с болезнетворными микроорганизмами.

Самыми известными полезными бактериями являются *бифидобактерии* и *молочнокислые бактерии* (рис. 32). Их больше



а



б

Рис. 32. Полезные бактерии:  
а — бифидобактерия;  
б — молочнокислая бактерия (лактобактерия кислотолюбивая)



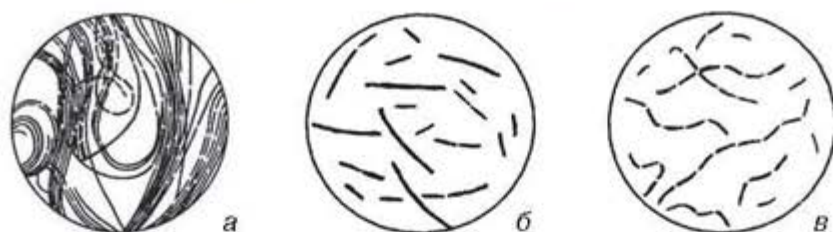


Рис. 33. Молочнокислые бактерии под оптическим микроскопом:  
а — болгарская палочка; б — лактобацилла кислотолюбивая; в — сырная палочка

всего в молочнокислых продуктах — кефире, йогурте, ряженке, простокваше. **Молочнокислые бактерии** (рис. 33) могут самостоятельно развиваться в молоке, вызывая его скисание — молочнокислое брожение. **Бифидобактерии** сами не сбраживают молоко, в кисломолочные продукты их вносят специально для заселения в кишечник человека. Другой источник поступления полезных бактерий — это разнообразные солёные, квашенные и моченые овощи и фрукты.

Бактерии полезны не только для здоровья, но и используются в практической деятельности человека (рис. 34). При помощи полезных бактерий изготавливают молочнокислые продукты и соленья, некоторые лекарства, кормовые добавки для домашних животных, препараты, повышающие и восстанавливающие плодородие почв. Бактерии используются при обработке сырья в текстильной промышленности. Доисторические бактерии сыграли ведущую роль в образовании полезных ископаемых — самородной серы, «болотной» железной руды, нефти и газа. Особое значение бактерии имеют для переработки и использования разнообразных отходов: с их помощью осуществляется очистка сточных вод, а неразтворимые органические остатки перерабатываются в биогаз.



Рис. 34. Бактерии в промышленности. Йогурт и кефир, квашенные огурцы — продукты жизнедеятельности молочнокислых бактерий; уксус «вырабатывают» уксуснокислые бактерии; самородная сера и болотная руда часто являются результатами деятельности доисторических бактерий; природный газ и биогаз — продукты бактериального брожения; живое азотное удобрение — это клубеньковые бактерии



1. Бактерии для человека, как правило, очень полезны, но при определённых условиях могут быть чрезвычайно опасными.
2. Полезных бактерий намного больше, чем вредных.
3. Особенно полезными для здоровья человека являются бактерии, препятствующие развитию болезнетворных.
4. Бактерии широко используются в практической деятельности человека.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Молочнокислые бактерии, бифидобактерии.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Дайте ответы на вопросы школьников, приведённые в начале параграфа.

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Пробиотики

Полезные бактерии, защищающие организм от вредных бактерий и добавляемые в продукты питания для лечения или профилактики заболеваний, называются *пробиотиками*. На полезные свойства молочнокислых бактерий, их способность противодействовать вредным бактериям и даже — старению организма, первым обратил внимание наш выдающийся соотечественник — профессор Илья Ильич Мечников. Это произошло в 1907 г. — более чем за три четверти столетия до того, как появился термин «пробиотик».



**Илья Ильич Мечников** (1845–1916 гг.). Выдающийся зоолог, эмбриолог, иммунолог и микробиолог. Лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине (1908 г.). Один из основателей микробиологии и иммунологии. Автор теории иммунитета, теории происхождения многоклеточности у животных. Родился в Харьковской губернии. Закончил Харьковский университет. Работал в Одесском университете и Институте Пастера в Париже. Основатель Одесской бактериологической станции.

## § 14. РАЗНООБРАЗИЕ И ЗНАЧЕНИЕ БАКТЕРИЙ В ПРИРОДЕ



Вы углубите свои знания о бактериях, узнаете, как они питаются, дышат и какую роль играют в природе.



Как именно бактерии питаются, дышат? Почему бактерии существуют всюду? Что такое сине-зелёные водоросли? Где их можно увидеть? Образуются ли бактерии на растениях? Всё ли в мире пошло от бактерий? Когда возникли бактерии?

Бактерии в природе выполняют много разных функций. Важнейшая среди них — очищение планеты от остатков других орга-





низмов и отходов, выделяемых живыми существами в процессе своей жизнедеятельности. Кроме того, немало бактерий, подобно растениям, сами создают органические вещества из неорганических — воды и углекислого газа. В некоторых уголках нашей планеты — в глубоких пещерах, на больших глубинах Мирового океана, в горячих источниках и сверхсолёных водоёмах — органические вещества, образованные такими бактериями, обеспечивают существование других организмов — животных и грибов.

Таким образом, по способу питания бактерии делятся на *гетеротрофы* и *автотрофы* (рис. 35).



Большинство бактерий, подобно животным, питается органическими веществами, т.е. является *гетеротрофами*. Гетеротрофные бактерии составляют передовой отряд большой армии маленьких уборщиков нашей планеты. Потребляя органические вещества, бактерии частично перерабатывают их в вещества собственных клеток, а частично расщепляют на неорганические вещества, получая при этом энергию. Некоторые бактерии расщепляют органические вещества в процессе *дыхания*, используя при этом кислород. Но многим бактериям для получения энергии кислород не нужен: они расщепляют органические вещества без его участия, в частности, в процессе *брожения*.

Бактерий, которым для получения энергии необходим кислород, очень много в почвах и в поверхностных слоях воды, особенно —



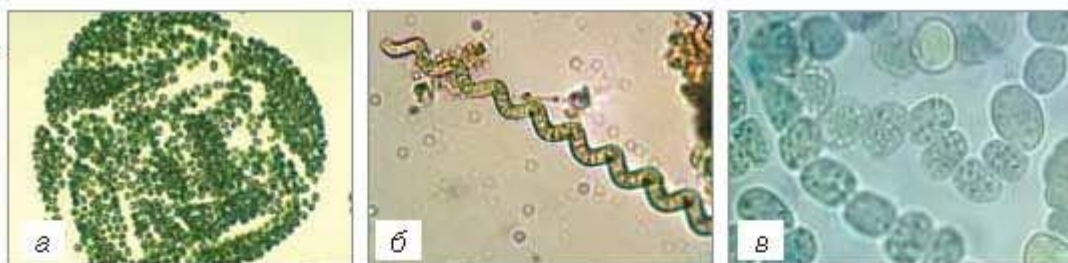


Рис. 36. Одноклеточные (а) и многоклеточные (б, в) цианопрокариоты: а — микроскопическая колония возбудителя «цветения» воды *микроцистиса*; б — *артроспира* (*спирулина*), являющаяся объектом промышленного выращивания; в — съедобная цианопрокариота *носток*

загрязнённой. Бактерии, обходящиеся без кислорода, в большом количестве населяют донные отложения водоёмов, особенно стоячих, также их много в пищеварительных системах различных животных. Примером полезных для человека бактерий, живущих без кислорода, являются *бифидобактерии*, а опасных — *возбудитель ботулизма*. Кислород угнетает также развитие большинства других болезнетворных бактерий.

Значительное количество бактерий являются **автотрoфaми**: они синтезируют органические вещества из неорганических — углекислого газа и воды. Некоторые из таких бактерий, подобно растениям, используя энергию солнечного света, осуществляют фотосинтез, но при этом не выделяют кислород (*зелёные и пурпурные бактерии*).

Ярким примером автотрофных бактерий, выделяющих в процессе фотосинтеза кислород, являются микроскопические организмы, называемые по-разному: *цианобактерии*, *сине-зелёные водоросли* или **цианопрокариоты**. Цианопрокариоты могут быть как одноклеточными, так и многоклеточными (рис. 36).

Под электронным микроскопом клетки цианопрокариот похожи на бактерии. Однако имеется и существенное отличие: в клетках цианопрокариот находятся уплотнённые мембранные мешочки, в которые встроены молекулы хлорофилла (рис. 37). Они делают всю клетку цианопрокариот похожей на отдельную органеллу растительной клетки — хлоропласт.

Цианопрокариот можно найти всюду, где имеется достаточное для фотосинтеза количество света. Тем не менее особо разнообразны и многочисленны они в морях, пресных и сверхсолёных водоёмах, горячих источниках, а также в почвах знойных и холодных пустынь.

Благодаря фотосинтезу, который осуществляли цианопрокариоты задолго до появления растений, на Земле образовалась кислородная атмосфера. В настоящее время планетарная роль цианопрокариот заключается в обогащении почвы доступным



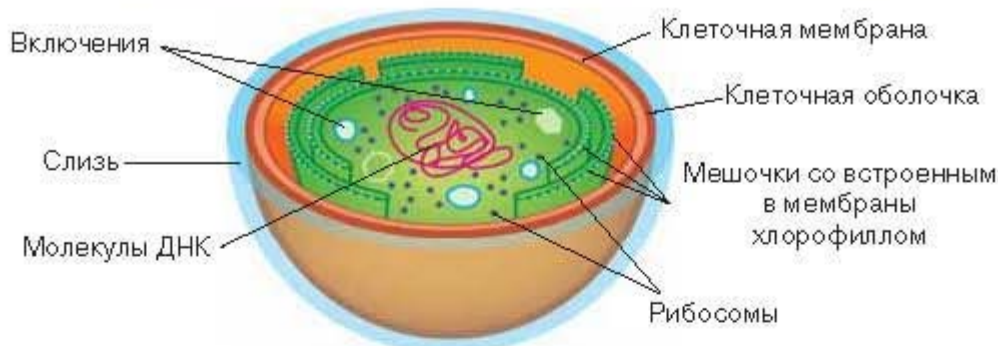


Рис. 37. Строение клетки цианопрокариот

для растений азотом, который сине-зелёные водоросли могут усваивать непосредственно из атмосферы.

Некоторые бактерии способны получать энергию недоступным для растений или животных способом. Для синтеза молекул АТФ они используют богатые энергией неорганические вещества — сероводород, водород, аммиак, даже некоторые соединения железа.

Удивительным примером таких организмов являются бактерии, живущие на дне Мирового океана при температуре  $+300^{\circ}\text{C}$  и давлении до 300 атмосфер возле подводных гейзеров — так называемых «чёрных курильщиков». Перегретая вода, обогащённая углекислым газом и сероводородом, для бактерий «чёрных курильщиков» являются источником пищи и энергии, а органические вещества клеток самих бактерий — едой и источником энергии для уникальных глубоководных червей, моллюсков и рыб. Бактерии, обитающие на дне Мирового океана возле «чёрных курильщиков» представляют немногочисленную, но очень своеобразную группу древнейших прокариот нашей планеты, получившей название *Архебактерий*, или *Архэй*.

Бактерии по-разному взаимодействуют с другими организмами. Большая часть бактерий ведёт свободный способ существования. Немало бактерий являются **паразитами** — они селятся в теле животных, растений или грибов, и, питаясь органическими веществами хозяина, приводят к его заболеванию или даже гибели.

Однако со многими организмами бактерии способны вступать во взаимовыгодный **симбиоз**, при котором как бактерия, так и хозяин, в чьём теле она поселилась, получают взаимную пользу (рис. 38). Кроме

**Паразитизм** — взаимоотношения двух организмов, выгодные для одного (паразита), но вредные для другого (хозяина).

**Симбиоз** — сосуществование двух разных организмов. Организмы, находящиеся в таких отношениях, называются **симбионтами**.





Рис. 38. Некоторые примеры взаимовыгодных симбиозов бактерий с другими организмами

симбиоза, который удобен для обоих организмов, существуют отношения, полезные одному, но нейтральные для другого симбионта. Ещё один вид симбиоза — это отношения, которые вредны для одного, но нейтральны для другого.

Примерами взаимовыгодного симбиоза являются взаимоотношения *молочнокислых бактерий* с человеком: человеческий организм предоставляет бактериям дом и пищу, а бактерии помогают человеку в пищеварении и борьбе с болезнетворными микроорганизмами.

Пример взаимовыгодных симбиотических отношений с растениями демонстрируют *клубеньковые бактерии*: они развиваются в корнях бобовых растений — *гороха, фасоли, люцерны, клевера*, и обеспечивают растение необходимыми соединениями азота, выполняя роль живых азотных удобрений. А от хозяина они получают часть органических веществ, образованных растением в процессе фотосинтеза (рис. 38, а).

*Чайный гриб* — это симбиоз уксуснокислых бактерий и грибов-дрожжей (рис. 38, б).

Корова переваривает растительную пищу благодаря симбиотическим бактериям, живущим в особой части её желудка — *рубеца* (рис. 38, в).

Червь *олавиус*, живущий в Средиземном море, вообще не имеет пищеварительной системы — все питательные вещества он получает от симбиотических автотрофных бактерий, развивающихся в его теле.

Бактерии представляют древнейшую группу живых организмов нашей планеты. Современные растения, животные и грибы являются очень далёкими потомками доисторических бактерий. Первые остатки бактерий и следы их жизнедеятельности имеют возраст от 3,6 до 3,2 млрд лет. Для сравнения: возраст нашей планеты по результатам анализа метеоритного свинца составляет 4,6 млрд лет; первые примитивные животные появились на ней около 1,8–1,5 млрд лет назад.



1. Бактерии играют ключевую роль в процессах очистки планеты от органических остатков и продуктов жизнедеятельности живых существ.
2. Разнообразие способов питания и путей получения энергии, а также отношений с другими организмами являются главными причинами повсеместного распространения бактерий.
3. Цианопрокариоты — это прокариотические организмы, которые питаются как растения — благодаря фотосинтезу. Они имеют хлорофилл, но не имеют хлоропластов.
4. Благодаря цианопрокариотам на Земле возникла кислородная атмосфера.
5. Бактерии являются древнейшей группой живых организмов нашей планеты.

#### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Гетеротрофы, автотрофы, брожение, цианопрокариоты, паразитизм, симбиоз.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как бактерии получают энергию?
2. Чем паразитизм отличается от взаимовыгодного симбиоза?
3. Какие примеры взаимовыгодного симбиоза бактерий с другими организмами вы знаете?
4. Какая особенность строения организма характерна для цианопрокариот, но нехарактерна для большинства бактерий?

#### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

##### Бактерии — самые выносливые организмы нашей планеты

(Ответы на вопросы школьников:

*Есть ли бактерии в космосе? Можно ли убить бактерию радиацией?)*

Самый устойчивый к радиоактивному излучению организм — это бактерия *дейнококк радиодуранс* (*радиостойчивый*). Она выдерживает облучение, превышающее в 1000–3000 раз смертельную для человека дозу. Так, *дейнококк* способен выживать в охладительных системах атомных реакторов! Из-за высокой радиостойчивости некоторое время даже существовала гипотеза о «марсианском происхождении» этой бактерии. Но исследование ДНК подтвердили её сугубо земную природу.

Бактерия *пиродикций оккултум* живёт на дне океана на глубине около 3 км вблизи подводных гейзеров — «чёрных курильщиков», выбрасывающих воду, нагретую до 300–400 °С. Среду, в которой живёт *пиродикций*, можно сравнить с условиями на Венере, где средняя температура составляет приблизительно +450 °С, давление — около 100 атмосфер, а «воздух» состоит из углекислого газа с растворёнными в нём серосодержащими соединениями.



В 2009 г. бактерии (а также некоторые микроскопические грибы) были выявлены в стратосфере, на высотах 20–41 км, где температура колебалась в пределах от  $-50$  до  $0^{\circ}\text{C}$ , а давление составляло только 0,003–0,06 от нормального. Тем не менее ещё раньше бактерии были обнаружены советскими учёными на больших высотах: 70 км и 84 км.

В 1967 г. на Луне «прилунился» американский беспилотный аппарат «Сервейер 3». В 1969 г. возле него сел посадочный модуль корабля «Аполлон 12» с двумя астронавтами на борту. Астронавты демонтировали часть приборов «Сервейера», упаковали их и возвратили на Землю. В лаборатории на одном из приборов было обнаружено несколько видов земных бактерий, попавших туда перед запуском «Сервейера 3». Клетки этих бактерий выдержали почти трёхлетнее пребывание вне Земли, защищённые от космического пространства только клеточной мембраной и клеточной оболочкой, а один вид — только клеточной мембраной!

## § 15. ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ЭУКАРИОТЫ



*Речь пойдёт о микроорганизмах, тело которых представляет собой только одну клетку, но эта клетка, в отличие от бактерий, имеет ядро.*



*Эвглена зелёная — это животное или растение? Какие малые организмы и водоросли важны для нашей жизни?*

К **эукариотам** относится большая часть видов живых организмов, населяющих нашу планету и отличающихся от бактерий **наличием в их клетках ядра**.

Ядро эукариот содержит молекулы ДНК, организованные в хромосомы. Характерным признаком эукариот является также наличие митохондрий. У эукариот, способных к фотосинтезу, имеются хлоропласты. Цитоплазма именно эукариотических клеток содержит большую часть других органелл, в частности лизосомы и разнообразные вакуоли.

Эукариоты могут быть как одноклеточными, так и многоклеточными. Примерами эукариот являются все животные, грибы, растения, которые можно увидеть, не используя увеличительных приборов.

**Одноклеточные эукариоты** — это организмы, состоящие из одной эукариотической клетки, часто совсем не похожей на клетки многоклеточных растений, животных или грибов. Хотя все многоклеточные эукариоты происходят от одноклеточных.

Некоторые многоклеточные эукариоты, приспособиваясь к особым условиям среды, «возвращались» к одноклеточному строению. Примером таких организмов являются известные каждой хозяйке одноклеточные грибы — обычные пекарские дрожжи (рис. 39, ж, з). Сейчас известно свыше 100 тыс. видов одноклеточных эукариот.



Одноклеточные эукариотические организмы существенно отличаются способами питания. Одни одноклеточные эукариоты питаются гетеротрофно, другие — автотрофно. У *гетеротрофных* одноклеточных эукариот различают животный и грибной способы поглощения органических веществ. При *животном* способе клетка захватывает твёрдые частицы пищи, а далее переваривает их в цитоплазме, часто в особых органеллах — *пищеварительных вакуолях*. При *грибном* способе клетки могут поглощать только растворённые органические вещества, всасывая их всей своей поверхностью. *Автотрофное* питание у одноклеточных эукариот происходит исключительно благодаря фотосинтезу.

**Животноподобные и растениеподобные одноклеточные эукариоты.** Одноклеточные эукариоты с животным способом питания называются *одноклеточными животноподобными организмами*. Одноклеточных эукариот с растительным способом питания

### ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ЭУКАРИОТЫ

#### Одноклеточные животноподобные организмы



#### Одноклеточные водоросли



#### Одноклеточные грибы



Рис. 39. Примеры одноклеточных эукариот: а — амёба; б — инфузория; в — воротничковые жгутиконосцы; г — диатомовые водоросли; д — эвгленовая водоросль; е — одноклеточная зелёная водоросль; ж, з — одноклеточные грибы — дрожжи



относят к **одноклеточным водорослям**. Кроме того, многие одноклеточные эукариоты (как животноподобные, так и растениеподобные) способны поглощать питательные вещества грибным способом — путём всасывания их всей поверхностью клетки.

Например, водоросль *эвглена* (рис. 39, в), которая иногда называется «животно-растением», имеет зелёные хлоропласты, и при наличии света фотосинтезирует. Если же в воде много растворённых органических веществ, а света нет, эвглена переходит на гетеротрофный (грибной) тип питания, и при этом даже может становиться бесцветной. Эвглена поглощает только растворённые органические вещества, всасывая их всей поверхностью клетки. К захвату и перевариванию твёрдых частиц пищи, т.е. к животному питанию, эвглена не приспособлена. С другой стороны, *амёбы* и некоторые *инфузории* (рис. 39, а, б), относящиеся к животноподобным одноклеточным организмам, поглощают органические вещества как животным, так и грибным способом. Но из-за отсутствия хлоропластов они не могут питаться как растения.

**Распространение и значение.** Одноклеточные эукариоты распространены по всему Земному шару. Они живут в океанах, морях, разнообразных пресных водоёмах, немало их встречается в почвах. Среди них есть немало симбионтов (включая паразитов) животных и растений. Некоторые одноклеточные эукариоты способны вызывать тяжёлые заболевания человека, например, малярию и сонную болезнь.

В природе одноклеточные животноподобные организмы и водоросли служат пищей для других животных, особенно живущих в воде. Современные одноклеточные эукариоты играют важную роль в процессах самоочищения водоёмов, а остатки их древних вымерших (т.н. ископаемых) представителей используются геологами для определения возраста осадочных пород и поиска месторождений полезных ископаемых, например, нефти.

### ВЫВОДЫ

1. Клетки эукариот имеют гораздо более сложное строение, чем прокариоты. Главный признак эукариот — наличие ядра.
2. Эукариотические организмы могут быть как одноклеточными, так и многоклеточными.
3. Одноклеточным эукариотам свойственны различные способы питания — животный, грибной, растительный и их различные комбинации.
4. Одноклеточные эукариоты с животным способом питания называются одноклеточными животноподобными организмами, с растительным — одноклеточными водорослями.



Эукариоты, одноклеточные эукариоты, одноклеточные животноподобные организмы, одноклеточные водоросли.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем одноклеточные эукариоты отличаются от бактерий и цианобактерий?
2. Какие способы питания свойственны одноклеточным эукариотам?
3. В чём отличие одноклеточных животноподобных организмов от одноклеточных водорослей?
4. Часто в литературе можно встретить утверждение, что эвглена в темноте питается как животное. Является ли это утверждение правильным?

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Чем знамениты одноклеточные эукариоты?

(Ответы на вопросы школьников: Почему море светится? Что нам дают водоросли и одноклеточные животноподобные организмы и нужны ли они нам?)

Размножаясь в большом количестве, одноклеточные эукариоты способны вызывать некоторые явления, известные человеку ещё с древних времён и описанные в легендах. Например, «кровавые дожди» и «кровавый снег», которые вызывает одноклеточная водоросль *гематококк*; опасное токсичное «цветение» воды в морях и океанах, известное под названием «красные приливы» — его вызывают дальние родственники инфузорий — *динофлагелляты*; зелёные и красные «цветения» коры деревьев — явления, обусловленные массовым развитием одноклеточных зелёных водорослей. Летней ночью можно наблюдать, как в море за лодкой или пловцом тянется серебристо-голубая светящаяся полоска: это светятся одноклеточные *ночесветки*.

На очистных сооружениях армия родственников *инфузорий*, *амёб* и *эвглен* неумолимо добывает из воды и разлагает в своих клетках частицы органических веществ, обеспечивая тем самым процесс самоочистки загрязнённых вод.

Остатки погибших одноклеточных эукариот, живших в океане десятки миллионов лет назад, образовали немало различных осадочных пород, которые сегодня использует человек. Например, обыкновенный школьный мел — это остатки раковин *фораминифер* и чешуек *кокколитофорид* (рис. 40).

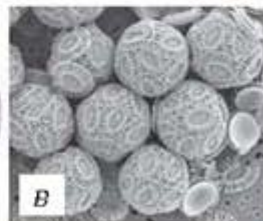
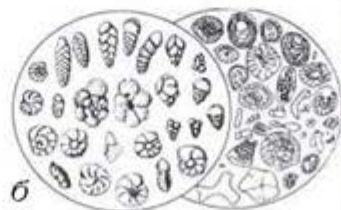


Рис. 40. Породы, образованные ископаемыми одноклеточными эукариотами. Мел (а) и его состав (остатки фораминифер и кокколитофорид (б); современная кокколитофориды с известковыми чешуйками-кокколитами (в), из которых образовался мел)



## § 16. ЖИВотноПОДОБНЫЕ ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ



Мы рассмотрим одноклеточные организмы, которые по типу питания похожи на животных. Они остались одноклеточными, но это не мешает им жить среди более сложных по строению многоклеточных существ, и даже питаться ими.



Что является возбудителем опасной болезни малярии?

Если рассмотреть под микроскопом образцы ила, собранного на дне водоёма, то мы обязательно увидим микроскопические подвижные одноклеточные бесцветные организмы, которые намного крупнее бактерий. Это одноклеточные животноподобные организмы. К ним относится и *амёба протей*, весьма распространённая в пресных, преимущественно — проточных водоёмах.

**Амёба протей.** Тело *амёбы* представляет собой одну клетку до 0,25 мм длиной (рис. 41, а). Её форма постоянно меняется, благодаря чему клетка медленно движется. Во время движения на передней стороне клетки возникают выросты, в которые постепенно перетекает цитоплазма из центральной и задней частей клетки. Эти выросты называются *ложноножками*.

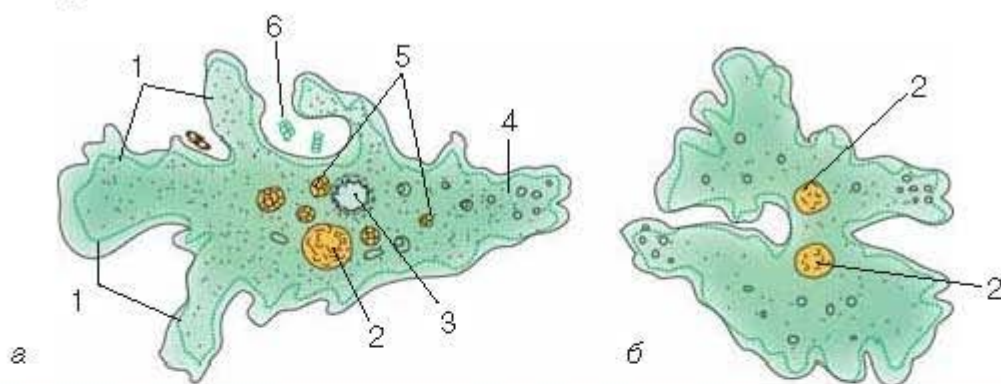


Рис. 41. Амёба (а): 1 — ложноножка; 2 — ядро; 3 — сократительная вакуоль; 4 — зона выделения непереваренных остатков; 5 — частичка еды в пищеварительной вакуоли; 6 — захват пищи ложноножками; размножение амёбы делением пополам (б)

Когда на пути амёбы встречаются скопления бактерий или мелкие остатки других организмов, ложноножки медленно окружают их и замыкают в себе. Образуется *пищеварительная вакуоль*. **Пищеварительная вакуоль** — это органелла, в которую из цитоплазмы выделяется пищеварительный сок, расщепляющий сложные органические вещества добычи на простые. Продукты пище-





варения всасываются из пищеварительной вакуоли в цитоплазму и используются амёбой для синтеза собственных органических веществ и обеспечения клетки энергией. Тип питания амёбы называется *фагоцитозом*. Пищеварительная вакуоль с неперевааренными остатками оказывается возле клеточной мембраны, сливается с ней, и неперевааренное содержимое вакуоли выводится наружу.

В клетке амёбы под оптическим микроскопом можно различить также прозрачную *сократительную вакуоль* и ядро. **Сократительная вакуоль** периодически заполняется водой, содержащей излишек солей и ненужные продукты жизнедеятельности. Далее она резко сокращается и выбрасывает своё содержимое наружу, регулируя количество воды и солей в клетке и осуществляя функцию выделения. Размножается амёба делением пополам (рис. 41, б).

Исследование амёбы под электронным микроскопом показали, что её клетка имеет не только клеточную мембрану, ядро, сократительную и пищеварительную вакуоли, но и митохондрии.

**Инфузия туфелька.** Другим примером одноклеточных животных подобных организмов являются *инфузрии*. Они также живут повсюду в пресной воде, а культуру инфузорий легко получить и поддерживать самостоятельно. Клетки самой распространённой *инфузории туфельки* крупные (до 0,2–0,3 мм длиной) и видны даже без увеличительных приборов. По форме клетка действительно напоминает туфельку: спереди клетка сужена, сзади — слегка расширена. На одном боку клетки у инфузории располагается углубление, похожее на кармашек. Это — *глотка* (рис. 42).

Поверхность клетки покрывают более 15 тыс. подвижных жгутиков, называемые у инфузорий *ресничками*. Благодаря координированному волнообразному движению ресничек инфузория за 1 секунду преодолевает расстояние в десять раз большее, чем её длина. Клеточная мембрана вместе с ресничками и их корешками, расположенными в поверхностном слое цитоплазмы, образует упругий и гибкий *клеточный покров*. Благодаря этому покрову клетка сохраняет относительно постоянную форму.

Реснички также устилают поверхность глотки. Возле отверстия глотки реснички длинные, и их толчки направляют внутрь небольшие частицы пищи, оседающие на её дне. Там их окружают выросты клеточной мембраны, края которых затем соединяются, образуя

**Фагоцитоз** (от греческого «фа-ген» — есть, и «цитос» — клетка) — тип питания клетки путём активного захвата частиц пищи с дальнейшим их перевариванием в цитоплазме. Именно фагоцитоз называется *животным способом питания*.



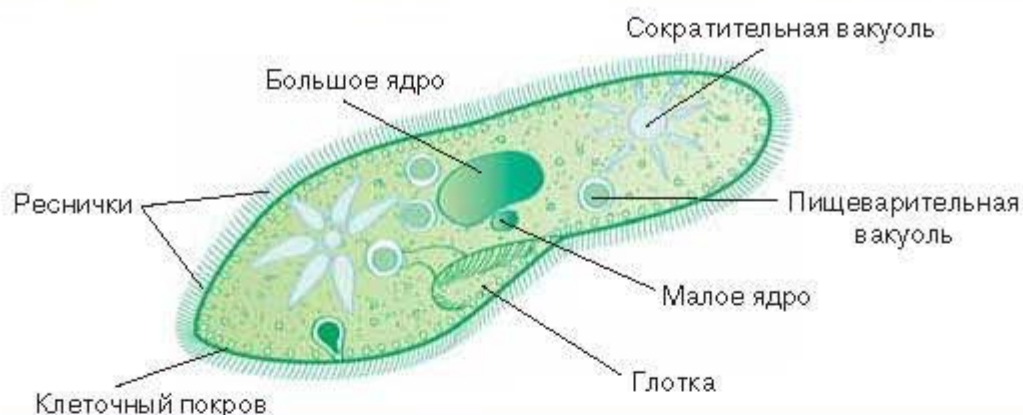


Рис. 42. Инфузория

пищеварительную вакуоль. В неё выделяется пищеварительный сок, который расщепляет сложные органические вещества на простые. Пищеварительная вакуоль перемещается по клетке, простые органические вещества всасываются в цитоплазму, а непереваренные остатки выводятся наружу в задней части клетки. Таким образом, хотя у инфузории пищеварительные вакуоли возникают в глотке, способ питания такой же, как и у амёбы — фагоцитоз.

В передней и задней части клетки находится по одной сократительной вакуоли, окружённой радиально расположенными собирающими воду канальцами. Кроме того, под оптическим микроскопом в центре клетки можно различить два ядра — большое и малое. Большое ядро

руководит работой клетки, а малое ядро отвечает за *половой процесс* и образование большого ядра.

**Половой процесс** — процесс обмена наследственной информацией между двумя особями. При половом процессе обычно последовательно происходит частичное или полное слияние клеток, слияние ядер и обмен участками ДНК двух различных особей. Это имеет большое значение для эволюции.

Размножаются инфузории делением клетки пополам. Кроме того, у инфузорий существует и половой процесс. При половом процессе две инфузории соединяются брюшными сторонами, цитоплазмы клеток в зоне контакта сливаются. Далее

большие ядра разрушаются, а малые делятся особым способом. Вследствие такого деления в каждой клетке образуется по два ядра. Потом одно из ядер каждой клетки переходит в другую клетку, где сливается с оставшимся. После этого клетки разъединяются. Ядро, образовавшееся вследствие слияния, делится, образуя в клетке новые ядра — малое и большое. Таким образом, при половом процессе вследствие обмена ядрами между клетками инфузорий осуществляется обмен наследственной информацией.



**Воротничковые жгутиконосцы.** В морях и пресных водоёмах многочисленную группу представляют одноклеточные животноподобные организмы, у которых клетка на верхней стороне имеет воротничок. Из него выходит длинный жгутик (рис. 43). Это *воротничковые жгутиконосцы*. При помощи жгутика клетка направляет к своей поверхности поток воды, приносящий частички пищи — отмершие органические вещества и бактерии. Когда пища попадает на клеточную мембрану, её окружает короткая ложноножка. Она втягивает добычу в клетку. Образуется пищеварительная вакуоль, где и происходит процесс пищеварения. Воротничковые жгутиконосцы считаются ближайшими вероятными родственниками многоклеточных животных, в частности *губок*.



Рис. 43. Воротничковый жгутиконосец

**Паразитические одноклеточные животноподобные организмы.** Немало одноклеточных животноподобных организмов приспособились к жизни внутри других организмов. Некоторые из них способны питаться за счёт хозяина, принося ему вред.

**Дизентерия** — опасная болезнь, возбудителем которой является *дизентерийная амёба*. Она может жить в кишечнике человека и обычно не приносит вреда, так как питается бактериями. Но иногда дизентерийная амёба повреждает стенки кишечника, поедает клетки крови и очень быстро делится, вызывая кровавый понос. С калом дизентерийные амёбы выводятся наружу. Здоровый человек заражается дизентерийной амёбой тогда, когда потребляет пищу, содержащую «спящие» клетки паразита. Простые правила гигиены — мытьё рук после посещения туалета и перед употреблением пищи — помогают избежать заражения дизентерийной амёбой.

**Малярия** — очень опасная болезнь, распространённая в странах с тёплым и влажным климатом. Её возбудитель — *малярийный плазмодий* (рис. 44). Он развивается в клетках печени и крови,

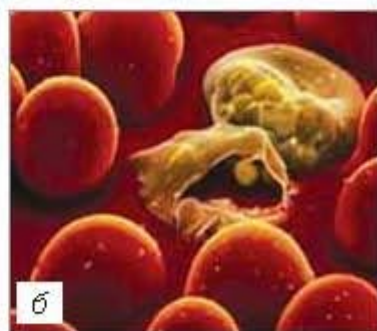


Рис. 44. Малярийный комар анофелес (а) и малярийный плазмодий, выходящий из разрушенных красных кровяных телец (б)



вызывая их разрушение. Переносчиком паразита является малярийный комар: при укусе больного малярией человека малярийный плазмодий попадает в тело комара, там размножается, и при повторном укусе со слюной комара передаётся здоровому человеку.

### ВЫВОДЫ

1. Одноклеточные эукариоты, питающиеся путём фагоцитоза, называются одноклеточными животноподобными организмами.
2. Различные группы одноклеточных животноподобных организмов (в частности амёбы, инфузории, воротничковые жгутиконосцы) различаются строением клеток, подвижностью, способами размножения.
3. Среди животноподобных одноклеточных эукариот имеются возбудители опасных болезней человека (например, дизентерийная амёба и малярийный плазмодий).

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Ложноножки, пищеварительная вакуоль, фагоцитоз, сократительная вакуоль, половой процесс, дизентерия, малярия.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое фагоцитоз?
2. Какая болезнь, вызываемая одноклеточными животноподобными организмами, является «болезнью грязных рук»?
3. Какие паразитические одноклеточные животноподобные организмы распространяются кровососущими насекомыми, в частности комарами?

### ЗАДАНИЯ

Заполните таблицу в тетради, поставив напротив указанного признака «да» или «нет» в столбиках, относящихся соответствующим организмам.

№	Признак	Амёбы	Инфузории	Воротничковые жгутиконосцы
1	Имеют воротничок	нет	нет	да
2	Имеют глотку			
3	Имеют пищеварительные вакуоли			
4	Активно двигаются			
5	Имеют один жгутик			
6	Имеют реснички			



№	Признак	Амёбы	Инфузории	Воротничковые жгутиконосцы
7	Имеют ложноножки			
8	Сохраняют постоянную форму клетки			
9	Имеют одно ядро			
10	Имеют два ядра			
11	Питаются благодаря фагоцитозу			

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Об одноклеточных животноподобных организмах, «мечтавших» стать автотрофами

«Изобретение» животного способа питания — фагоцитоза — открыло одноклеточным организмам дорогу к хищничеству, не существовавшему ранее. Однако активный способ добычи пищи требовал больших затрат энергии: кому — на передвижение, кому — на обеспечение работы ресничек или жгутиков. Потребности в пище возрастали, а с ними возрастал риск гибели от голода в случае неудачной охоты. Поэтому во всех группах одноклеточных животноподобных организмов появлялись «изобретатели», начавшие запасаться «страховым полисом» от голодной смерти: они стали захватывать автотрофных симбионтов.

Так, пресноводная амёба *леломикса* съедает, но не переваривает одноклеточных цианопрокариот. Они сохраняются в цитоплазме амёбы и получают от неё углекислый газ и защиту. Взамен цианопрокариот «отдаёт» хозяину часть своих продуктов фотосинтеза. Благодаря такому симбионту, амёба может выживать в воде, где практически нет необходимых для её питания органических веществ.

Таким же способом страхуют себя от недостатка пищи *радиолярии* — довольно крупные морские одноклеточные организмы, живущие в толще воды.

При помощи ложноножек радиолярии улавливают бактерии и мелкие органические частички и переваривают их в пищеварительных вакуолях. Однако, если добычей становится водоросль, то радиолярия сохраняет её в цитоплазме. Водоросль обеспечивает радиолярию кислородом, а радиолярия даёт водоросли пищу (углекислый газ) и приют. Если же радиолярия начинает голодать, то она переваривает некоторую часть клеток водорослей.

Даже *инфузории* часто захватывают и сохраняют в цитоплазме водорослевые клетки. Инфузорий, имеющих автотрофных симбионтов, удавалось выращивать на свету вообще без пищи: все необходимые органические вещества инфузория получала от водорослей (рис. 45).



Рис. 45. Инфузория-трубач с клетками симбиотических хлорелл





Речь пойдёт об организмах, питающихся как растения, но состоящих только из одной клетки.



Что представляют собой споры? Чем отличаются сине-зелёные водоросли от зелёных?

**Эвглена.** Среди одноклеточных фотосинтезирующих эукариот эвглена наиболее похожа на одноклеточные животноподобные организмы. Клетки эвглены одиночные и подвижные. В процессе движения эвглены могут изменять форму — вытягиваться, сокращаться, изгибаться.



Рис. 46. Строение клетки эвглены

В центре клетки находится большое хорошо заметное ядро (рис. 46). В цитоплазме также чётко различается от одного до нескольких зелёных хлоропластов: с их помощью на свету эвглена осуществляет фотосинтез. В темноте эвглена способна переходить к гетеротрофному питанию, поглощая всей поверхностью клетки растворённые в воде органические вещества.

Движение происходит при помощи *длинного жгутика*, который выходит из углубления — *глотки*. В глотке у эвглены находится ещё один, утолщённый при основе, *короткий жгутик*, который, в отличие от длинного, не выходит наружу. Возле этого жгутика в цитоплазме расположен большой *красный глазок*. Вместе со жгутиковым утолщением глазок образует систему, благодаря которой эвглена определяет направление падения света и выбирает маршрут своего движения.



К глотке прилежит несколько *сократительных вакуолей*, выделяющих вне её лишнюю воду, постоянно поступающую в клетку через мягкий клеточный покров. Таким образом, глотка не только не принимает участия в питании, а наоборот, осуществляет функцию выделения, поскольку с водой при помощи сократительных вакуолей клетка освобождается от вредных продуктов жизнедеятельности.

Размножается эвглена продольным делением клетки пополам в подвижном состоянии.

Эвглены живут в пресных стоячих или слабо проточных водоёмах. Потребляя растворённые органические вещества, эвглены вместе с другими одноклеточными эукариотами участвуют в процессах самоочищения воды.

**Хламидомонада** принадлежит к зелёным водорослям. Наличием *жгутиков* и *зелёного хлоропласта* она напоминает эвглену. Однако наличие *клеточной оболочки*, обеспечивающей постоянную форму клетки, делает хламидомонаду похожей на растительную клетку (рис. 47).



Рис. 47. Строение клетки хламидомонады под оптическим микроскопом

Большую часть цитоплазмы занимает зелёный хлоропласт, на дне которого вокруг большого округлого тельца откладывается запасной углевод — крахмал. Он образуется из глюкозы, вырабатываемой хлоропластом в процессе фотосинтеза. В хлоропласте хорошо различается небольшое красное пятнышко — это *глазок*. Он помогает клетке определять направление падения света и, как следствие, выбирать «маршрут» движения. Под электронным микроскопом в клетке хламидомонады можно различить и другие характерные для эукариот органеллы.

Хламидомонада чаще всего размножается при помощи *подвижных спор* (рис. 48). Они возникают вследствие деления материнской клетки. Клеточная оболочка в этих делениях не участвует.



76 После разрыва оболочки материнской клетки споры освобождаются, и каждая становится самостоятельным организмом.

Размножение подвижными спорами являются одним из примеров **бесполого размножения**. **Бесполое размножение** — это размножение, происходящее без полового процесса, а значит, без обмена наследственной информацией между клетками. Специализированные клетки бесполого размножения — это **споры**.

При неблагоприятных условиях окружающей среды у хламидомонады происходит **половой процесс** (рис. 48). Мужская и женская половые клетки у хламидомонады возникают так же, как и споры, и внешним видом между собой не отличаются. Перед слиянием они сбрасывают клеточные оболочки и соединяются передними частями.

**Зигота** — это клетка, образовавшаяся в результате слияния цитоплазм и ядер мужской и женской половых клеток.

Затем их цитоплазмы сливаются. Далее сливаются ядра, и в результате образуется клетка, называемая **зиготой**. Она покрывается толстой оболочкой и в таком состоянии переживает неблагоприятные условия.

В период покоя в зиготе происходит обмен участками ДНК мужской и женской клеток. По завершении периода покоя зигота делится и образует четыре новые клетки.

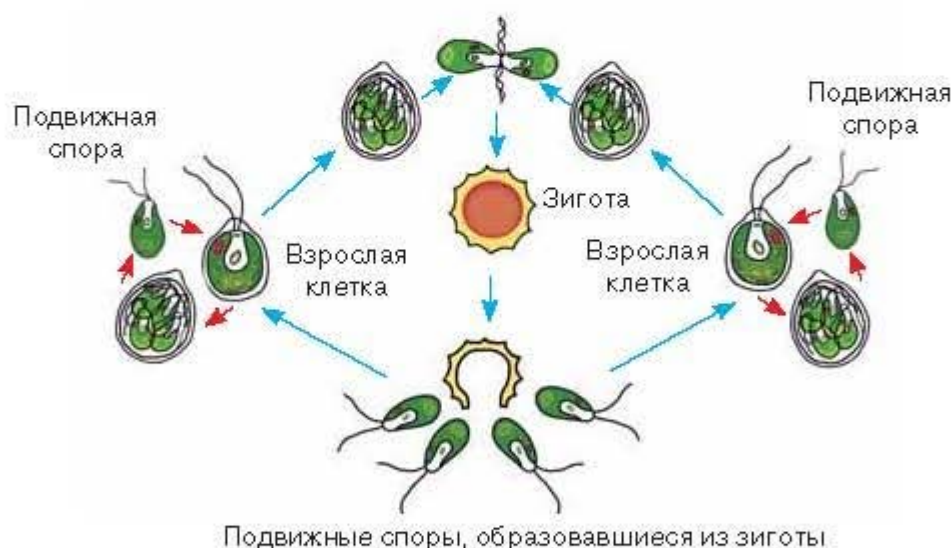


Рис. 48. Схема бесполого (красные стрелки) и полового (синие стрелки) размножения хламидомонады

**Половое размножение** — это размножение, при котором количество особей одного вида увеличивается вследствие полового процесса, который, в свою очередь, обеспечивает обмен наследственной информацией между родительскими клетками.



Летом хламидомонады в большом количестве можно найти практически в каждой луже.

**Хлорелла** также является примером одноклеточных зелёных, но уже неподвижных водорослей. Она живёт преимущественно в наземных условиях: во влажной почве, сырых стенах, а также как симбионт в теле водных организмов.

Клетки хлореллы одиночные, шарообразные, с тонкой, но очень прочной *клеточной оболочкой*. Благодаря клеточной оболочке хлореллы, ставшие добычей почвенных животных, проходят неповреждёнными через пищеварительную систему и далее продолжают успешно расти и размножаться. В каждой клетке имеется один большой *зелёный хлоропласт*, в котором откладывается крахмал (рис. 49). Размножение хлореллы происходит исключительно бесполом путём: с помощью *неподвижных спор*.

Хлорелла неоднократно побывала в космосе — на ней изучалось влияние невесомости на процессы клеточного деления. Во многих странах хлореллу на специальных фабриках искусственно выращивают для получения витаминов и производства пищевых добавок, и при этом «кормят» её углекислым газом промышленных выбросов предприятий, осуществляя тем самым биологическую очистку воздуха.

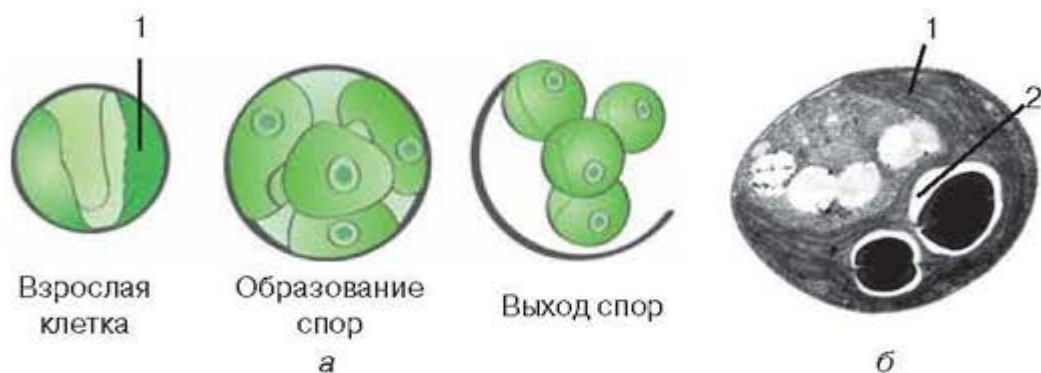


Рис. 49. Хлорелла: а — схема размножения; б — клетка под электронным микроскопом; 1 — хлоропласт; 2 — крахмал

**Диатомовые водоросли** — это большая группа одноклеточных пресноводных и морских водорослей, хлоропласты которых имеют коричневую окраску. Клетки диатомовых водорослей всю свою жизнь проводят в «стеклянном доме» — кремнезёмном панцире. Панцирь напоминает коробку, накрытую крышкой. Через его многочисленные правильно расположенные отверстия осуществляются все процессы обмена со внешней средой — поглощение воды и углекислого газа, выделение кислорода и прочих продуктов жизне-



деятельности. Размножаются диатомовые водоросли продольным делением клетки пополам. Также им присущ и половой процесс.

В пресных водоёмах самой распространённой диатомовой водорослью является **наве́кула** (рис. 50). Её клетки напоминают лодочку, вдоль бортов которой лежат две коричневые трубки — *хлоропласты*. В центре находится ядро. Клетки навикулы способны активно скользить по подводным поверхностям, выделяя через специальную структуру панциря — *шов* — особые *слизистые ножки*.

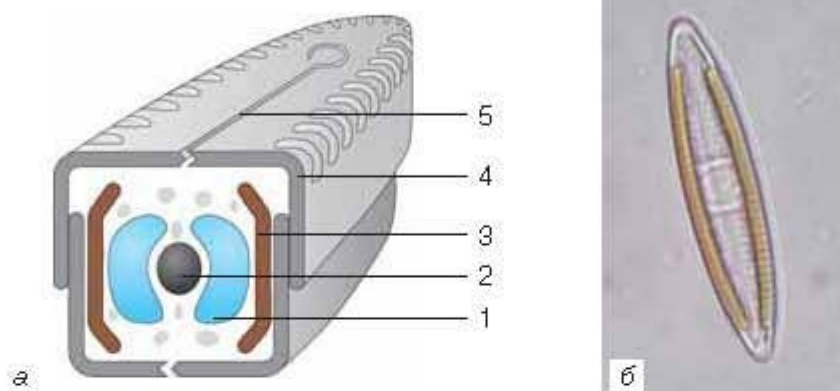


Рис. 50. Диатомовая водоросль навикула: а — схема строения: 1 — вакуоль, 2 — ядро, 3 — хлоропласт, 4 — кремнезёмный панцирь, 5 — система, обеспечивающая движение — шов; б — клетка под оптическим микроскопом

Наиболее часто диатомовые водоросли используются геологами и работниками служб охраны природы для оценки степени загрязнения вод и определения возраста осадочных пород. В хозяйственной деятельности широкое применение имеют породы *диатомиты*, образованные панцирями ископаемых диатомовых водорослей.

### ВЫВОДЫ

1. Одноклеточные эукариоты, способные к фотосинтезу, относятся к водорослям.
2. Одноклеточные водоросли различаются цветом, строением клеток, подвижностью, способами размножения.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Бесполое размножение, спора, зигота, половое размножение.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой способ питания характерен для эвглены, хламидомонады и хлореллы?
2. Какие способы размножения присущи одноклеточным водорослям?
3. Какие одноклеточные водоросли являются подвижными, а какие — самостоятельно двигаться не могут?



Заполните таблицу в тетради, поставив напротив указанного признака «да» или «нет» в столбиках, относящихся соответствующим организмам.

№	Признак	Эвглена	Хламидомонада	Хлорелла
1	Имеет хлоропласты			
2	Имеет глотку			
3	Активно движется			
4	Имеет жгутики			
5	Является автотрофом			
6	Питается благодаря фагоцитозу			
7	Имеет ядро			

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Как у эукариот возник фотосинтез?

Фотосинтез с выделением кислорода «изобрели» цианопрокариоты. Первые эукариоты — одноклеточные животноподобные организмы — изобрели фагоцитоз и начали съедать всех, в том числе и цианопрокариот. Но некоторые из них, съев цианопрокариот, не переварили их, а стали использовать как внутриклеточных симбионтов. Они заставили их кормить себя, позднее превратив в хлоропласт (рис. 51). Ближайшие потомки этих «хитрецов» — зелёные и красные водоросли.

Однако и сами «хитрецы» неоднократно становились пленниками других одноклеточных животноподобных организмов.

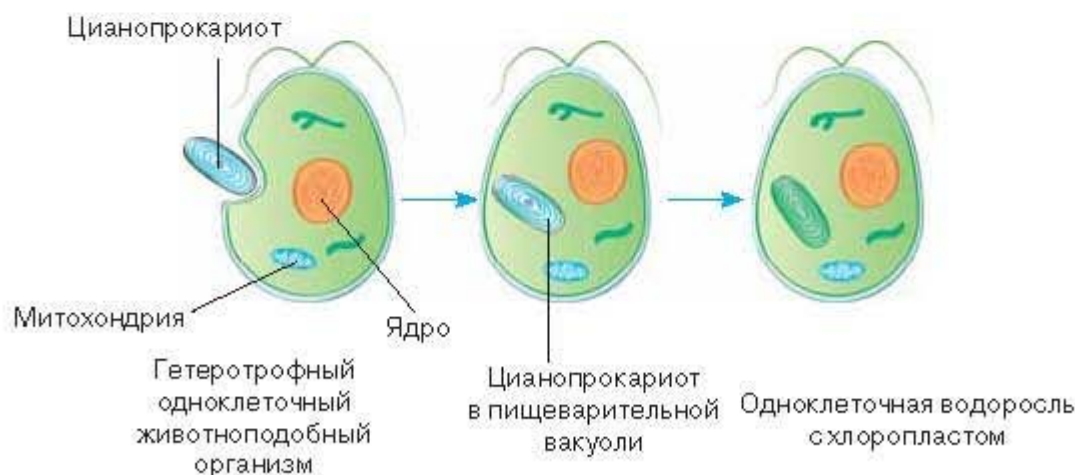


Рис. 51. Схема образования хлоропласта из внутриклеточного симбионта



## § 18. ГУБКА — МНОГОКЛЕТОЧНЫЙ ОРГАНИЗМ, ПРОИСХОДЯЩИЙ ОТ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ЖИВОТНОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ



Между миром одноклеточных эукариот, с одной стороны, и миром «настоящих» многоклеточных организмов есть «приграничная полоса» — переходная зона, представленная существами, которые уже не являются одноклеточными, но и не относятся еще к привычным для нас многоклеточным организмам. Представителем животных, находящихся в «приграничной полосе», является губка.

Среди множества различных способов выживания в мире одноклеточных эукариот одним из главных была защита от поедания другими организмами. Чтобы не стать добычей, нужно быть крупнее хищника. Одним из способов увеличения размеров тела стал переход к многоклеточному строению.

Многоклеточность приводит к тому, что в конце концов клетки специализируются по выполняемым функциям и теряют способность к существованию как отдельные организмы. За размножение у многоклеточных организмов отвечают только специальные клетки — **репродуктивные**. На них «работают» все остальные клетки: обеспечивают питательными веществами, закрепляют на поверхности, увеличивают размеры самого организма, защищают от врагов и внешних неблагоприятных влияний и т.д.

Организмом, который одновременно объединяет в себе особенности одноклеточных и многоклеточных организмов, является **губка**.

В чистых проточных водоёмах, на камнях или на других твёрдых поверхностях можно найти неподвижные организмы, имеющие вид пористых серо-коричневатых или зелёных наростов, подуше-



Рис. 52. Пресноводная губка бодяга и схема строения губки



чек, трубок или даже разветвлённых кустиков. Если осторожно перенести такой организм в сосуд с водой и добавить в неё тушь, то можно наблюдать, как из небольшой верхушечной воронки (*устья*) выходит струя воды. Это простейшие по строению многоклеточные животные — *губки* (рис. 52).

Их тело снаружи ограничено слоем уплощённых *покровных клеток*. Стенки пронизаны многочисленными мелкими отверстиями. В середине находится *полость*, выстланная слоем *жгутиковых клеток*. Каждая жгутиковая клетка похожа на *воротничкового жгутиконосца*. Именно благодаря движению жгутиков этих клеток вода поступает в полость через мелкие боковые отверстия. Вместе с водой в полость тела губки попадает пища и кислород.

Между внешним и внутренним слоями находится желеобразное *основное вещество*. Оно содержит похожие на амёб одиночные подвижные клетки и продукты их жизнедеятельности — кремнезёмные иглы, придающие телу губки упругость. При необходимости *амёбообразные клетки* могут превращаться в клетки других типов и наоборот. Если губку разделить на отдельные клетки (например, растереть и пропустить через сито), то разъединённые клетки снова «сползутся» в целостный организм.

*Жгутиковые клетки* направляют к своей поверхности пищу — бактерии, водоросли, мелкие отмершие остатки. Пища захватывается жгутиковыми клетками в процессе фагоцитоза при помощи псевдоножек, а потом направляется в основное вещество. Там частицы пищи поглощают амёбообразные клетки, которые окончательно их переваривают и направляют в другие части тела губки. Непереваренные остатки вместе с водой выбрасываются через верхушечную воронку (*устье*).

Таким образом губка отфильтровывает питательные вещества из воды.

В *основное вещество* тела губок часто попадают одноклеточные водоросли. Там они размножаются и, подобно амёбообразным клеткам, выводят часть продуктов фотосинтеза наружу, «подкармливая» клетки хозяина. Именно такие симбионты обуславливают окраску *губки бодяги*. Если в ней развиваются похожие на *хлореллу* зелёные водоросли, то и губка становится зелёной. Если же симбионтом стали *диатомовые водоросли*, то губка будет коричневатой. Губки, лишённые симбионтов, окрашены в серый цвет. Размножаются губки половым путём и почкованием.

Губка является многоклеточным организмом, который располагается в переходной зоне между одноклеточными животноподобными



организмами и животными. Исследование клеток губок под электронным микроскопом и сравнительный анализ ДНК свидетельствует, что губки родственны с воротничковыми жгутиконосцами и имеют общего предка с «настоящими» многоклеточными животными.

Порошок высушенной *губки бодуи* можно приобрести в аптеке: он применяется как лечебное средство для устранения синяков. Высушенные *морские губки*, которые вместо кремнезёмных игл содержат нежную сетку волокон из органического вещества, подобного по химическому составу шёлку — *туалетные губки* — использовались для мытья тела (рис. 53). Отсюда и пошла традиция называть поролоновые средства для мытья губками. В природе губки играют роль живых фильтров, очищая воду от твёрдых органических остатков.



Рис. 53. Высушенная туалетная губка (а) и фрагмент древнеегипетской росписи, на которой девушка в центре моет губкой богатую египтянку (Фивы, XV в. до н. е.) (б)

## ВЫВОДЫ

1. Многоклеточные эукариоты происходят от одноклеточных.
2. Переход от одноклеточных эукариот к многоклеточным животным и растениям сопровождался постепенным усложнением строения и специализацией функций клеток и частей тела.
3. Представителями животных, являющихся многоклеточными, но сохраняющими много признаков одноклеточных животноподобных организмов, являются губки.

## ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Губка, репродуктивные клетки.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что общего у губок и одноклеточных животноподобных организмов?
2. Какой эксперимент свидетельствует о том, что губка занимает промежуточное положение между одноклеточными животноподобными организмами и «настоящими» многоклеточными животными?
3. Какие клетки в многоклеточном организме отвечают за размножение?





Вы узнаете об организмах, которые находятся на границе между одноклеточными водорослями и «настоящими» многоклеточными растениями. Это — многоклеточные водоросли.

У водорослей переход от одноклеточного к многоклеточному строению почти всегда сопровождался потерей способности к активному движению, вследствие чего эти организмы переходили к оседлому, сугубо растительному способу существования.

**Ульва** — морская зелёная водоросль. Её тело образовано двумя слоями схожих по строению и функциям клеток (рис. 54). Вначале ульва прикреплена ко дну несколькими короткими нитями. Затем она отрывается от грунта и в дальнейшем может свободно плавать в толще воды.

Ульва растёт в морях умеренного пояса, в частности в Чёрном и Азовском, и достигает в длину до 50 см. Она съедобна и содержит много питательных и биологически активных веществ. В некоторых странах ульву как пищевую водоросль искусственно выращивают на специальных морских фермах.

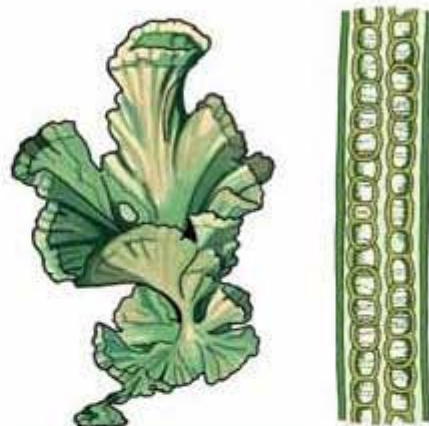


Рис. 54. Зелёная водоросль ульва (внешний вид и поперечный срез пластинки)

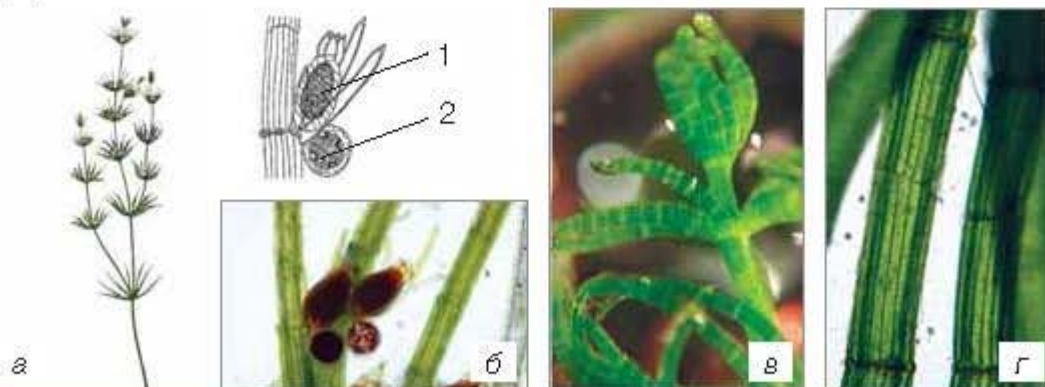


Рис. 55. Хара: а — внешний вид тела; б — фрагмент нитчатой части тела («стебля») с женскими (1) и мужскими (2) половыми органами; в — верхушечная часть тела хары; г — опорная клетка «стебля», покрытая удлинёнными клетками («корой»)



**Хара.** На дне озёр и приморских лиманов, где останавливаются на пролёте утки, почти всегда можно увидеть плотные заросли многоклеточной зелёной водоросли *хары*, имеющей вид небольшого «настоящего» растения. Её тело состоит из длинного нитевидного «стебелька», от которого на определённом расстоянии один от другого кольцами отходят лучи игловидных «листьев» (рис. 55).

Исследование строения клеток этой водоросли под электронным микроскопом и анализ её ДНК показали, что хара имела общего предка с теми организмами, которые мы привыкли называть уже не водорослями, а растениями.

### ВЫВОДЫ

1. Многоклеточные водоросли происходят от одноклеточных.
2. Промежуточным звеном между одноклеточными водорослями и «настоящими» многоклеточными растениями являются многоклеточные водоросли.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему ульва по строению тела считается более простой, чем хара?
2. Чем хара напоминает «настоящие» наземные растения?

### ЗАДАНИЯ

Заполните таблицу в тетради, поставив напротив указанного признака «да» или «нет» в столбиках, относящихся соответствующим организмам.

№	Признак	Хламидомонада	Хлорелла	Ульва	Хара
1	Активно передвигаются				
2	Неподвижные				
3	Микроскопические				
4	Заметны без увеличительных приборов (макроскопические)				
5	Одноклеточные				



№	Признак	Хламидомонада	Хлорелла	Ульва	Хара
6	Многоклеточные				
7	Живут в морях				
8	Живут в пресных водоёмах				

### ПОДВЕДЁМ ИТОГИ

1. Мы узнали, что помимо растений, животных и грибов, нас окружают ещё два мира живых организмов: мир прокариот (бактерий и цианопрокариот) и мир одноклеточных эукариот (в первую очередь, одноклеточных животноподобных организмов и водорослей). Они обычно не заметны без увеличительных приборов, но находятся почти всюду.

Грибы

Животные

Растения



Прокариоты  
(бактерии,  
цианопрокариоты)

Одноклеточные  
животноподобные  
организмы и водоросли





2. Мы выяснили, что клетки живых организмов по строению делятся на **прокариотические** и **эукариотические**.

Прокариотическая клетка не имеет ядра	Эукариотическая клетка имеет ядро
	
Бактерии      Цианопрокариоты	Одноклеточные животноподобные организмы и водоросли      Животные, растения, грибы

3. На примере бактерий, одноклеточных животноподобных организмов и водорослей мы убедились, что всем живым организмам для роста необходимо получать из внешней среды вещества (питаться) и энергию. Мы расширили свои представления о способах питания и источниках получения энергии и запомнили, что:

— *питание* бывает **автотрофным** и **гетеротрофным**. Автотрофы (цианопрокариоты и водоросли) и гетеротрофы (большая часть бактерий и одноклеточных животноподобных организмов) известны как среди прокариот, так и среди одноклеточных эукариот;

— *гетеротрофное питание* может осуществляться путём **всасывания** растворённых простых органических веществ или захвата твёрдых частиц еды — **фаготрофно**;

— *энергию* живые организмы могут получать:

а) непосредственно из **света**;

б) из энергетически богатых **неорганических соединений**;

в) расщепляя энергетически богатые **органические соединения**.

— получение энергии благодаря расщеплению *органических соединений* может осуществляться как при участии кислорода (**дыхание**), так и без его участия (**брожение**).



Питание				Источник энергии		
	Гетеротрофное		Автотрофное	Свет	Неорганические вещества	Органические вещества
Вещества, которыми питаются организмы	Органические вещества		Углекислый газ и вода			
Способ поглощения	Всасывание	Фагоцитоз				
Бактерии	Да	Нет	Да			
Цианопрокариоты	(Нет)	Нет	Да	Да	Нет	(Нет)
Одноклеточные животноподобные организмы	(Нет)	Да	Нет	Нет	Нет	Да
Водоросли	(Нет)	Нет	Да	Да	Нет	(Нет)

«Нет» в скобках значит: как правило — нет, но известны исключения.

4. Мы познакомились с двумя способами размножения одноклеточных организмов: *бесполом* (деление клетки пополам, размножение при помощи спор) и *половым*.

5. Мы узнали, что при половом размножении благодаря половому процессу между материнскими клетками происходит обмен наследственной информацией. При бесполом размножении такого обмена не происходит, поскольку оно осуществляется без полового процесса.

6. Мы получили представление о **разнообразии** прокариот и одноклеточных эукариот и можем привести примеры одноклеточных автотрофных и гетеротрофных, полезных и вредных организмов, а также охарактеризовать их значение в природе и жизни человека.

7. Мы запомнили, что **большинство бактерий и одноклеточных эукариот** являются организмами **полезными**; однако относительно небольшая группа болезнетворных бактерий и одноклеточных животноподобных организмов может представлять угрозу для здоровья и жизни человека.



### Знаю — умею

- Я знаю, чем отличаются два основных типа клеток живых организмов — прокариотический и эукариотический, и умею эти типы определять по изображениям или микрофотографиям.
- Я знаю, откуда на планете появился кислород, кто очищает планету от остатков отмерших организмов, и умею объяснить, почему и как именно это происходит.
- Я знаю, какие бактерии защищают мой организм, и умею с их помощью защищать своё здоровье.
- Я знаю, почему условно опасные бактерии и дизентерийная амёба вызывают болезни, и умею помогать своему организму их контролировать.
- Я знаю, зачем следует придерживаться правил гигиены и здорового образа жизни, и умею это делать.
- Я знаю источники и переносчиков особо опасных бактериальных заболеваний и умею избегать угроз таких инфекций.





## Тема 3.

# ЦВЕТКОВОЕ РАСТЕНИЕ

**Изучая эту тему, вы узнаете:**

- ✓ какое строение имеют цветковые растения;
- ✓ как органы цветковых растений обеспечивают основные процессы их жизнедеятельности и о видоизменениях этих органов;
- ✓ как происходит размножение цветковых растений и что такое цветок;
- ✓ про опыление и распространение цветковых растений и какую роль в этих процессах играет взаимодействие с животными





## § 20. СТРОЕНИЕ МОЛОДОГО РАСТЕНИЯ



Вы узнаете о том, из каких основных частей состоит тело растения.



Каково строение молодого растения? Только ли по размеру отличаются молодые и взрослые растения?

**Орган** — это часть тела, выполняющая определённую функцию.

Цветковые растения (образующие цветки) состоят из разнообразных органов. Основные органы, обеспечивающие их жизнедеятельность, имеются уже у

**проростка** — молодого растения, которое только что развилось из се-

мени (рис. 56). Например, у фасоли во время прорастания (рис. 57) хорошо заметны две овальные частички семени — **семядоли**, размещённые одна напротив другой. Между семядолями находятся два ещё не развёрнутых листа первого побега. Они развернутся позднее, одновременно с удлинением побега. Цилиндрическая часть проростка под семядолями — это **подсемядольное колено**. В нижней части оно переходит в первый корень растения.

Если у фасоли обыкновенной семядоли разворачиваются над поверхностью почвы и зеленеют, то у других растений, например у бобов и гороха, остаются в кожуре семени в глубине почвы. Две семядоли развиваются у многих, но не у всех растений. Часто, как у лука, пшеницы и т.п., проросток имеет лишь одну семядолю, а у хвойных их бывает больше десяти.

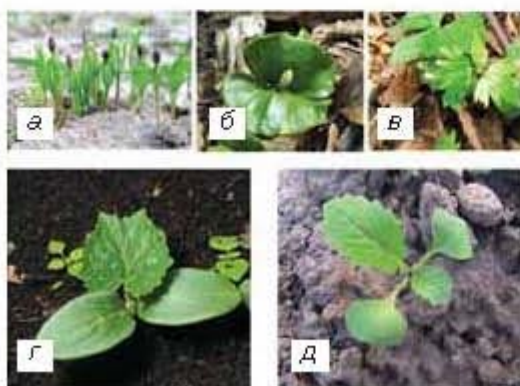


Рис. 56. Проростки сосны (а), бука (б), липы (в), огурца (г), капусты (д)

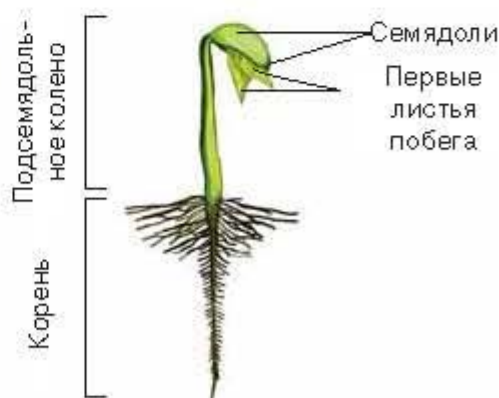


Рис. 57. Молодой проросток фасоли



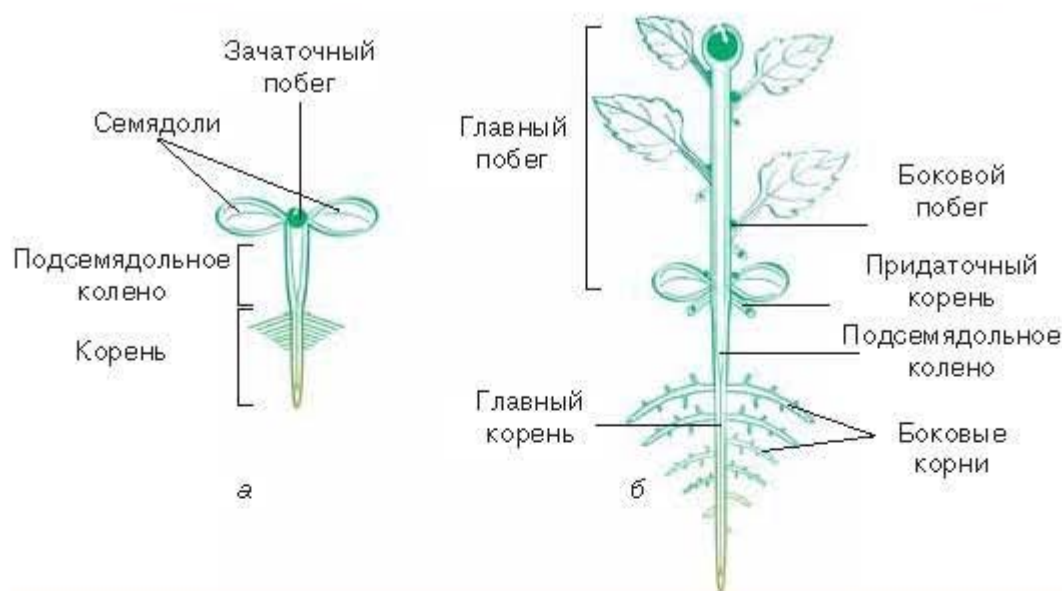


Рис. 58. Схемы строения молодого проростка (а) и молодого растения (б)

Выше семядолей формируется первый побег растения (рис. 58, а). Побег состоит из *стебля* с размещёнными на нём *листьями*. Первый корень и первый побег проростка называются, соответственно, **главным корнем** и **главным побегом**. На верхушке как корня, так и побега находятся точки роста, в которых они нарастают в длину.

Как правило, у растения развивается более одного корня и более одного побега благодаря *ветвлению* — образованию боковых побегов и корней. На *главном* корне развиваются *боковые* корни. На *главном* побеге, на стебле, над местом прикрепления листьев, закладываются почки — зачаточные *боковые* побеги. Если корень разовьётся на подсемядольном колене, стебле или на листе, то его считают *придаточным* (рис. 58, б). Так же *придаточными* являются и побеги, которые иногда образуются на корнях и листьях.

Подсемядольное колено и семядоли не сохраняются у взрослого растения, а его тело составляют корни и побеги. Их считают основными органами растений, поскольку всё, что наш глаз различает у цветкового растения (пока оно не начинает цвести), — это разнообразные варианты корней, побегов и их частей.

## ВЫВОДЫ

1. Молодой проросток цветкового растения состоит из семядолей, подсемядольного колена, первого корня и первого побега растения.



2. Количество семядолей у проростка разное, оно зависит от вида растения.
3. У взрослого цветкового растения семядоли и подсемядольное колено не сохраняются, а тело вплоть до цветения состоит лишь из корней и побегов, которые считаются основными органами растения.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Орган, проросток, семядоли, подсемядольное колено.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких частей состоит проросток цветкового растения?
2. Что такое семядоли и подсемядольное колено?
3. Почему корень и побег считаются основными органами растения?
4. Как классифицируют корни и побеги по месту их образования?

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### У всех ли растений есть корни и побеги?

Наличие корней и побегов свойственно не всем растениям, а лишь тем, которые имеют самое сложное строение. У некоторых менее сложных растений, например у мхов, встречаются побеги, но отсутствуют корни. А у части многоклеточных растений отсутствуют не только корни, но и побеги. Их тело может состоять из пластинчатых или цилиндрических веточек, как у многоклеточной водоросли ульвы (рис. 54, с. 83).

## § 21. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦВЕТКОВОГО РАСТЕНИЯ



*Вы узнаете об основных процессах жизнедеятельности растений и о том, какие органы их обеспечивают.*



*Какие преимущества имеют растения перед животными и грибами? Как и почему растут растения? Питаются ли чем-то растения? Как питаются растения? Дышат ли растения? Можно ли подкармливать растения? Как вещества «двигаются» по растению?*

Каждому цветковому растению свойственны **рост и развитие**, благодаря которым оно увеличивается, образует новые корни, побеги и другие органы.

Для этого растение должно получать извне необходимые вещества и энергию, т.е. **питаться** (рис. 59). Растение способно поглощать вещества исключительно в виде раствора или газа. Источни-





Рис. 59. Питание растения


ком воды и растворённых в ней минеральных веществ является почва. Функцию их поглощения, **минерального питания**, выполняют корни, которые также закрепляют растение в почве.

Почва состоит из нерастворимых неорганических частиц, органических веществ (гумуса), воздуха и воды, в которой растворены минеральные вещества. В самых больших количествах растение поглощает соединения азота, фосфора и калия. Особенно важными для растения являются соединения азота, которые оно способно усваивать только из почвы, хотя в воздухе его доля составляет около 78 % объёма. В достаточно большом количестве растение поглощает кальций и железо. Многие другие элементы, хотя и содержатся в растении в очень небольшом количестве, но также необходимы для его жизни.

Если в почве каких-то минеральных веществ недостаточно, то растение «голодает». Для обогащения почвы питательными веществами человек вносит в неё удобрения. *Органические удобрения* (навоз, перегной и т.п.) медленно расщепляются в почве до минеральных соединений, которые доступны для растения. *Минеральные удобрения* (калийная селитра, суперфосфат и т.п.), попадая в почву, растворяются в воде, и их вещества непосредственно поглощает растение.

Необходимые для жизнедеятельности органические вещества растение само синтезирует, но для этого ему, помимо минеральных веществ, необходим углекислый газ и энергия солнечного света.





Их растение получает через листья, находящиеся над поверхностью почвы и обеспечивающие **воздушное питание**. При выращивании растений в открытом грунте можно увеличить содержание углекислого газа в поверхностном пласте воздуха, если внести много органических удобрений. Углекислый газ выделяется микроорганизмами при разложении органических веществ. Особенно «признательны» за такую подкормку *огурцы, кабачки, дыни и тыквы*.

Вы уже знаете, что **фотосинтез** не только обеспечивает растение необходимыми для его жизни органическими соединениями, но и фактически превращает энергию солнечного света в доступную для живых организмов форму. Осуществляют фотосинтез все зелёные надземные части растения, но основная роль принадлежит листьям. Чтобы осуществлялся фотосинтез, растению необходимы вода, углекислый газ и свет. Для более активного роста растению необходимы определённая освещённость и температура. Нехватка любых элементов минерального питания также отрицательно влияет на фотосинтез.

**Дыхание** позволяет использовать для нужд растения энергию, высвобождаемую во время взаимодействия органических веществ с кислородом воздуха. Этот процесс происходит в митохондриях. Дышат все органы растения: как подземные, так и надземные. Если в процессе фотосинтеза образуется кислород и потребляется углекислый газ, то в процессе дыхания используется кислород, а выделяется углекислый газ. При достаточном освещении растение выделяет кислорода значительно больше, чем потребляет. А вот в темноте оно его не образует, а при дыхании поглощает кислород и выделяет только углекислый газ. Поэтому не рекомендуется спать в изолированном помещении с большим количеством растений. Организм человека может ощутить кислородное голодание.

**Газообмен** необходим растению для поглощения кислорода из воздуха и выделения углекислого газа во время дыхания или поглощения из воздуха углекислого газа и выделения кислорода во время фотосинтеза.

Особое значение для растений имеет **испарение воды** — выделение воды растением в газообразном состоянии. Оно позволяет несколько снизить температуру тела растения и защитить его от чрезмерной жары. Наиболее интенсивно осуществляют газообмен и испарение воды надземные органы — в первую очередь, листья. Однако, важнее то, что растение может поглотить из почвы ровно столько воды, сколько оно испарит её в атмосферу. Поэтому именно испарение делает возможным движение воды с растворёнными в ней минеральными веществами от корня к листьям. Одновременно продукты фотосинтеза транспортируются от надземных органов растения к корню. Осо-





бую роль в процессах транспортировки воды с растворёнными в ней веществами играет стебель растения. Он связывает корневую систему с надземной частью растения в целостный организм.

Целостность растительного организма определяется связью между его отдельными органами, которая обеспечивает их взаимодействие.

Способность образовывать новые органы и расти на протяжении всей жизни позволяет растению получать доступ к солнечному свету и новым источникам минеральных веществ. Растения не способны активно перемещаться в пространстве, но могут перерасти на новое место.

Корень и побег, обеспечивающие все процессы жизнедеятельности и определяющие рост и развитие каждого растительного организма, называются **вегетативными органами**, такими, которые обеспечивают его рост.

### ВЫВОДЫ

1. Корень и побег являются основными вегетативными органами растений.
2. Корень — подземный орган растения, обеспечивающий закрепление растения в почве и минеральное питание.
3. Побег — надземный орган растения, обеспечивающий газообмен, фотосинтез и испарение воды.
4. Рост и образование новых органов на протяжении всей жизни является важным приспособлением растений как прикреплённых организмов к освоению нового жизненного пространства.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Рост и развитие растения, минеральное питание, воздушное питание, испарение воды растением, вегетативные органы.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие процессы жизнедеятельности осуществляются во всех органах растения?
2. Какие процессы жизнедеятельности характерны именно для листьев?
3. Какие процессы жизнедеятельности свойственны именно корню?
4. Каково значение стебля для обеспечения процессов жизнедеятельности растения?

### ЗАДАНИЯ

Заполните таблицу (с. 96) в тетради, поставив отметку «+» или «да» напротив процесса жизнедеятельности, обеспечивающего каждый из трёх органов — корень, стебель и лист. По результатам анализа таблицы дайте ответы на вопросы:

1. Какие процессы жизнедеятельности обеспечивают корень и лист? Являются ли они основными одновременно для обоих этих органов?



2. Какие процессы жизнедеятельности обеспечивают все три органа?  
3. Какой процесс жизнедеятельности обеспечивает только корень?

Процесс жизнедеятельности	Корень	Стебель	Лист
Минеральное питание			
Воздушное питание			
Фотосинтез			
Дыхание			
Испарение воды			

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Почему плачут растения?

На зубцах по краю или на верхушках листьев некоторых растений можно увидеть капли воды, которые могут даже падать на землю (рис. 60). «Растение плачет», — скажет вам бабушка или мама. Разволновалось ли такое растение? А может к эмоциям эти капельки воды не имеют никакого отношения?

Выделение растениями воды в виде капель называется *гутацией*. Мы уже знаем, что растениям, для того чтобы поглотить новую порцию воды с минеральными веществами из почвы, необходимо лишиться части воды путём испарения. Но испарение воды возможно не всегда. Если воздух перенасыщен влагой, и не может более принимать её, то говорят, что относительная влажность воздуха достигает 100 %. В таком воздухе испарение невозможно, а значит растение не сможет осуществлять минеральное питание. Такие условия часто возникают во влажных тропических лесах с большим количеством осадков. В наших широтах это может происходить лишь в утреннее время, когда температура воздуха наиболее низкая и его способность удерживать водяной пар наименьшая. Растения именно для таких случаев образуют желёзки, которые принудительно выделяют капли воды. Одно из наших луговых растений, *манжетка*, даже получило название «трава алхимиков», поскольку утром на его листьях образуются капли воды, похожие на росу, которую собирали алхимики для своих опытов. А если у вас дома вдруг «заплачет» *кала*, *монстера* или какое-то другое тропическое растение, то, вероятно, влажность воздуха резко повысилась и нужно ожидать дождя.



Рис. 60. Гутация у растений: выделение воды зубцами листа манжетки (а); выделение воды верхушкой листа комнатного растения аглаонемы (б)





Вы узнаете об объединении клеток растений в ткани и об основных группах тканей.



Все ли растения имеют одинаковое строение? Какие функции могут выполнять клетки растений? Как клетки взаимодействуют между собой?

В предыдущих параграфах мы выяснили, что живые организмы состоят из клеток. Клетки многоклеточных организмов могут отличаться по форме, размерам, строению, функциям, но не существуют сами по себе, а объединяются в отдельные группы, образуя определённую ткань. **Ткань растения** — это совокупность клеток, выполняющих общую функцию или функции.

Объединение клеток в ткани происходит благодаря *межклеточному веществу*, склеивающему их, и заполняющему промежутки между оболочками соседних клеток. В месте контакта углов нескольких клеток расстояние между их оболочками самое большое. Поэтому остаются межклеточные пространства, заполненные воздухом, — система проветривания тела растения (рис. 61).

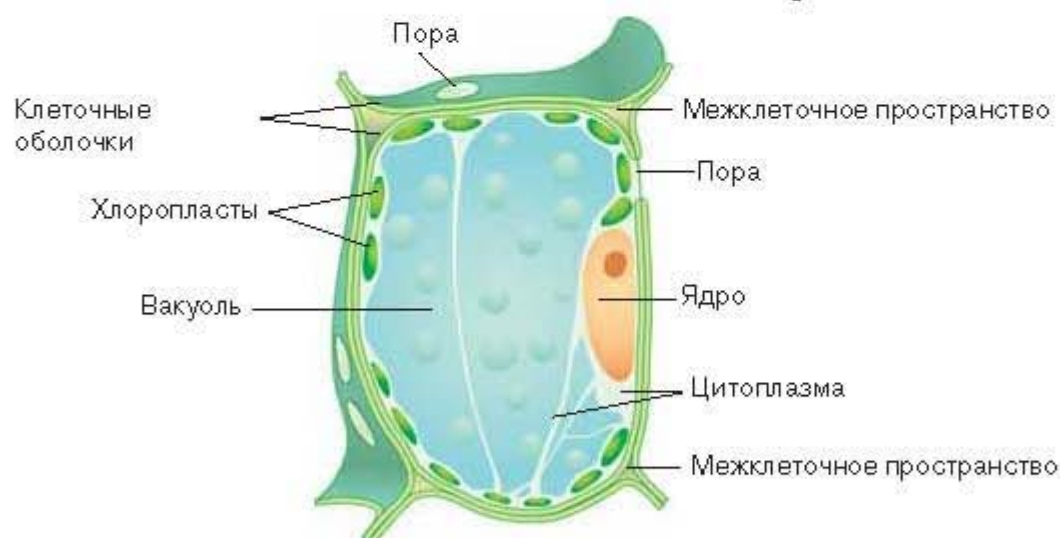


Рис. 61. Схема строения клетки растений в составе ткани

Некоторые растворённые в воде вещества могут двигаться от цитоплазмы одной клетки к цитоплазме другой через клеточные оболочки и межклеточное вещество (рис. 62). Участки клеточных оболочек, через которые проходит особенно много тяжёлой цитоплазмы, которые соединяют соседние клетки между собой, называются **птрами**. Они хорошо видны под оптическим микроскопом. Итак, поры растений — не отверстия.



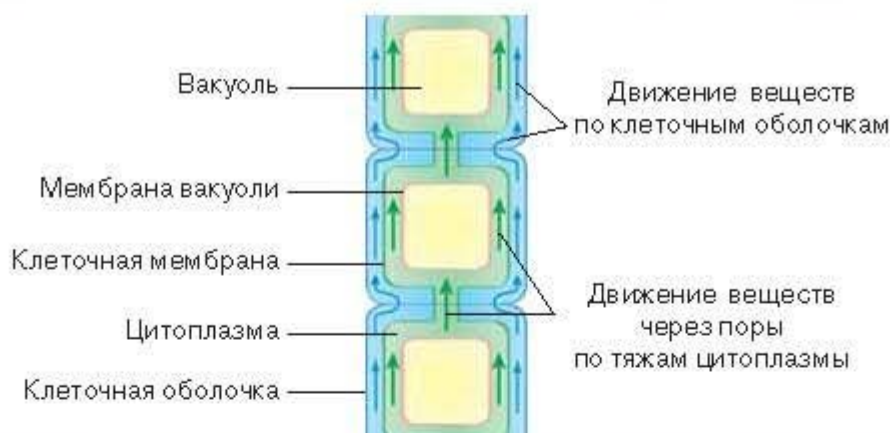


Рис. 62. Способы движения веществ от клетки к клетке

**Классификация тканей.** Ткани бывают *образовательные* и *постоянные* (рис. 63). Клетки **образовательных тканей** способны делиться. Поэтому образовательные ткани на протяжении всей жизни растения образуют новые ткани и органы. Этим обеспечивается рост и развитие растения.

Основными группами образовательных тканей являются *верхушечные* и *боковые* (рис. 64). Верхушечные образовательные ткани расположены на верхушках корней и побегов. Благодаря им происходит рост растения в длину и образование новых частей корня и побега. Боковые образовательные ткани не образуют новых частей тела растения, но обеспечивают рост в толщину уже существующих корней и стеблей — так называемое утолщение.

**Постоянные ткани** возникают из клеток образовательных тканей. Когда клетка специализируется, она теряет способность

## ТКАНИ РАСТЕНИЙ



Рис. 63. Основные типы тканей растений



делиться и превращается в клетку одной из **постоянных тканей**. Эти ткани обеспечивают все процессы жизнедеятельности растения, кроме роста.

Постоянные ткани различаются своими функциями. Для надземных растений особенно важны **покровные ткани**, регулирующие обмен веществ с внешней средой, а также **проводящие ткани**, осуществляющие транспортировку веществ между надземными и подземными органами растения. Между покровными и проводящими размещены разнообразные **основные ткани**, в частности **фотосинтезирующие, запасные и механические**.



Рис. 64. Расположение образовательных тканей в теле растения

### ВЫВОДЫ

1. Многоклеточное растение — это не только механическое объединение клеток, а система, работающая как единое целое благодаря обмену веществ между цитоплазмами разных клеток.
2. Клетки растений соединяются между собой и образуют разнообразные ткани, выполняющие определённые функции.
3. Образовательные ткани обеспечивают образование новых частей тела растения, а постоянные ткани — жизнедеятельность растительного организма.
4. Постоянные ткани в соответствии с особенностями их строения, размещения и функций делятся на покровные, проводящие и основные.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Ткань растения, пора, образовательная ткань, постоянная ткань, покровная ткань, проводящая ткань, основная ткань.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое ткань?
2. Чем отличаются образовательные и постоянные ткани?
3. Каковы основные типы образовательных тканей и их функции?

### ЗАДАНИЯ

Охарактеризуйте основные функции каждого типа постоянных тканей.





Вы узнаете об основных группах постоянных тканей, которые обеспечивают жизнедеятельность растения.



Имеют ли растения «кожу»? как вещества «двигаются» по растению вверх и вниз; поочерёдно по одной дороге или по разным путям? Имеют ли растения скелет?

**Покровные ткани.** Молодые побеги и корни растений покрыты *кожицей* — это покровная ткань, состоящая из одного слоя живых клеток, защищающих растение от неблагоприятного влияния среды, обеспечивают поглощение одних веществ и выделение других (рис. 65, а, б).

У старых стеблей и корней образуется ещё одна покровная ткань — *пробка*. Она состоит из нескольких слоёв отмерших клеток и выполняет защитную функцию (рис. 65, в). Срез пробки изображён на рисунке Роберта Гука — автора термина «клетка» (рис. 3, с. 15).

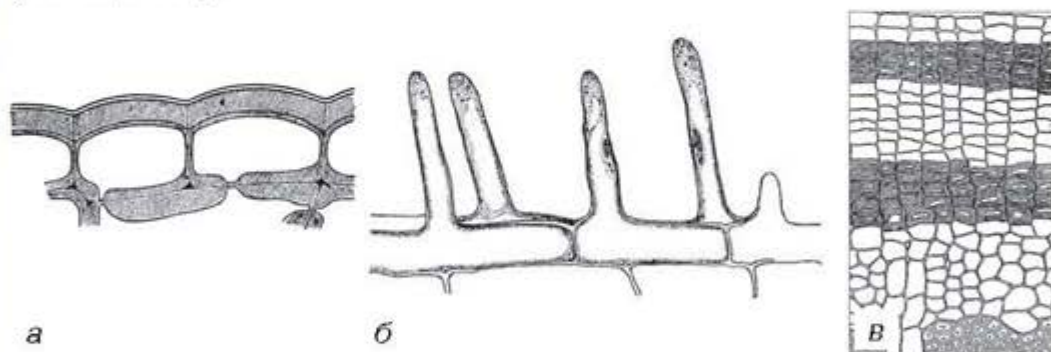


Рис. 65. Кожица побега (а) и корня (б), покровная ткань — пробка (в)

К **проводящим тканям** у растений относятся *древесина* и *луб* (рис. 66). В состав *древесины* входят заполненные водой мёртвые клетки с утолщёнными одревесневшими (жёсткими) оболочками. Участки оболочек таких клеток, которыми они примыкают друг к другу, разрушаются и эти клетки образуют длинные сплошные трубки — *сосуды*. По сосудам древесины растение транспортирует воду с растворёнными в ней минеральными веществами в восходящем направлении — от корня к листьям. Одновременно древесина придаёт растению механическую прочность.



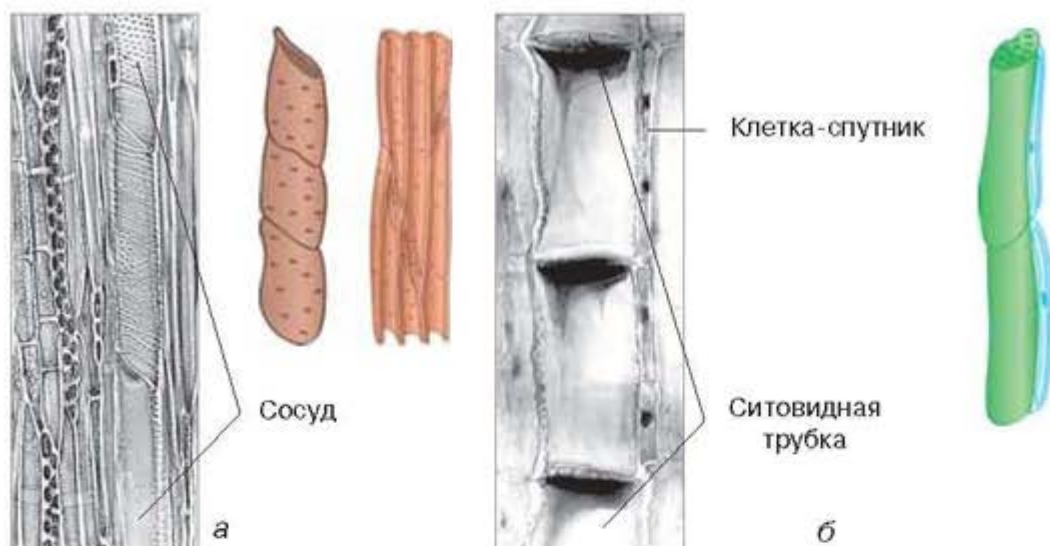


Рис. 66. Микрофотографии и схемы строения клеток древесины (а) и луба (б)

В состав **луба** цветковых растений входят **ситовёдные тробки**. Ситовидная трубка образована рядом живых клеток, не имеющих ядер. Поперечные перегородки между этими клетками имеют вид сита благодаря большому количеству мелких отверстий. Жизнедеятельность этих клеток обеспечивает одна или несколько мелких клеток-спутников с ядрами. Они расположены рядом с ситовидными трубками. По ситовидным трубкам луба транспортируются продукты фотосинтеза из органов, где они были образованы или накоплены (преимущественно из листьев), туда, где они необходимы (преимущественно в корни, в нисходящем направлении). В растении древесина и луб вместе обычно образуют **проводящие пучки** (рис. 67).

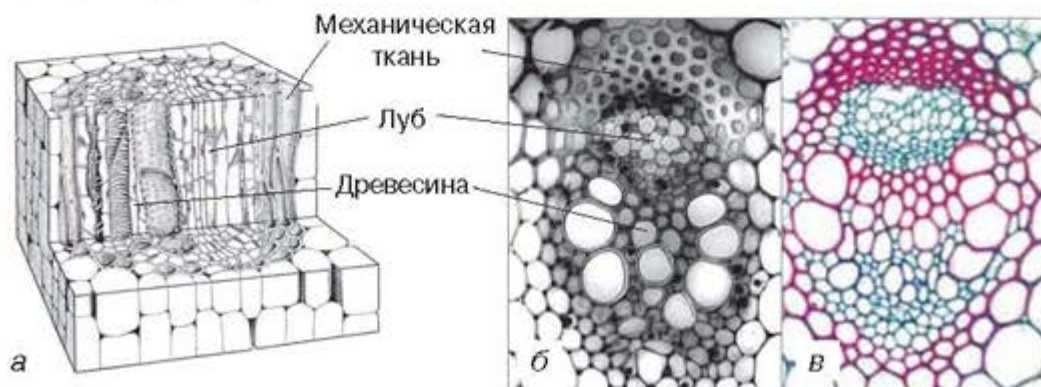


Рис. 67. Проводящий пучок. Схема строения (а), поперечный срез незакрашенного (б) и окрашенного (в) проводящего пучка. После окрашивания одеревеневшие оболочки мёртвых клеток приобрели красный цвет



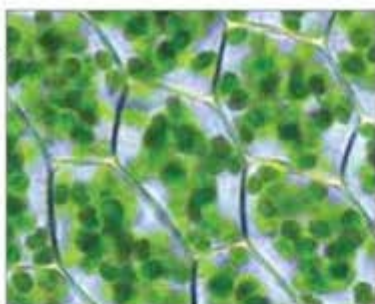


Рис. 68. Фотосинтезирующая ткань, в клетках которой содержатся хлоропласты

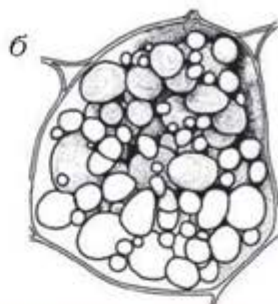


Рис. 69. Клетка запасной ткани клубня картофеля, заполненная зёрнами крахмала: микрофотография (а) и рисунок (б)

**Основные ткани** очень разнообразны. К ним относятся *фотосинтезирующая ткань*, клетки которой содержат хлоропласты и приспособлены к фотосинтезу (рис. 68). Она имеется во всех частях надземных побегов, особенно в листьях. Бесцветные клетки, в которых откладывается большое количество органических веществ (белков, жиров или углеводов — преимущественно крахмала), составляют *запасную ткань* (рис. 69). Чаще всего она встречается в корнях, глубоких слоях стебля, в мясистых листьях. *Механические ткани* (рис. 70) выполняют опорную функцию. Механические ткани, состоящие из живых клеток, передают органам растения гибкость и эластичность. Из мёртвых клеток с сильно утолщёнными, одревесневшими и жёсткими оболочками образуется очень крепкая, но ломкая механическая ткань. Механическая ткань может находиться в любой части тела растения, которая нуждается в дополнительной прочности.

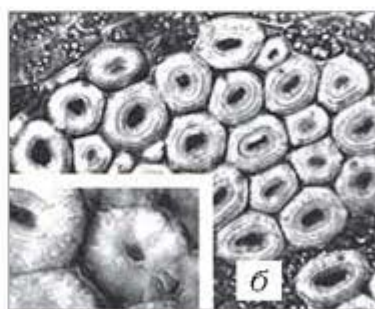
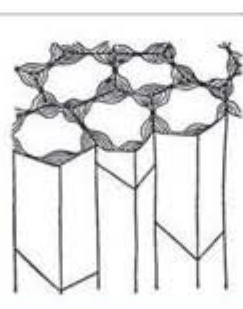
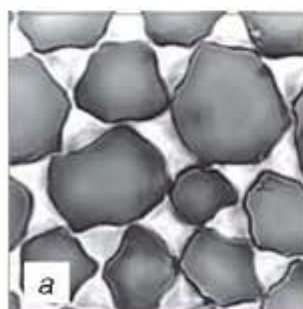


Рис. 70. Механическая ткань: а — состоящая из живых клеток с неравномерно утолщёнными и эластичными оболочками (поперечный срез и схема строения); б — пучок мёртвых клеток с сильно утолщёнными и жёсткими оболочками (поперечный срез и схема строения)

## ВЫВОДЫ

1. Взаимодействие растения со средой его существования регулируют покровные ткани.





2. Транспортировку веществ по растению осуществляют проводящие ткани.
3. Основные ткани находятся между покровными и проводящими; к ним относятся механическая, фотосинтезирующая и запасаящая ткани.
4. Ткани формируют органы и обеспечивают все процессы жизнедеятельности растения.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Древесина, луб, сосуд, ситовидная трубка, проводящий пучок.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какую роль играют покровные ткани?
2. В каком направлении транспортирует вещества древесина? А в каком луб?
3. В состав каких тканей входят мёртвые клетки?
4. В чём состоит разница в функциях клеток запасяющей и живой механической ткани?

### ЗАДАНИЯ

Установите соответствие между тканями и процессами, которые они обеспечивают. Запишите в тетрадь пары: буква и соответствующая цифра.

#### Ткани

- А Верхушечная образовательная ткань
- Б Проводящая ткань луб
- В Основная фотосинтезирующая ткань
- Г Боковая образовательная ткань
- Д Проводящая ткань древесины

#### Процессы

- 1 Восходящий транспорт воды
- 2 Нисходящий транспорт органических веществ
- 3 Фотосинтез
- 4 Рост стебля в толщину
- 5 Рост корня в глубину почвы

## § 24. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КОРНЯ



*Вы узнаете, как строение и способ развития корня позволяют этому органу выполнять свои функции.*



*Из чего построены корни? Для чего нужны корни? Как растение ориентируется где — верх, а где — низ, чтобы выпустить стебель и корень в нужных направлениях?*

**Корень** — это осевой подземный орган, растущий вглубь почвы за счёт верхушечной образовательной ткани, находящейся на кончике корня. Основные функции корня — закрепление растения в почве и поглощение из неё воды с растворёнными минеральными веществами.

**Строение корня.** Верхушечная образовательная ткань корня (рис. 71) образует новые клетки в двух направлениях: в направлении



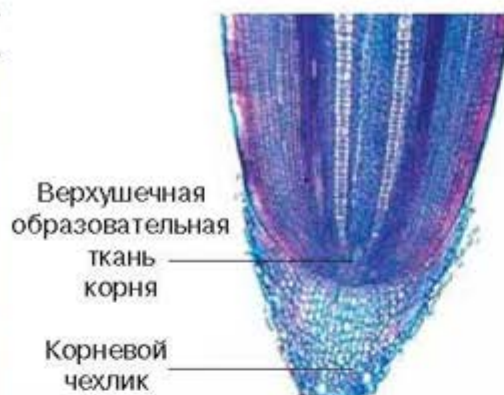


Рис. 71. Верхушечная образовательная ткань корня, покрытая корневым чехликом



Рис. 72. Зоны кончика корня

роста корня и к его основанию. Клетки, откладывающиеся в направлении роста корня, дают начало защитному *корневому чехлику*. А откладывающиеся в противоположном направлении — образуют постоянные ткани тела корня.

От кончика до основания вдоль корня различают такие основные зоны: корневой чехлик, зона деления, зона растяжения, зона всасывания и проводящая зона (рис. 72).

*Корневой чехлик* защищает нежную верхушку корня во время роста и продвижения между частичками почвы. Клетки, расположенные в глубине корневого чехлика, содержат большие зёрна крахмала. Эти зёрна под действием силы тяжести опускаются на нижний участок клеточной мембраны и помогают корню «ощутить» где — верх, а где — низ. Поверхностные клетки корневого чехлика постоянно слущиваются и отмирают. При этом они выделяют слизь, облегчающую продвижение корня вглубь почвы. Изнутри корневого чехлика восстанавливается клетками верхушечной образовательной ткани.

Из клеток верхушечной образовательной ткани в *зоне*

*деления* формируются остальные клетки, из которых состоит корень. Клетки зоны деления очень мелкие.

В *зоне растяжения* клетки быстро растут и начинают превращаться в клетки постоянных тканей. В этой зоне корень интенсивно удлиняется и проталкивает прикрытую корневым чехликом зону деления между частицами почвы.

*Зона всасывания* (зона корневых волосков) состоит из клеток, завершивших процесс роста и окончательно превратившихся в клетки постоянных тканей. Клетки *кожицы корня* в этой зоне





образуют длинные выросты — **корневые волоски** (рис. 65, б), достигающие 1 см в длину. Корневые волоски входят в плотный контакт с частицами почвы и играют главную роль в поглощении воды и минеральных веществ, поскольку значительно увеличивают поверхность корня (рис. 73). Они также закрепляют растение в почве. Подсчитано, что взрослое растение *ржи* имеет около 10 млрд корневых волосков, а их общая длина составляет примерно 10 тыс. км. Одновременно их общая площадь 20 м<sup>2</sup>, что приблизительно в 50 раз превышает площадь всех надземных органов растения.

В зоне корневых волосков корень уже не может перемещаться относительно частиц почвы.

На поперечном разрезе корня в этой зоне видно, что под кожицей расположена **кора**, состоящая из множества слоёв клеток основной ткани (рис. 74). Она передаёт воду к центральной части корня, называемой **центральным цилиндром**. Кора также запасает питательные вещества.



Рис. 73. Корневые волоски на главном корне проростка редиса

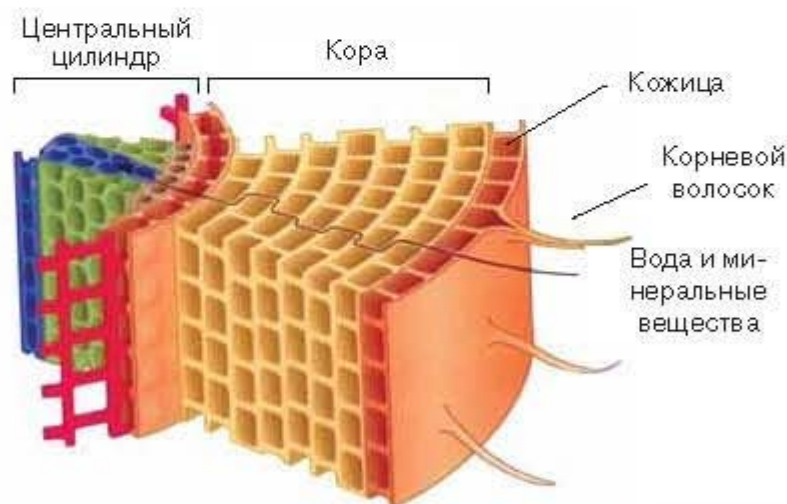


Рис. 74. Внутреннее строение молодого корня

В центральном цилиндре размещён единственный проводящий пучок. Его древесина в поперечном разрезе обычно имеет форму звезды с несколькими лучами (рис. 75). Между «лучами» древесины расположен луб. Проводящий пучок обеспечивает транспорт веществ вдоль корня.



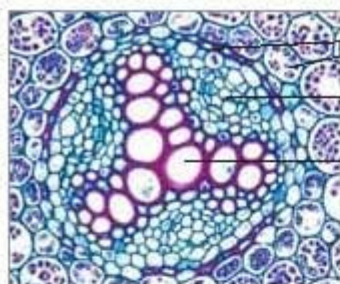


Рис. 75. Проводящие ткани в центральном цилиндре корня на поперечном срезе

**Проводящая зона** корня расположена выше зоны всасывания. Эта зона наиболее длинная. В проводящей зоне корневые волоски отмирают и всасывание веществ практически прекращается. В этой зоне во внешних тканях центрального цилиндра (на его границе с корой) со временем могут образовываться точки роста боковых корней.

**Проводящая зона** транспортирует вещества по древесине и лубу. Она закрепляет растение в почве благодаря боковым корням, а также может запасать питательные вещества в коре.

У многих растений со временем между древесиной и лубом проводящего пучка возникают слои клеток боковой образовательной ткани. Благодаря делению этих клеток корень утолщается.

Знания о строении и развитии корней человек издавна использует в сельском хозяйстве. Во время выращивания рассады (например, *томатов*) растения после прорастания рассаживают на большем расстоянии друг от друга и одновременно отщипывают верхушку главного корня: это ускоряет ветвление корня и способствует увеличению числа корешков с корневыми волосками. При выборе саженцев плодовых деревьев нужно помнить, что растения, у которых есть много тоненьких корешков, на которых быстро возникают новые боковые разветвления, лучше приживаются чем те, у которых большое количество длинных старых корней.

### ВЫВОДЫ

1. Все части корня образованы за счёт деления клеток верхушечной образовательной ткани. Она расположена в зоне деления клеток корня.
2. Корневой чехлик — особая часть кончика корня, которая защищает нежную верхушку корня во время роста и облегчает его продвижение вглубь почвы.
3. Рост корня в длину происходит в зоне растяжения его клеток.
4. Внутреннее строение корня в зоне корневых волосков обеспечивает поглощение и транспорт водных растворов минеральных веществ.
5. Наиболее старые участки корня формируют проводящую зону, которая обеспечивает транспорт воды и растворённых в ней веществ, а также закрепляет растение в почве с помощью боковых корней.





Корень, корневой чехлик, корневой волосок, зона деления, зона растяжения, зона всасывания, проводящая зона.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные зоны различают от кончика до основы корня?
2. В какой зоне происходит (1) образование новых клеток, (2) удлинение корня, (3) поглощение воды и минеральных веществ?
3. С чем связано образование корнем корневого чехлика, каковы его функции?
4. Какие ткани выполняют в корне функции (1) поглощения воды и минеральных веществ, (2) транспорта веществ?

### ЗАДАНИЯ

1. Заполните таблицу в тетради.

Зоны корня	Особенности строения	Функции
Корневой чехлик	Клетки размещены плотно. Некоторые клетки содержат большие зёрна крахмала. Поверхностные клетки отмирают и слущиваются	Защищает верхушку корня, выделяет слизь и облегчает продвижение корня в почве, определяет направление роста корня
Зона деления		
Зона растяжения		
Зона всасывания		
Проводящая зона		

2. Выберите правильные утверждения и исправьте неправильные:
  - А** Корневые волоски со временем превращаются в боковые корни.
  - Б** Кора состоит из многих слоёв клеток.
  - В** В процессе роста корня увеличивается длина зоны деления и растяжения, а длина ведущей зоны остаётся неизменной.
  - Г** В зоне всасывания корень покрыт кожей, образующей выросты.

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Как корень растёт в толщину?

У многих растений со временем между деревом и лубом проводящего пучка возникает боковая образовательная ткань — **кәмбий** (рис. 76). Он откладывает к центру корня дополнительные слои древесины, а наружу — луба. Благодаря этому корень сильно утолщается. Во внешнем слое центрального цилиндра возникает ещё одна боковая образовательная ткань — **пртбковый кәмбий**, откладывающий наружу покровную ткань — пртбку. Такие значительно утолщённые, покрытые пробкой зоны корня уже не поглощают воду и минеральные вещества, однако надёжно укрепляют растение в почве. Они характерны для древесных растений.



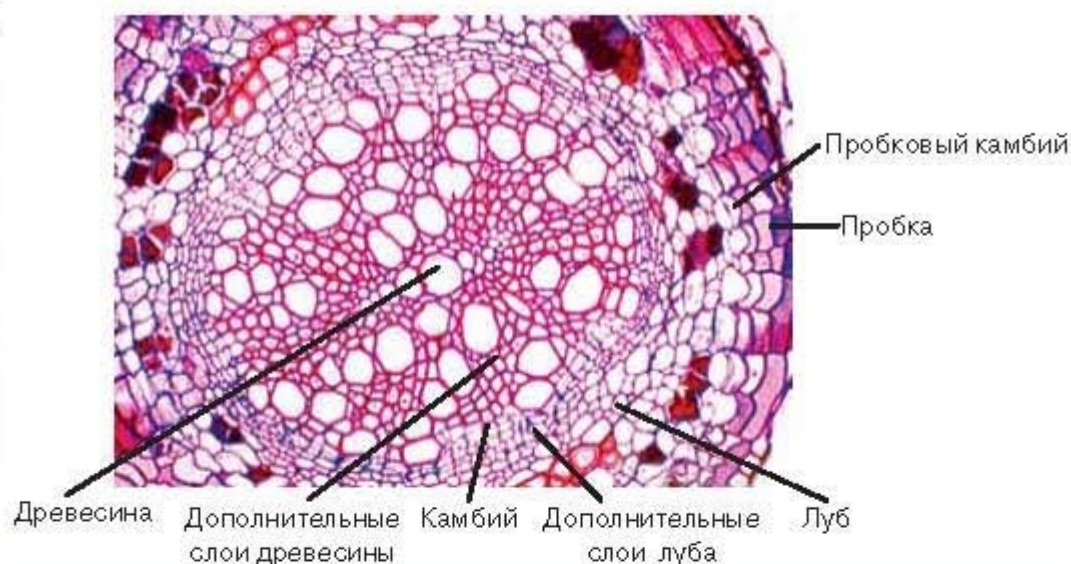


Рис. 76. Внутреннее строение старого корня

## § 25. КОРНЕВЫЕ СИСТЕМЫ. ВИДОИЗМЕНЕНИЯ КОРНЯ



Вы узнаете о корневых системах растений и их функциях, о том, какие последствия имеет выполнение корнями необычных для них функций.



Корни нужны, чтобы поглощать вещества. А ещё для чего?

**Корневая система** — это вся совокупность корней растения. Внешний вид корневых систем зависит от условий произрастания и того, как к этим условиям растение приспосабливается (рис. 77).

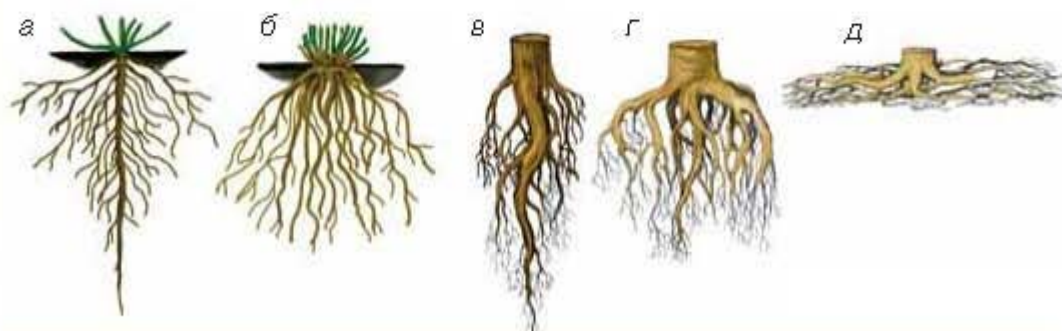


Рис. 77. Разнообразные корневые системы травянистых (а — стержневая, б — мочковатая) и древовидных (в, г, д) растений



Корни некоторых растений расположены лишь в поверхностном слое почвы, толщиной в несколько сантиметров (рис. 77, б). Так, поверхностные корни некоторых видов кактусов достигают глубины до 30 м. Они способны быстро собирать росу с большой площади, ведь в пустыне вода, выпадающая в утренние часы, не проникает глубоко в почву и быстро испаряется. У деревьев влажного тропического леса поверхностные корни успевают уловить минеральные вещества, образующиеся во время очень быстрого разложения отмерших частей растений. Тем не менее обычно корни достигают большей глубины. Так, у *ячменя* и *озимого рапса* они углубляются почти до 3 м, у *виноградной лозы* — до 16 м. Некоторые пустынные растения, чтобы достичь водоносных горизонтов почвы, углубляют корни до 30–50 м.



Рис. 78. Корневые клубни георгин

**Видоизменения корня** — это сильное изменение строения корня, обеспечивающее приспособление растения к условиям существования. Примерами видоизменений являются *корневые клубни*, *корни-присоски*, *воздушные*, *дыхательные*, *опорные корни*.

**Корневые клубни** (корневые шишки) возникают в результате накопления питательных веществ в боковых корнях. Они короткие, сильно утолщённые, шарообразной или вытянутой формы. Такие корни позволяют растению пережить неблагоприятный для роста период. Они встречаются, например, у *чистяка весеннего*, *георгин* (рис. 78).

**Корни-присоски** характерны для растений, приспособившихся всасывать питательные вещества из других растений. Некоторые из них являются *паразитами* — полностью обеспечивают свою жизнедеятельность за счёт растения-хозяина и не приспособлены к фотосинтезу (*повилика*, рис. 79). *Полупаразиты* (например,



Рис. 79. Повилика на побеге растения (а), корни-присоски повилки (б)



Рис. 80. Омела на ветке дерева





Рис. 81. Воздушные корни тропической орхидеи



Рис. 82. Дыхательные корни:  
а — болотного кипариса;  
б — тропических деревьев на болотах Африки

омела) за счёт растения-хозяина лишь частично удовлетворяют свою потребность в воде и питательных веществах, сохраняя зелёный цвет и способность к фотосинтезу (рис. 80).

**Воздушные корни** приспособлены к существованию в воздухе. Они характерны для большинства *орхидей* и других обитателей влажных тропических лесов (рис. 81), а у комнатных растений — для *монстеры*. Воздушные корни поглощают воду во время осадков не корневыми волосками, а особой губчатой тканью.



Рис. 83. Опорные корни тропического дерева (а) и кукурузы (б)

**Дыхательные корни** (рис. 82) развиваются у растений в переувлажнённых местах обитания, где в почве недостаточно воздуха для обеспечения дыхания корневой системы. У таких растений часть корней выступает над поверхностью и обеспечивает газообмен. Например, у *болотного кипариса* дыхательные корни имеют вид конусов более 1 м высотой.

**Опорные корни** (рис. 83) развиваются у основания стволов высоких растений там, где необходимо обеспечить стойкость растения. Так, благодаря досковидным опорным корням не падают исполинские тропические деревья, у которых корневые системы поверхностные. На наших полях опорные корни можно увидеть у *кукурузы*.

**Корнеплод** представляет собой видоизменение, образующееся в результате утолщения и накопления питательных веществ сразу в трёх органах молодого растения —



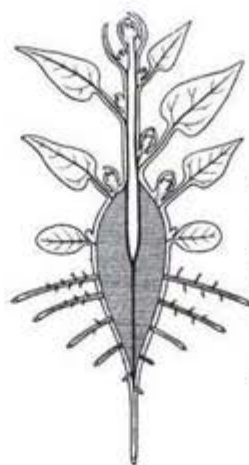
главном корне, подсемядольном колене и основании главного побега. Корнеплоды позволяют растению выжить в неблагоприятных условиях. Люди издавна использовали корнеплоды в пищу и вывели много разных культурных сортов: свеклы, моркови, петрушки, сельдерея, редьки и редиса.

Признаком корневой части корнеплода являются размещённые рядами боковые корешки. Шейка, образованная утолщённым подсемядольным коленом, имеет гладкую поверхность. А на головке корнеплода (утолщённой основе главного побега) имеются рубцы отмерших листьев (рис. 84).

Все три части почти одинаково развиты у корнеплода сельдерея (рис. 85, а). А вот у моркови (рис. 85, б) и петрушки корнеплод имеет очень маленькую головку, гладкая шейка виднеется над поверхностью почвы, а основная часть образована утолщённым корнем. У редиса (рис. 85, в) почти весь его гладкий корнеплод — это утолщённое подсемядольное колено. Поэтому семена редиса нельзя сеять глубоко — урожай будет некачественным.

#### ВЫВОДЫ

1. Корни растения образуют корневую систему, строение которой зависит от условий роста растения.
2. Выполнение корнем определённой специфической функции приводит к его видоизменениям.



Головка (основание главного побега)  
Шейка (подсемядольное колено)  
Корневая часть (главный корень)

Рис. 84. Схема образования корнеплода и его части



Рис. 85. Корнеплоды сельдерея (а), моркови (б) и редиса (в)



3. Видоизменённый корень может быть составной частью корнеплода, в образовании которого также участвуют подсемядольное колено и главный побег.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Корневая система, видоизменения корня, корневые клубни, корни-присоски, воздушные корни, дыхательные корни, опорные корни, корнеплод.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое корневая система?
2. Что такое видоизменения корня?
3. Какие видоизменения корня вы знаете, чем они отличаются от типичных корней растений по строению и функциям?
4. Чем корнеплод отличается от корневого клубня?

### ЗАДАНИЯ

Приведите в порядок таблицу: установите соответствия между названиями растений, свойственными им видоизменениями корня и их функциями. Ряды из трёх цифр запишите в тетради.

Растения	Видоизменения корня	Функции видоизменения корня
1. Георгина	1. Корни-присоски	1. Дополнительный газообмен
2. Кукуруза	2. Воздушные корни	2. Высасывание органических веществ из растения-хозяина
3. Орхидея	3. Дыхательные корни	3. Запасание органических веществ
4. Болотный кипарис	4. Опорные корни	4. Поглощение воды из воздуха
5. Повилика	5. Корневые клубни	5. Дополнительное поддержание стебля

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Священный Баньун

В некоторых восточных религиях священными считают величественные баньяны. Баньян — это особая форма роста больших тропических деревьев — *фикусов* (рис. 86). Начинает расти такой фикус на ветке другого дерева, куда семя заносят животные. Молодой фикус быстро образует воздушные корни,



Рис. 86. Баньян

которые достигают почвы и укореняются. Дерево, давшее фикусу убежище, отмирает, и он остаётся стоять на собственных корнях. Позднее на горизонтальных ветвях снова появляются воздушные корни, которые превращаются в корни-стволы. Так возникает целый лес-дерево, которое может занимать площадь свыше 1,5 га и насчитывать более 300 стволов. Известно, что под кроной одного баньяна спрятались целый эскадрон конницы.





Этот параграф объясняет особенности строения и развития побега как надземного органа растения, функции и типы почек, разнообразие побегов по размещению в пространстве и направлению роста.



Из чего состоят деревья? Как возникают и раскрываются почки? Одинаковы ли все почки?

**Побег** — это сложный надземный орган с верхушечным ростом, который состоит из осевого органа — стебля, и расположенных на нём боковых органов — листьев. Побег обеспечивает рост надземной части растения и образование новых побегов, а также транспорт веществ.

На верхушке побега расположен **конус нарастания**, образованный верхушечной образовательной тканью (рис. 87). В основании конуса нарастания формируются бугорки — зачатки будущих листьев. Молодые листья увеличиваются в размерах и загибаются над конусом нарастания. Они защищают нежную верхушечную образовательную ткань побега от повреждений, создают вокруг неё темную и влажную камеру, формируя *почку*.

**Почка** — это зачаточный побег с нерастянутым стеблем, листья которого плотно окружают верхушечную образовательную ткань. На верхушке любого побега расположена *верхушечная почка* (рис. 88). Когда побег растёт, в почке возникают новые молодые листья. При этом нижние листья разворачиваются и выходят из состава почки. Стебель между местами прикрепления листьев растягивается.

Стебель побега состоит из **узлов** — участков стебля, к которым крепится один или несколько листьев, и **междоузлий** — участков стебля между узлами. Острый угол между листом и побегом называется **листовой пазухой** (рис. 89). В таких пазухах располагаются зачатки боковых побегов — *пазушные почки* (рис. 88). Пробуждение пазушных почек приводит к развитию боковых побегов — к ветвлению побега.



Рис. 87. Конус нарастания побега злодеи



Рис. 88. Верхушечная и пазушная почки





Рис. 89. Основные части побега

У растений умеренного климата в конце периода роста на верхушке побега и в пазухах листьев формируются особые *зимующие почки* (рис. 90), которые находятся в состоянии покоя весь холодный, неблагоприятный для роста растения период года. Зимующие почки дополнительно защищены *почечными чешуйками* — видоизменёнными чешуевидными листьями, покрытыми мощным слоем воскоподобного вещества, а часто — волосками и плёнкой смолистых выделений (вспомните, какие

клейкие почки *тополя*). Под пазушными почками после опадения листьев остаются *листовые рубцы* (рис. 91). В холодное время года растения не могут поглощать воду из почвы, вода в надземных частях растения замерзает. Но и лёд продолжает испаряться (вспомните, как высыхает бельё на морозе). Поэтому все средства защиты зимующих почек направлены на защиту прежде всего от высыхания, а не от низких температур.

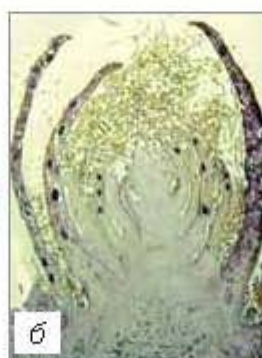


Рис. 90. Зимующие почки древовидных растений:  
а — общий вид почек клёна;  
б — продольный разрез почки винограда

У растений умеренного климата в конце периода роста на верхушке побега и в пазухах листьев формируются особые *зимующие почки* (рис. 90), которые находятся в состоянии покоя весь холодный, неблагоприятный для роста растения период года. Зимующие почки дополнительно защищены *почечными чешуйками* — видоизменёнными чешуевидными листьями, покрытыми мощным слоем воскоподобного вещества, а часто — волосками и плёнкой смолистых выделений (вспомните, какие

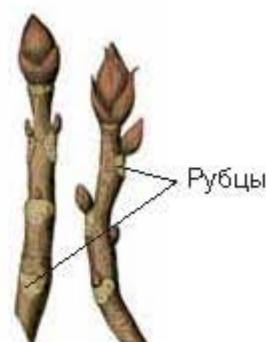


Рис. 91. Зимующие побеги дерева с почками и рубцами от опавших листьев





Рис. 92. Вегетативные (а) и цветочные (б) почки

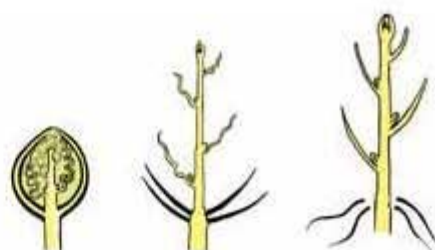
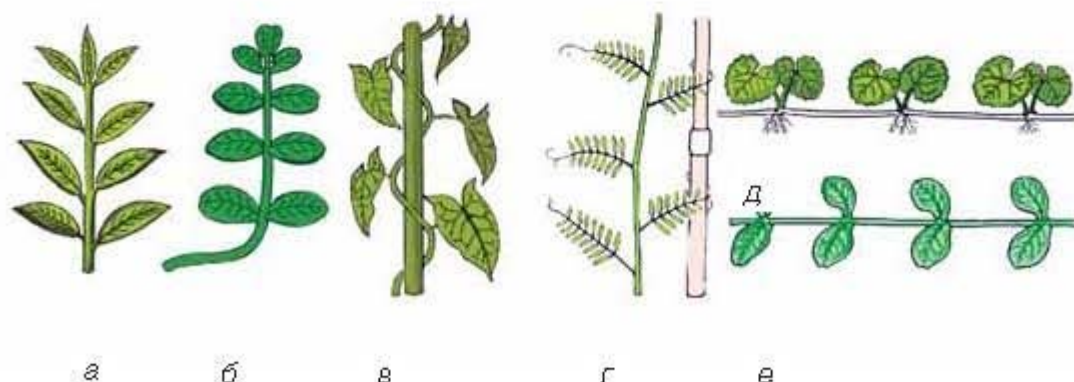


Рис. 93. Раскрытие зимующей почки

Некоторые почки содержат зачатки цветка или нескольких цветков (рис. 92). Они большие, более широкие и с более округлой верхушкой. Весной зимующие почки пробуждаются: почечные чешуйки расходятся, а со временем опадают, удлиняется стебель и разворачиваются листья молодого побега (рис. 93). Но часть почек может не пробуждаться несколько лет — это так называемые *спящие почки*. Такие почки пробуждаются лишь после сильного повреждения побегов.

У различных растений побеги бывают разного типа (рис. 94). Прямостоячие побеги растут вертикально вверх (например, ствол *ели*), горизонтальные — в горизонтальной плоскости (например, боковые побеги *ели*). Побеги некоторых растений занимают вертикальное положение лишь благодаря опоре. Так, вьющиеся побеги закручиваются вокруг опоры своим стеблем (*фасоль*), а цепляющиеся побеги цепляются за опору придаточными корнями (*плющ*), усиками (*горох*) и т.п. Стелющиеся побеги лежат на почве, а ползучие — ещё и укореняются с помощью придаточных корней.



Мал. 94. Типы побегов: а — прямостоячий; б — восходящий; в — вьющийся; г — цепляющийся; д — ползучий; е — стелющийся



1. Побег — это сложный орган, состоящий из осевого органа — стебля и боковых органов — листьев. Стебель обеспечивает рост надземной части растения, образование новых побегов, а также транспорт веществ. Фотосинтез, газообмен и испарение воды в основном происходят в листьях.
2. Почки являются зачаточными побегами. У растений сезонного климата они приспособлены к выживанию в неблагоприятные для роста растения периоды года.
3. По размещению на стебле различают верхушечные и пазушные почки. По внутреннему строению почки делятся на вегетативные и цветочные.
4. Побег, как и корень, является осевым органом, который нарастает при помощи верхушечной образовательной ткани. От корня он отличается наличием верхушечной почки, листьев, а также тем, что точки роста боковых побегов образуются на его поверхности.

#### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Побег, конус нарастания, почка, узел, междоузлие, листовая пазуха.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как деление побега на стебель и листья связано с выполнением им своих функций?
2. Что такое почка, какова её роль?
3. Какие типы почек вы знаете?
4. Какими бывают побеги по размещению в пространстве и направлению роста?

#### ЗАДАНИЯ

1. Каковы сходства и различия в строении побега и корня? Отвечая на вопрос, распределите названные признаки на две группы: 1) характерные для корня; 2) характерные для побега:  
а) делится на узлы и междоузлия; б) ветвится из внешних тканей центрального цилиндра (на его границе с корой); в) осуществляет минеральное питание; г) осуществляет воздушное питание (фотосинтез); д) развивается преимущественно в воздушной среде; е) развивается преимущественно в почве; ж) верхушка покрыта чехликом; з) на верхушке есть верхушечная почка, содержащая конус нарастания; и) ветвится благодаря пазушным почкам; к) направление роста — преимущественно к свету; л) направление роста — преимущественно от света к центру Земли.
2. Исправьте ошибки в утверждениях:  
а) конус нарастания побега образован покровной тканью; б) ветвление побега происходит благодаря боковой образовательной ткани; в) зимующие почки имеют плотные покровы, прежде всего для защиты от морозов; г) листовый рубец образуется на листе, повреждённом вредителями; д) боковые корни, как и боковые стебли, развиваются из пазушных почек; е) все побеги растут вертикально вверх.



### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Спящие почки — не бездействующие. На самом деле они каждый год нарастают на толщину годового прироста побега, на котором они расположены, но не пробуждаются. Поэтому они всегда остаются на поверхности (рис. 95). Они даже могут ветвиться из пазух своих почечных чешуек. Такие группы спящих почек в виде больших полусферических наростов вы можете увидеть на стволах липы, белой акации и других деревьев. Но временами такие наросты из спящих почек, как у берёзы, достигают очень больших размеров и могут весить больше тонны. Они называются *капами* (рис. 96). Для древесины капов характерен чрезвычайно красивый узор на срезе, именно поэтому она очень ценится мастерами-краснодеревщиками.

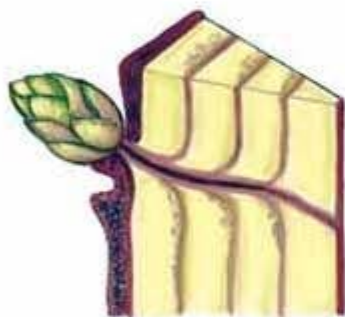


Рис. 95. Нарастание спящей почки



Рис. 96. Кап берёзы

## § 27. СТЕБЕЛЬ — ОСЕВАЯ ЧАСТЬ ПОБЕГА



*Мы рассмотрим особенности строения стебля в соответствии с его функциями и возрастные изменения внутреннего строения стебля.*



*Как стебель растёт в толщину? Почему при снятии коры выделяется вязкое вещество? Почему появляются кольца в стволе дерева? Почему возраст деревьев определяют по количеству колец в древесине? Долго ли живут растения?*

**Стебель** — осевой орган побега, выполняющий главным образом опорную (механическую) и проводящую функции. Опорная функция заключается в обеспечении наиболее благоприятного для фотосинтеза размещения листьев. Выполняя главную функцию, стебель обеспечивает двухсторонний транспорт воды с растворёнными в ней веществами — от корней к листьям и наоборот.

**Внешнее строение стебля.** Стебель, предназначенный для быстрого вынесения листьев к свету, имеет длинные междоузлия и





Удлинённый побег

Укороченный побег

Рис. 97. Укороченные и удлинённые побеги тополя

является частью удлинённого побега. Стебли с очень короткими междоузлиями образуют укороченные побеги, которые способствуют более плотному размещению листьев. Так, у *тополя* удлинённые побеги образуют скелетные ветви, но большинство листьев находится на мелких укороченных побегах (рис. 97).

**Внутреннее строение молодого стебля.** В молодом стебле, как и в корне, различают *кожицу*, *кору* и *центральный цилиндр* (рис. 98).

**Кожича** — это покровная ткань. Она защищает внутренние ткани стебля от повреждений, осуществляет газообмен, а также испаряет воду, предотвращая перегревание растения.

Под кожей находится **кора**, состоящая из основных тканей. В коре запасаются питательные вещества. В ней также имеется механическая ткань, придающая стеблям многих растений продольную ребристость. Так, у *осоки* клетки механической ткани в коре образуют три тяжа. Из-за этого её стебель на срезе трёхгранный.



Рис. 98. Внутреннее строение молодого травянистого стебля



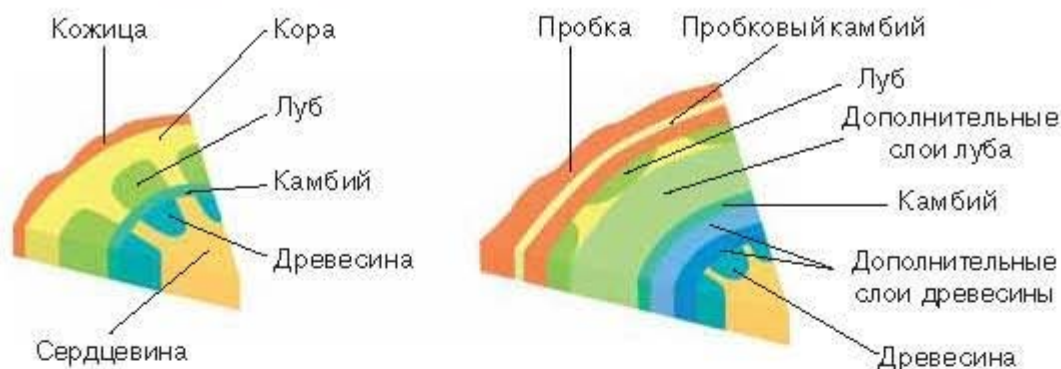


Рис. 99. Схема строения молодого одногодичного и взрослого двухгодичного стебля древесного растения

У *мяты* и *крапивы* таких тяжей четыре. Часто в клетках внешних слоёв коры есть хлоропласты. Поэтому молодой стебель, как правило, зелёный и приспособлен к фотосинтезу.

Под корой находится **центральный цилиндр**. В отличие от корня, он образован не одним, а несколькими *проводящими пучками*. Они овальные в разрезе и состоят из древесины во внутренней части, и луба — во внешней. Между древесиной и лубом находится **камбий** — боковая образовательная ткань. Проводящие пучки выполняют транспортную функцию: по сосудам древесины от корней к листьям движется вода с растворёнными в ней веществами, преимущественно — минеральными. По ситовидным трубкам в лубе от листьев к корню транспортируются растворённые органические вещества, образовавшиеся в процессе фотосинтеза. Кроме того, древесина повышает прочность стебля. В молодом стебле часть древесины незначительна, по сравнению с основной тканью. Такой стебель является гибким, и называется *травянистым*.

В самом центре стебель содержит *сердцевину*, образованную запасавшей основной тканью.

**Рост стебля в толщину. Годи́чные кольца.** У взрослых многолетних растений, особенно деревьев, стебли могут достигать значительной толщины. Это происходит благодаря боковой образовательной ткани — камбию, который утолщает стебель у многих растений (рис. 99). Камбий в стебле возникает в виде кольца, пересекающего проводящие пучки между лубом и древесиной. В направлении к лубу он создаёт дополнительные слои луба, а к древесине — дополнительные слои древесины.

В стебле древесного растения камбий пробуждается весной после зимнего покоя и формирует самые широкие сосуды древесины.



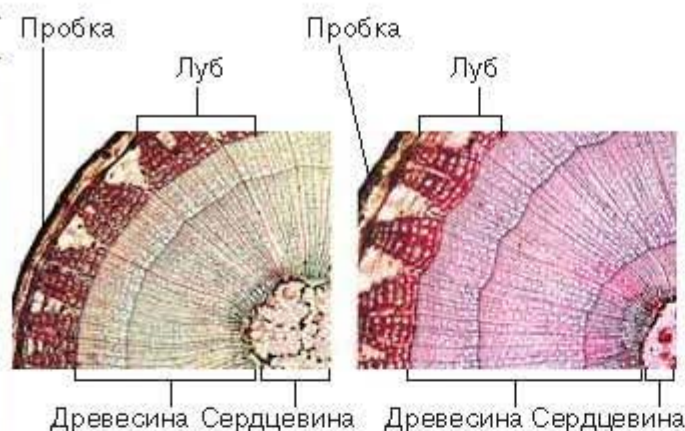


Рис. 100. Поперечные срезы веток липы  
разного возраста



Рис. 101. Ствол дерева  
в поперечном разрезе

Поэтому эта древесина самая светлая. В конце периода роста камбий образует наиболее тонкие сосуды, а значит, и наиболее тёмную древесину (рис. 100). Поэтому **годовичное кольцо I** (слой древесины, образованный на протяжении года), является более светлым изнутри и тёмным снаружи.

На срезе ствола концентрические годовичные кольца древесины заметны без увеличительных приборов (рис. 101). По ним определяют возраст деревьев. Обратите внимание, что годовичные кольца разные. Более широкое кольцо образуется в тёплый и влажный год, а то, что уже — в год с неблагоприятными для роста дерева климатическими условиями. Каждое кольцо шире с той стороны ствола, которая лучше прогревается солнцем.

Кроме того, у древесных растений над лубом постоянно нарастает особая покровная ткань — **пробка**, которая постепенно заменяет отмершую кожицу и кору молодого стебля. Пробка образуется другой боковой образующей тканью — **пробковым камбием**. Клетки пробки быстро отмирают, но благодаря делению клеток пробкового камбия слой пробки не уменьшается, а у некоторых деревьев — таких как **пробковый дуб** — с возрастом существенно возрастает.

Когда человек использует дерево для хозяйственной деятельности, то он счищает со стволов так называемую «**древесную кору**». Отрыв тканей «древесной коры» от древесины происходит по наиболее нежной ткани — камбию. Поэтому то, что мы называем «**древесной корой**», — это пробка вместе с лубом (рис. 102).

**Стволы как промышленное сырьё.** Человек использует все части ствола деревьев. Из луба молодой липы славяне издавна изготавливали лыко. Из него плели лапти, плотные ткани, скручивали бечёвки (вспомните выражение: «Ободрал как липку»).



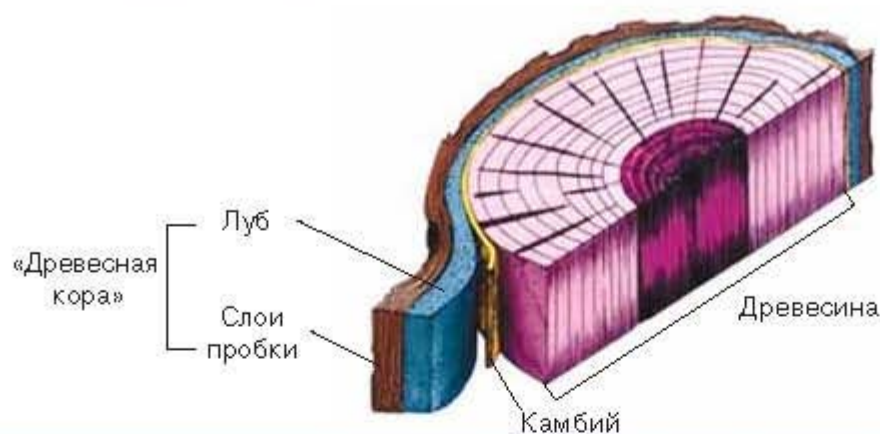


Рис. 102. Соотношение «древесной коры», камбия и древесины в стволе дерева

Из пробки пробкового дуба изготавливают одноимённый лёгкий и упругий материал. Им и до сих пор закупоривают бутылки с разными напитками, изготавливают поплавки, спасательные жилеты, используют в строительстве. Ради пробки пробковый дуб специально выращивают в Средиземноморье (рис. 103).

Но особенно широко человек использует древесину. Это и строительный материал, и горючее, и материал для производства бумаги, некоторых видов искусственного волокна и прочих материалов. Древесина различных деревьев имеет разные свойства. Лёгкую в обработке древесину *сосны* и *ели* используют в строительстве, твёрдую древесину *бука*, *ореха* и *дуба* — для производства мебели, мягкую *липы* — для вырезания посуды. Твёрдая древесина, пропитанная смолами и дубильными веществами, имеет изысканный тёмный цвет, она устойчива к гниению — особо ценится при изготовлении произведений искусства. Самой лёгкой является древесина *бальзового дерева* — она в 5 раз легче воды. Её используют в конструкциях самолётов и планеров, изготавливают доски для виндсёрфинга. Самой тяжёлой и твёрдой является древесина «*железного дерева*» — она даже тонет в воде. Раньше из неё изготавливали крепкие вещи — от дубинок британских полицейских до подшипников и втулок гребных винтов кораблей.



Рис. 103. Заготовка пробки из пробкового дуба



1. Длина междоузлий стебля определяет или более быстрое вынесение листьев к солнцу, или более эффективное заполнение пространства листьями.
2. Механические ткани и древесина обеспечивают упругость стебля. С возрастом прочность и ломкость стебля возрастают, а гибкость уменьшается.
3. Транспорт веществ по стеблю обеспечивает система проводящих пучков.
4. У многих растений с возрастом стебель значительно утолщается благодаря боковым образовательным тканям, в первую очередь, — камбию.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Стебель, пробка, «древесная кора», годичное кольцо, камбий, пробковый камбий.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие ткани придают стеблю механическую прочность, где они находятся?
2. По какой части стебля и в каком направлении (восходящем или нисходящем) движутся растворы органических веществ?
3. По какой части стебля и в каком направлении (восходящем или нисходящем) движутся вода и минеральные вещества?
4. Почему растение гибнет, если с него снято кольцо «древесной коры»?
5. Что такое годичные кольца и как они возникают?

### ЗАДАНИЯ

1. Сравните изображение поперечных срезов ветвей липы на рис. 100. Можно ли определить возраст дерева, каков он? Как вы считаете, в какую пору года срезаны эти ветви?
2. По материалам данного параграфа, используя ваши знания тканей растений, заполните таблицу в тетради.

Слой ствола дерева	Из каких тканей состоит	Функции
«Древесная кора»		
Камбий		
Древесина		
Сердцевина		

3. Некоторые деревья произрастают в странах с двумя влажными и тёплыми периодами на протяжении года. Как вы думаете, можно ли наблюдать у них кольца в древесине? Будут ли это годичные кольца?



Наибольшей толщины в растительном мире достигают стволы удивительных африканских деревьев — *баобабов* (рис. 104). В засушливый сезон они сбрасывают листья и используют воду, запасённую в стволе. Наибольшие деревья имели ствол примерно 15 м в диаметре. Местное население даже использует дупла старых баобабов как бытовые помещения.

Самое старое дерево на Земле, возраст которого удалось достоверно определить по годичным кольцам, — *сосна* в горах на юго-западе США: её возраст 4800 лет. Около 4000 тысяч лет живут *секвой* в Северной Америке. Из наших деревьев долгожителями являются *дуб* и *липа* (больше 1000 лет), *бук*, *клён*, *ель* и *пихта* (500–700 лет). *Граб*, *ольха*, *сосна обыкновенная*, *яблоня* и *лиственница* живут сравнительно недолго — до 200–300 лет, ещё меньше — *осина*, *берёза* и *рябина* (до 100–150 лет).



Рис. 104. Баобаб

## § 28. ЛИСТ — БОКОВОЙ ОРГАН ПОБЕГА



Вы узнаете об основных особенностях и разнообразии внешнего строения листа, а также о листопаде и его значении в жизни растений.



Почему листья такие разнообразные? Зачем листьям жилки? Почему весной листва зелёная, а осенью — жёлтая?

**Лист** — это боковой орган побега, главные функции которого — это воздушное питание, фотосинтез и испарение воды.

**Части листа.** Типичный лист состоит из четырёх частей: *основания листа*, *прилистников*, *черешка* и *листовой пластёнки* (рис. 105). Такие листья называются *черешковыми*.

**Основание листа** — часть листа, с помощью которой он соединяется со стеблем и к которой крепятся другие части листа. У некоторых растений она имеет вид лишь небольшого бугорка в месте прикрепления листа. Однако часто (у злаков, укропа и т.п.) основание листа разрастается и охватывает стебель как трубка, защищая пазуху листа с пазушной почкой (рис. 106). Такое основание называется  *влагалищем*.





Рис. 105. Основные части листа: а — схема строения листа; б — лист пеларгонии

**Прилистники** — это пара листовидных придатков на основании листа по сторонам от черешка (рис. 107). Они защищают листовую пластинку, развивающегося листа. Поэтому часто прилистники превращаются в почечные чешуи (*орешник, бук*). Прилистники нередко рано отмирают и не заметны у развёрнутых листьев (*берёза, дуб, орешник, крапива*). Встречаются также листья без прилистников.

**Черешок** — это суженная, иногда почти цилиндрическая, упругая часть листа, ориентирующая листовую пластинку относительно солнечных лучей. Лист называется *сидячим*, если черешок у него отсутствует (рис. 108).

**Листовая пластинка** — плоская часть листа, отвечающая в основном за испарение воды и фотосинтез. По внешнему виду — общим особенностям, форме края, верхушки и основы — листья разных ви-



Рис. 106. Листья злаков (а) и зонтичных (б) с основаниями, преобразованными во влагалища

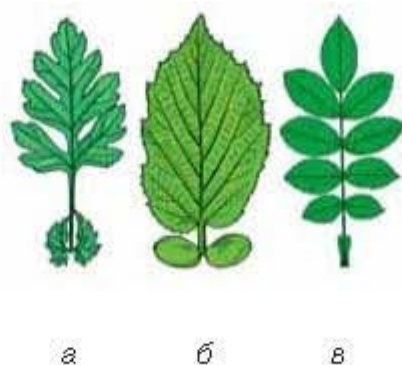


Рис. 107. Черешковые листья с прилистниками: а — боярышника; б — лещины; в — шиповника



Рис. 108. Сидячий лист медуницы



дов растений могут существенно отличаться (рис. 109). У *простых листьев* одна листовая пластинка, она может быть более или менее расчленённой углублениями по краю. *Сложные листья* имеют несколько листочков, каждый со своей пластинкой и черешечком, которые крепятся к общему черешку листа и при отмирании опадают отдельно (рис. 110).

На листовых пластинках хорошо различаются *жилки*. **Жилка** — это утолщение листовой пластинки, в котором проходит один или несколько проводящих пучков. По жилкам из стебля поступают вода и минеральные вещества, а продукты фотосинтеза транспортируются из листа в стебель. Жилки также являются опорным каркасом листовой пластинки. Способ расположения жилок в листовой пластинке называется **жилкованием** (рис. 111).

**Листорасположение.** У разных растений листья на стебле побега располагаются в определённом порядке. Этот порядок называется **листорасположением**. Очень часто встречается **очерёдное** листорасположение, при котором в каждом узле прикреплён один лист, а листья последовательных узлов расположены по спирали (*злаки, осока, шиповник*). При **супротивном** листорасположении в узле прикреплены два листа — один напротив другого, а пары листьев расположены в одной плоскости (*вербейник монетный*).



Рис. 109. Разнообразие форм листовых пластинок



Рис. 110. Примеры сложных листьев



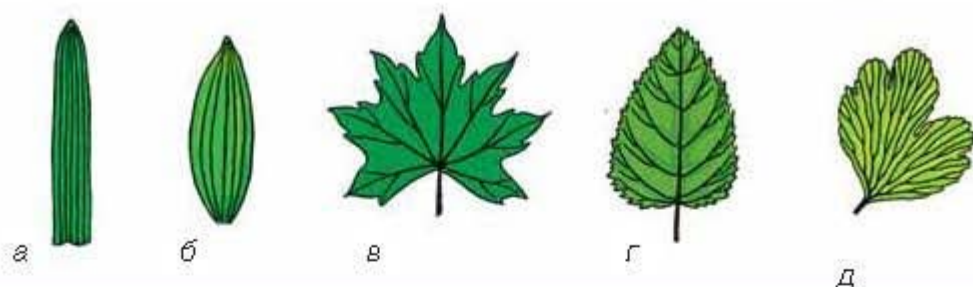


Рис. 111. Жилкование листьев: а — параллельное; б — дуговое; в — пальчатое; г — перистое; д — веерное

Наиболее часто встречается накрест-супротивное листорасположение, при котором пары листьев соседних узлов перекрещиваются под прямым углом (*мята*, *шалфей*). При мутовчатом листорасположении в узле прикреплено три или больше листьев (*вербейник обыкновенный*, *элодея*) (рис. 112).

**Листопад.** Продолжительность жизни листьев от их развёртывания до отмирания у разных видов различная. Известны пустынные растения, у которых листья без замены существуют веками (*веллечия удивительная*) (рис. 185, в; с. 190). Но чаще всего лист живёт от нескольких месяцев до нескольких лет. В странах с умеренным климатом (в частности, в Украине) листья многих растений разворачиваются весной, а осенью отмирают и опадают. Такое явление называется **листопадом**. Ежегодный естественный листопад уменьшает на зиму поверхность испарения растения. Также во время листопада растение вместе с листьями удаляет вредные продукты жизнедеятельности, накопившиеся за сезон роста в вакуолях его клеток. Опадению листьев обычно предшествует разрушение хлорофилла, который в живых листьях обычно маскирует разнообразные дополнительные вещества жёлтого и красного цветов. Поэтому лишённые хлорофилла осенние листья приобретают яркую золотистую и красную окраску.

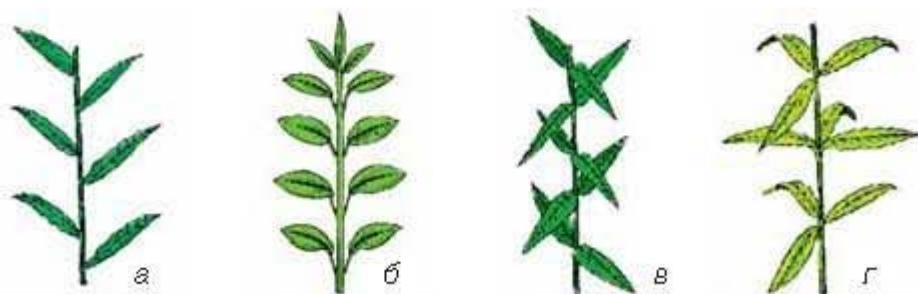


Рис. 112. Листорасположение: а — очерёдное; б — супротивное; в — накрест-супротивное; г — мутовчатое





На некоторых растениях зимой сохраняются живые зелёные листья. У этих растений продолжительность жизни листа составляет несколько лет. Поскольку у таких растений ежегодно отмирает и опадает лишь часть листьев, то у них сезонный листопад не заметен. Растения, у которых листья живут менее года и на зиму опадают (например, *береза*, *яблоня*), называются *листопадными*. Растения, у которых листья живут несколько лет и зимой остаются живыми (*ель*, *лавровишня*), называются *вечнозелёными*.

### ВЫВОДЫ

1. Лист как боковой орган побега не имеет верхушечной образовательной ткани. Типичный лист состоит из основы листа, двух прилистников, черешка и листовой пластинки.
2. Жилки образуют каркас листовой пластинки и обеспечивают транспорт веществ.
3. Листья различных видов растений имеют разную продолжительность жизни. Листопад является приспособлением растений к сезонному недостатку влаги, в частности зимой.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Лист, основание листа, прилистники, черешок листа, листовая пластинка, жилкование, листорасположение, листопад.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие функции выполняет каждая из основных частей листа?
2. Чем простые листья отличаются от сложных?
3. Что такое жилка листа и каковы её функции?
4. Какие способы листорасположения вы знаете?
5. Какое значение в жизни растений имеет листопад?

### ЗАДАНИЯ

Вспомните листья распространённых в Украине растений. Рассмотрите рисунки, приведённые в параграфе. Можете ли вы узнать листья распространённых в Украине растений? Определите признаки изображённых листьев и заполните таблицу в тетради.

Растение	Признаки листьев			
	Простой или сложный	Черешковый или сидячий	Тип жилкования	Способ листорасположения
Пшеница				
Дуб				
Шиповник				
...				





Вы узнаете о том, как внутреннее строение листа обеспечивает выполнение им основных функций — испарения воды, фотосинтеза и газообмена.



Как в лист проникает углекислый газ? Все ли клетки листа зелёные? Что у листьев внутри?

На срезе листовой пластинки видно, что лист состоит из покровной ткани — *кожицы*, *основной ткани* и *проводящих пучков* — *жёлок* (рис. 113).

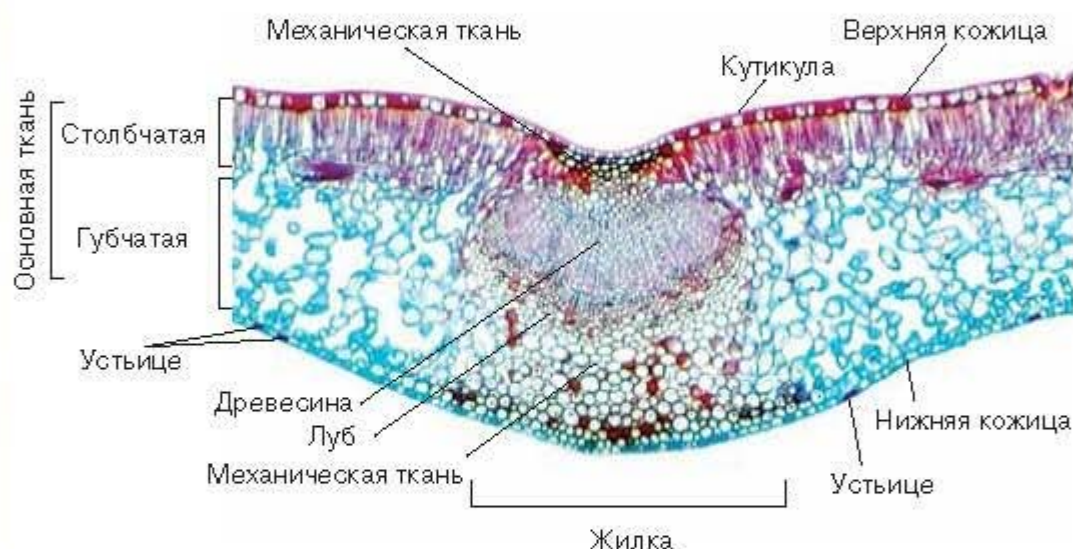


Рис. 113. Поперечный срез листа

**Кожица** расположена на поверхности листа. Она защищает внутренние ткани и обеспечивает взаимодействие листа с внешней средой. Большинство клеток кожицы бесцветны и прозрачны, они плотно прилегают друг к другу, а их клеточные оболочки со стороны, граничащей с внешней средой, утолщены. Они выделяют тоненькую прозрачную плёнку воскоподобных веществ — **кутикулу**, покрывающую поверхность листа. Бесцветные клетки кожицы могут образовывать разнообразные выросты — **волоски** (рис. 114). Плотное размещение клеток, утолщение их оболочек, образование кутикулы и волосков защищают лист от механических повреждений, уменьшают испарение воды и газообмен, рассеивают прямой солнечный свет.



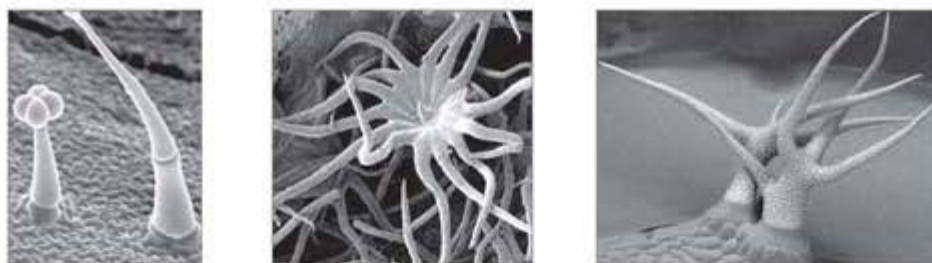


Рис. 114. Волоски на поверхности кожицы под электронным микроскопом

Если рассмотреть поверхность живой кожицы в микроскоп, то среди бесцветных клеток можно увидеть пары зелёных клеток, образующих *устьица*. *Остыице* — это пара вытянутых фасолевидных клеток, между которыми есть отверстие — *остыичная щель*. Она с одной стороны открывается во внешнюю среду, а с другой — в большое межклеточное пространство основной ткани листа. Клетки устьиц зелёные, поскольку в отличие от большинства клеток кожицы имеют хлоропласты (рис. 115). В зависимости от влажности и освещённости клетки устьиц изменяют свою форму, регулируя испарение воды и газообмен.

При достаточном освещении и влажности клетки устьиц выгибаются так, что их средние части расходятся и устьичная щель расширяется (рис. 116). Через неё из межклеточного пространства листа наружу испаряется вода, а лист при этом охлаждается. Кроме того, через открытую устьичную щель выделяется кислород, образующийся в процессе фотосинтеза, а в межклеточник из воздуха поступает углекислый газ. В темноте и при недостатке влаги клетки устьиц выпрямляются, устьичная щель сужается и закрывается. Как следствие, испарение воды и поступление углекислого газа в лист уменьшается, выделение кислорода прекращается.

Обычно в строении кожицы верхней и нижней поверхностей

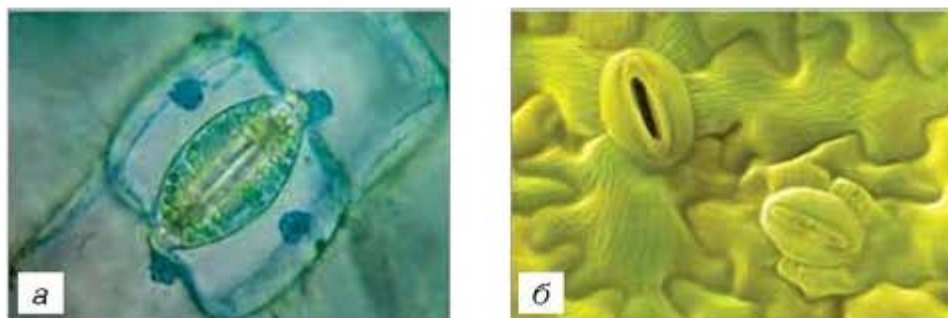


Рис. 115. Закрытое устьице под оптическим микроскопом (а) и открытое и закрытое устьица под электронным микроскопом (б)



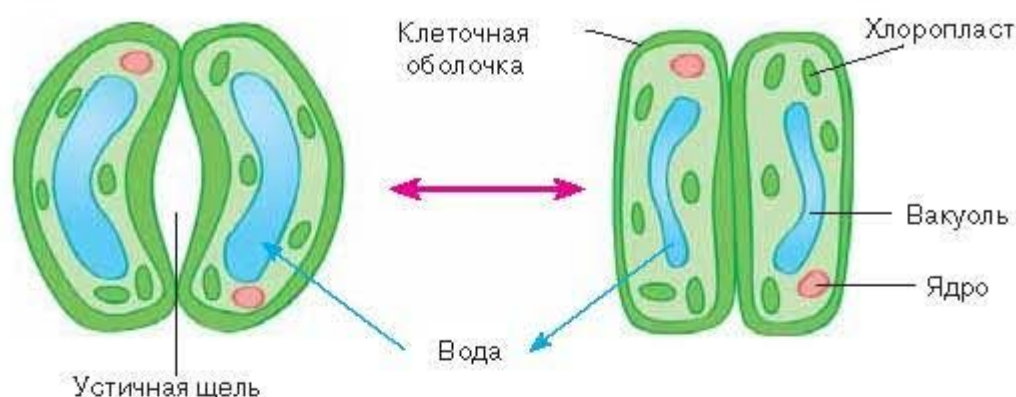


Рис. 116. Схема открывания и закрывания устьиц

листовой пластинки имеются существенные различия. Так, стенки клеток и кутикула верхней кожицы утолщены, и устьица в ней, как правило, отсутствуют. А вот нижняя кожица состоит из тонкостенных клеток, имеет более тонкую кутикулу и содержит устьица. Но из этого правила известны многочисленные исключения. Например, у водных растений с плавающими на поверхности воды листьями (*водяная лилия*) устьица расположены в верхней кожице. У растений с утолщёнными листьями, живущих в пустынях, устьица часто имеются как в нижней, так и в верхней кожице. Причина в том, что в пустынях отражённый от поверхности почвы свет по интенсивности почти такой же как и прямой солнечный, и потому обе стороны листа нагреваются и освещаются почти одинаково.

**Основная ткань** листа расположена в листовой пластинке между верхней и нижней кожицами. Она состоит из клеток с многочисленными зелёными хлоропластами, т.е. является фотосинтезирующей тканью. У многих растений клетки основной ткани под верхней кожицей выглядят как плотно прилегающие друг к другу столбики, между которыми почти не остаётся межклеточного пространства. Они образуют **столбчатую** основную ткань, где очень интенсивно происходит фотосинтез. Клетки, прилегающие к нижней кожице, имеют более округлую и неправильную форму, между ними остаются большие межклетники, самые крупные из которых располагаются вблизи устьиц. Эта часть основной ткани называется **губчатой** тканью. В ней интенсивно происходит не только фотосинтез, но и дыхание.

У растений, нуждающихся в большом количестве света, в листе развивается больше слоёв столбчатой ткани, в то время как у видов, произрастающих в тени, эта ткань вообще может отсутствовать.





**Жилки** расположены в основной ткани. Отдельная *жилка листа* состоит из одного или нескольких проводящих пучков, в которых сосуды древесины находятся ближе к верхней, а луб с ситовидными трубками — к нижней коже. Проводящие пучки усилены тяжами механической ткани, которые часто лучше развиты в лубе (с нижней стороны листа). Эти тяжи придают листу прочности, но делают его не жёстким, а гибким.

**Как работает лист?** С восходом солнца клетки основной ткани начинают процесс фотосинтеза. Они поглощают из межклетников углекислый газ и воду, поставляемую сосудами древесины жилок. И одновременно с этим выделяют кислород как побочный продукт фотосинтеза (рис. 117). Содержание кислорода и воды в межклетниках увеличивается, а углекислого газа — уменьшается. Лист от солнечных лучей нагревается. В этот момент приоткрываются устьица. Через них начинает испаряться вода, охлаждая основную ткань. Наружу из межклетников выходит кислород, а внутрь поступает воздух с углекислым газом. Образованные основной фотосинтезирующей тканью органические вещества попадают в ситовидные трубки и транспортируются в стебель и корни. Там они накапливаются в виде запасных питательных веществ, используются в процессе дыхания и превращаются в сложные органи-



Рис. 117. Схема внутреннего строения листа и обмена веществ в процессе фотосинтеза



ческие вещества, из которых образовательные ткани формируют новые клетки.

Ночью фотосинтез прекращается и закрываются устьица. Но клетки, так же как и днём, продолжают дышать. В результате в межклетниках количество углекислого газа возрастает, а кислорода — уменьшается. Поскольку межклетники не являются абсолютно герметичной системой, то некоторая часть углекислого газа через не полностью закрытые устьичные щели попадает наружу, а воздух, обогащённый кислородом — внутрь. Поэтому в помещении, где есть растения, днём кислорода в воздухе становится больше, углекислого газа — меньше, а ночью — наоборот.

### ВЫВОДЫ

1. Кожица защищает лист от физических повреждений и высыхания, через устьица регулирует испарение воды и газообмен.
2. Основная ткань листа осуществляет фотосинтез.
3. Жилка листа обеспечивает прочность листовой пластинки и транспортировку по проводящим пучкам воды и растворённых в ней веществ.
4. Ткани листовой пластинки, работая согласованно, регулируют испарение и газообмен, чем обеспечивают высокую эффективность фотосинтеза, происходящего в листе.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Кутикула, кожица листа, устьице, устьичная щель, столбчатая основная ткань, губчатая основная ткань, жилка листа.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы функции кожицы? Почему она имеет разное строение на верхней и нижней поверхности листа?
2. Что такое устьица, как они регулируют испарение воды и газообмен?
3. Какова главная функция основной ткани листа, в чём разница в её строении ближе к верхней и ближе к нижней кожице?
4. Какие функции выполняют проводящие ткани, входящие в состав жилки?

### ЗАДАНИЯ

Вам всем известно, что *водяная лилия* плавает на поверхности воды, *алоэ* — в толще воды, берёза произрастает на суше, *алоэ* — в засушливых условиях. Перепишите предложенные суждения в тетрадь и заполните пропуски в них.

На листьях \_\_\_\_\_ устьица расположены в верхней кожице, поскольку \_\_\_\_\_. Строение листа \_\_\_\_\_ типичное для растений суши в умеренном климате. У листьев \_\_\_\_\_ отсутствует кутикула, поскольку растение погружено в воду. Наиболее мощная кутикула развивается на листьях \_\_\_\_\_, поскольку \_\_\_\_\_.





Вы узнаете о том, почему образуются видоизменения побега и его частей, какие бывают видоизменения, как распознать, какой перед вами орган растения.



Какие необычные растения существуют? Какими бывают растения-хищники?

Побег — это сложный орган. Если он, кроме основных, начинает выполнять дополнительные функции, то образуются видоизменения побега в целом или отдельных его частей (стебля или листьев).

**Подземные видоизменённые побеги.** Типичный побег — это надземный орган. Поэтому любой побег, находящийся в почве, будет видоизменённым. Подземные побеги запасают питательные вещества, позволяя растениям переживать неблагоприятные сезоны и способствуя быстрому распространению растения на больших территориях.

Подземные видоизменения побега часто похожи на корни, но их всегда можно узнать по следующим признакам: а) ось подземного побега всегда разделена на узлы и междоузлия; б) он имеет чешуевидные листья, а если они быстро отмирают, то оставляют после себя листовые рубцы; в) стебель подземного побега несёт пазушные почки; г) верхушечная образовательная ткань в верхушечной почке никогда не прикрыта чехликом. Подземные видоизменённые побеги — это *корневище*, *клубень*, *луковица*, *клубнелуковица*.

**Корневище** — подземный побег с продолжительным верхушечным нарастанием, стебель которого выполняет запасную функцию, а листья обычно выглядят как защитные чешуйки (рис. 118). Корневища, имеющие сильно удлинённые междоузлия, способству-

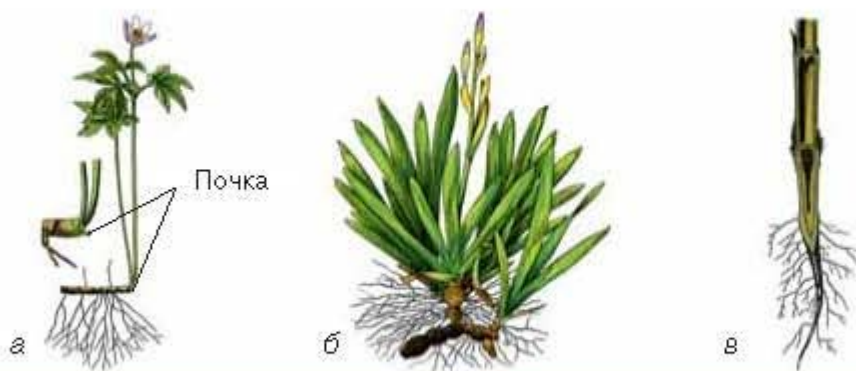


Рис. 118. Корневища анемоны дубравной (а), ириса (б), бугилы (в)





Рис. 119. Клубень картофеля: а — нижняя часть растения с материнским клубнем; б — образование молодого клубня из верхушки подземного побега; в — лист (бровка) и пазушная почка (глазок); г — прорастание верхушечной почки клубня

ют быстрому распространению растения на новых участках почвы (*анемона дубравная*, *пырей*). Корневища с короткими междоузлиями (например, *уириса*) выполняют только запасную функцию.

**Клубень** имеет ограниченный верхушечный рост и сильно утолщенный стебель, в котором запасаются питательные вещества (рис. 119). Листья у клубня мелкие, чешуевидные. У клубня картофеля они выглядят как невысокие валики («бровки»), в пазухах которых расположены пазушные почки («глазки»). Клубни картофеля развиваются на концах подземных, сильно удлинённых и недолговечных побегов.

**Луковица** — подземный побег с продолжительным или ограниченным верхушечным ростом, стебель которого — «донце» — сильно укорочен, не мясист, а листья видоизменены в сочные чешуи, выполняющие функцию запаса питательных веществ (рис. 120, а, б). Луковица присуща *лилиям*, *тюльпанам*, *луку огородному*.

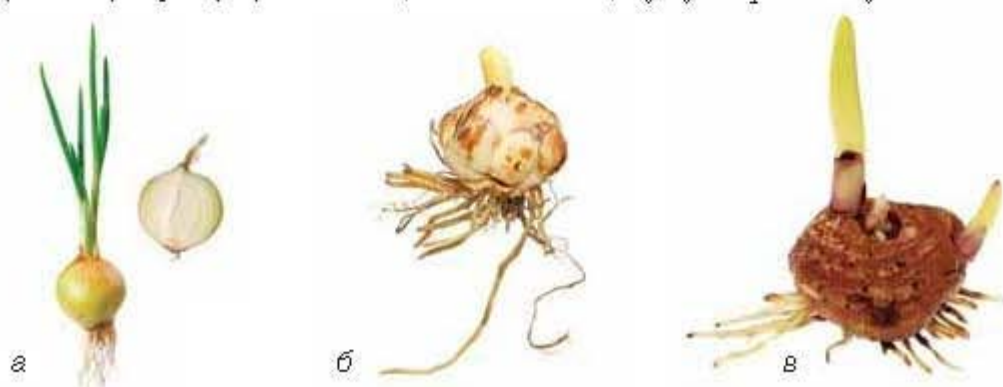


Рис. 120. Луковицы лука огородного (а), лилии (б), клубнелуковица гладиолуса (в)



**Клубнелуковицы** (у гладиолуса, шафрана) — это укороченные подземные побеги с ограниченным нарастанием, по форме напоминающие луковицы, но их мясистый и утолщённый стебель запасает питательные вещества, а листья видоизменены в сухие плёночные чешуйки (рис. 120, в).

**Надземные видоизменённые побеги** не только запасают питательные вещества и обеспечивают распространение, но и способны выполнять другие функции: например, находить опору для растений с гибкими стеблями, улавливать атмосферную влагу или защищать растение от поедания животными. Видоизменения могут затрагивать как обе части побега (и стебель, и лист), так и лишь одну его часть — лист или стебель. Поэтому надземные видоизменения побега намного разнообразнее, чем подземные.

Например, **видоизменения обеих частей побега** можно наблюдать у многих кактусов и тропических молочаев: у них стебель утолщённый, сочный, зелёный, запасает воду и осуществляет фотосинтез, а листья расположены на укороченных пазушных побегах и видоизменены в колючки.

Примером **видоизменения стебля** являются **надземные клубни** (капуста кольраби, многочисленные тропические орхидеи). У них стебель утолщённый и мясистый, накапливает много питательных веществ, а расположенные на нём листья не видоизменены (рис. 121, а). Распространённым видоизменением стебля являются **усы** — короткоживущие надземные ползучие побеги с очень длинными междоузлиями. В узлах таких побегов образуются новые растения. При помощи усов растение быстро расселяется на новых территориях. Примером является земляника (рис. 121, б).

Наиболее экзотический пример **видоизменения листьев** можно наблюдать у насекомоядных растений — росянки, венериной мухоловки, непентеса. Их листья превращаются в ловушки с разными механизмами привлечения, удержания и переваривания насекомых и других

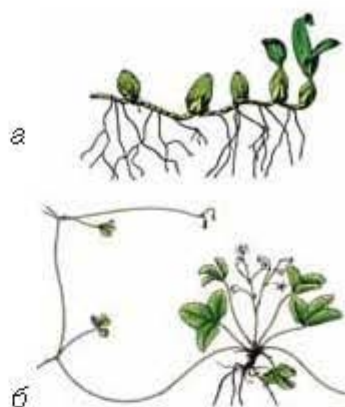


Рис. 121. Видоизменения надземных побегов:  
а — надземные клубни орхидей; б — усы клубники



Рис. 122. Росянка круглолистная



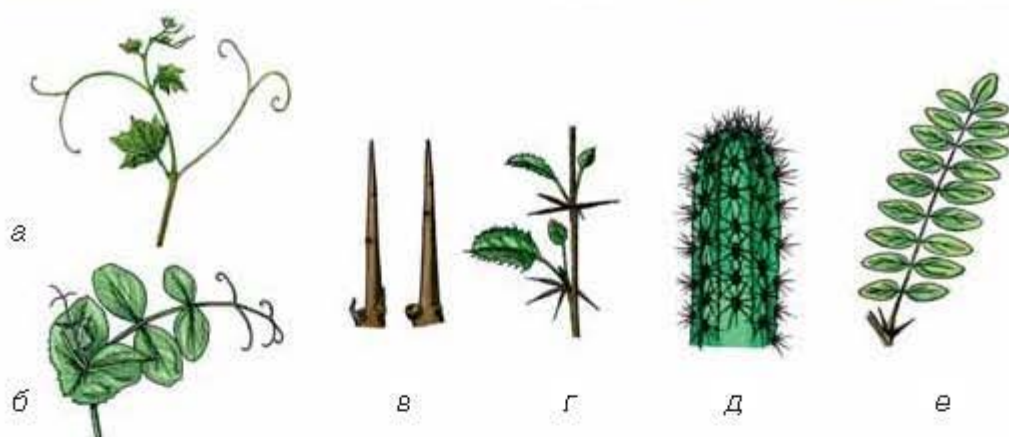


Рис. 123. Усики (а, б) и колючки (в–д): а — усики побегового происхождения винограда; б — усики листового происхождения гороха; в — колючки побегового происхождения боярышника; колючки листового происхождения: г — барбариса; д — кактуса; е — белой акации



Рис. 124. Видоизменённые колючки — побеги из спящих почек гледичии

мелких животных (рис. 122, 125, 126). Насекомоядные растения встречаются там, где ощущается недостаток азота, который является необходимым компонентом минерального питания.

Распространёнными видоизменениями всего побега или только его листьев являются *усики* и *колючки* (рис. 123, 124). Благодаря **фискам** растение цепляется за опору и оплетает её (виноград, фасоль, горох). У многих

растений (тёрна, боярышника, барбариса, белой акации) встречаются **колрчки**, защищающие их от поедания животными, от повреждения очень ярким светом, а в засушливых местах даже улавливающие из воздуха водяной пар.

## ВЫВОДЫ

1. Подземные побеги всегда видоизменены или в связи с накоплением питательных веществ, используемых для выживания в период покоя, или для расселения растения на новых территориях.
2. Видоизменения надземных побегов или их частей образуются вследствие усиления функций запасания питательных веществ или воды и выполнения стеблем функции фотосинтеза, а также для выполнения функций защиты и укрепления на опоре.
3. Видоизменённые побеги сохраняют свойственный типичному побегу способ образования и строение. Стебель, листья и почки на видоизменённом побеге размещены так же, как и на обычном.





## ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Корневище, клубень, луковица, клубнелуковица, усики, колючки.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие подземные видоизменения побега вы знаете?
2. Чем подземные видоизменённые побеги отличаются от корней?
3. Какие видоизменения надземных побегов вы знаете?
4. Какие видоизменения побегов — надземных или подземных — более разнообразны и почему?

## ЗАДАНИЯ

Сравните подземные запасующие побеги. Для этого заполните таблицу в тетради и сделайте вывод, чем они отличаются друг от друга.

Признаки	Видоизменённый побег			
	Корневище	Клубень	Луковица	Клубнелуковица
Продолжительность нарастания				
Форма стебля				
Функции стебля				
Форма листьев				
Функции листьев				

## ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

### Насекомоядные растения

В Украине на болотах произрастает *росянка круглолистная* (рис. 122). Своё название это небольшое растение получило за капельки жидкости, которые словно роса блестят на верхушках длинных волосков, покрывающих листья. Насекомые легко прилипают к этим каплям. К ним медленно склоняются соседние волоски, а сама пластинка листа сворачивается вокруг насекомого. Волоски выделяют пищеварительный сок и всасывают продукты пищеварения.

Значительно «проворнее» *венерина мухоловка*, произрастающая на болотах Северной Америки (рис. 125). Пластинки её листьев быстро складываются вдоль средней жилки, когда на них садится насекомое. Длинные щетинки на краю листовой пластинки удерживают жертву, пока она не переварится. После этого лист раскрывается.

Много насекомоядных растений, подобных тропической лиане *неленте-су*, образуют листья-кувшинчики (рис. 126). Эти ловушки часто привлекают насекомых нектаром. Жертвы попадают в лист-кувшинчик и тонут в заполняющей его жидкости. В данном случае бактерии и пищеварительные соки разрушают белки, а лист всасывает продукты пищеварения. Крышечки таких кувшинов не удерживают насекомых внутри видоизменённого листа, а лишь защищают от попадания в кувшинчик капель дождя.





Рис. 125. Венера мухоловка



Рис. 126. Лист-кувшинчик непентеса

Плотоядные растения — небольшие и не способны активно двигаться. Они не имеют зубов, яда или других средств нападения. Поэтому рассказы о страшных растениях-людоедах являются только легендами.

### § 31. ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ



Вы узнаете о том, как с помощью вегетативных органов образуются новые растения.



Можно ли из листа вырастить целое растение? А из корня? Для чего прививают фруктовые деревья?

Вы уже знаете, что размножением называется увеличение количества особей одного вида, и что размножение всегда сопровождается появлением новых организмов. Размножение делится на **половое** и **бесполое**. Известны различные способы бесполого размножения, в частности, у одноклеточных организмов — это деление клетки пополам (например, бактерии, *амёба*, *эвглена*), размножение подвижными или неподвижными спорами (вспомните *хлореллу* и *хламидомонаду*). У многоклеточных растений распространённым способом бесполого размножения является *вегетативное* размножение.

**Вегетативное размножение** растений осуществляется частями вегетативных органов и основано на способности растений легко образовывать новые вегетативные органы, в том числе утраченные или отсутствующие.

*Естественное вегетативное размножение* происходит без участия человека. *Искусственное вегетативное размножение* осуществляет человек для удовлетворения собственных потребностей: он отделяет часть тела растения и создаёт условия для образования нового организма.

**Естественное вегетативное размножение** растений осуществляется частями корня или побега, но чаще всего — их видоизменениями.



У *осота*, *хрена*, *облепихи*, *вишни* на **невидоизменённых корнях** возникают дополнительные почки, из которых развиваются новые растения. Надземный побег, развивающийся из дополнительной корневой почки, называется **корневым отростком**. У некоторых растений, например, *вербы ломкой*, могут укореняться **невидоизменённые побеги**, отделившиеся от материнского растения.

Дополнительные почки, из которых развивается новое растение, легко образуются на **корневых клубнях**, которые являются **видоизменёнными корнями**. Корневыми клубнями размножаются *георгины* и *чистяк весенний*.

**Подземные видоизменённые побеги** почти всегда участвуют в вегетативном размножении. Так, даже небольшой фрагмент *корневища* легко укореняется и становится новой особью. Именно поэтому на огороде так тяжело избавиться от злостного сорняка — *пырея*. Растение, которое вырастает из *клубня* или *луковицы*, как правило, само образует несколько новых клубней или луковиц.

К способам вегетативного размножения **надземными видоизменёнными побегами** относится размножение *усами* (вспомните, у какого растения), *выводковыми почками* и *воздушными клубеньками*. *Выводковые почки* — это специализированные почки, которые легко опадают, укореняются и формируют новые растения. Например, у *каланхоэ* выводковые почки развиваются по краю листа и часто формируют маленькое растение с корнем ещё на материнском организме (рис. 127, а). При самом лёгком прикосновении эти маленькие растения опадают и начинают самостоятельную жизнь. *Воздушные клубеньки* напоминают маленькие луковички, возникающие или в пазухах листа (*зубянка клубненосная*, рис. 127, б), или в соцветиях вместо цветков (у культурных сортов *чеснока*).



Рис. 127. Естественное вегетативное размножение: а — молодые растения на листьях каланхоэ; б — луковицы в пазухах листьев зубянки клубненосной; в — клубеньки в соцветии горца живородящего



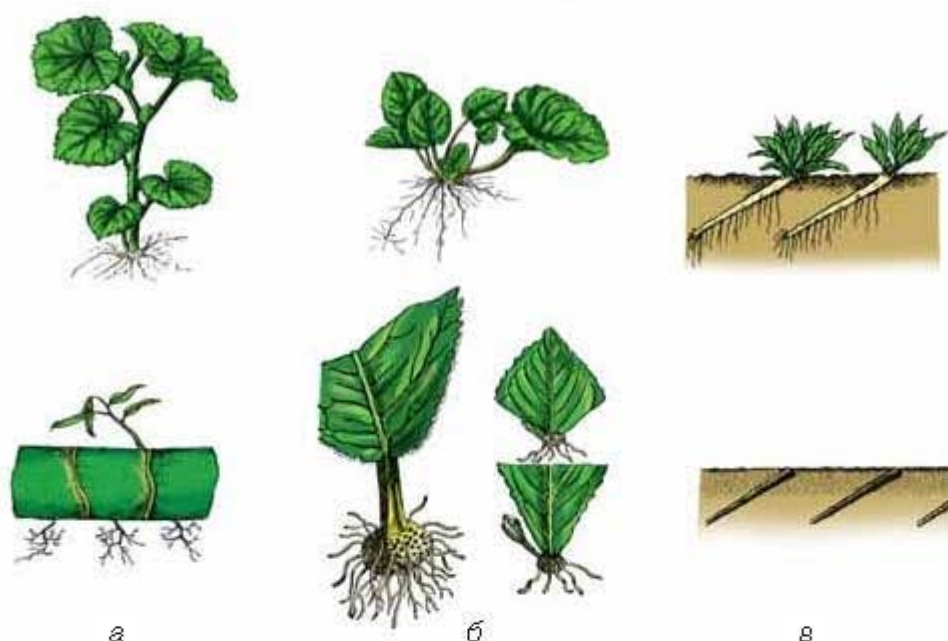


Рис. 128. Типы черенков у растений: а — стеблевые черенки пеларгонии и дифенбахии; б — листовые черенки гloxинии и сенполии; в — корневые черенки хрена

**Искусственное вегетативное размножение.** Часть тела растения, которую человек отделяет для вегетативного размножения, называется **черенком**. *Стеблевыми черенками* называются безлистные части побега с почками. *Листовые черенки* — это целые листья или их фрагменты. *Корневые черенки* — это отделённые корни (рис. 128).

Черенки помещают в воду или влажный песок, торф, искусственное волокно или их смесь при оптимальных для каждого вида растения температуре и освещении. В месте среза черенка начинается интенсивное деление клеток, в результате чего возникает своеобразный наплыв — **каллус** (рис. 129). В нём легко развиваются придаточные корни. У стеблевых черенков с образованием корней вегетативное размножение фактически завершается, поскольку возникает растение, имеющее все вегетативные органы. В каллусе листового черенка сначала должны возникнуть придаточные почки, из них — побеги, на которых образуются придаточные корни. На корневых черенках должны образоваться придаточные побеги с придаточными корнями.



Рис. 129. Каллус на стеблевых черенках винограда





Стеблевыми черенками размножаются большинство комнатных растений, а также растения открытой почвы (*смородина*, *крыжовник*, *верба*). Целые листья с черешками используют как черенки у комнатных *сенполий* и *бегоний* (рис. 130). Корневыми черенками размножают *хрен*.

При размножении **отводками** (*смородина*, *крыжовник*, *орешник*) побеги растений прижимают к почве и прикапывают. После образования придаточных корней и отрастания побегов их разделяют (рис. 131).

Важным методом вегетативного размножения является **прививка растений**, при которой черенок-привой приживают на растении-подвое, имеющем собственную корневую систему. Их плотно прижимают друг к другу срезами и защищают места среза от смещения, пересыхания и загрязнения. В результате этого происходит их срастание. Существует много видов прививок, в зависимости от техники срезания черенка-привоя и подвоя и их соединения (рис. 132).

В наше время разработаны лабораторные методы **культуры тканей**, при помощи которых в искусственной стерильной среде можно культивировать самые маленькие почки, получать и размножать растения даже из отдельных клеток. Это современные биотехнологические методы вегетативного размножения растений (рис. 133). Они позволяют получать посадочный материал, не содержащий опасных для растения вирусов.



Рис. 130. Молодые растения на листовом черенке бегонии королевской



Рис. 131. Отводки смородины



Рис. 132. Прививка растений пазушной почкой (а) и стеблевыми черенками (б)





Рис. 133. Образование новых побегов в культуре тканей

При помощи вегетативного размножения мы быстро получаем крепкие жизнеспособные молодые растения. Важно помнить, что все растения, полученные таким способом от одного организма, будут абсолютно идентичными. Поэтому сорта *картофеля*, большинство плодовых и ягодных культур, сорта декоративных многолетних цветковых растений (*ирисы*, *тюльпаны* и т.п.) размножают исключительно вегетативно.

### ВЫВОДЫ

1. Вегетативное размножение растений осуществляется многоклеточными частями их тела и возможно благодаря тому, что растения легко образуют новые вегетативные органы.
2. Человек использует естественное и искусственное вегетативное размножение для быстрого получения новых растений и сохранения их сортовых особенностей.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Вегетативное размножение, черенки, отводки, прививки растений, каллус, культура тканей.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое размножение?
2. Что такое вегетативное размножение?
3. Что такое естественное и искусственное вегетативное размножение?
4. Как происходит естественное вегетативное размножение?
5. Как происходит искусственное вегетативное размножение?

### ЗАДАНИЯ

Найдите неправильные утверждения:

1. Вегетативное размножение позволяет получить от одного растения большое разнообразие потомков.
2. Искусственное вегетативное размножение возможно у тех растений, которые в природе вегетативно не размножаются.
3. Естественное вегетативное размножение позволяет растениям давать значительно больше потомства.
4. Вегетативное размножение может осуществляться только частями побега.





Вы узнаете о том, что такое цветок, из каких частей он состоит и чем обусловлено разнообразие цветков.



Зачем растению цветок? Какое строение у цветка? Зачем в цветке лепестки? Откуда появляется в цветке пыльца? Какой самый большой и самый маленький цветок?

Цветок (рис. 134) — это видоизменённый укороченный и ограниченный в росте побег, который приспособлен для образования половых клеток и осуществления полового процесса, завершающегося образованием плода с семенами. **Цветок** — это орган семенного размножения цветковых растений. Как и вегетативный побег, цветок является сложным органом. Он состоит из разных органов — это *цветоножка* с *цветоложем*, *околоцветник*, *тычинки* и *пестики* (рис. 135).



Рис. 134. Цветок магнолии в продольном разрезе

Осевая часть цветка состоит из цветоножки и цветоложа. **Цветоножка** — это стеблевая часть цветка, которой он прикрепляется к стеблю побега. Она бывает хорошо заметной, как у *яблони*, или очень короткой, почти незаметной, как у *подорожника* (такой цветок называется *сидячим*). Цветоножка переходит в **цветоложе** — расширенную стеблевую часть цветка, к которой прикреплены листики околоцветника, тычинки и пестики.

**Околоцветник** — это совокупность листообразных органов цветка, которые образуют её покров. Он может быть простым или двойным. *Простой околоцветник* (рис. 135, а) состоит из листиков одинакового строения, которые называются *листочками простого околоцветника*. *Двойной околоцветник* (рис. 135, б) состоит





Рис. 135. Схема строения цветка

из листиков двух типов. Зелёные нижние листики называются **чашелистиками**, они образуют **чашечку**. Ярко окрашенные верхние листики двойного околоцветника называются **лепестками**, они образуют **венчик**. Если околоцветник в цветке отсутствует, то говорят, что цветок **голый** (инжир, верба) (рис. 136, г).

Листики простого околоцветника могут быть нежными и яркими — лепестковидными, как у *тюльпана* или *лилии* (рис. 136, а), или кожистыми, плёночными и зеленоватыми, напоминающими чашелистики — как у *крапивы* или *лебеды* (рис. 136, б). Яркий простой околоцветник называется **венчикообразным**, а неяркий и незаметный — **чашечковидным**. Листики околоцветника могут быть свободными или сросшимися между собой в трубочку (рис. 137, б).

Простой околоцветник выполняет функцию защиты внутренних частей цветка и вместе с этим может привлекать опылителей. В двойном околоцветнике чашечка выполняет защитную функцию, а опылителей привлекает венчик.

Над околоцветником к цветоложу прикрепляются **тычинки** — органы цветка, образующие пыльцу. Каждая тычинка состоит из нижней части — **тычиночной нити**, а также расположенного на верхушке тычиночной нити **пыльника**. Поперечный срез пыльника напоминает очертаниями бабочку. На нём заметны четыре гнезда. В гнездах пыльника образуется **пыльца** (рис. 138).

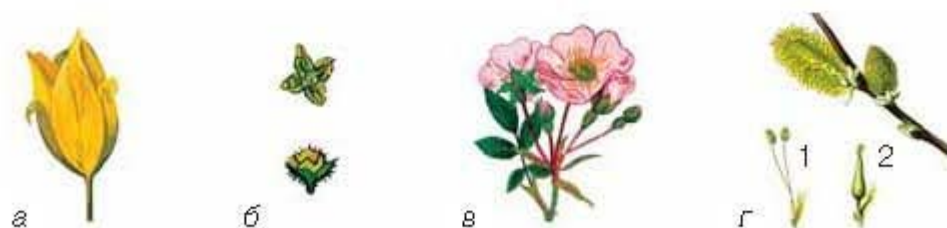


Рис. 136. Типы околоцветника: а — простой венчикообразный у тюльпана; б — простой чашечковидный у кропивы; в — двойной у шиповника; г — голые цветки вербы (1 — тычиночный, 2 — пестичный)





Рис. 137. Срастание частей околоцветника:  
а — листиков околоцветника нарцисса;  
б — чашелистиков и лепестков дурмана

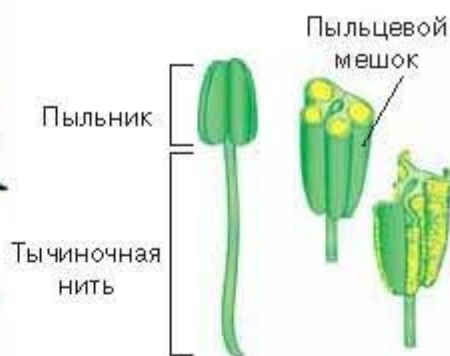


Рис. 138. Строение тычинки

**Пестик** — это часть цветка, в которой развиваются семязачатки и которая улавливает пыльцу. Он имеет *завязь* и *столбик* (или несколько столбиков) с *рыльцем* на верхушке (рис. 139). Завязь содержит один или несколько семязачатков. Каждый из них — это небольшое тельце на ножке, окружённое одним или двумя покровами с отверстием. В семенном зачатке образуется *зародышевый мешок* (рис. 140). Рыльце улавливает пыльцу. В цветке может быть несколько простых пестиков или они срастаются в один сложный пестик.

Если завязь расположена на цветоножке выше мест прикрепления других частей цветка, то она называется *верхней* (тюльпан, томаты). А вот завязь нарцисса и огурца — *нижняя*, поскольку её полость находится под местом прикрепления остальных частей цветка (рис. 141).

У большинства растений цветки двуполые. У них одновременно есть и тычинки, и пестики. Но цветки могут быть и однополыми — пестичными (без тычинок) или тычиночными (без пестиков), как, например, у огурца или вербы (рис. 136, г).

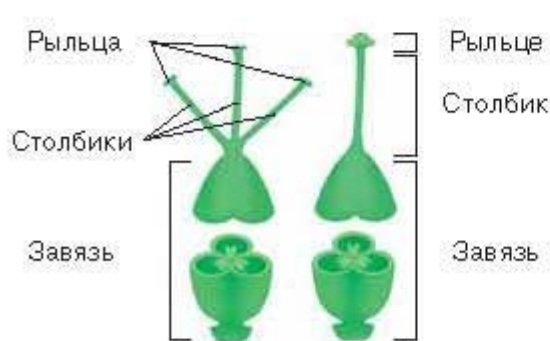


Рис. 139. Строение пестика



Рис. 140. Семязачаток



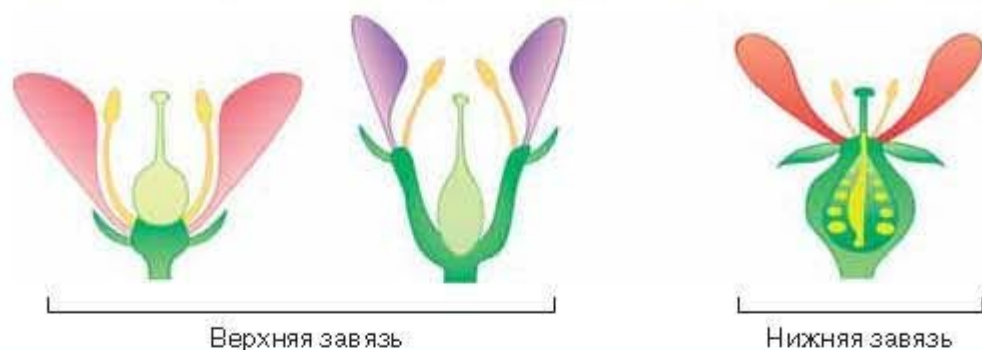


Рис. 141. Типы завязи

Цветки очень разнообразны. Они отличаются количеством, размещением и строением своих частей, размером и цветом. Самые маленькие цветки, размер которых около 1 мм, имеет водное растение *ряска* (рис. 142). Самым большим в мире считается цветок *раффлезии Арнольда* из лесов тропической Азии. Это растение — паразит, его тело превратилось в нити, прорастающие сквозь корни *тропического винограда*. Только во время цветения *раффлезия* становится заметной — на поверхности почвы появляются огромные цветки (рис. 143) до 1 м в диаметре. Но, возможно, это — не рекорд. У *кирказоновых* околоцветник по форме напоминает трубу граммофона (рис. 144). Его размер у некоторых тропических видов достигает 30 см в диаметре. Край околоцветника имеет хвостобразный вырост, длина которого может превышать 60 см.

### ВЫВОДЫ

1. Цветок — это укороченный побег цветковых растений с ограниченным ростом, являющийся органом семенного размножения.
2. Осевою часть цветка составляют цветоножка и цветоложе, к которым прикреплены листообразные органы цветка.



Рис. 142. Растение ряски с цветком



Рис. 143. Цветок раффлезии Арнольда



Рис. 144. Цветок тропического кирказона





3. Покров цветка состоит из простого или двойного околоцветника, защищающего тычинки и пестики и обеспечивающего выполнение ими своих основных функций.
4. Тычинки цветка образуют пыльцевые зёрна, а пестики образуют семязачатки.

#### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Цветок, цветоножка, цветоложе, околоцветник, чашечка, венчик, тычинка, пестик.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что составляет осевую часть цветка?
2. Что такое околоцветник? Каково его строение и функции?
3. Как устроена тычинка? Что в ней образуется?
4. Что такое пестик? Каково его строение? Что образуется внутри пестика?

#### ЗАДАНИЯ

Заполните таблицу в тетради.

Части цветка	Основные функции частей цветка
Цветоножка	
Цветоложе	
Листики простого околоцветника	
Чашелистики	
Лепестки	
Тычинка	
Пестик	

Проанализируйте таблицу и дайте ответы на вопросы.

1. Какая часть цветка определяет её положение в пространстве? Как вы думаете, что может определять положение в пространстве сидячих цветков?
2. В чём различие в функциях листиков простого околоцветника и чашелистиков, а также листиков простого околоцветника и лепестков?
3. В чём различие в функциях тычинок и пестиков?

#### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Строение цветка можно записать с помощью краткой формулы. Части цветка обозначают буквами:

О — простой околоцветник; Ч — чашечка; В — венчик; Т — тычинки;

П — плодолистики (видоизменённые листики, образующие пестик).

Количество листиков околоцветника, чашелистиков, лепестков, тычинок и плодолистиков записывают цифрами справа от соответствующей буквы. Если их количество велико и не определяется, то используют знак бесконечности — «∞». Если части цветка расположены кругами, то указывают их



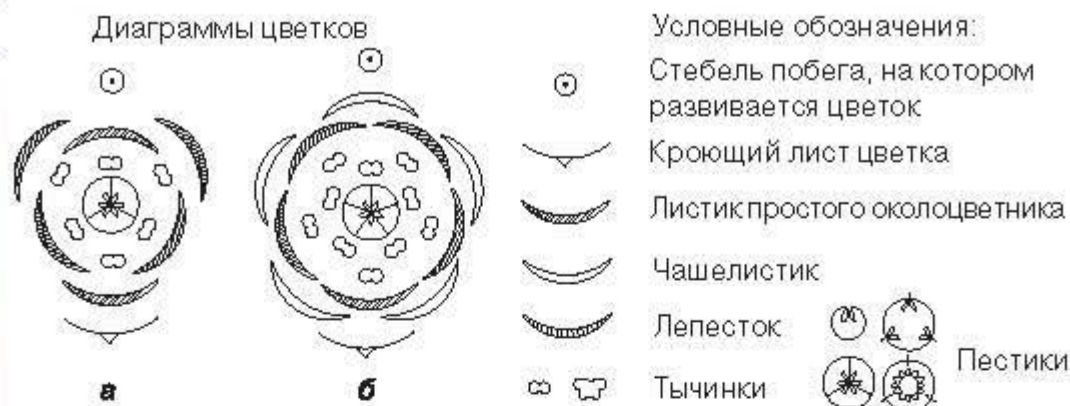


Рис. 145. Диаграммы цветков и условные обозначения

число в каждом круге с использованием знака «+». Срастание частей цветка обозначают скобками — «( )», а положение завязи обозначают чёрточкой «—» под количеством плодолистиков (верхняя завязь) или над ним (нижняя завязь).

Строение цветка также можно отобразить диаграммой — своеобразным планом строения цветка, на который его части нанесены с помощью условных обозначений (рис. 145).

На рисунке 136, а изображён цветок тюльпана. Ему соответствует диаграмма на рисунке 145, а. Формула цветка тюльпана может быть записана так:  $O_{3+3} T_{3+3} G(3)$ . Формула цветка шиповника (рис. 145, б) такая:  $Ч_5 В_5 Т_{\infty} П_{\infty}$ . В научной литературе части цветка в формулах обозначают латинскими буквами, а перед формулами с помощью особых обозначений указывают разнообразные общие признаки цветков.

### § 33. ОПЫЛЕНИЕ И ОПОЛОДТВОРЕНИЕ У ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ



Вы узнаете о биологическом значении опыления и особенностях оплодотворения, которые предшествуют развитию семени у цветковых растений.



Как появляется растение? Какие растения приспособились к опылению насекомыми? Помогают ли пчёлы растениям? Почему цветы имеют запах? Почему лепестки не бывают зелёными? Что представляет собой пыльца?

**Опыление.** У цветковых растений опыление и оплодотворение происходят в цветке. **Опыление** — это перенесение пыльцевых зёрен из пыльника на рыльце пестика. Различают два его типа: *самоопыление* и *перекрёстное опыление*. У *самоопыляемых* расте-





Рис. 146. Типы опыления

Рис. 147. Однодомные и двудомные растения: растение огурца с тычиночными и пестичными цветками (а); два растения кропивы двудомной с тычиночными (б) и пестичными (в) цветками

ний (*горох, пшеница*) на пестик попадает пыльца того же цветка, а у *перекрёстноопыляемых* — другого (рис. 146). Самоопыление может происходить, например, в нераскрытом бутоне (как у *фиалок*). Примером приспособления, обеспечивающего перекрёстное опыление, является образование однополых цветков. Если на одном растении есть пестиковые и тычиночные цветы, то растение называется **однодомным** (*орешник, огурец*) (рис. 147, а), а если пестичные и тычиночные цветки появляются на разных растениях, то эти растения являются **двудомными** (*облепиха, верба, крапива двудомная*) (рис. 147, б, в).

**Способы опыления** разнообразны. У *ветроопыляемых* растений (*орешник* — рис. 148, а) цветки обычно мелкие, часто голые и неяркие, без запаха, имеют много лёгкой неклеякой пыльцы и перистые рыльца. Опыляют цветки также и животные (чаще всего насекомые), которые обычно посещают цветки ради питательной пыльцы или сладкого нектара. Привлекает опылителей яркий цвет и запах цветка, который зависит от вкусов животных-опылителей: тонкий и медовый аромат, например, привлекает бабочек и пчёл, а запах испорченного мяса — мух. Пыльца *насекомоопыляемых* растений — клейкая.

Строение насекомоопыляемых цветков обеспечивает надёжное перенесение пыльцы на рыльце пестика и защиту нектара от посетителей, которые не могут опылить цветок. Так, белые душистые цветки





Рис. 148. Растения с разными способами опыления: *а* — ветроопыляемый орешник; *б* — опыляемый насекомыми (ночные бабочки) табак; *в* — опыляемый насекомыми (пчёлы) шалфей

*табака*, имеющие тонкие длинные трубки венчика, опыляются ночными бабочками с длинными хоботками (рис. 148, б). Пчёлы и шмели опыляют цветки с короткими и широкими трубками (рис. 148, в). Широко раскрытые цветки *шиповника* часто опыляют жуки. Поэтому у них много тычинок, а нежные пестики скрыты в чашевидном цветоложе. Не только насекомые, но и другие животные могут опылять цветки. В тропических странах опылителями часто бывают птицы колибри (рис. 149) и летучие мыши (рис. 150).

**Пыльца** состоит из мелких *пыльцевых зёрен*. Извне они покрыты твёрдой оболочкой с разнообразными выростами поверхности, которые защищают содержимое пыльцевого зерна и помогают ему закрепиться на рыльце (рис. 151). При попадании на рыльце пыльцевое зерно прорастает в *пыльцевую трубку* (рис. 152) с двумя спермиями — неподвижными мужскими половыми клетками. В процессе роста пыльцевой трубки происходит транспортировка спермиев к семязачатку.



Рис. 149. Колибри питается нектаром гибискуса



Рис. 150. Летучая мышь опыляет цветок кактуса сагуаро



Рис. 151. Пыльцевые зёрна цветковых растений





Рис. 152. Рост пыльцевой трубки и двойное оплодотворение

**Зародышевый мешок** семезачатка является местом образования женской половой клетки — яйцеклетки. У большинства цветковых растений он состоит из семи клеток — большой центральной и шести меньших по размеру, одна из которых — яйцеклетка. Когда пыльцевая трубка вращёт в семезачаток и дорастёт до зародышевого мешка, её кончик разрывается, а мужские половые клетки — спермии — выходят из неё вблизи яйцеклетки.

**Оплодотворение.** После освобождения двух спермиев из пыльцевой трубки начинается характерный только для цветковых растений процесс **двойного оплодотворения**, который открыл в 1898 году Сергей Гаврилович Навашин — профессор Киевского университета Святого Владимира (современное название — Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко).

**Оплодотворение** — это слияние мужской и женской половых клеток.

Один из спермиев сливается с яйцеклеткой. В результате оплодотворения яйцеклетки образуется зигота, дающая начало зародышу нового растения. Второй спермий сливается с большой центральной клеткой зачаточного мешка. Оплодотворённая центральная клетка делится и образует **эндосперм** — ткань, запасавшую питательные вещества. Зародыш, развивающийся из зиготы, погружён в эндосперм и получает из него необходимые для развития питательные вещества. В результате из семезачатка образуется семя.

## ВЫВОДЫ

1. Строение цветка определяется характерным для каждого растения типом и способом опыления.



2. Основная функция пыльцевого зерна цветковых растений — образование неподвижных мужских половых клеток — спермиев.
3. Биологическое значение опыления и образования пыльцевой трубки у цветковых растений заключается в транспортировке спермиев в семезачаток к зародышевому мешку.
4. Основная функция зародышевого мешка — образование женской половой клетки — яйцеклетки.
5. Биологическое значение двойного оплодотворения заключается в одновременном образовании зародыша нового цветкового растения и запасавшей ткани, которой этот зародыш питается — эндосперма.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Опыление, однодомные растения, двудомные растения, пыльцевая трубка, оплодотворение, двойное оплодотворение, эндосперм.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое опыление?
2. Какие типы и способы опыления вы знаете?
3. Каковы основные функции пыльцевого зерна и пыльцевой трубки у цветковых растений?
4. Какова основная функция зародышевого мешка?
5. Почему оплодотворение цветковых растений называется двойным?

### ЗАДАНИЯ

1. Заполните в тетради таблицу.

Объект	Где образуется	Куда переносится	Чем переносится	Основная функция
Пыльцевое зерно				
Спермии				

2. Подумайте, влияет ли способ опыления у цветковых растений на строение пыльцевого зерна или спермия?

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Издавна ткани семени, предназначенные для создания запасов питательных веществ, называли эндоспермом. Эндосперм, образующийся в семенном зачатке до оплодотворения, называется первичным. Он есть у растений, которые образуют семена, но не имеют цветков (например, *сосна*, *ель*). У цветковых растений эндосперм возникает только после оплодотворения яйцеклетки — вследствие оплодотворения центральной клетки зародышевого мешка. Такой эндосперм называется вторичным. Образование вторичного эндосперма позволяет предотвратить потерю питательных веществ в том случае, когда оплодотворения яйцеклетки не произошло.





Вы узнаете о размещении цветков на растении и о соцветиях, в которые они объединяются для общего обеспечения опыления.




Как размещены цветки на растении? Как развиваются цветки у одуванчика?

**Соцветие** — это система побегов, специализирующаяся на образовании цветков. Соцветие воспринимается глазом как отдельная группа цветков. Все цветки соцветия совместно привлекают опылителей. Пчела, посещая одно соцветие, обеспечивает опыление многих цветков. Поэтому органы, предназначенные для привлечения опылителей, образуются не во всех цветках соцветия, а растение в результате тратит меньше питательных веществ.

По степени разветвлённости соцветия делятся на *простые* и *сложные*. У **простых соцветий** на главной оси расположены только одиночные цветки, а у **сложных соцветий** — боковые веточки с несколькими цветками.

Виды простых соцветий различаются по их внешнему виду, который определяется длиной оси соцветия, степенью её утолщения и относительной длиной цветоножек.

Основные типы соцветий				
	Схема	Описание соцветия	Пример	Другие примеры
Простые	 Кисть	Главная ось прямая, удлинённая, не утолщённая. Цветоножки почти одинаковой длины	 Ландыш	Гадючий лук, барбарис
	 Серёжка	Длинная провисшая ось с цветоножками одинаковой длины	 Черёмуха	Тополь
	 Колос	Длинная ось и сидячие цветки	 Подорожник большой	Скрученник, триостренник



## Основные типы соцветий

	Схема	Описание соцветия	Пример	Другие примеры
Простые	 Початок	Главная ось длинная, утолщённая, а цветки сидячие	 Кала болотная	Кукуруза (пестиковые цветки), антуриум
	 Щиток	Главная ось удлинённая, но благодаря значительной разнице в длине цветоножек все цветки расположены почти в одной горизонтальной плоскости	 Груша	Боярышник
	 Зонтик	Главная ось максимально укорочена, а цветоножки почти одинаковой длины	 Чистотел	Первоцвет весенний
	 Головка	Ось соцветия укорочена, круглая или яйцеобразная, иногда утолщённая, цветки сидячие	 Шелковица	Плантариум, хмель
	 Корзинка	Ось укорочена и расширена. Сидячие цветки плотно размещены на её почти плоской или сильно выпуклой поверхности	 Календула	Хризантема, ромашка, одуванчик
Сложные	 Метёлка	Разветвлённость боковых ветвей обычно возрастает до основания	 Синюха	Бузина красная, гадючник

Примером типичного сложного соцветия является **метёлка**. Другие сложные соцветия образованы объединением простых соцветий (рис. 158).



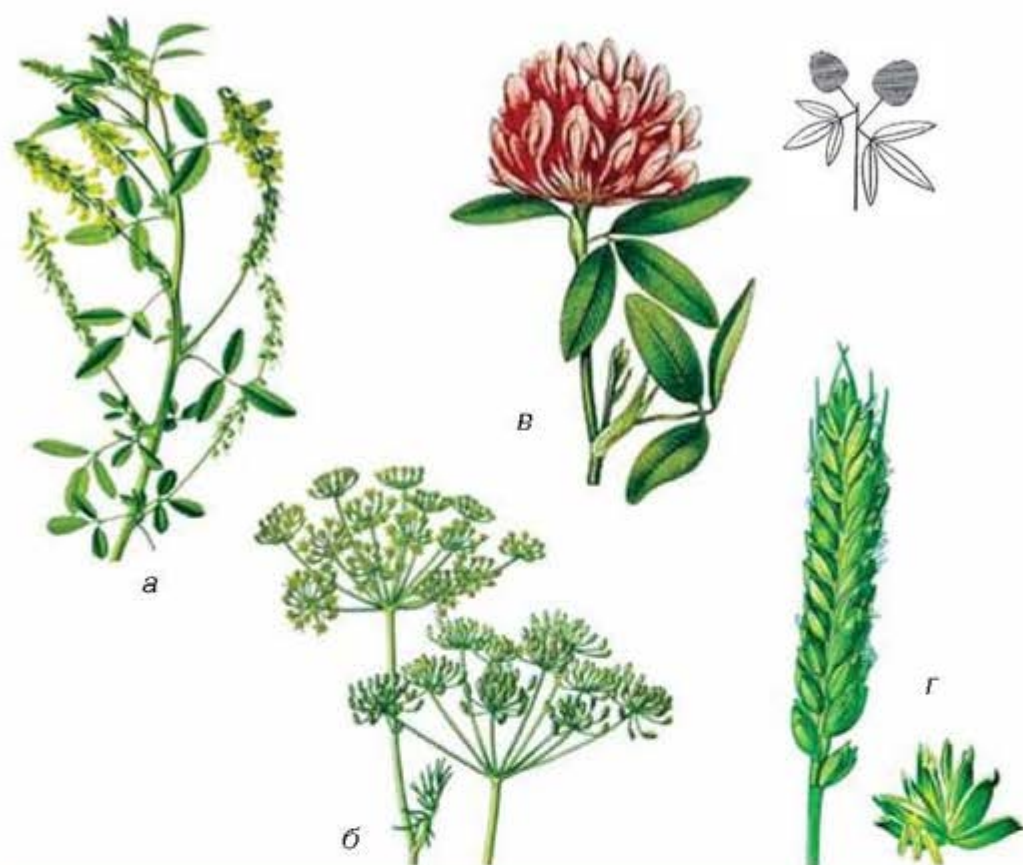


Рис. 153. Сложные соцветия: а — сложная кисть донника; б — сложный зонтик укропа; в — сложная головка клевера лугового; г — сложный колос пшеницы

Ярким примером взаимодействия цветков в соцветии являются соцветия, напоминающие цветок. В сложных зонтиках *борщевика* сильно увеличенные внешние лепестки краевых цветков имитируют общий «венчик» соцветия. Краевые цветки щитообразных метёлок *калины* — большие и не способны опыляться. Они привлекают опылителей к неярким мелким центральным цветкам. Корзинка *календулы*, *подсолнечника* и других растений имеет чашеобразную основу, лепесткообразные краевые и мелкие трубчатые центральные цветки. Такое соцветие-корзинку в быту ошибочно считают цветком.

### ВЫВОДЫ

1. Соцветие образуется в виде группы цветков для более эффективного опыления.



2. Разнообразие простых соцветий связано с разной относительной длиной и различным строением главной оси, а также они отличаются длиной цветоножек.
3. Сложные соцветия образуются благодаря объединению отдельных цветков или простых соцветий в одно соцветие.
4. Распределение функций между отдельными цветками в соцветии приводит к формированию соцветий, напоминающих цветков.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Соцветие, простое соцветие, сложное соцветие.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое соцветие?
2. По каким признакам различают соцветия?
3. Какие основные виды простых соцветий вы знаете?
4. Какие примеры сложных соцветий вы можете привести?
5. Каково биологическое значение образования соцветий?

### ЗАДАНИЯ

1. Заполните таблицу в тетради.

Вид соцветия	Длина оси соцветия	Утолщение оси соцветия	Длина цветоножек
Кисть			
Серёжка			
Колос			
Початок			
Щиток			
Зонтик			
Головка			
Корзинка			

Какие пары соцветий невозможно распознать по приведённым в таблице признакам?

Какие дополнительные признаки следует использовать для распознавания соцветий в этих парах?

2. Сравните метёлку и сложную кисть (рис. 153, а). Нарисуйте схему строения сложной кисти. Чем метёлка отличается от сложной кисти?





Вы узнаете о внешнем и внутреннем строении семени, о том, как происходит его прорастание и какие условия для этого необходимы, а также о развитии проростка.



Как появляется семя? Для чего растению семя? Как из семени появляется растение?

**Семя** (рис. 154) развивается из семезачатка цветковых растений после двойного оплодотворения. Покровы семезачатка превращаются в кожицу, в которой остаётся отверстие. Эндосперм разрастается и питает зародыш, развивающийся после оплодотворения яйцеклетки. Зародыш имеет *зародышевый корешок*, *подсемядольное колено*, у цветковых растений одну или две *семядоли* и *почечку* зачаточного главного побега. После отмирания ножки семезачатка на коже семени остаётся **рубчик**.

**Семя** — это покрытый покровом-кожицей зародыш растения с необходимым для его развития запасом веществ.

**Рубчик** — место отрыва семени от ножки семезачатка.

У некоторых растений (*фасоль* (рис. 155), *горох*, *огурец*) зародыш полностью использует эндосперм для своего развития, а запасные питательные вещества у семени содержатся в семядолях.

Для того чтобы прорасти, семени, как правило, необходим определённый период покоя. А условиями для прорастания являются: достаточная влажность, доступ воздуха для дыхания, оптимальная

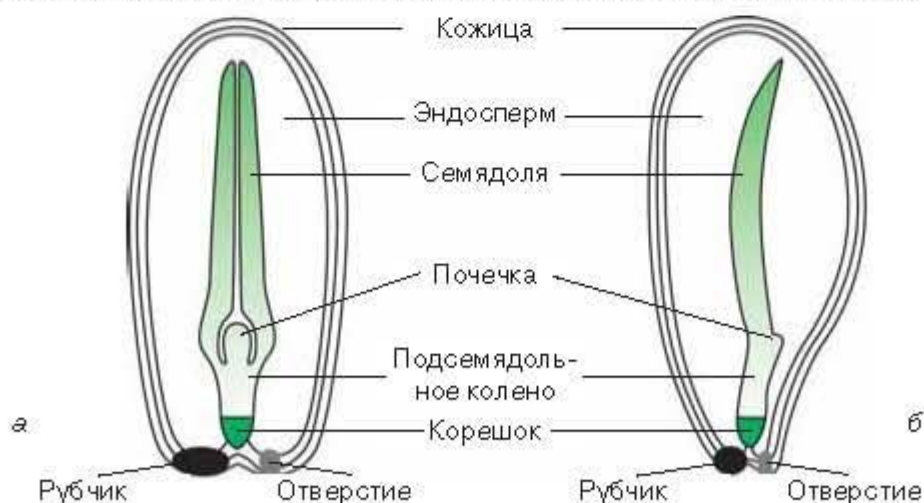


Рис. 154. Схема строения семян с двусемядольным (а) и односемядольным (б) зародышем





Рис. 155. Строение семени: а — внешний вид семени фасоли; б — зародыш фасоли; в — зародыш фасоли с разделёнными семядолями; г — срез семени лука

для данного вида растения температура (*горох, морковь* — от 1–2 °С, *огурец, перец* — от 10 °С). Первым заметным признаком начала прорастания является набухание семени. Усиливается дыхание и увеличивается потребность в кислороде. Во время прорастания (рис. 156) растягивается подсемядольное колено. Оно выталкивает через раз-



Рис. 156. Прорастание семени фасоли

рыв кожицы зародышевый корешок. С этого момента зародыш превращается в проросток. Корень сразу начинает расти вглубь, закрепляет молодой проросток в почве и обеспечивает его водой. У растений с надземными семядолями подсемядольное колено сильно удлиняется, выгибается петлёй, потом распрямляется и выносит семядоли на поверхность почвы.

### ВЫВОДЫ

1. Семя содержит защищённый кожицей зародыш будущего растения и запас питательных веществ, которые используются во время прорастания.
2. Для прорастания семени необходимы завершение периода покоя, а также оптимальная влажность, температура, освещённость и доступ воздуха для дыхания.
3. Прорастание семени начинается после его набухания и освобождения от кожицы семени зародышевого корешка, при этом зародыш семени даёт начало проростку.



**ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ**

Семя, рубчик.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Каково внешнее и внутреннее строение семени?
2. Каковы условия прорастания семени?
3. Что такое проросток?
4. Как происходит прорастание семени?

**ЗАДАНИЯ**

Вы узнали о внешнем и внутреннем строении семени и о том, что происходит во время его прорастания. Зачем, по-вашему, растению семя?

**§ 36. плод**

*Вы узнаете о том, что такое плод, о разнообразии плодов и их значении.*



*Откуда берутся плоды? Почему плоды такие разнообразные? Зачем растению плоды, которые так нравятся животным и человеку?*

При помощи плодов растения распространяют свои семена. Стенка плода развивается из стенки завязи и состоит из внешнего, среднего и внутреннего слоёв (рис. 157). Под стенкой плода находится одно или несколько семян.

**Плод** — это часть растения, развивающаяся из цветка при созревании семян.



Рис. 157. Схема внутреннего строения плода



Известно много различных видов плодов, отличающихся, в первую очередь:

- 1) развитием (из простого или сложного пестика);
- 2) строением стенки (сухие или сочные);
- 3) количеством семян в плоде (односеменные или многосеменные);
- 4) способностью раскрываться или распадаться.

Плоды, образованные из простого пестика				
	Схема	Пример	Другие пимеры	Раскрываются или распадаются
Многосеменные				
Сухие	 Листовка	 Соирки полевые	Багрйник	Разворачиваются аналогично листу
	 Боб	 Бобовник обыкновенный	Горох, фасоль, жёлтая акация	Раскрываются двумя спирально закрученными створками
Односеменные				
Сухие	 Орешек	 Роголистник	Манжетка обыкновенная, кровохлёбка лекарственная	Не раскрываются
	 Зерновка	 Пшеница	Рожь, рис, кукуруза	Не раскрываются
Сочные	 Костянка	 Лавровишня	Персик, слива, абрикос	Не раскрываются

Если плод развивается из цветка с несколькими простыми пестиками, то соответствующие плоды с несколькими плодиками называются **многолистовка** (*водосбор обыкновенный, калужница болотная*), **многоорешек** (*лютик, земляника, шиповник*), **многокостянка** (*ежевика, малина*) (рис. 158).





а



б



в

Рис. 158. Плоды, образованные из цветков с несколькими простыми пестиками: а — многолистовка водосбора; б — многоорешек земляники; в — многостянка малины

### Плоды, образованные из сложного пестика

	Схема	Пример	Другие примеры	Раскрываются или распадаются
Многосеменные				
Сухие	 Коробочка	 Звездчатка	Лилия, мак, колокольчик	Раскрываются
	 Стручок	 Рапс	Горчица, пастушья сумка	Раскрываются
Сочные	 Ягода	 Томат	Крыжовник, смородина	Не раскрываются
	 Померанец	 Лимон	Апельсин, мандарин	Не раскрываются
	 Яблоко	 Рябина	Яблоко, груша	Не раскрываются
	 Тыквенные	 Тыква	Арбуз, огурец, кабачок	Не раскрываются
	 Костянка	 Калина	Бузина, крушина	Не раскрываются



# Плоды, образованные из сложного пестика

	Схема	Пример	Другие примеры	Раскрываются или распадаются
Односеменные				
Сухие	 Орех	 Дуб	Бук, орешник, гречка	Не раскрываются
	 Крылатка	 Ясень	Вяз	Не раскрываются
	 Семянкa	 Одуванчик	Подсолнух, череда	Не раскрываются
	 Костянка	 Грецкий орех	Миндаль, кокосовая пальма	Не раскрываются

Из соцветий с плотно расположенными цветками возникают *соплодия*, которые в быту мы часто не отличаем от обычных плодов. Такими являются соплодия *шелковицы*, у которых мякоть образована разросшимися листочками околоцветника вокруг плодов-

**Соплодие** — плотная совокупность плодов, образовавшаяся из соцветия.

орехов, *инжира* с плодами-орехами (не семенами!) внутри, огромные соплодия *ананасов* (рис. 159).

Большое разнообразие плодов обеспечивает расселение цветковых растений, которые могут распространяться как семенами, так и целыми плодами или их частями. Иногда семена просто падают возле материнского растения. Временами они с силой выталкиваются из плода, раскрывающегося, как у *разрыв-травы* и *жёлтой акации*, или вылетают на расстояние до 10 метров с жидкостью из плода *бешеного огурца*.





Рис. 159. Соплодие: а — шелковицы; б — инжира; в — ананаса

Вода разносит плавучие сухие костянки, распространённых вдоль побережий тропических стран *кокосовых пальм*, окружённые мешочком орехи *осоки*, погружённые в слизь семена *водяной лилии* и *валиснерии*.

Ветер разносит пылевидные семена *орхидей*, крылатые плоды *ясеня* и *клёна*, покрытые волосками семена *иван-чая* и семянки *одуванчика*. Из раскрытых коробочек на упругих сухих стеблях (как у *мака*) семена «катапультируются», когда их раскачивает ветер или животное.

Когда животные поедают сочные плоды, семена могут приклеиваться к их телу (например, к клюву птицы) и переноситься на большие расстояния. А часто семена или косточки проходят неповреждёнными через пищеварительный тракт животных, и даже лучше после этого прорастают. А вот липкие плоды *шалфея клейкого*, цепкие оболочки корзинок *репейника*, покрытые крючочками части плодов *моркови* переносятся на поверхности тел животных.

Человек распространяет семена растений на обуви и одежде, на колёсах транспорта и с грузами. Так из Америки в Европу попали сорняки *амброзия* и *циклахена*, пыльца которых вызывает сильную аллергию у многих людей. Вместе с тем европейский *подорожник большой* стал жителем Америки. Некоторые сорняки приспособились к ритму посева и сбора, способам очистки зерна сельскохозяйственных культур, и теперь человек сам распространяет эти растения при посеве, поскольку очень тяжело избавиться от них в посевном материале.

### ВЫВОДЫ

1. Плод развивается из цветка при созревании семян.
2. Плод обеспечивает распространение семян. Семена цветковых растений высыпаются из плодов либо распространяется целый плод или его часть.
3. Разнообразие плодов связано с различными способами распространения растений.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Плод, соплодие.



1. Что такое плод?
2. По каким признакам отличают виды плодов?
3. С помощью чего растения могут распространяться на новые территории?
4. Какие признаки плодов и семян характерны для растений, распространяемых ветром?
5. Какие признаки плодов и семян характерны для растений, распространяемых животными?

## ЗАДАНИЯ

Подумайте и ответьте на вопросы.

Лёгкие плоды семянки *одуванчика* легко подхватываются ветром и разносятся на большие расстояния благодаря придаткам с волосками. Наряду с этим плоды крылатки *ясеня* и *клёна* относительно тяжёлые, хотя также распространяются при помощи ветра. Как вы думаете, в чём разница в способе распространения этих плодов? Почему плоды крылатки характерны именно для деревьев?

## § 37. ДВИЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ



*Вы узнаете о том, как растения изменяют положение своих органов в пространстве и какое это имеет значение.*



*Спят ли растения? Почему побег растёт вверх к Солнцу, а корень — вглубь Земли? Как вьющиеся и цепляющиеся растения находят опору? Почему люди говорят «стыдливая мимоза»?*

Среди фотосинтезирующих организмов способность передвигаться свойственна только одноклеточным и немногим многоклеточным водорослям. Типичные растения прикреплены и не могут изменять своё положение в пространстве. Определённую «пассивную» подвижность растениям дают их подземные или надземные побеги, в первую очередь, корневища и усы, которые помогают растению «перерастать» на новое место. Хотя настоящие движения, временами — довольно быстрые, можно наблюдать у отдельных органов растений.

Движения органов растения в процессе его роста, направление которых определяет раздражитель (внешний фактор), называются **ростовыми движениями**.

Поскольку растения фотосинтезируют, то их побеги растут, а листья обращены своими пластинками к источнику света. Это хорошо заметно у растений на подоконниках, поскольку свет в комнату всегда падает через окно. Вместе с тем корни, если оказываются вне почвы, растут в направлении от источника света (рис. 160, а).





Рис. 160. Ростовые движения растений

Растения способны воспринимать силу тяжести — вспомните строение корневого чехлика. Поэтому корни растут по направлению её действия, а побеги — против направления её действия (рис. 160, б).

Раздражителями, определяющими ростовые движения, помимо света и силы тяжести, также могут выступать разнообразные химические вещества, электрические поля, тепло и т.п.

Движения растений могут быть вызваны ненаправленным внешним раздражителем, например, изменением температуры. Направление таких движений определяется свойствами самого растения.

Так, цветки *тюльпанов* и *крокусов* раскрываются при повышении температуры. Если тюльпаны ощущают разницу температуры в  $1^{\circ}\text{C}$ , то чувствительность крокусов составляет  $0,2^{\circ}\text{C}$ . Листовые пластинки некоторых растений, реагируя на снижение температуры, скручиваются. Подобной бывает и реакция на освещённость. В темноте некоторые растения «засыпают» — закрывают цветки (*водяная лилия*) или корзинки (*одуванчик*), складывают листья (*щавель*) (рис. 161, а, б). А вот ночные цветки в темноте раскрываются. Известный кактус «*царица ночи*» (рис. 163) расцветает ровно через 12 часов после последне-

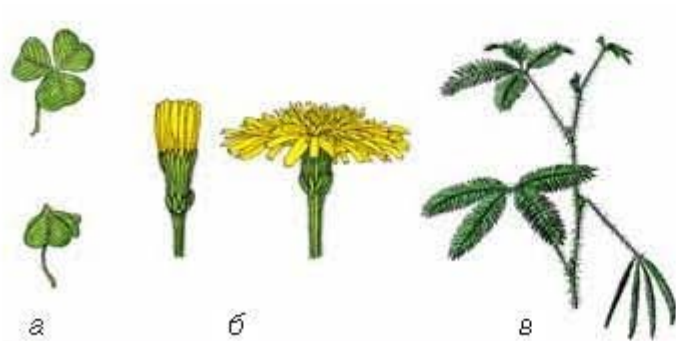


Рис. 161. Движения растений, вызванные ненаправленным внешним раздражителем (а, б, в)



Рис. 162. Самостоятельные движения: закручивание усиков





Рис. 163. Кактус  
«царица ночи»



Рис. 164. Поле  
подсолнечников

го рассвета и цветёт одну ночь. Корзинки *подсолнечника* наклоняются в сторону солнца (рис. 164).

Очень часто такие движения являются следствием сотрясения или прикосновения. Внезапное опускание и складывание листьев *мимозы стыдливой* вследствие потери влаги основаниями черешков способно отпугнуть травоядных животных (рис. 161, е). Листья-ловушки насекомоядных растений *росянки круглолистной* и *венецианской мухоловки* (рис. 122, 125; с. 135, 138) реагируют на прикосновение, однако реакция не будет продолжительной при условии раздражения неживым предметом. Только химические вещества тела жертвы подсказывают растению, что ловушка должна работать до тех пор, пока переваривание не завершено. Это свидетельствует о том, что вызывать дви-

жения у растений могут и химические вещества.

**Самостоятельные движения** растений не зависят от внешнего раздражающего фактора. Верхушки побегов многих растений и верхушки усиков в процессе роста осуществляют ростовые спи-

ральные движения (рис. 165, 162). Вьющиеся побеги и усики благодаря этому обвивают опору. Интересно, что каждому растению может быть свойственно своё направление спиральных движений — по часовой стрелке или против неё.

Двигаться способны и мёртвые части растений. Очень распространены **гигроскопические движения**, вызываемые увлажнением или высыханием утолщённых и неутолщённых клеточных оболочек или одревесневших и не одревесневших тканей. Гигроскопическими движениями определяются механизмы раскрытия многих сухих плодов.

Несмотря на отсутствие мышц у растений, они выработали разнообразные двигательные реакции в ответ на раздражение факторами внешней среды.



Рис. 165. Самостоятельные  
движения верхушек побегов  
вьющихся растений  
позволяют им находить опору





1. Типичные растения ведут прикрепленный образ жизни и способны только перерастать на новые участки почвы.
2. Отдельные части растения в ответ на раздражение факторами внешней среды (направленными или ненаправленными) или благодаря внутренним ритмам могут осуществлять движения и изменять положение в пространстве.
3. Направление движения растений может определять внешний раздражитель или внутреннее строение органа.

**ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ**

Ростовые движения, самостоятельные движения, гигроскопические движения.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как двигаются органы растений, реагируя на внешний раздражитель?
2. Какие ростовые движения свойственны корню и побегу?
3. Какие раздражители чаще всего вызывают у растений движения, обусловленные их внутренним строением?

**ЗАДАНИЯ**

Объясните, почему ориентацию подсолнечников на солнце не считают ростовым движением.

**ПОДВЕДЁМ ИТОГИ**

I. Мы осознали характерные особенности растений:

1. Растения способны использовать энергию света и образовывать органические вещества в процессе фотосинтеза.
2. Растения поглощают необходимые для жизнедеятельности минеральные вещества только в виде водного раствора.
3. Растение растёт и образует новые части своего тела на протяжении всей жизни.
4. Способы питания и поглощения веществ предопределяют прикрепленный образ жизни растений. Растение не способно активно изменять место своего произрастания.
5. Для распространения на новые территории цветковые растения образуют плоды и семена.

II. Мы запомнили, что для жизни растений необходимы вода, углекислый газ и свет для фотосинтеза, а также кислород, минеральные вещества и тепло. Жизнедеятельность растительного организма обеспечивают вегетативные органы:

- корень;
- стебель;
- лист.



III. Мы поняли, что цветковым растением свойственны как бесполое (вегетативное), так и половое (семенное) размножение:

1. Вегетативное размножение осуществляется вегетативными органами благодаря способности растений восстанавливать утраченные органы.
2. Органом семенного размножения цветковых растений является цветок, у которого тычинки образуют пыльцу, а пестики — семезачатки с зародышевыми мешками.
3. Пыльцевые зёрна и зародышевые мешки образуют половые клетки.
4. Перед оплодотворением происходит опыление рыльца пестика пыльцой. Мужские половые клетки в зародышевый мешок транспортирует пыльцевая трубка.
5. В результате оплодотворения возникает зародыш нового цветкового растения и необходимый для его развития эндосперм. После оплодотворения из семезачатка развивается семя, а из цветка — плод.

IV. Мы выяснили, что разные растения произрастают в различных условиях, а потому внешнее и внутреннее строение их органов очень разнообразно. Наиболее ярко выраженное приспособление к условиям произрастания приводит к возникновению видоизменений вегетативных органов.

V. Мы узнали, что растения используют для опыления и распространения плодов и семян факторы неживого окружения — силу тяжести, ветер и воду. Однако они также приспособились к переносу пыльцы и распространению семян различными животными — насекомыми, птицами и млекопитающими.

### Знаю — умею

- Я знаю, из каких органов состоит тело растений, и умею их описывать.
- Я знаю внутреннее строение растений и умею различать их ткани под микроскопом.
- Я знаю функции вегетативных органов и тканей и умею по их строению определять условия произрастания растений.
- Я знаю, какими бывают видоизменения вегетативных органов растений и умею их различать.
- Я знаю способы размножения растений и умею их прививать и проращивать семена.
- Я знаю функции и строение цветка, умею его анализировать и определять тип опыления.
- Я знаю внешнее и внутреннее строение семени и плода, умею определять способ распространения плодов и семян.





## **Тема 4.**

# **РАЗНООБРАЗИЕ РАСТЕНИЙ**

**изучая эту тему, вы узнаете:**

- ✓ о разнообразии растений и об основных группах высших растений;
- ✓ об основных представителях высших растений, их значении в природе и жизни человека;
- ✓ о размножении и распространении высших растений;
- ✓ какие существуют экологические группы и жизненные формы растений и какие они образуют растительные сообщества







Вы узнаете о трёх самых распространённых группах многоклеточных водорослей — бурых, красных и зелёных. Эти группы также имеют самое большое практическое значение в хозяйственной деятельности человека.



Какие водоросли важны в нашей жизни? Существуют ли водоросли больших размеров?

Водоросли составляют группу, к которой относились предшественники наземных растений. Водоросли питаются благодаря фотосинтезу, а их клетки имеют хлоропласты. Однако у многоклеточных водорослей отсутствуют ткани и отсутствует деление тела на органы — листья, стебли, корни.

Таким образом, водоросли похожи на обычные наземные растения по способу питания, но отличаются от них более простым строением тела. В XIX в. учёные предложили называть все «традиционные» наземные растения — от небольших мхов до исполинских деревьев — **высшими растениями**, а остальные растительные организмы, лишённые листьев, стеблей и корней, — **водорослями**.

Водоросли очень разнообразны. Например, среди них есть как одноклеточные, так и многоклеточные организмы. Исключительно одноклеточными являются **диатомовые** (*навикула*) и **эвгленовые** (*эвглена*) водоросли, с которыми вы уже познакомились при изучении одноклеточных организмов. Некоторые группы водорослей, в частности **зелёные**, включают как одноклеточных (*хламидомонада*, *хлорелла*), так и многоклеточных представителей (пример — *ульва* и *хара*). К другим группам, прежде всего, **бурым** и **красным** водорослям, относятся исключительно или почти исключительно многоклеточные, преимущественно — морские организмы, видимые без увеличительных приборов. Именно эти пять групп водорослей — **эвгленовые**, **диатомовые**, **бурые**, **красные** и **зелёные** — являются самыми распространёнными и известными. Рассмотрим подробнее те группы, в которых представлены многоклеточные водоросли.

**Бурые водоросли** живут преимущественно в морях, особенно — холодных, на глубинах до 30 м. Подобно диатомовым, у бурых водорослей хлоропласты окрашены в различные оттенки жёлтого цвета. Обычно бурые водоросли имеют большие размеры и хорошо видны без увеличительных приборов. Они являются многоклеточными организмами. Донные заросли бурых водорослей часто на-



зываются «лесами моря». Эти «леса» в северном полушарии преимущественно образует морская капуста — *ламинария*.

**Ламинария** имеет вид широкой жёлто-коричневой ленты, длина которой может достигать 5–7 м (рис. 166, а). В нижней части она сужается и переходит в цилиндрическую ножку, заканчивающуюся разветвлениями — *ризоидами*. При их помощи ламинария прочно крепится к каменистому грунту.

Ламинария — съедобная водоросль. Её не только собирают, но и искусственно выращивают во многих странах на морских фермах. Ламинария богата йодом, витаминами и разнообразными полезными веществами.

**Красные водоросли** — это также преимущественно морские многоклеточные организмы. Хлоропласты красных водорослей окрашены обычно в красный цвет. Такая окраска позволяет красным водорослям улавливать свет на довольно больших глубинах — до 70 м. Некоторые красные водоросли (например, внешне похожая на ульву красная водоросль *порфёра* — т. н. красный морской салат) — съедобны (рис. 166, б). Из многих красных водорослей человек получает ценное вещество — *агар-агар*. Его добавляют в растворы для превращения их в желе. Агар-агар широко используется при изготовлении красок, косметических гелей, в кондитерской промышленности (например, при производстве пастилы и зефира). Питательная среда, изготовленная с добавлением агар-агара, используется для выращивания культур бактерий, микроскопических грибов, водорослей и т. п.

**Зелёные водоросли** являются самой многочисленной и разнообразной группой водорослей, представители которой встречаются почти всюду — в пресных водоёмах и морях, в почве, на коре деревьев, даже на снегу и льду. Некоторые зелёные водоросли уже известны вам — это *хламидомонада*, *хлорелла*, *ульва* и *хара*. Ещё одним их представителем является пресноводная водоросль *спирогёра*.

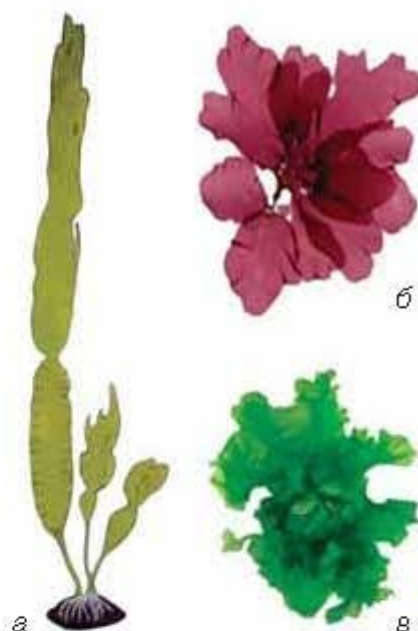


Рис. 166. Съедобные бурые, красные и зелёные водоросли:  
а — морская капуста — ламинария; б — красный морской салат — порфёра;  
в — зелёный морской салат — ульва



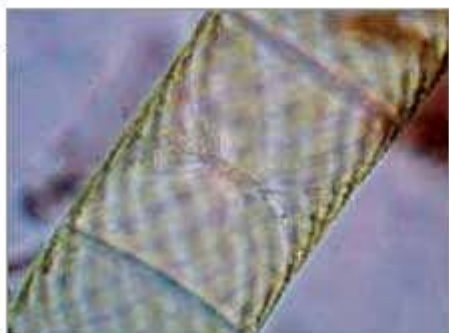


Рис. 167. Зелёная нитчатая водоросль спирогиры

**Спирогера** имеет вид нити, состоящей из одинаковых клеток, расположенных одна за другой. В каждой клетке есть зелёные спирально закрученные лентовидные хлоропласты. Середину клетки занимает большая вакуоль, в центре которой на цитоплазматических тяжках расположено ядро (рис. 167). Спирогира часто образует в реках зелёную мягкую и скользкую на ощупь «тину». Если окрасить микроскопический препарат

спирогиры раствором туши, то становится понятно, почему нити скользкие — каждая из них окружена слоем слизи.

На примере зелёных водорослей можно проследить основные этапы постепенного усложнения строения тела фотосинтезирующих организмов: от подвижных одноклеточных (*хламидомонада*) к одноклеточным неподвижным (*хлорелла*). Далее — к неподвижным многоклеточным организмам с простым строением тела в виде нити (*спирогира*) или пластинки (*ульва*) и, в конце концов, к таким зелёным водорослям, которые даже внешне напоминают высшие растения (*хара*).

Именно от зелёных водорослей, родственных *спирогире* и *харе*, произошли высшие растения.

### ВЫВОДЫ

1. Водоросли питаются как растения, но их тело не имеет корня, стебля и листьев.
2. Водоросли разнообразны по строению (одноклеточные и многоклеточные), своим размерам (микроскопические и макроскопические), расцветке хлоропластов (жёлтые или коричневые, красные, зелёные), среде обитания (моря и пресные водоёмы, суша).
3. Основные группы водорослей, в которых есть многоклеточные представители, — это бурые, красные и зелёные водоросли.
4. От многоклеточных зелёных водорослей происходят высшие растения.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Водоросли, высшие растения, бурые водоросли, красные водоросли, агар-агар, зелёные водоросли.



1. Что общего имеют водоросли с растениями, которые мы называем высшими?
2. Какие водоросли (звгленовые, диатомовые, бурые, красные или зелёные) представлены исключительно одноклеточными, а какие — исключительно многоклеточными организмами?
3. В какой группе водорослей можно проследить переход от простого одноклеточного к сложному многоклеточному организму?

### ЗАДАНИЯ

1. Охарактеризуйте практическое значение водорослей разных групп.
2. Назовите съедобные водоросли.

## § 39. МХИ



Вы узнаете об особенностях и разнообразии строения мхов, о способе жизни этих растений, а также поймёте, в чём заключается своеобразие размножения мхов.



Откуда берутся мхи? Почему мхи растут на северной стороне стволов деревьев? Почему на одних растениях мха есть коробочки, а на других — нет?

На Земле насчитывается около 24 тыс. видов мхов! И распространены они повсюду. **Мхи** — это растения, которые не имеют корней и не приспособлены эффективно регулировать содержание воды в теле, поэтому множество их видов обладает способностью высыхать и быстро восстанавливать свою жизнеспособность после увлажнения. Большинство мхов растут в достаточно увлажнённых местах. Поверхность стволов деревьев они гуще покрывают на северной стороне, куда попадает меньше солнечных лучей.

По строению тела различают мхи **слоевидные** и **листопадные**. Внутреннее строение некоторых мхов чрезвычайно простое, они состоят из почти одинаковых клеток, а у других можно наблюдать разнообразные ткани.

Тело слоевищных мхов — это пластинка, на нижней поверхности которой могут быть только лопасти и волоски — **ризиды**, которыми эта пластинка прикрепляется к почве или камню. Ризоиды также транспортируют воду к телу растения. Пример слое-



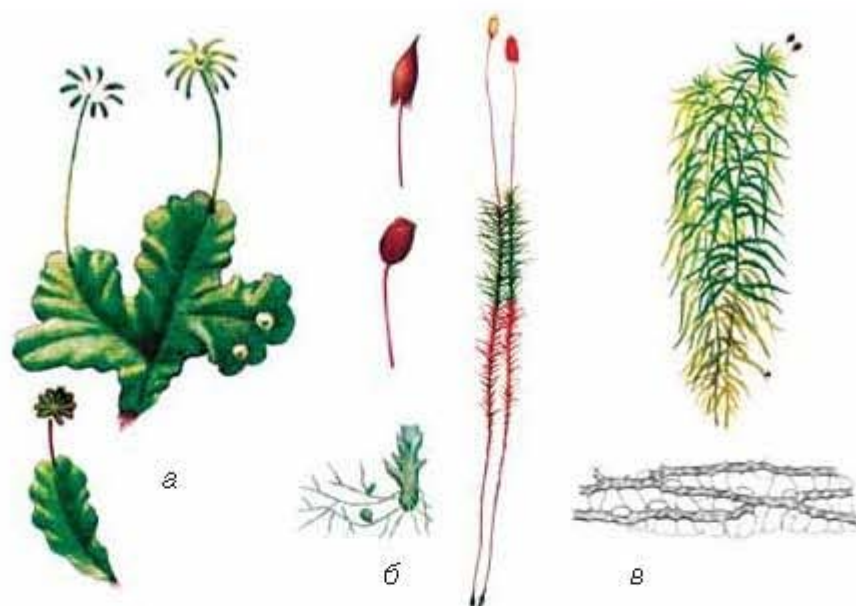


Рис. 168. Слоевищные и листостебельные мхи: а — маршанция; б — мох кукушкин лён; в — сфагнум

вищных мхов — это *маршанция изменчивая* (рис. 168, а), которую можно увидеть на переувлажнённых лугах, по берегам ручьёв, а в городах иногда на заброшенных влажных тропинках из мелкого щебня или асфальта, где не растёт трава.

На влажных лугах и в лесах можно найти также листостебельный мох *кукушкин лён* (рис. 168, б). В процессе размножения кукушкиного льна как и у всех мхов последовательно сменяются *половое* и *бесполое* поколения (рис. 169).

Растения полового поколения мхов образуют подушки из плотно расположенных побегов со стеблем и листьями (собственно те растения, которые в быту называются мхами). На стебле при основании побега развиваются волоски — ризоиды. На верхушке побегов *кукушкиного льна* между листьями формируются половые органы: или муж-

**Половое поколение** формирует половые органы, в которых образуются мужские и женские половые клетки.

**Бесполое поколение** формирует споры, при помощи которых осуществляется бесполое размножение.

ские, или женские. Когда идёт дождь, его капли попадают на верхушки побегов и разбрызгиваются. Вместе с брызгами мужские половые клетки со жгутиками — сперматозоиды — попадают на женские побеги, заплывают в женские половые органы и оплодотворяют яйцеклетки, в результате этого возникают зиготы.



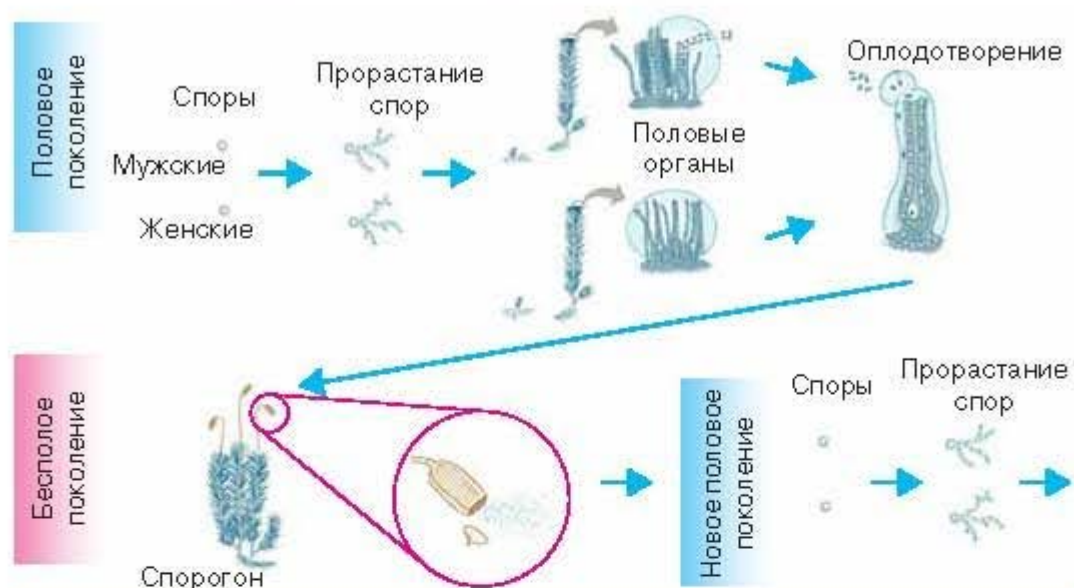


Рис. 169. Размножение мха кукушкин лён

Из зиготы внутри женского полового органа развивается бесполое поколение мхов — **спорогит**. Он развивается лишь на женских побегах мхов и всю жизнь питается за их счет. Спорогон состоит из присоски, ножки и коробочки (рис. 170). В коробочке спорогона возникают споры. После созревания споры высыпаются из коробочки и ветер разносит их на большие расстояния. Спора *кукушкиного льна* прорастает на поверхности почвы в сильно разветвленную многоклеточную зелёную мужскую или женскую нить. Позднее на этой нити возникают многочисленные почки, из которых развиваются побеги нового полового поколения мхов. Таким образом, мхи размножаются и распространяются при помощи спор.

Органы, в которых образуются споры, называются **спorangиями**. У мхов спороангием является коробочка спорогона.

Очень интересен белый мох или *сфагнум* (рис. 168, в). Его разветвлённые побеги образуют большие подушки во влажных лесах или сплошные ковры на болотах, которые, в свою очередь, так и называются — сфагновыми. Питаются такие болота водой атмосферных осадков.

В теле сфагнума преобладают отмершие клетки. Так, в листьях на одну живую зелёную

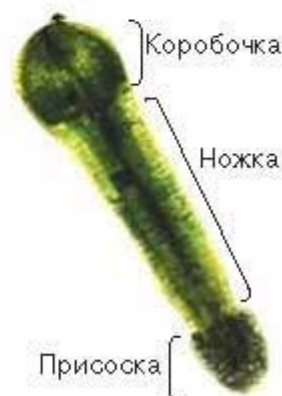


Рис. 170. Молодой спорогон мха



клетку приходится до нескольких десятков отмерших клеток, заполненных воздухом. Именно они создают впечатление, что сфагнум имеет белый цвет. В стебле также имеются подобные мёртвые клетки. Они очень хорошо поглощают жидкость. Поэтому сфагновый мох, как губка, поглощает и удерживает много воды.

Ковёр сфагнума на поверхности болота перекрывает доступ кислорода к нижним слоям воды, уменьшает её испарение и теплообмен. Отмершие частички лишь частично разлагаются с образованием большого количества органических кислот. Кроме того, в сфагнуме содержатся вещества, убивающие бактерии. Поэтому остатки мхов в болоте не перегнивают, а образуют мощные залежи светлого сфагнового торфа. Сам сфагнум после высушивания раньше применяли как материал для перевязок в медицине. Но сейчас этого уже не делают, так как сфагновые болота довольно быстро исчезают из-за загрязнения атмосферных осадков, и поэтому охраняются во всём мире.

### ВЫВОДЫ

1. Мхи не имеют корней, их тело — пластинка или побег, в некоторых случаях с ризоидами.
2. Строение мхов не обеспечивает эффективной регуляции количества воды в теле.
3. У мхов основным фотосинтезирующим поколением является половое. Бесполое поколение представлено спорогоном, который питается за счёт женского растения полового поколения.
4. Размножаются и распространяются мхи при помощи спор.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Мхи, ризоиды, спорогон, спорангий, половое поколение, бесполое поколение.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы мхов различают по строению тела?
2. Как происходит половой процесс у мхов?
3. Что такое спорогон? Каково его строение и функции?
4. Почему побеги кукушкиного льна образуют плотные подушки?
5. Какие поколения можно выделить у мхов?

### ЗАДАНИЯ

Перепишите в тетрадь и продолжите предложения, описывающие процесс размножения мха *кукушкин лён*.

**Размножение мха кукушкин лён:**

Споры образуются в \_\_\_\_\_



Из споры развивается \_\_\_\_\_

Половые органы формируются на \_\_\_\_\_

Сперматозоиды попадают к яйцеклетке \_\_\_\_\_

Из оплодотворённой яйцеклетки развивается \_\_\_\_\_

## § 40. ПЛАУНЫ И ХВОЩИ



Вы узнаете о различиях в строении бесполого и полового поколений плаунов и хвощей, их разнообразии и особенностях жизнедеятельности.



Что такое плаун? Что такое хвощ? Как размножаются хвощи и плауны?

**Плаун** имеют все типичные для растений ткани, но системы обеспечения водой и регуляции испарения воды в них менее эффективны, по сравнению с цветковыми растениями. Поэтому плауны тяготеют к более увлажнённым местам произрастания. Около 400 современных видов плаунов распространены на всех континентах, кроме Антарктиды. Они имеют побеги с мелкими зелёными листьями и дополнительные корни.

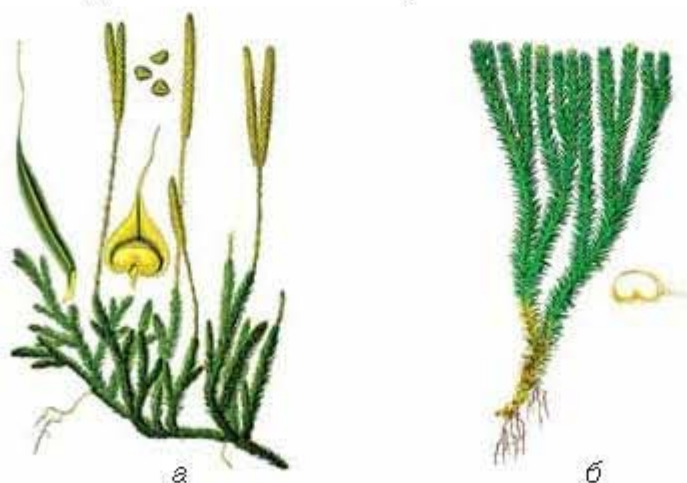


Рис. 171. Плаун булавовидный (а) и плаун баранец (б)

Размножаются плауны, так же как и мхи, спорами, образующимися в спорангиях. У плауна баранца (рис. 171, б) спорангии разме-



щены зонами между листьями обычных побегов. У плауна булавовидного (рис. 171, а) на боковых веточках возникают особые короткие побеги, называемые **спороносными колосками**. На этих побегах развиваются более широкие листья, у которых на верхней стороне у основания расположен спорангий со спорами (рис. 172). После созревания споры высыпаются. Спороносный колосок отмирает.

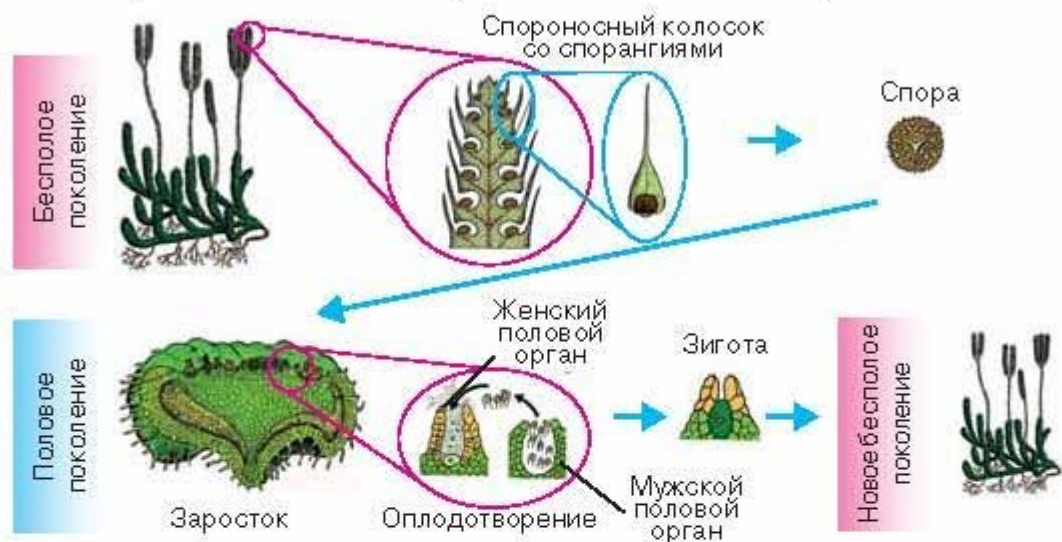


Рис. 172. Размножение плауна булавовидного

Споры плауна прорастают в почве. Из них вырастает небольшое (длина которого несколько миллиметров) бесцветное растение — **заросток**. Заросток плаунов живёт под землёй, имеет ризоиды и питается благодаря симбиозу с грибами, которые поставляют питательные вещества, после расщепления органики в почве. На нём возникают как мужские, так и женские половые органы. Сперматозоиды движутся по плёнке воды, которая всегда покрывает частицы почвы и заплывают в женские половые органы. Происходит оплодотворение. Из зиготы развивается за-

**Заросток** — половое поколение растений, у которых основным фотосинтезирующим является бесполое поколение.

родыш нового плауна. От прорастания споры до оплодотворения проходит около 15 лет. Поэтому плауны очень чувствительны к изменениям во внешней среде, которые могут прервать процесс их размножения. Плауны — это редкие растения, охраняемые в Украине законом.

«Родственниками» плаунов являются *плаунок плауновидный*, растущий на высокогорьях Украинских Карпат, и редчайшее водное растение Украинского Полесья — *молодильник озёрный* (рис. 173).



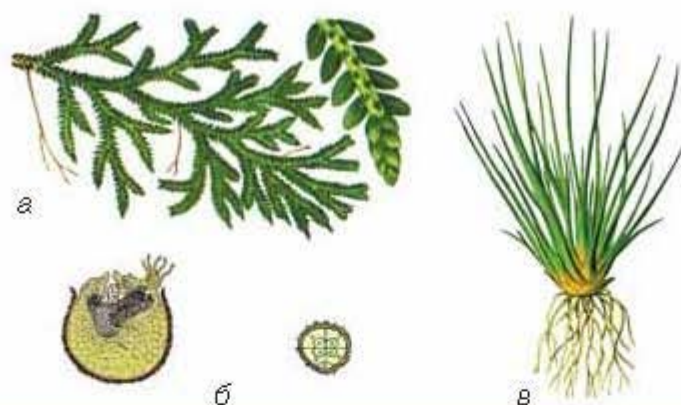


Рис. 173. Плаунок плауновидный (а — неполовое, б — половое поколение) и молодильник озёрный (в)

Для *хвощай* характерны горизонтальные подземные корневища, от которых отходят дополнительные корни, и вертикальные побеги, прорастающие над поверхностью почвы. Каждый побег состоит из зелёного стебля, выполняющего функцию фотосинтеза, и мелких бесцветных листьев. Листья срастаются в трубочку. Эти трубочки образуют хорошо заметные узлы, по которым стебель легко ломается на части. В оболочках клеток хвощей накапливается очень много кремния, поэтому хвощи жёсткие на ощупь.

Хвощей в современной флоре насчитывается до 40 видов. Хвощи, распространённые в Украине, — невысокие травянистые, зато в горах Перу встречаются растения высотой до 14 метров. Хотя редкий у нас *хвощ большой* может достигать почти двух метров в высоту.

Растения, которые в быту называются хвощами — это бесполое поколение, которое образует споры. У *хвощей полевого* и *большого* споры образуются в спороносных колосках, находящихся на верхушках неразветвлённых бесцветных побегов. Эти побеги развиваются весной и быстро отмирают после рассеивания спор.

Споры хвощей имеют дополнительную оболочку из двух спирально закрученных вокруг них лент. Эти ленты при высыхании раскручиваются и переплетаются так, что споры рассеиваются не отдельно, а группами. Это очень важно! На поверхности почвы споры быстро прорастают и образуют половое поколение — зелёные мужские и женские заростки, имеющие вид маленьких, расчлённых на мелкие лопасти пластинок. В половых органах на мужских заростках возникают сперматозоиды, а на женских — яйцеклетки. После дождя или выпадения росы сперматозоиды по плёнке воды подплывают к яйцеклеткам и оплодотворяют их. Затем из зиготы быстро развивается новый молодой хвощ.



Хвощи, распространённые в Украине, произрастают в лесах, на лугах и болотах, а также полупогружённо на небольшой глубине в водоёмах. Некоторые из них (например, *хвощ большой*) являются редкими растениями и подлежат охране, а другие (например, *хвощ полевой*) стали злостными сорняками (рис. 174). Наиболее надёжный способ избавиться от этого сорняка — систематическое уничтожение надземных побегов (для истощения корневищ). Благодаря

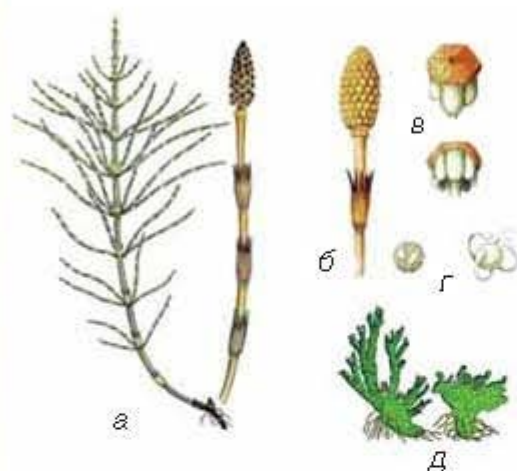


Рис. 174. Хвощ полевой:  
а — вегетативный и спороносный побег; б — спороносный колосок;  
в — спорангии на щитовидных листьях; г — споры;  
д — половое поколение

наличию кремния в оболочках клеток хвощ использовали для шлифовки различных изделий, а современные туристы успешно отмывают побегами хвощей свои котелки. Хвощи используют также как лекарственные растения.

Современные плауны и хвощи — это лишь немногочисленные потомки очень разнообразных в далёком прошлом групп растений. Много миллионов лет тому назад их «родственники» достигали высоты 30–40 метров и образовывали леса, вымершие при похолодании. Их многочисленные остатки вместе с остатками папоротников сформировали залежи каменного угля.

## ВЫВОДЫ

1. Плауны и хвощи имеют побеги с листьями и дополнительные корни.
2. У плаунов и хвощей основным фотосинтезирующим поколением есть бесполое, а половое — представлено заростком, образующим половые органы и обеспечивающим половой процесс.
3. Заросток плаунов образует мужские и женские половые органы, живёт под землёй, питается благодаря сосуществованию с почвенными грибами и имеет продолжительный период развития.
4. Заросток хвощей — надземный, фотосинтезирующий, образует мужские или женские половые органы и имеет короткий период развития.

## ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Плауны, хвощи, заросток, спороносный колосок.



1. Каково строение побегов плаунов?
2. Где развиваются спорангии плаунов?
3. Какие особенности строения и развития заростков плаунов?
4. Какие редкие виды плаунов и их «родственников» вам известны?
5. Каково строение побегов хвощей?
6. Где развиваются споры хвощей и каковы особенности их строения?
7. Каковы особенности строения и развития заростков хвощей?
8. Существуют ли в Украине редкие виды хвощей?
9. Какие хвощи являются сорняками и какие способы борьбы с ними вы знаете?

### ЗАДАНИЯ

1. Заполните в тетради таблицу.

Признак	Плаун	Хвощ
Вегетативные органы		
Расположение спорангиев		
Особенности развития заростка		
Какие половые органы находятся на заростке		

2. Ответьте на вопрос.

Какие общие и отличительные особенности строения и размножения у плаунов и хвощей?

## § 41. ПАПОРОТНИКИ



Вы узнаете о разнообразии папоротников, их размножении, а также об особенностях строения их бесполого и полового поколений.



Какими бывают папоротники и как они размножаются? Можно ли найти цветок папоротника?

**Папоротник** имеет побеги и корни (рис. 175). Листья у большинства папоротников большие и сильно рассечённые. Они, в отличие от листьев других растений, имеют продолжительный верхушечный





Рис. 175. Мужской папоротник

рост, а потому скручены улиткообразно для защиты верхушечной точки роста. Система водоснабжения и регуляции испарения папоротников менее эффективна, чем у цветковых растений, поэтому они нуждаются в достаточном увлажнении. У современных папоротников нет боковых образовательных тканей.

Папоротников в современной флоре Земли около 10 тыс. видов. Особенно много их во влажных тропических странах. Это очень разнообразные растения. В Южной Америке и в Новой Зеландии произрастают древовидные папоротники, которые даже образуют леса. Тропические и субтропические виды могут

быть вьющимися растениями и использовать как опору ветви и стволы деревьев. Некоторые папоротники растут на скалах или стенах домов в городах. Но большинство видов произрастает в лесах и на лугах. Лишь немногие виды приспособились к полуводному или водному образу жизни в пресных водоёмах.

Распространённые в Украине папоротники имеют корневища. У некоторых видов они укороченные и почти вертикальные, а листья собраны в воронкообразные розетки, которые могут достигать в высоту более полутора метра (*мужской папоротник* (рис. 175), *женский папоротник*, *страусник* (рис. 178, б)). Корневища других



Рис. 176. Размножение мужского папоротника



папоротников горизонтальные и сильно удлинённые, листья на них расположены на большом расстоянии друг от друга так, что одиночно торчат из земли, как у папоротника орляка (рис. 178, а), букового папоротника (рис. 178, в) голокучника.

На примере широко распространённого *мужского папоротника (щитовика мужского)* можно рассмотреть процесс размножения этих растений (рис. 176). На нижней поверхности листьев взрослых растений мужского папоротника заметны группы прикрытых плёнчатым защитным покровом спорангиев.

Когда споры мужского папоротника созревают — спорангий резко раскрывается. При этом микроскопические споры выбрасываются на расстояние в несколько сантиметров. Их подхватывает ветер и разносит на большие расстояния. Чтобы прорасти, спора должна попасть на влажную почву. Из неё вырастет небольшая тоненькая зелёная пластинка сердцевидной формы — заросток папоротника (рис. 177). С нижней стороны заростка расположены ризоиды, которыми он прикрепляется к почве и поглощает воду. Заростки мужского папоротника небольшие, до полутора сантиметра в длину, и недолговечные. Поэтому их сложно найти в природе, хотя иногда можно увидеть на склонах влажных оврагов, не имеющих травяного покрова.

На нижней стороне сформированного заростка развиваются мужские и женские половые органы. В мужских половых органах возникают многочисленные подвижные мужские половые клетки — сперматозоиды. В каждом женском половом органе развивается лишь одна яйцеклетка. После дождя или сильной росы между нижней поверхностью заростка и почвой возникает тоненькая плёнка воды. По ней сперматозоиды движутся к яйцеклетке. Их привлекают вещества, выделяемые женским половым органом. Один из сперматозоидов оплодотворяет яйцеклетку.

Зигота прорастает в новое растение бесполого поколения. Оно сначала получает питательные вещества лишь из тканей заростка, дальше образует первый корень, который погружается в почву. Разворачивается первый лист. Молодое растение бесполого поколения папоротника сохраняет связь с заростком до тех пор, пока он полностью не отомрёт.



Рис. 177. Заросток мужского папоротника



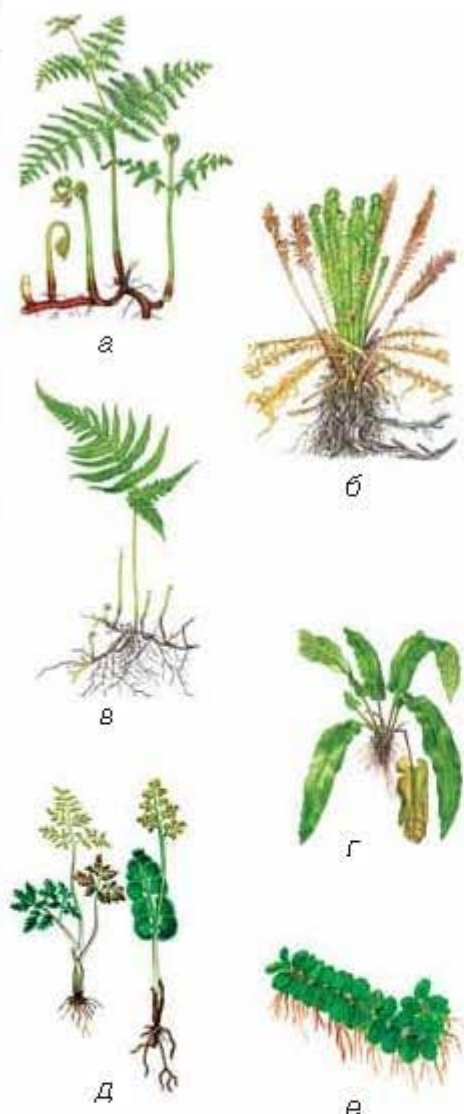


Рис. 178. Разнообразие папоротников: а — орляк; б — страусник; в — буковый папоротник; г — листовик; д — уховниковые папоротники; е — сальвиния

«Родственники» мужского папоротника очень разнообразны. Их распознают по особенностям расположения и строения спорангиев и их групп. Среди других выделяется декоративный папоротник *страусник* (рис. 178, б), у которого спорангии развиваются только на особых листьях, очертания которых напоминают перо страуса. А вот вегетативные листья неопытный исследователь может не отличить от листьев мужского папоротника. У *листовика* (рис. 178, г), произрастающего на богатых известняком почвах в буковых лесах, листовая пластинка не рассечена. В лесах, на скалах и лугах Украины встречаются очень интересные *уховниковые папоротники* (рис. 178, д). Их корневище каждый год образует лишь один небольшой лист. В водоёмах можно увидеть редкий папоротник *сальвинию* (рис. 178, е). Её побеги имеют несколько узлов, в которых находится по три листа. Два из них — овальные, цельные — плавают на поверхности воды. Они являются фотосинтезирующими. Третий лист — бурый, рассечён на волосистые нитевидные части и погружён в воду. Корни у сальвинии отсутствуют.

Современные папоротники не имеют большого значения в хозяйственной деятельности человека, хотя в недалёком прошлом из них изготавливали глистогонные лекарства. Молодые листья *орляка* (рис. 178, а) можно употреблять в пищу. Их даже специально экспортируют в Японию. Много тропических видов папоротников — замечательные декоративные растения для озеленения.



1. У папоротников основным фотосинтезирующим является бесполое поколение. Оно представлено большими особями с корнями и побегами. Половое поколение — это заросток.
2. Для листьев папоротников характерен продолжительный верхушечный рост. Поэтому молодые листья скручены улиткообразно для защиты верхушечной точки роста.
3. Папоротники распространяются и размножаются спорами, образующимися в органах бесполого размножения (спorangиях) на нижней стороне листьев.
4. Половой процесс у папоротников происходит при помощи сперматозоидов и яйцеклеток, развивающихся в половых органах на заростке. Для оплодотворения необходима вода.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Папоротник

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Где распространены современные папоротники, в каких условиях они растут?
2. Чем отличаются листья папоротников от листьев других растений?
3. Как происходит бесполое размножение папоротников спорами?
4. Что вырастает из споры папоротника?
5. Где образуются половые клетки папоротников и какие условия необходимы для оплодотворения?
6. Что развивается из оплодотворённой яйцеклетки папоротника?
7. Какие современные папоротники использует человек и с какой целью?

### ЗАДАНИЯ

1. Продолжите в тетради заполнение таблицы из предыдущего параграфа.

Признак	Плаун	Хвощ	Мужской папоротник
Вегетативные органы			
Расположение спорангиев			
Особенности развития заростка			
Какие половые органы находятся на заростке			

2. Ответьте на вопросы.  
В чём сходство и отличие особенностей строения и размножения у мужского папоротника с плауном и хвощём?





Вы узнаете о том, что такое голосеменные растения, чем они отличаются от цветковых и насколько они разнообразны.



Все ли голосеменные являются хвойными? Почему ель вечно-зелёная? Где растёт тис ягодный?

Для **голосеменных** **Ох** характерны те же вегетативные органы, что и для цветковых растений, но они не имеют цветка, а значит и пестика с рыльцем и плода.



Рис. 179. Сосна обыкновенная

**Шишка** — видоизменённый укороченный побег голосеменных, образующий пыльцевые мешки или семезачатки.

Представителей голосеменных в современной флоре Земли немного, около 800 видов. Все они без исключения — древесные растения (деревья и кустарники). Распространены голосеменные на всех континентах, кроме Антарктиды, и во всех климатических зонах, в засушливых, умеренно увлажнённых и чрезмерно влажных местностях. Они образуют тайгу Сибири, хвойные и смешанные леса Европы и Азии и даже леса в горах Южной Америки. Ни один представитель голосеменных не живёт в водной среде.

Распространяются и размножаются голосеменные семенами. Рассмотрим этот процесс на примере *сосны обыкновенной* (рис. 179). У сосны нет цветков, но имеются *шишки*. На верхушках молодых побегов заметны небольшие женские

шишки красноватого цвета, выросшие в этом году. На прошлогодних ветвях можно увидеть зелёные прошлогодние шишки, имеющие длину несколько сантиметров. На позапрошлогодных ветвях вы найдёте коричневые и сухие шишки. На некоторых молодых побегах находятся мелкие мужские шишки жёлтого цвета.

Шишка состоит из оси и чешуек. Они бывают женскими и мужскими. На чешуйках женских шишек сосны образуется по два





Рис. 180. Размножение сосны обыкновенной

семезачатка. Чешуйки мужских шишек имеют пару пыльцевых мешков, в которых развивается пыльца.

В начале лета первого года жизни женской шишки её семезачатки не готовы к оплодотворению, а только — к опылению (рис. 180). В это время чешуйки шишки расходятся. В пыльцевых мешках мужских шишек образуются пыльцевые зёрна, в оболочках которых есть два воздушных мешка. Ветер разносит пыльцу. Пыльцевые зёрна прилипают к капельке воды, выступающей из семезачатка. Пыльцевое зерно прорастает — образует пыльцевую трубку, врастающую в семезачаток. После опыления чешуйки женской шишки закрываются, шишка покрывается смолой и приобретает зелёный цвет.

На следующий год в женских шишках в семезачатке образуется особая ткань — *эндосперм голосеменных*. Из части клеток эндосперма образуется несколько женских половых органов с яйцеклетками, остальные клетки запасают питательные вещества. В пыльцевых трубках формируется по два *спермия*. Пыльцевая трубка дорастает до яйцеклетки, разрывается, и один из спермиев оплодотворяет яйцеклетку. Из зиготы развивается зародыш будущей сосны. Остатки покрова семезачатка, зародыш и эндосперм образуют молодое семя.

В начале весны третьего года семена полностью созревают. Тогда шишки высыхают, приобретают коричневый цвет и раскрываются, высыпая зрелые семена. У *сосны обыкновенной* они имеют плёночное крыло, способствующее распространению ветром. У других голосеменных опыление, оплодотворение и созревание семян может происходить на протяжении одного года.



Большинству из вас голосеменные растения известны как хвойные деревья и кустарники (рис. 181). Они имеют игловидные листья — *хвоёнки*. В лесных насаждениях умеренного климата встречаются преимущественно *сосна*, *ель*, *пихта* и *лиственница*. Они дают

**Хвоёнка** — игловидный видоизменённый листок голосеменных.

ценную древесину, а также живицу — смолу, накапливающуюся в специальных каналах в древесине.



Рис. 181. Хвойные: а — ель; б — пихта; в — лиственница европейская; г — сосна кедровая; д — можжевельник обыкновенный; е — кипарис

Опасным представителем голосеменных является *тис ягодный* (рис. 182), естественные заросли которого ещё сохранились в Карпатах. Это растение имеет много декоративных форм, может быть как небольшим деревом, так и кустом. Оно выдерживает значительное затенение. Тис не образует женских шишек. Его чёрные семена развиваются на верхушках коротких побегов, а в основании имеют ча-



Рис. 182. Тис ягодный

шевидный сочный придаток красного цвета. Этот придаток привлекает птиц, которые и разносят семена. Но с этим растением нужно быть очень осторожными, поскольку во всех его органах много ядовитых веществ.

Голосеменные очень разнообразны и помимо хвойных растений представлены многими другими, описанными в рубрике «Для любознательных» в конце этого параграфа.



1. Голосеменные — разнообразная группа растений, играющая важную роль в природе и жизни человека.
2. Голосеменные имеют такие же вегетативные органы, как и у цветковых растений, но у них нет цветка, а значит, пестика с тычинками и плода.
3. Во время опыления семезачаток голосеменных улавливает пыльцу с помощью выделяемой им капельки воды.
4. У большинства видов голосеменных спермии транспортирует к яйцеклетке пыльцевая трубка.
5. Эндосперм голосеменных развивается до оплодотворения, двойного оплодотворения нет.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Голосеменные, шишка, хвоинка.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как человек использует голосеменные растения?
2. Какое строение имеют шишки сосны?
3. Когда и как происходит опыление у сосны?
4. Где и когда образуются яйцеклетки сосны?
5. Как и когда оплодотворяется яйцеклетка сосны?
6. Какие виды хвойных вы знаете?

### ЗАДАНИЯ

Вспомните, как происходит размножение папоротников и цветковых растений. Заполните в тетради таблицу.

Признак	Группа растений		
	Папоротники	Голосеменные	Цветковые растения
Место образования мужских и женских половых клеток			
Наличие или отсутствие пыльцы и опыления			
Необходимость наличия воды для опыления			
Необходимость воды для оплодотворения			
С помощью чего распространяется			

Проанализируйте таблицу. Что общего по этим признакам у голосеменных с папоротниками и цветковыми растениями? Какая группа растений наименее, а какая наиболее приспособлена к условиям на суше?



### Голосеменные, не имеющие хвой

В наших парках иногда можно увидеть *гинкго двулопастное* (рис. 183). До ледникового периода этот вид имел практически всемирное распространение, но сейчас естественные леса гинкго вероятно сохранились только в некоторых районах Китая. Это дерево может достигать 40 м в высоту. Оно имеет веерообразные, часто двулопастные листья с вильчатым жилкованием. Семена у гинкго большие, имеют сочный жёлто-оранжевый внешний слой, по размеру и виду напоминают костянки алычи. В листьях гинкго содержится много полезных веществ, которые используются при лечении заболеваний сосудов ног, сердца и мозга человека.

*Саговник* (рис. 184) распространены в тропиках и субтропиках, во влажных лесах и полупустынях Африки, Америки, Азии и Австралии. Эти растения похожи на пальмы — с массивным, почти не разветвлённым стволом и большими рассечёнными листьями. Саговники используют в озеленении помещений, их часто путают с пальмами.

*Оболочкосеменные (гнатовые)* имеют дополнительную оболочку вокруг семени (рис. 185). В степной зоне Украины произрастает небольшой кустик *эфедры*. Это растение дало имя веществу, используемому в медицине — эфедрину. Ближайшими родственниками эфедры являются *гнатумы* — деревья и лианы из влажных тропиков с широкими листьями, а также почти фантастическое растение — *вельвечия удивительная* из пустынь юго-западной Африки. Вельвечия имеет лишь два листа, нарастающих у основания и постепенно разрушающихся на концах на протяжении всей жизни растения, возраст которого может превышать 1000 лет.



Рис. 183. Гинкго двулопастное (побег с листьями и семенами)



Рис. 184. Саговник (растение с мужской шишкой)



Рис. 185. Оболочкосеменные (гнатовые): а — эфедра; б — гнетум; в — вельвечия





Вы узнаете, что такое покрытосеменные, что такое двудольные и однодольные покрытосеменные.

Из предыдущей темы вы узнали об основных особенностях строения, жизнедеятельности и размножения цветковых растений. Все они назы-

ваются цветковыми или *покрытосеменными*. Это значит, что их семезачатки глубоко скрыты в полости завязи, а пыльцу во время опыления улавливает рыльце пестика. Они имеют зародышевый мешок, им присуще двойное оплодотворение. Покрытосеменные распространены на всех континентах, даже в Антарктиде, произрастают во всех климатических зонах. Их насчитывается около 250 тыс. самых разнообразных видов. Эти растения заселяют наиболее засушливые пустыни и умеренно увлажнённые территории, встречаются на болотах и в пресных водоёмах, а некоторые (например, *морская трава*) даже приспособились к жизни на морском дне, при этом морская вода переносит их пыльцевые зёрна.

У цветковых растений имеются семена с зародышами, содержащие две или одну семядоли. С этим признаком связан целый ряд других особенностей. Поэтому покрытосеменные делятся на *двудольные* и *однодольные*.

**Корень.** У большинства *двудольных* главный корень живёт продолжительное время, а поэтому их корневая система имеет один мощный корень, от которого отходят менее мощные боковые корни. Главный корень *однодольных* рано отмирает, поэтому их корневая система обычно состоит из многочисленных одинаково развитых корней.

**Лист.** У листьев *двудольных* обычно небольшое основание листа, часто есть прилистники, хорошо развит черенок и листовая пластинка с пальчатым или перистым жилкованием. Листья *однодольных* часто имеют основу в виде влагалища, окружающего стебель, в подавляющем большинстве без прилистников и черенка, с овальной или лентовидной листовой пластинкой, дугообразным или параллельным жилкованием.

**Стебель.** На поперечном срезе стебля *двудольных* проводящие пучки расположены по кольцу, есть сердцевина. Для них типично образование камбия и мощное утолщение. Поэтому среди двудольных

**Покрытосеменные** — это семенные растения, у которых пыльцу улавливает рыльце пестика.



встречаются как травы, так и деревья. Проводящие пучки *однодольных* распределены почти по всему поперечному срезу стебля. Иногда в центре можно распознать сердцевину, но у некоторых однодольных, например злаков (*бамбук, пшеница, рожь*) на месте сердцевины возникает обширная воздушная полость. Камбий у однодольных не образуется. Это — преимущественно травы. Деревьев, принадлежащих к этой группе немного: это — *пальмы, алоэ* или *драцены*.

**Цветок.** Для многих *двудольных* характерны цветки, у которых части размещены кругами, в каждом из которых по четыре или пять листиков околоцветника, тычинок или плодолистиков, из которых состоит пестик. А у типичного цветка *однодольных* круги трёхчленные. Цветки с большим и неопределённым числом частей встречаются как среди двудольных, так и среди однодольных.

Двудольных покрытосеменных насчитывается на Земле примерно 180 тыс. видов, а около 70 тыс. видов покрытосеменных имеют зародыш с одной семядолей и относятся к однодольным.

### ВЫВОДЫ

1. Покрытосеменные — наиболее обширная группа растений, распространённая в самых разнообразных условиях произрастания.
2. Характерными признаками покрытосеменных есть цветок, плод, улавливание пыльцы рыльцем пестика, зародышевый мешок, двойное оплодотворение, ситовидные трубки.
3. Покрытосеменные растения по совокупности признаков делятся на двудольные и однодольные.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Покрытосеменные, двудольные, однодольные.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы основные признаки покрытосеменных?
2. По каким признакам покрытосеменные делятся на двудольные и однодольные?
3. Сколько видов покрытосеменных, двудольных и однодольных существует в природе?

### ЗАДАНИЯ

Сравните признаки двудольных и однодольных покрытосеменных, сведения об их особенностях занесите в таблицу (в тетради).



Признак	Двудольные	Однодольные
Количество семядолей у зародыша семени		
Жизненные формы (деревья или травы)		
Внутреннее строение стебля		
Жилкование листа		
Тип корневой системы		
Количество частей цветка		

#### § 44. ПРИНЦИПЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМАТИКИ И РАЗНООБРАЗИЕ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ



Вы узнаете, как классифицируют живые организмы, и о разнообразии покрытосеменных.

Растения чрезвычайно разнообразны. Разнообразие живых организмов изучает особая наука — *биологическая систематика*, а раздел систематики, посвящённый разнообразию растений, называется *систематикой растений*. Карл Линней (рис. 186) впервые отобразил знания о разнообразии организмов в форме классификации, в которой виды распределены в подчинённые друг другу группы. Каждому уровню такой классификации он дал своё название. В современной систематике растений приняты такие основные уровни классификации:

- царство;
- отдел;
- класс;
- порядок;
- семейство;
- род;
- вид.

**Биологическая систематика** — это наука о разнообразии живых организмов.



Рис. 186. Карл Линней (1707–1778)



Группы видов в биологической системе устанавливают по совокупности всех признаков растения. Покрытосеменные являются одним из отделов царства растений. В этом отделе выделяют два класса — двудольные и однодольные. На *рисунке 187* вы видите положение в биологической системе хорошо известного растения — *пшеницы твёрдой*.

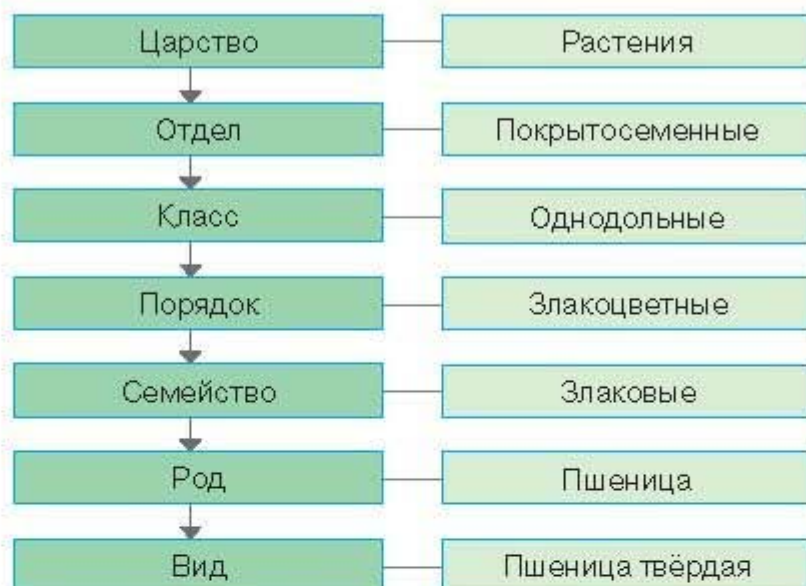


Рис. 187. Место пшеницы твёрдой в системе организмов

К основным семействам двудольных покрытосеменных относятся *лртниковые* (рис. 188), среди которых много ядовитых и лекарственных растений, а также сорняков. Представители других семейств двудольных изображены на форзаце. Среди них много декоративных, лекарственных растений, плодово-ягодных культур и сорняков, относящихся к семейству *розоцветных*. *Бобовые* широко известны как сельскохозяйственные культуры с высоким содержанием белков в семенах. Много овощных и технических культур среди *крестоцветных*. Известный всем картофель относится к *паслёновым*. Но нужно помнить, что в этом семействе много ядовитых видов. Самое обширное семейство двудольных — *сложноцветные*, получившие своё название по соцветию-корзинке, внешне напоминающему цветок.

Обзор даже небольшой части семейств двудольных растений свидетельствует об их чрезвычайном разнообразии и большом значении для человека.

К самым распространённым семействам однодольных, которые также изображены на форзаце, относятся *лилейные* с типичным для класса очень красивым цветком и подземными запасными





Рис. 188. Лютиковые:  
а — лютик едкий; б — борец

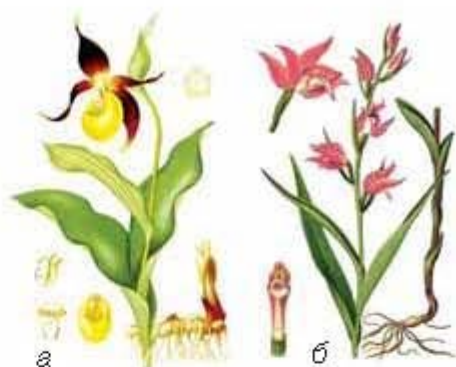


Рис. 189. Орхидные: а — венерин башмачок; б — булатка красная

органами — луковицами. Самое многочисленное семейство однодольных и всех покрытосеменных — *орхидные* (рис. 189), получившие распространение не только в тропических странах, но и у нас. Среди его представителей много редких видов. В тропиках человек широко использует *пальмовые* и в хозяйственной деятельности, и как источник продуктов питания. А к *злаковым* относятся основные зерновые культуры мира, а также кормовые травы и сорняки.

### ВЫВОДЫ

1. Биологическая систематика изучает разнообразие организмов и классифицирует их по совокупности всех признаков.
2. Основными уровнями классификации растений являются царство, отдел, класс, порядок, семейство, род и вид.
3. Двудольные и однодольные являются классами отдела покрытосеменных, относящихся к царству растений.
4. Представители семейств покрытосеменных являются источником сырья для промышленности, основой сельскохозяйственного производства и источником продуктов питания, лекарственного сырья. Однако среди них много ядовитых растений и сорняков.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

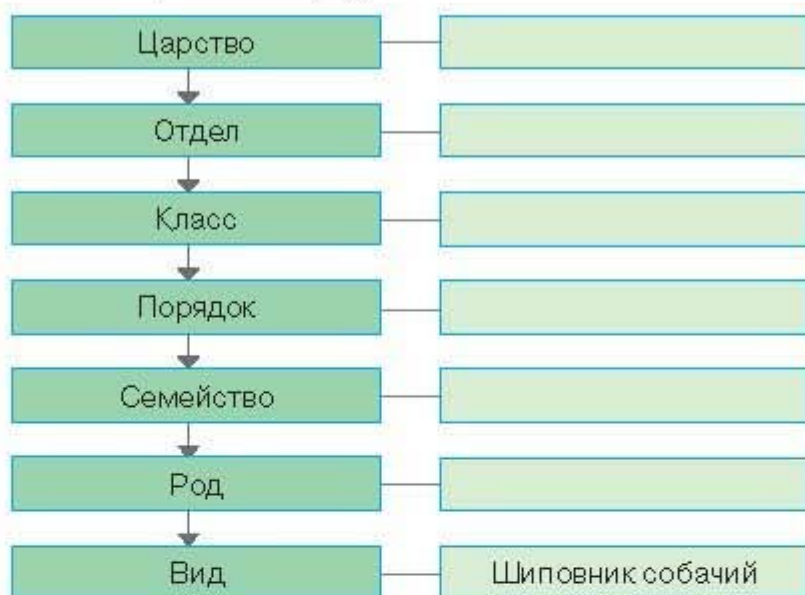
Биологическая систематика.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что изучает биологическая систематика?
2. Какие уровни классификации растений вы знаете?
3. Какое значение в жизни человека имеют представители двудольных?
4. Какое значение в жизни человека имеют представители однодольных?



По образцу (рис. 192) определите положение *шиповника собачьего* в системе растительных организмов и заполните пропуски в схеме, которую предварительно начертите в тетради.



#### § 45. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ И ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ



Вы узнаете о том, как делятся растения по степени их зависимости от основных факторов внешней среды, а также, что такое жизненная форма растений и какой она бывает.



За счёт чего растения не погибают на солнце и в воде? Сколько живёт растение (любое)? Долго ли живёт трава? Как растения выживают зимой?

**Экологические факторы.** Неповторимость внешнего вида и строения каждого вида организмов является отражением продолжительного процесса его приспособления к конкретным условиям внешней среды. **Условия среды** — это комплекс условий, в котором можно различить много компонентов, связанных с климатом, почвой, рельефом, а также с имеющимися видами живых организмов и взаимодействием между ними. Каждый из таких компонентов, влияющий на живые организмы, в том числе и на растения, называется **экологическим фактором**.





Рис. 190. Засухоустойчивые растения испаряют мало воды благодаря наличию утолщённой кутикулы. К тому же овсяница (слева) уменьшает испарение благодаря узким свёрнутым в трубочку листьям, а сухолюбивое молодило (справа) в листьях запасает воду

**Экологические группы.** Экологических факторов очень много, и все они влияют на растения. Но при определённых условиях какой-то один фактор может стать основным. Группа растений, выделенная по отношению к отдельному основному фактору, называется *экологической группой*. Для растений важнейшими экологическими факторами преимущественно являются степень обеспечения водой, светом, а также температурные условия. Приспособление ко всему комплексу факторов среды отображается в жизненных формах растений.

По отношению к обеспечению водой растения делятся на *засухоустойчивые, умеренно влаголюбивые, влаголюбивые и водные*.

*Засухоустойчивые* виды произрастают там, где влаги мало. Основным приспособлением к недостатку воды у растений является уменьшение её испарения. Такие растения имеют утолщённую кутикулу, и, как правило, мелкие или свёрнутые в трубочку твёрдые листья (рис. 190). Немало засухоустойчивых видов поглощают воду из глубоких водоносных слоёв почвы при помощи длинных корневых систем. Например, у верблюжьей колючки длина главного корня достигает 20 м. Другое особое приспособление — это запасание воды в сочных мясистых стеблях (кактусы, пустынные молочаи) или листьях (агавы, алоэ) во время редких дождей или выпадения росы. Таких растений много в пустынях. Они не выдерживают чрезмерного увлажнения. Поэтому они называются *сухолюбивыми*.

К *умеренно влаголюбивым* относится большинство растений, живущих на суше в условиях умеренного увлажнения. Листья у них обычно широкие и мягкие, без воскового налёта, умеренно опушенные или голые. Это дуб, фиалка, ландыш (рис. 191).



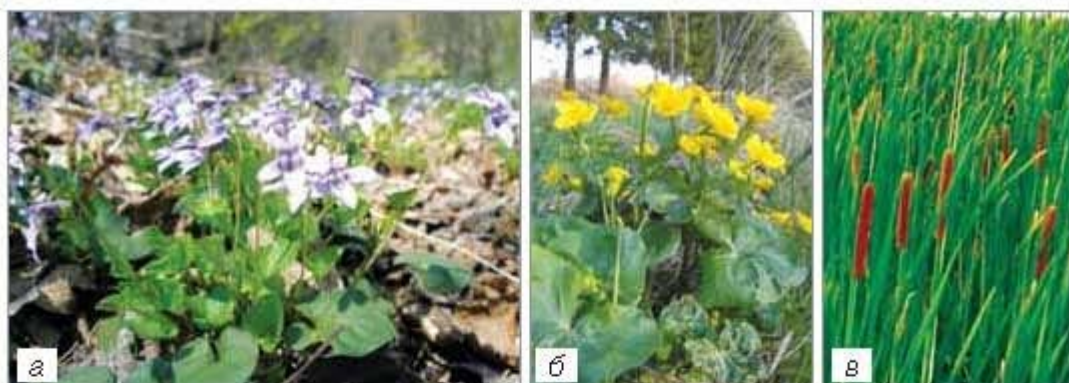


Рис. 191. Умеренно влаголюбивые растения: а — фиалка; влаголюбивые: б — калужница, в — камыш

*Влаголюбивые растения* произрастают на постоянно переувлажнённых почвах, в частности на болотах (*ольха*, *ситник*, *осока*), по берегам водоёмов (*камыш*, *рогоз*, *калужница*) (рис. 191). Чтобы облегчить проветривание тканей, стебли и листья таких растений часто имеют большие межклеточки.

*Водные растения* населяют водоёмы. Некоторые растения полностью погружены в воду (*элодея*, *валиснерия*, *роголистник*). Их листья не имеют устьиц. У других водных растений листья плавают по поверхности воды, при этом растение может быть или укоренённым (*водяные лилии*, *рдесты*), или свободно плавающим (*водяной орех*, *ряска*, *сальвиния*). Верхняя сторона листьев у них благодаря кутикуле блестящая, и устьица размещены именно на ней. Часть водных растений — полупогружённые растения — укоренённые, имеют надводные листья и стебли, которые по строению похожи на листья влаголюбивых растений (*камыш*, *телорез*) (рис. 192). У некоторых из них, как у *стрелолиста*, имеются листья всех трёх типов — погружённые, плавающие и надводные (рис. 193).

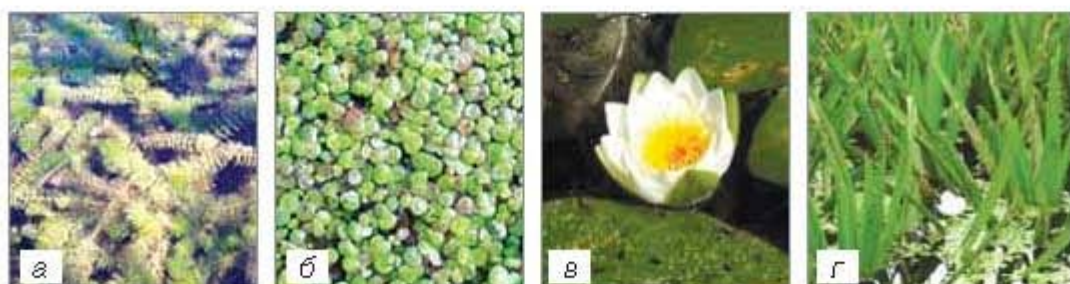


Рис. 192. Водные растения: а) погружённые — роголистник; б) неукоренённые с плавающими листьями — ряска малая; в) укоренённые с плавающими листьями — кувшинка; г) полупогружённые — телорез



По условиям освещения растения делятся на *светлюбивые*, *теневыносливые* и *тенелюбивые* (рис. 194).

*Светлюбивые* виды предпочитают хорошо освещённые места произрастания и не растут в тени. Их листья имеют развитую столбчатую ткань, часто — множество устьиц и толстую кутикулу. Светлюбивыми являются: *берёза*, *сосна*, *подорожник*, большинство засухоустойчивых растений и водных растений с плавающими листьями.

*Теневыносливые* растения, например, *граб*, *сирень*, *земляника* — лучше развиваются при высокой освещённости, но способны также произрастать в тени.

Среди теневыносливых растений немало таких, которые с возрастом могут «изменять свои вкусы». Например, молодые ели лучше растут в тени других растений, а взрослые — при полной освещённости.

*Тенелюбивые* растения лучше всего развиваются только в тени (*копытень*, *сенполия*, некоторые *папоротники*). Их листья обычно большие, губчатая ткань хорошо развита, а столбчатая — часто вообще отсутствует.

По температурным условиям растения делятся на *холодостойкие* и *теплолюбивые*. Температурные предпочтения почти не влияют на строение растений, поскольку приспособление к определённым температурам связана преимущественно с физиологическими процессами.

*Холодостойкие* растения способны переживать температуры ниже 0 °С, хотя растут лишь при температуре выше 0 °С. К ним



Рис. 193. Стрелолист — полупогружённое водное растение с погружёнными, плавающими и надводными листьями



Рис. 194. Растения светлюбивые (подорожник), теневыносливые (земляника) и тенелюбивые (копытень)



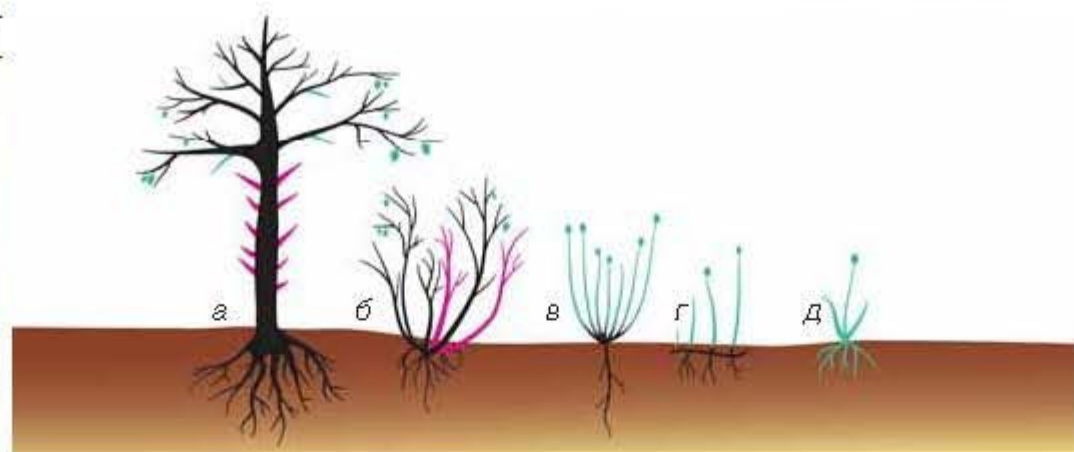


Рис. 195. Жизненные формы растений: древесные (а, б), полудревесные (в) и травянистые (г, д). Дерево (а), кустарник (б), полукустарник (в), многолетние (г) и однолетние (д) травянистые растения. Многолетние части показаны чёрным; отмершие ранее — красным; отмирающие назиму — зелёным

относятся деревья и кустарники наших широт, а из сельскохозяйственных культур — морковь, горох, рожь.

*Теплолюбивые* растения не выдерживают холода, и для нормального произрастания требуют довольно высоких температур. Теплолюбивыми является большинство видов, растущих в тропиках и тёплых субтропиках, а среди наших культурных растений — *огурец, тыква, дыня, томаты и баклажаны*.

**Жизненная форма** — это внешний вид растения, отображающий его приспособленность к условиям среды. Она также характеризует продолжительность жизни вегетативных органов и всего растения. По жизненным формам растения делятся на *древесные* (деревья и кустарники), *полудревесные* (полукустарники и полукустарнички) и *травянистые* (многолетние и однолетние травы) (рис. 195).

*Древесные растения* имеют многолетние одревесневшие побеги с почками восстановления. Деревья имеют лишь один главный побег — ствол. Он живёт столько же, сколько и всё растение — десятки и даже сотни лет. Кустарники отличаются от деревьев наличием нескольких стволов, постепенно сменяющих друг друга. Продолжительность жизни каждого ствола у разных видов разная (у *малины* — два года, у *сирени* — до 60 лет), но, в общем, за счёт замены старых стволов новыми возраст растения может достигать нескольких сотен лет. Маленькие, до 50 см в высоту (*черника, брусника*), кустарники называются *кустарничками*. У древесных растений стволы могут быть не прямостоячими, а стелющимися (*карпатская сосна жереп*) или вьющимися (*плющ, девичий виноград*) (рис. 196). Древесные растения с вьющимися стволами называются *древовидными лианами*.





Рис. 196. Стелющаяся горная сосна (жереп) в Карпатах (слева), древовидная лиана на стволе дерева — плющ (в центре) и травянистая лиана — берёзка трёхцветная (справа)

У полудревесных растений верхняя часть надземных побегов травянистая и каждый год отмирает, а нижняя часть — одревесневшая: она остаётся живой и несёт почки восстановления. Продолжительность жизни полудревесных растений — десятки, иногда — сотни лет. Растения до 20 см в высоту (например, *чебрец*) — это полукустарнички, более высокие (*полынь*, *шалфей*, *лаванда*) — полукустарники.

У травянистых растений наземная часть не одревесневает и ежегодно после цветения и плодоношения отмирает. Многолетние травы обычно переживают зимний период при помощи подземных видоизменённых побегов — корневищ (*пырей*), клубней (*хохлатка*) или луковиц (*нарцисс*). Благодаря этому такие травы живут много лет. У однолетних трав (*лебеда*) всё растение живёт лишь один год, успевая вырасти, образовать цветки и семена и полностью отмереть. Весной новые растения вырастают только из семян. У многих, преимущественно многолетних, травянистых растений наземные побеги вьющиеся. Это *травянистые лианы* (например, *хмель* и *берёзка*) (рис. 196).

Знание основных экологических групп растений и их жизненных форм необходимо для правильного ухода за растениями: их поливом, выбором места расположения или посадки, обрезкой, пересевом, укрытием на зиму, размножением и т.п.

## ВЫВОДЫ

1. Экологические группы растений выделяют по степени их зависимости от одного из основных факторов внешней среды: уровня увлажнения, освещённости и температуры.
2. Жизненные формы растений выделяют по внешнему строению, связанному с приспособлением ко всем факторам среды. Жизненная форма также определяет продолжительность жизни растения.



3. Основными жизненными формами растений являются древесные (деревья и кустарники), полудревесные и травянистые (многолетние и однолетние) формы.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Условия среды, экологический фактор, экологическая группа, жизненная форма растений.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое экологическая группа растений?
2. Что такое жизненная форма?
3. Какие жизненные формы растений вам известны?

### ЗАДАНИЯ

1. Назовите экологические группы растений, которые выделяют по отношению к уровню увлажнённости, освещённости и температуры. Для каждой экологической группы назовите примеры растений.
2. Для растений разных жизненных форм охарактеризуйте продолжительность жизни всего растения и его наземных вегетативных органов.

### ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

#### Растения паразиты, полупаразиты и симбиотрофы

(Ответы на вопросы школьников: Бывают ли растения другого цвета, или только зелёные? Есть ли растения-паразиты?)

Особыми экологическими группами растений, которые отличаются от других по способу питания, являются *паразиты*, *полупаразиты* и *симбиотрофы* (рис. 197).

*Растения-паразиты* лишены хлорофилла и питаются исключительно за счёт других высших растений. Так повилёка корнями-присосками прорастает в проводящие пучки стеблей травянистых растений. Другой паразит — заразиха — селится на корнях трав. Эти растения могут наносить ущерб сельскохозяйственным культурам. Петров крест паразитирует на корнях орешника, бука и граба.

*Растения-полупаразиты* (например омела, растущая на ветвях деревьев), сохраняют хлорофилл и способны самостоятельно фотосинтезировать. Не-



Рис. 197. Растения-паразиты (а — заразиха), полупаразиты (б — марьянник, в — очанка) и симбиотрофы (г — гнездовка, д — подбельник)



мало трав, таких как марьянник, очанка, кравник, имеют слабую корневую систему и получают дополнительное питание от соседних растений через корни-присоски.

*Растения-симбиотрофы* при отсутствии хлорофилла похожи на растения-паразиты. Но питаются они готовыми органическими веществами, которые получают от грибов-симбионтов. Примером является орхидея-гнездовка. Ещё одно растение — подъельник — также получает готовые органические вещества от симбиотических грибов, в свою очередь, получающих их от корней ели, с которыми гриб также образует симбиотический комплекс.

## § 46. РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА



*Вы узнаете о том, что такое растительные сообщества и каковы их основные типы.*



*Где растут подснежники? Есть ли такое растение, которое произрастает всюду? Почему вся Земля не покрыта лесами, ведь тогда было бы больше кислорода?*

Растения в природе встречаются не в случайных сочетаниях видов. Опытный человек знает, какую траву можно найти в лесу, на лугу или болоте, а какую там искать не следует. Различные виды растений приспособились к совместному произрастанию в определённом месте. Они взаимодействуют между собой ради наиболее эффективного использования влаги, света и других ресурсов среды. При этом одни виды растений создают условия для существования других.

Определённый комплекс видов растений, взаимосвязанных процессами жизнедеятельности, обитающих на однородном по услови-



Рис. 198. Ярусность растительного сообщества леса



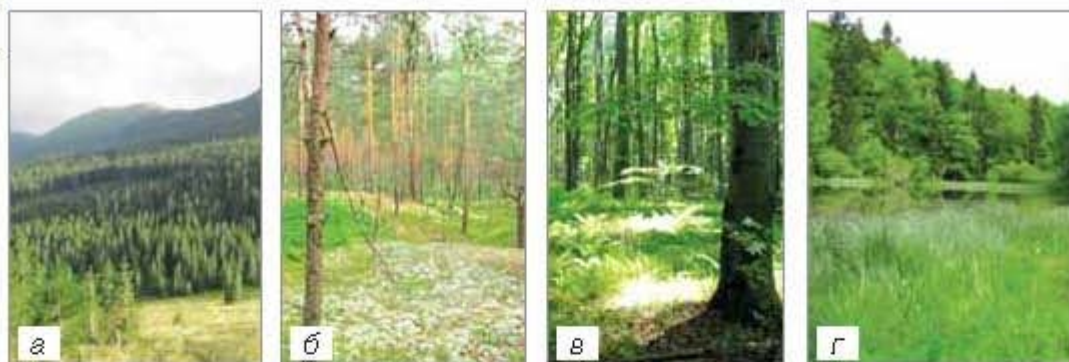


Рис. 199. Разнообразие лесов: а — еловые леса Карпат; б — сосновые леса Полесья; в — буковые леса Подолья; г — смешанный лес в долине Карпат

ям участке местности, называется **растительным сообществом**. Каждому растительному сообществу свойственна своя структура — закономерное распределение растений в пространстве. Примерами растительных сообществ являются леса, степи, луга, болота.

**Леса** — это растительные сообщества, с преобладанием деревьев. Их вертикальная структура (ярусность) определяется размещением фотосинтезирующих побегов разных видов на определённых высотах. В наших лесах обычно выделяют ярусы, образованные: а) высокими деревьями; б) низкими деревьями; в) кустарниками; г) травами; д) мхами и лишайниками (рис. 198). Ярусность свойственна и корневым системам. Лесные сообщества бывают разные в зависимости от видов, преобладающих в ярусе высоких деревьев (рис. 199).

Например, еловые леса, распространённые в Карпатах, обычно тёмные, с мощной подстилкой из опавшей хвои. Там почти не растут травы. Сосновые леса, преобладающие в северной части Украины, часто светлые, с богатым травяным покровом. Леса, образованные дубом, буком, клёном, называются **лиственными**. В таких лесах наличие толстого слоя опавшей листвы и затенённость летом также препятствуют росту трав. Поэтому здесь часто встречаются растения с корневищами, клубнями и луковицами, успевающими, благодаря запасам питательных веществ, отцвести ранней весной до того, как на деревьях появились листья (рис. 200). Лиственные леса распространены в горах Крыма и Карпат, а также в центральных регионах Украины. Наша страна наиболее богата смешанными лесами, у которых верхний ярус образуют как хвойные, так и лиственные деревья. Тем не менее самыми богатыми по видовому составу являются влажные тропические леса Африки, Азии и Южной Америки.





Рис. 200. Ранневесенние растения лесов: а — анемона; б — хохлатка; в — пролеска; г — подснежник; д — печёночница; е — гусиный лук

**Степи** — это сообщества, развивающиеся при низкой увлажнённости, в которых главной группой растений являются многолетние злаки, в частности ковыль и овсяница (рис. 201). Всю воду, в виде атмосферных осадков, травы успевают полностью поглотить своими корневыми системами. Благодаря травам в степях за тысячелетия образовались самые плодородные почвы нашей планеты — *чернозёмы*. Люди издавна распахивали степи для выращивания сельскохозяйственных культур. Поэтому нетронутых степных сообществ, которые называются *целёнными*, осталось очень мало.

**Луга** также являются сообществами, где преобладают травы. Но, в отличие от степей, луга развиваются при условиях доста-



Рис. 201. Степные сообщества с преобладанием ковыля (слева) и овсяницы (справа)





Рис. 202. Луговые сообщества: а — природный заливной луг; б — природный горный луг; в — сенокосно-пастбищные луга в Карпатах, называемые полонинами

точной увлажнённости. Естественные луга распространены преимущественно в поймах рек и на высокогорьях (рис. 202). Однако большинство современных лугов существует благодаря человеку, который использует их для заготовки сена и выпаса скота. Древесные растения в процессе такой деятельности уничтожаются.

**Сообщества болот** развиваются в условиях чрезмерной увлажнённости. Здесь доминируют травы, но иногда произрастают небольшие кусты и деревья (рис. 203). На сфагновых болотах доминирует мох *сфагнум*. Он создаёт условия, при которых могут произрастать лишь некоторые кустарники и полукустарнички (*багульник*, *клюква*) и травы (*росянка*, *пушица*, некоторые виды *осоки*) (рис. 204). По способу водного питания растительные сообщества болот довольно разнообразны. К верховым болотам, где произрастает сфагнум, вода поступает преимущественно с атмосферными осадками. А вот низовые болота питаются почвенными водами, богатыми питательными веществами. Здесь обычно преобладающими растениями являются осоки.

Растительным сообществам степей, лугов и болот также свойственна ярусность, но она не так заметна, как в лесах, а количество

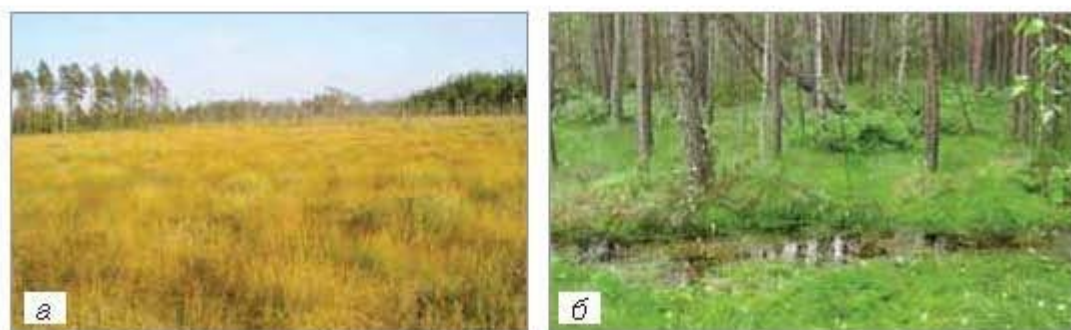


Рис. 203. Сообщества болот: а — верховое болото; б — низовое болото на Полесье



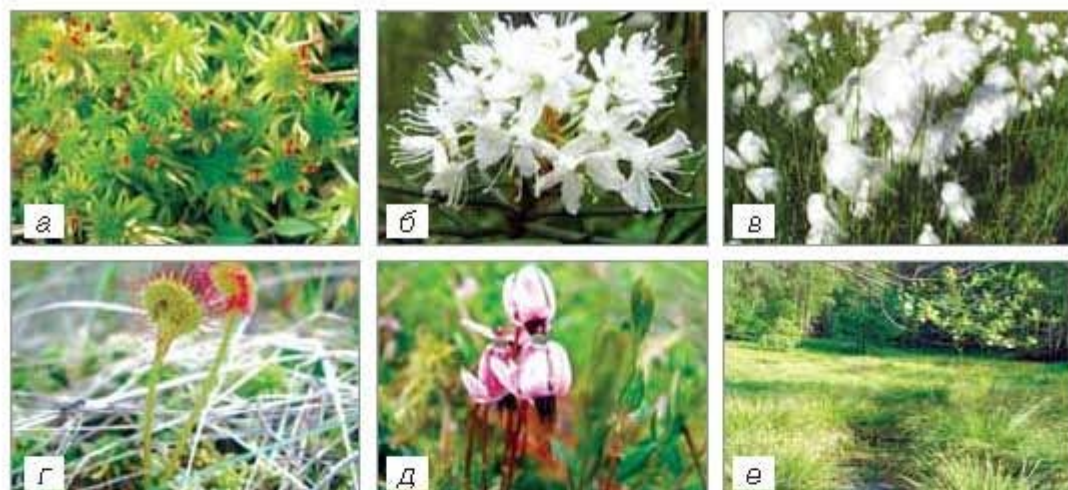


Рис. 204. Растения болот: а — мох сфагнум; б — багульник; в — пушица; г — роснянка; д — журавлина; е — осока

ярусов значительно меньше. Тем не менее и в этих сообществах, подобно лесам, фотосинтезирующие побеги, стараясь получить по возможности больше солнечного света, почти полностью затеняют поверхность почвы.

Растительные сообщества **пустынь** отличаются от выше описанных тем, что растения здесь не образуют сплошного покрова. Поэтому большая часть солнечной энергии не перехватывается растениями, а достигает поверхности. Далее она или рассеивается в виде тепла, что характерно для горячих засушливых пустынь, или отражается в космос, как это наблюдается в самых холодных ледовых пустынях Арктики, Антарктики и очень высоких гор. В Украине самые большие пустынные сообщества расположены на Олешковских песках на Херсонщине (рис. 205).

Для каждого участка характерен свой тип растительных сообществ, который определяется климатом, рельефом и составом почв. Разнообразные естественные процессы (пожары, наводнения и т.п.) и деятельность человека могут изменить или уничтожить такие сообщества растений. Когда образуются свободные от растений участки суши, на них обычно первыми поселяются водоросли и мхи (рис. 206). Они на-



Рис. 205. Олешковские пески — самая большая пустыня в Европе, образовавшаяся вследствие чрезмерного выпаса скота несколько столетий тому назад





Рис. 206. Пример смены растительных сообществ после пожара

капливают органические вещества, необходимые для образования почвы. Затем здесь поселяются непритязательные однолетние травы. Их видовой состав очень непостоянен и определяется не столько взаимодействием растений, сколько условиями и возможностью занесения семян тех или иных видов. Следующий этап — это заселение участка многолетними травами. Следующими среди них начинают появляться древесные растения, очень часто — светолюбивая берёза. Под её пологом со временем прорастают более сильные теневыносливые деревья — пихта, дуб, бук, граб. Они перерастают берёзу, затеняют её, и на смену берёзовому лесу приходят хвойные, лиственные или смешанные леса со своими видами трав, кустарников и с особым животным, грибным и бактериальным населением.

Человек часто создаёт **искусственные сообщества** — сады, ягодники, парки, поля, бахчи, огороды, цветники. Они не способны самостоятельно существовать длительное время. Приходится затрачивать немало усилий на борьбу с сорняками, чтобы сохранить желаемый видовой состав искусственных растительных сообществ. Без надлежащего ухода они быстро зарастают — превращаются в растительные сообщества, подобные естественным.

## ВЫВОДЫ

1. Различные виды растений произрастают не сами по себе, а в определённых растительных сообществах.





2. Благодаря растительным сообществам различные виды растений могут существовать вместе и эффективно использовать влагу, свет и другие ресурсы среды произрастания, имеющиеся на определённой территории.
3. Для каждого растительного сообщества характерен свой видовой состав и структура, определяемые условиями среды и взаимодействием растений между собой.
4. Искусственные растительные сообщества существуют благодаря человеку.

#### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Растительные сообщества, леса, степи, луга, болотные сообщества, пустыни, искусственные растительные сообщества.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое растительные сообщества?
2. Какая ярусность характерна для лесных сообществ?
3. Какие типы растительных сообществ вам известны?

#### ЗАДАНИЯ

Самостоятельно дайте ответы на вопросы школьников, приведённые в начале параграфа.

### Практическая работа 3

#### СРАВНЕНИЕ СТРОЕНИЯ МХОВ, ПАПОРОТНИКОВ И ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ (ЦВЕТКОВЫХ) РАСТЕНИЙ

**Цель работы:** на естественных растительных образцах провести анализ строения тела основного фотосинтезирующего поколения мхов, папоротника и цветкового растения; установить сходные и отличительные признаки этих растений.

**Материал:** живые растения или гербарные образцы мхов (кукушкин лён, фунария и т.п.), папоротника (мужской папоротник, многоножка и т.п.) и цветкового растения (лютик, лапчатка и т.п.).

**Оборудование:** лупа.

#### ХОД РАБОТЫ

1. Рассмотрите, используя лупу, предоставленные учителем растения мха, папоротника и цветкового растения.
2. Определите, какие части тела представлены в исследуемых образцах мха, папоротника, цветкового растения.
3. Определите, какие органы размножения (спорангии или цветки) представлены на исследуемых образцах.



4. Заполните в тетради итоговую таблицу результатов изучения образцов (исключительно по данным собственных наблюдений!). Для этого органы, имеющиеся у данного растения, обозначьте знаком «+», а отсутствующие органы — знаком «-».

Органы	Мох	Папоротник	Цветковое растение
Корень			
Стебель			
Лист			
Ризоиды			
Цветок			
Спорангий			
Семя			
Плод			

5. Дайте ответы на вопросы: 1. В чём сходство и отличие строения основного фотосинтезирующего поколения у мхов, папоротников и цветковых растений? 2. Какие вегетативные органы имеются у мхов, папоротников и цветковых растений? 3. Какие органы размножения имеются у мхов, папоротников и цветковых растений?

#### Практическая работа 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В ОПРЕДЕЛЁННЫХ УСЛОВИЯХ

**Цель работы:** по особенностям строения органов и требованиям комнатных растений к условиям произрастания подобрать ассортимент для озеленения определённого внутреннего помещения с известными параметрами температуры, освещённости и влажности воздуха.

**Материал:** живые комнатные растения и их изображения, специализированные справочники-атласы.

#### ХОД РАБОТЫ

1. Проанализируйте строение вегетативных органов двух растений по рекомендации учителя.

2. Определите у представленных растений:

- особенности строения подземных органов (строение корня или его видоизменения, тип корневой системы, наличие видоизменённых подземных побегов);





- особенности строения наземных побегов (направление роста и необходимость наличия опоры, присутствие видоизменений побега, строение его стебля);
- особенности строения листьев наземных побегов, в частности их размер, цвет, наличие и характер опушения.

3. Предложите гипотезу о жизненной форме исследуемых комнатных растений и их требованиях к условиям произрастания.

4. Сравните собственную гипотезу о жизненных формах исследуемых растений и требованиях к условиям произрастания с информацией учителя или данными из справочников-атласов.

5. Узнайте у учителя об особенностях температурного режима, освещённости и влажности воздуха в рекомендованном помещении.

6. Дайте ответы на вопросы: 1. Растения каких экологических групп пригодны для озеленения предложенного учителем помещения? 2. Какое из исследуемых растений следует рекомендовать для озеленения предложенного учителем помещения?

## ПОДВЕДЁМ ИТОГИ

1. Мы узнали, что мир растений весьма разнообразен. Основными группами растений являются водоросли и высшие растения. К высшим растениям относятся: мхи, плауны, хвощи, папоротники, голосеменные и покрытосеменные.

2. Мы запомнили, что высшие растения приспособлены к существованию в наземных условиях благодаря:

- делению тела на корень, лист и стебель;
- наличию кожицы с устьицами; водопроводящей и механически опорной ткани — древесины;

3. Мы убедились, что высшим растениям, в отличие от водорослей, свойственны многоклеточные органы полового и бесполого размножения.

4. Мы поняли особенности процессов размножения в основных группах высших растений:

- в процессе размножения всех высших растений чередуются бесполое и половое поколения; основным фотосинтезирующим поколением у мхов является половое поколение, а у всех других высших растений — бесполое поколение;



- мхи, хвощи, плауны и папоротники (так называемые высшие споровые растения) распространяются при помощи спор; для оплодотворения им необходима вода;
- голосеменные и покрытосеменные (так называемые семенные растения) распространяются при помощи семян; для них характерно опыление, а для оплодотворения им, преимущественно, вода не нужна.

5. Мы выяснили, что особенности строения и размножения растений тесно связаны с условиями их произрастания; а также узнали о том, что в природе различные растения образуют сложные сообщества.

6. Мы увидели, что растения являются основным компонентом сообществ живых организмов и основой жизни на Земле: благодаря фотосинтезу они преобразуют солнечную энергию в доступную для всего живого на планете форму и выделяют необходимый для дыхания кислород. Растения играют огромную роль в жизни человека как источник продуктов питания, поставляют сырьё для пищевой и лёгкой промышленности, а также для производства лекарственных препаратов.

### Знаю — умею

- Я знаю признаки основных групп растений и по строению тела умею определять, к какой группе относится растение.
- Я знаю основные группы покрытосеменных и умею их различать.
- Я знаю жизненные формы и экологические группы растений и умею определять, к каким условиям произрастания приспособлено растение.
- Я знаю основные растительные сообщества и умею их различать в природе.



## **Тема 5.**

# **ГРИБЫ**

**Изучая эту тему, вы узнаете:**

- ✓ об особенностях строения, питания и роста грибов;
- ✓ о съедобных и ядовитых грибах и способах их обнаружения;
- ✓ о значении грибов в природе и хозяйственной деятельности человека;
- ✓ о взаимодействии грибов с растениями и водорослями





## § 47. ПОНЯТИЕ О ГРИБАХ. ОСОБЕННОСТИ ИХ ПИТАНИЯ



*Вы узнаете, чем грибы отличаются от других групп организмов и как они питаются.*



*Грибы — это растения или животные? Чем питаются грибы? Есть ли в грибах хлорофилл? Выделяют ли грибы кислород? Как дождь влияет на рост грибов? Сколько существует видов грибов? Сколько видов грибов существует в Украине? Какой гриб самый большой? В каких странах нет грибов?*

Наряду с бактериями, одноклеточными эукариотами, растениями и животными, нас повсеместно окружает ещё одна большая группа организмов. Почти все вы держали их в руках, пробовали, видели на прилавках магазинов. Их споры и фрагменты тела прилипают к вашей обуви, когда вы идёте по улице. Они портят продукты, хранящиеся в тёплых и влажных условиях. Эти организмы — причина стригущего лишая, разрушения ногтей, тяжёлых заболеваний кожи, бронхов и лёгких. Они спешат вместо земледельца собрать урожай на полях, уничтожить плоды работы садовника и овощевода, сделать безработным лесника. «Съедают» деревянные дома, портят заготовленную древесину, разрушают произведения искусства, разлагают краску, резину и даже пластмассы.

Но без них наша планета превратилась бы в свалку мёртвых стволов и ветвей, уплотнённую трупами и экскрементами. Леса напоминали бы чахлые заросли кустарников. Горные породы не превращались бы в плодородные почвы. Без них люди не ели бы хлеб, не пили бы квас и кумыс, не ткали бы льняное полотно. Солдаты умирали бы даже от лёгкого ранения, бактериальные возбудители опасных болезней оставались бы непобедимыми, а инфицированный человек — обречённым. И, разумеется, на нашем столе не появились бы жареные шампиньоны, тушёные вешенки, рагу из лисичек, солёные рыжики и маринованные боровики. Все эти как вредные, так и полезные для человека свойства присущи группе организмов, которая называется **грибами**.

Уникальные свойства грибов прямо или косвенно связаны с особенностями их питания. Все грибы — это гетеротрофные организмы. Они питаются растворёнными органическими веществами, поглощая их путём **всасывания** всей поверхностью тела.

Обычно клетки грибов всасывают лишь простые органические вещества. Но в окружающей среде таких веществ в растворённом виде мало, хотя природа насыщена сложными органическими ве-



ществами. Грибы «научились» разлагать сложные вещества на простые, которые затем всасывают своими клетками.

Для расщепления сложных органических веществ грибы выделяют за пределы клеток особые белковые соединения — **ферменты**. Они расщепляют сложные органические молекулы на простые составляющие: например, гигантскую молекулу целлюлозы — на многочисленные мелкие молекулы глюкозы, большую молекулу белка — на множество мелких молекул аминокислот.



Рис. 207. Питание грибов

Питательные вещества всасываются клетками гриба в растворённом виде. Значит, грибы нуждаются в большом количестве воды. Поэтому овощи и фрукты быстро плесневеют во влажных помещениях или сырых погребах, а в лес за грибами идут после дождей.

Часто вода находится на значительном удалении от источника пищи. Поэтому грибы одной частью тела поглощают воду, затем перекачивают её туда, где находятся пригодные для питания сложные органические вещества, и далее выделяют её наружу вместе с ферментами. Ферменты осуществляют **внеклеточное пищеварение**: они расщепляют сложные органические соединения на простые. Раствор простых органических веществ всасывается клетками (рис. 207).

Такой способ питания определяет строение тела гриба, представляющего собой систему микроскопических длинных разветвлённых нитей — **грибницу**. Она охватывает большие площади. **Плодовые тела**, которые в повседневной жизни называются грибами, — это лишь малая видимая часть тела гриба, большая часть которого находится в почве.



### Это интересно

В среднем в 1 г почвы длина грибницы колеблется в пределах от 1 м до 100 м (рекордным считается значение — 35 км на 1 г почвы). Самая большая грибница найдена у осеннего опёнка, растущего на территории США: она охватывает площадь 890 га. Это самый большой известный гриб на нашей планете.

В зависимости от источника питательных веществ грибы делятся на *сапротрофы*, паразитов и *симбиотрофы*. Источник питательных веществ *грибов-сапротрофов* — органические вещества отмерших организмов или их частей. Для грибов-паразитов — органические вещества живых существ. *Грибы-симбиотрофы* живут в симбиозе с другими организмами и получают от них питательные вещества (рис. 208).

#### ГРИБЫ-САПРОТРОФЫ



Дереворазрушающие



Почвенные



Плесневые

#### ГРИБЫ-ПАРАЗИТЫ



Трутовики



Возбудители болезней растений



#### ГРИБЫ-СИМБИОТРОФЫ



Микоризные



Лишайники



Рис. 208. Сапротрофные, паразитические и симбиотрофные грибы

Энергию грибы получают благодаря *дыханию* — при помощи кислорода они расщепляют в митохондриях часть поглощённых простых органических веществ на углекислый газ и воду, синтезируя при этом молекулы АТФ.





Некоторые группы грибов, например, *дрожжи*, помимо дыхания, могут получать энергию без участия кислорода — в процессе брожения.

От растений грибы отличаются гетеротрофным типом питания, а значит, отсутствием хлоропластов и неспособностью к фотосинтезу. От животных они отличаются тем, что питательные вещества поглощают только путём всасывания. К поглощению нерастворённых частиц пищи (фаготрофному питанию), присущему животным, грибы не приспособлены. От бактерий грибы отличаются наличием в клетках ядер (нередко — двух и более).

Грибы бывают разные. Например, *белый гриб*, *мухомор*, *трутовик* — это макроскопические грибы, плодовые тела которых можно хорошо рассмотреть без увеличительных приборов. Но большинство грибов без увеличительных приборов не видны. Это — микроскопические грибы. Примерами микроскопических грибов, о которых вы могли слышать, являются *плесневые грибы* и *дрожжи*.

Грибы встречаются повсюду, но предпочтение отдают наземным местам обитания. Среди шляпочных грибов, плодовые тела которых состоят из шляпки и ножки, нет таких, которые бы жили под водой, за исключением одного вида — *навозника водяного*, открытого лишь несколько лет назад. Не найдены шляпочные грибы в Антарктиде, хотя микроскопических грибов там довольно много. Стран, где бы не росли грибы, на нашей планете нет. В целом известно более 100 тыс. видов грибов, из которых более 6 тыс. видов — на территории Украины.

### ВЫВОДЫ

1. Грибы являются гетеротрофами. Они поглощают питательные вещества исключительно путём всасывания, чем и отличаются от животных.
2. Всасыванию питательных веществ предшествует процесс внеклеточного пищеварения — расщепления вне клетки сложных органических соединений на простые при помощи ферментов, выделяемых клеткой.
3. Внеклеточное пищеварение позволяет грибам использовать в пищу даже те органические вещества, которые практически не усваиваются другими организмами (например, целлюлоза древесины).
4. Энергию большинство грибов получают благодаря дыханию.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Внеклеточное пищеварение, ферменты, всасывание, грибница, сапротрофы, симбиотрофы.



1. Почему грибы активно растут после дождя или во влажных местах?
2. Выделяют ли грибы кислород?
3. Есть ли в составе грибов хлорофилл?
4. Как по способу питания грибы отличаются от животных и растений?

## ЗАДАНИЯ

1. Перерисуйте таблицу в тетрадь, укажите типы питания и получения энергии, которые характерны для растений и грибов:

Питание				Источник энергии		
	Гетеротрофное		Авто- трофное	Свет	Неорга- нические вещества	Органиче- ские вещества
Вещества, которы- ми питаются	Органические вещества		Углекис- лый газ и вода			
Способ поглощения	Всасы- вание	Фаго- цитоз				
Бактерии	Да	Нет	Да	Да	Да	Да
Цианопро- кариоты	(Нет)	Нет	Да	Да	Нет	(Нет)
Одноклеточные организмы, животноподобные	(Нет)	Да	Нет	Нет	Нет	Да
Водоросли	(Нет)	Нет	Да	Да	Нет	(Нет)
Растения						
Грибы						

«Нет» в скобках значит: как правило — нет, но известны исключения.

2. Все знают, что грибам для роста необходима вода. Также известно, что привычные для нас шляпочные грибы под водой не растут. Почему? Попробуйте сформулировать и обосновать собственную гипотезу.

#### § 48. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ГРИБОВ: ГРИБНИЦА, ПЛОДОВОЕ ТЕЛО. РАЗМНОЖЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ ШАМПИНЬОНА)



Вы узнаете об особенностях строения грибов, а также о сходстве клеток грибов с клетками растений и животных.



Из чего состоят грибы? Каково внутреннее строение грибов? Как размножаются грибы?

Со строением грибов мы познакомимся на примере *шампиньона*. Этот гриб выращивают на предприятиях промышленного грибоводства, его можно встретить на полках супермаркетов. В естественных



условиях шампиньон можно найти, в первую очередь, на полях, лугах и в лесополосах, хотя некоторые виды шампиньонов растут и в лесах.

Тело шампиньона образует грибница — система очень длинных и разветвлённых микроскопических нитей, находящихся в почве (рис. 209). Её учёные называют **мицелием**. Одна нить мицелия — это **гифа**. Каждая гифа образована цепочкой удлинённых бесцветных клеток. Таким образом, клетки образуют гифу, а гифы — многоклеточный мицелий.

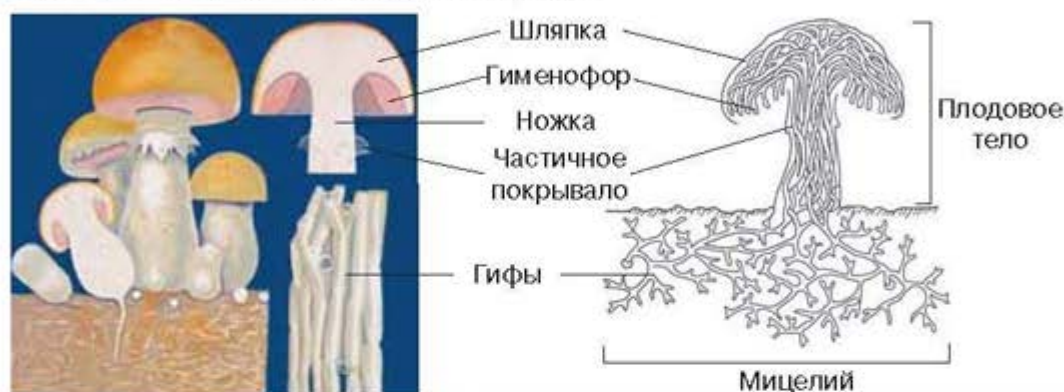


Рис. 209. Строение шампиньона

Клетки гиф покрыты плотной клеточной оболочкой, основу которой составляет нерастворимое в воде и химически устойчивое вещество — **хитин**. Под клеточной оболочкой находится клеточная мембрана. В оптический микроскоп в цитоплазме можно увидеть два ядра и большую вакуоль. В вакуоли содержится клеточный сок, капли масла и запасы углевода — **гликогена**. Гликоген является запасным углеводом не только у грибов, но и у животных, включая человека. Под электронным микроскопом в клетке также видны митохондрии и рибосомы (рис. 210).

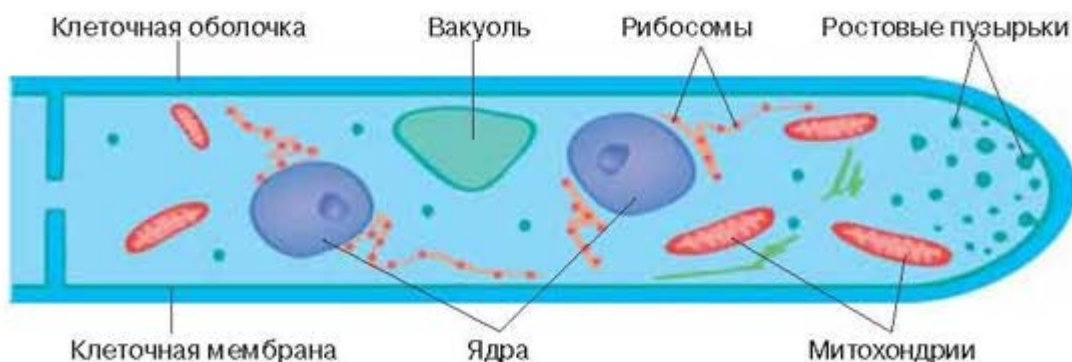


Рис. 210. Строение клетки шляпочного гриба (на примере верхушечной клетки гифы)



Таким образом, клетки грибов, подобно клеткам растений и животных, имеют ядро. Кроме того, сходство с клетками растений им придаёт наличие клеточной оболочки и вакуоли, а с клетками животных — отсутствие хлоропластов.

В верхушечной клетке, кроме обычных для других клеток оргanelл и структур, вблизи клеточной оболочки имеется большое количество мелких *ростовых пузырьков* (рис. 210). Благодаря работе этих пузырьков верхушечная клетка растёт и со временем делится. В результате растёт и вся гифа. Таким образом, весь мицелий гриба разрастается лишь благодаря росту верхушек гиф.

В некоторых частях мицелия гифы очень плотно переплетаются, образуя **плодовое тело**. Именно оно в повседневной жизни называется «грибом». Плодовое тело — это та часть организма гриба, в которой после особого полового процесса развиваются органы спороношения и образуются *споры*.

Плодовое тело состоит из *ножки* и *шляпки*. На нижней стороне шляпки *шампиньона* находятся пластинки тёмно-розового или тёмно-коричневого цвета. Пластинки — это складки плодового тела, образованные гифами, на верхушках которых развиваются тёмно-коричневые споры. Складки, на которых образуются споры, называются *гименоф*. У *шампиньона* гименофор *пластинчатый*, а у *белого гриба* и *маслёнка* — *трубчатый*. Если шляпку шампиньона отрезать от ножки, разместить пластинками вниз на листе белой бумаги и оставить на ночь, то утром на бумаге под шляпкой появится тёмно-коричневый рисунок. Он повторяет вид шляпки с нижней стороны. Этот рисунок образован спорами, оторвавшимися от гиф гименофора. Под микроскопом споры выглядят как клетки, покрытые тёмно-жёлтой клеточной оболочкой. Именно споры придают гименофору шампиньона тёмно-коричневую окраску.

На ножке плодового тела шампиньона есть тоненькое белое плёчатое кольцо — это **частное покрывало**. До момента полного созревания спор оно закрывает гименофор и защищает пластинки от внешних повреждений. Когда споры созревают, ножка удлиняется, шляпка раскрывается, покрывало разрывается, и споры начинают высеваться. Потoki воздуха подхватывают споры и относят их от плодового тела — гриб размножается и расселяется. Позже из спор развивается новый мицелий.

## ВЫВОДЫ

1. Тело гриба — это мицелий. Он образован гифами. Гифы состоят из клеток.





2. Клетки грибов, подобно клеткам животных и растений, имеют эукариотическое строение. От клеток животных они отличаются наличием клеточной оболочки и вакуоли с клеточным соком, от клеток растений — отсутствием хлоропластов.
3. Лишь верхушечная клетка гифы способна делиться. Поэтому мицелий разрастается лишь благодаря росту верхушек гиф.
4. Шляпочные грибы размножаются спорами.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Гифы, мицелий, хитин, гликоген, плодовое тело, частное покрывало.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем клетки грибов отличаются от клеток бактерий?
2. Чем грибная клетка отличается от клетки животных и растений?
3. Что представляет собой та часть тела гриба, которую в быту называется грибом?
4. Как размножаются шампиньоны?

## § 49. МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ: ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И РОЛЬ В ПРИРОДЕ



*Вы узнаете больше о макроскопических грибах, об источниках питания этих грибов и об их роли в природе.*



*Могут ли растения с грибами срастись в единое целое? Могут ли грибы быть без шляпки и без ножки? Почему деревья становятся трухлявыми?*

Макроскопические грибы могут быть сапротрофами, симбиотрофами или паразитами. Они могут использовать различные источники органических веществ, но преимущественно питательные вещества им поставляют растения, особенно — древесные. Поэтому в лесах макроскопических грибов намного больше, чем в степях, на лугах или в пустынях. Различные группы грибов связаны между собой (рис. 211). Грибы повышают плодородие бедных лесных почв и способствуют появлению новых поколений растений.

**Микоризные грибы.** Макроскопические грибы-симбиотрофы растут преимущественно в почве. Именно к ним относится большинство съедобных и ядовитых шляпочных грибов. Питательные вещества такие грибы получают не непосредственно из почвы, а





Рис. 211. Макроскопические грибы и их роль в природе

от корневых систем растений, с которыми их мицелий вступает во взаимовыгодный симбиоз. Этот симбиоз называется **микориза** (от греческого «микос» — гриб, и «ризос» — корень). При образовании микоризы гифы гриба плотно оплетают корни растения (рис. 212). При помощи гиф мицелия гриб поглощает с большой площади воду и минеральные вещества, которые перемещаются и выделяются в зоне контакта гриба с корневыми волосками растения. Таким способом гриб подкармливает растение. Вместе с тем растение выделяет в зоне корневых волосков водные растворы органических веществ, образованные в результате фотосинтеза. Эти органические вещества поглощают гифы гриба. Таким образом, союз гриба и растения взаимно выгоден.

Определённые виды грибов образуют микоризу с определёнными видами растений. Эта особенность нашла своё отражение в названиях многих съедобных грибов (например, *подберёзовик* образует микоризу с берёзами, *подосиновик* — с осиной, *поддубник* — с дубом). Леса, где много микоризных грибов, растут быстрее, чем те, где таких грибов мало.

**Паразитические грибы.** В старых или чрезмерно густых лесах на деревьях поселяется много грибов, которые обычно называются **трутовиками** (рис. 213). Плодовые тела трутовиков, как правило, не загнивают и не имеют чёткого деления на ножку и



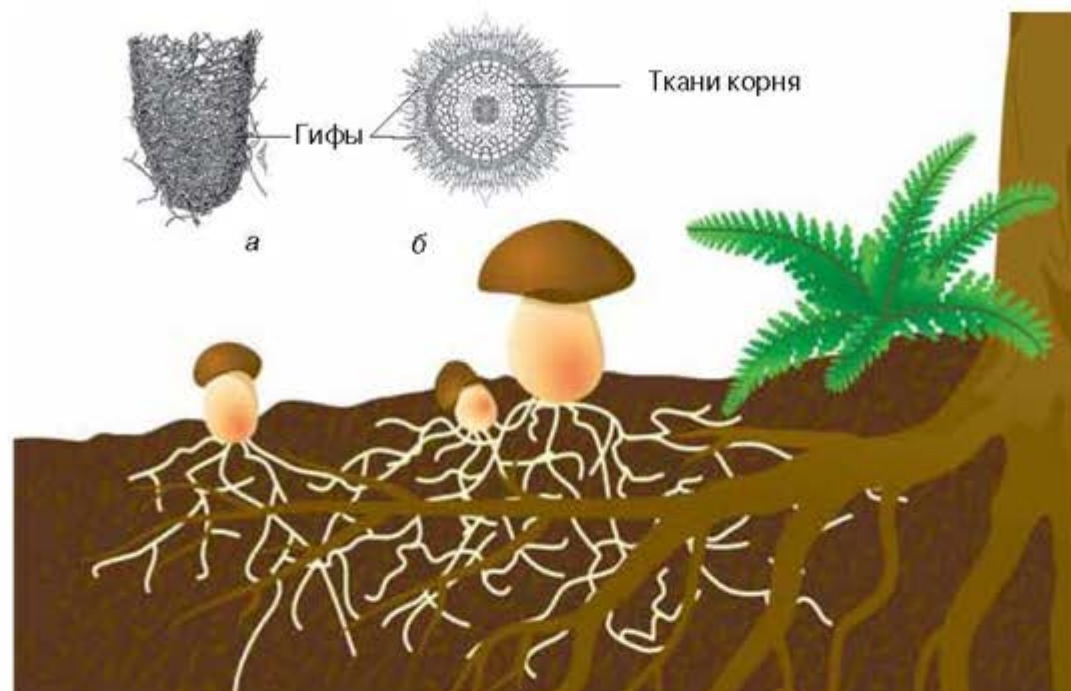


Рис. 212. Микориза (а, б — корень, оплетённый гифами гриба, вид сбоку и на срезе)

шляпку. Мицелий трутовиков живёт в стволе дерева и распространяется по проводящей системе растения. Он разлагает древесину и вызывает её сухое гниение (рис. 214). Как следствие, поражённые деревья гибнут. Но гриб некоторое время продолжает расти, питаясь мёртвым органическим веществом бывшего дерева-хозяина, т.е. превращается в сапротрофа.

Трутовики являются примером макроскопических паразитических грибов, вызывающих болезни растений.

**Сапротрофные грибы.** Отмершее дерево становится источником питательных веществ не только для трутовиков, но и для многих других грибов, называемых *дереворазрушающими грибами* (рис. 215).

В конце концов стволы и ветви деревьев становятся полностью трухлявыми, рассыпаются, попадают на почву,



Рис. 213. Трутовик обыкновенный



Рис. 214. Разрушение древесины под воздействием трутовика





Рис. 215. Дереворазрушающие грибы: а — трутовик заборный; б — ложный опёнок; в — чёртовы рога, или пальцы мертвеца (ксилиярия); г — иудино ухо; д — вешенка обыкновенная; е — грибная лапша (рамария) (красным кружком обозначены ядовитые, жёлтым — несъедобные, зелёным — съедобные грибы)

их постепенно засыпает опавшая листва и другие остатки. Сильно разложившиеся органические остатки становятся источником пищи для грибов — **почвенных сапротрофов**. Среди макроскопических почвенных сапротрофов преобладают шляпочные грибы, *дождевики* и *весёлковые грибы* (рис. 216). Почвенные сапротрофы, разлагая остатки органических веществ, принимают участие в образовании почвы и повышают её плодородие. Таким образом, эти грибы способствуют появлению новых поколений растений, а вместе с ними — и новых поколений микоризных грибов.



Рис. 216. Грибы (почвенные сапротрофы): а — шампиньон полевой; б — говорушка душистая; в, г — весёлка обыкновенная (в — молодая, г — взрослая); д — дождевик (жёлтым кружком обозначены несъедобные, зелёным — съедобные грибы)



## ВЫВОДЫ

1. Макроскопические грибы получают питательные вещества из различных источников: микоризные грибы — от корневых систем растений, трутовики — от живых клеток растений, дереворазрушающие грибы и почвенные сапротрофы — из остатков отмерших организмов.
2. Все группы грибов в природе взаимосвязаны.
3. Грибы помогают растениям в питании, уничтожают старые деревья и разлагают отмершие остатки, участвуя в процессе образования почв и повышении их плодородия.

## ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Микориза, трутовики, дереворазрушающие грибы, почвенные сапротрофы.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как связаны между собой микоризные, трутовые и сапротрофные грибы?
2. Как взаимодействуют деревья и микоризные грибы?
3. Чем полезны и вредны трутовики?

## ЗАДАНИЯ

Дайте ответы на вопросы школьников, приведённые в начале параграфа.

## ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

### Гриб китайского императора и некоторые другие лечебные грибы.

Люди издавна знали о необычайно целебных свойствах некоторых трутовиков. Один из них — трутовик лакированный, который в Китае называется «Гриб бессмертия» (*линь-чжи*), в Японии — «Гриб духовной силы» (*рейши*) (рис. 217).

В Древнем Китае линь-чжи считался лекарством от всех болезней, драгоценным подарком небес, грибом долголетия и эликсиром памяти.

Такой высокий статус гриба в Древнем Китае полностью оправдан: он содержит биологически активные вещества, повышающие иммунитет, защищающие клетки от кислородного поражения и связанного с этим старения, угнетают развитие вирусов и болезнетворных бактерий, улучшают работу сердца и кровеносной системы, повышают активность мозга и внимание, стимулируют память. К тому же, линь-чжи содержит вещества, имеющие противоопухолевое действие.

Однако лечебные противораковые свойства трутовиков превзошёл другой гриб — почвенный сапротроф *весёлка обыкновенная*. Сейчас весёлка является объектом интенсивных биологических, биохимических и фармакологических исследований.



Рис. 217. Лекарственный гриб трутовик лакированный (линь-чжи, рейши)





Вы узнаете о шляпочных грибах, которые являются опасными для жизни и здоровья человека.



Какие грибы самые опасные и сколько их видов? Откуда в грибах появляется яд? Как уберечь себя от опасного гриба? Могут ли погибнуть грибы от загрязнения окружающей среды? Что может произойти, если съесть ядовитый гриб? Может ли человек мгновенно умереть от контакта с ядовитым грибом? Все ли грибы имеют яд? Почему грибы нельзя есть сырыми?

Плодовые тела грибов, имеющих ножку и шляпку, традиционно используют как ценный пищевой продукт. Однако шляпочные грибы способны вызывать отравления, в том числе — смертельные.

Грибные отравления бывают двух типов: *первичные* и *вторичные* (рис. 218).

**Первичные отравления** возникают тогда, когда в пищу употребляют грибы, образующие ядовитые вещества — грибные токсины. Такие грибы называются *ядовитыми грибами*.

**Вторичные отравления** — это отравления, вызванные съедобными грибами, накопившими ядовитые вещества — ядохимикаты, тяжёлые металлы и радиоактивные вещества, содержащиеся в загрязнённой окружающей среде.

Избежать **вторичных отравлений** довольно просто: нельзя собирать грибы возле автомобильных дорог, производственных предприятий, в местах использования ядохимикатов, в районах, пострадавших вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, вблизи свалок и мусорников. Также нельзя собирать старые и загнивающие грибы, нарушать правила хранения и обработки грибов.

**Первичные отравления** способны вызвать около 90 видов ядовитых грибов. Тяжесть отравления зависит от двух основных факторов: от токсина, который содержит данный гриб, и количества яда, попавшего в организм. При грибных отравлениях наблюдается следующее правило: **отравление тем тяжелее, чем длиннее был промежуток времени между употреблением гриба и проявлением первых признаков отравления**. Поэтому от контакта с ядовитым грибом (например, при прикосновении) человек не умирает, а при смертельных грибных отравлениях — не умирает мгновенно.

Нужно помнить, что простых «домашних» тестов на выявление грибов, которые нельзя употреблять в пищу, не существует. Единственный надёжный способ обезопасить себя от первичного





Отравления грибами		
Типы отравлений	Первичные отравления	Вторичные отравления
Ядовитые вещества	Грибные токсины	Вещества, загрязняющие окружающую среду или являющиеся продуктами распада грибов
Происхождение ядовитых веществ	Синтезируются ядовитыми грибами	Появляются или образуются вследствие деятельности человека
Источник отравления	Ядовитые грибы	Съедобные грибы
Как избежать	Знать ядовитые грибы, не собирать незнакомые грибы	Собирать грибы только в чистых местах, придерживаться правил хранения и обработки

Рис. 218. Первичные и вторичные отравления грибами

грибного отравления — уметь распознавать съедобные и ядовитые виды, и **никогда не собирать незнакомые грибы**. Такие способы «распознавания» ядовитых грибов, как почернение серебряной ложки в отваре, побурение луковичы, отсутствие неприятного запаха, — являются ошибочными.

По степени своей опасности ядовитые грибы делятся на три группы: *смертельно ядовитые, особо ядовитые и ядовитые*, а также выделяют группу *условно-съедобных* грибов.

Опаснейшую группу составляют смертельно ядовитые грибы. В нашей стране растут три вида таких грибов: **бледная поганка, белый мухомор и мухомор вонючий** (рис. 219). Они вызывают настолько сильное отравление, что жизнь человека спасти не удаётся. Симптомы отравления проявляются лишь через несколько часов после употребления их в пищу (иногда даже через 2–4 дня). До этого времени человек чувствует себя хорошо, но токсины поражают печень, вызывая её распад. Продукты распада печени служат причиной проявления первых признаков отравления — обезвоживания организма, синюшности, рвоты, поноса. Человека при этом спасти уже невозможно. Состояние больного резко ухудшается и наступает смерть.

Токсины смертельно ядовитых грибов очень стойкие: они не разрушаются при варке или сушке, не удаляются при вымачивании и солении. Смертельная доза мала — достаточно лишь 10–30 г плодового тела гриба.

Основные признаки этих трёх самых ядовитых грибов следующие: кольцо на ножке (остатки частного покрывала), белая «луко-





Рис. 219. Смертельно ядовитые грибы: а — бледная поганка; б — белый мухомор; в — мухомор вонючий

вичка» у основания ножки (остатки **общего покрывала**, защищающего всё плодовое тело в начале его созревания) и пластинчатый гименофор белого цвета. Пластинки гименофора прирастают к шляпке и не спускаются на ножку. У *бледной поганки* шляпка окрашена в разные оттенки зелёного цвета. У *белого мухомора* и *мухомора вонючего* шляпки белые.

*Бледную поганку* иногда по ошибке принимают за *зеленушку* или за *зелёную сыроежку*. *Белый* и *вонючий мухоморы* чаще всего путают с шампиньонами.

К **особо ядовитым** принадлежат грибы, изображённые на рисунке 220. Отравление этими грибами являются тяжёлыми, и примерно в 15 % случаев заканчиваются смертью пациента. Однако, при своевременной медицинской помощи, как правило, человека удаётся спасти.

Группа **ядовитых грибов** довольно велика (рис. 221). Симптомы отравления этими грибами наступают быстро: уже через 0,5–2 часа после употребления грибов. При отравлении такими грибами пострадавшему нужно сделать промывание желудка, обильно поить прохладным чаем или молоком, и обязательно вызвать врача. При своевременном обращении к врачу и правильной первой помощи больной выздоравливает в течение нескольких дней.

Некоторые грибы имеют «коварные» ядовитые свойства. Например, *свинушка тонкая* вызывает отравление при продолжительном регулярном её употреблении. При этом у человека постепенно развивается желтуха и анемия. *Навозник чернильный* приводит к отравлениям лишь при употреблении с алкоголем.

Самой большой по числу видов является группа **условно-съедобных грибов**. Эти грибы приводят к очень быстрым, но «лёгким» отравлениям, симптомы которых (рвота, понос, слабость,





Рис. 220. Сильно ядовитые грибы: а — ложный опёнок; б — паутинник оранжево-красный; в — паутинник красивейший; г — волоконница Патуйяра; д — лепиота ядовитая; е — лепиота коричнево-красная

тошнота, головная боль) проявляются почти сразу — уже через 10–30 минут после еды. Через некоторое время человек обычно полностью выздоравливает. В большинстве случаев такие отравления являются следствием употребления в пищу сырых грибов, как правило — в виде свежих грибных салатов. Любая обработка (варка, жарка, сушка, вымачивание) делает эти грибы безопасными. Примеры условно-съедобных грибов — *сатанинский гриб*, *гриб-синяк*, *сыроежка рвотная*, большинство *хрящ-молочников*, *говорушка серая*.

Нужно помнить: даже смертельно ядовитые для человека грибы являются полезными для природы. Они способствуют росту деревьев, разлагают отмершие остатки растений и очищают среду. Поэтому грибы в природе уничтожать нельзя. Ядовитый гриб нужно просто обойти, оставить его расти, и не брать в лукошко.

### ВЫВОДЫ

1. Абсолютно безопасных грибов не существует. Даже съедобные грибы могут быть причиной вторичных отравлений.
2. Простых тестов на определение ядовитых грибов не существует. Самый надёжный способ уберечься от ядовитых грибов — собирать только хорошо известные съедобные грибы, исключитель-





Рис. 221. Некоторые наиболее известные ядовитые грибы: а — строчок; б — мухомор пантерный; в — говорушка беловатая; г — свинуха; д — навозник чернильный; е — шампиньон рыжеющий

но в экологически чистых местах, и обязательно уметь распознавать смертельно ядовитые грибы. Незнакомые, малоизвестные и сомнительные грибы не собирать ни в коем случае!

3. Не употреблять грибы в сыром виде, за исключением съедобных грибов 1-й категории, о которых речь пойдет в следующем параграфе.
4. Не уничтожать грибы в природе, даже если они относятся к самым ядовитым.

#### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Первичные отравления грибами, вторичные отравления грибами, ядовитые грибы, смертельно ядовитые грибы, особо ядовитые грибы, условно-съедобные грибы, общее покрывало.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое первичные и вторичные отравления грибами?
2. Какие грибы относятся к смертельно ядовитым?
3. Как можно распознать смертельно ядовитые грибы?

#### ЗАДАНИЯ

На рисунке 222 изображены некоторые съедобные грибы, за которые иногда по ошибке принимают смертельно ядовитые (рис. 219). Сравните эти изображения, найдите как можно больше признаков, чтобы их распознать.





Рис. 222. Съедобные грибы, за которые обычно принимают бледную поганку и белый мухомор: а — зелёная сыроежка; б — зеленушка; в — шампиньон обыкновенный

## § 51. ГРИБЫ НЕСЪЕДОБНЫЕ И СЪЕДОБНЫЕ



Вы узнаете о наиболее ценных съедобных грибах и некоторых их несъедобных двойниках, а также о грибах, занесённых в Красную книгу Украины.



Какие грибы съедобные? Как различают съедобные и несъедобные грибы? Как отличить ядовитые грибы от неядовитых?

Макроскопические грибы, не относящиеся к группе ядовитых грибов, делятся на несъедобные и съедобные.

**Несъедобные грибы** не употребляют в пищу из-за малых размеров, твёрдых плодовых тел (например, большинство *грибов-трутовиков*), горького привкуса (например, *жёлчный гриб*).

**Съедобные грибы** по питательности и вкусовым качествам делятся на категории: от первой — самые лучшие и вкусные грибы, до четвёртой — грибы с не очень высокими вкусовыми качествами.

Грибы 1-й категории (рис. 223) очень вкусные, легко усваиваются организмом, перед употреблением не нуждаются в термической обработке, их можно есть даже сырыми — в составе свежих грибных салатов. Все эти грибы имеют яркие особенности, благодаря которым их трудно спутать с ядовитыми.

Грибы 2-й категории многочисленнее. К ним относят те грибы, которые имеют высокие вкусовые качества, употребляются в пищу после термической обработки, но не в сыром виде. Примером таких грибов является большинство шляпочных грибов с трубчатым





Рис. 223. Съедобные грибы 1-й категории:  
 а — белый гриб; б — рыжик; в — хрящ-молочник белый, или белый груздь;  
 г — мухомор Цезаря; д — чёрный трюфель; е — белый трюфель

гименофором (рис. 224), а также некоторые грибы с пластинчатым гименофором (рис. 225).

К этой же категории относятся два вида грибов, которые массово искусственно выращиваются в Украине на предприятиях промышленного грибоводства. Это *шампиньон двуспоровый* и *вешенка обыкновенная*. Грибы, выращенные в условиях промышленного производства, имеют перед естественными грибами два безусловных преимущества: они гарантированно являются съедобными и не содержат веществ, которые могут вызвать вторичные отравления.

Грибы 3-й категории — вкусные и питательные, однако требуют специальных способов приготовления. Обычно такие грибы или



Рис. 224. Съедобные грибы 2-й категории, имеющие трубчатый гименофор:  
 а — подберёзовик; б — подосиновик; в — каштановый, или заячий, гриб;  
 г — польский гриб; д — маслёнок; е — синяк, или поддубник





Рис. 225. Съедобные грибы 2-й категории, имеющие пластинчатый гименофор:  
 а — большая зелёная сыроежка; б — сыроежка синяя; в — зонтик большой;  
 г — лисичка; д — плодовые тела шампиньона двуспорового в условиях  
 промышленного выращивания

предварительно отваривают и отвар сливают, или вымачивают и употребляют в виде солений. Примером является большинство хрящ-молочников, в частности *чёрный груздь*, *волнушка*, *опёнок осенний*, *сморчок*.

К 4-й категории относятся грибы, которые не представляют высокой пищевой ценности, — некоторые *говорушки*, *мокрухи*, *моховики*, а также малоизвестные съедобные грибы, для которых кулинарные традиции ещё не сформировались (рис. 226).

Не все съедобные грибы можно собирать, поскольку некоторые из них являются редкими и исчезающими, а потому занесены в Красную книгу Украины. Из приведённых выше к таким грибам



Рис. 226. Некоторые малоизвестные съедобные грибы 4-й категории:  
 а — головач; б — трутовик чешуйчатый; в — трутовик серно-жёлтый; г — печёночница

Рис. 227. Некоторые грибы, занесённые в Красную книгу Украины: а — боровик королевский яичный; б — решёточник; в — трутовик разветвлённый; г — сетконоска; д — катателазма царская, или корбан



относится *мухомор Цезаря* (рис. 223, г). Прочие примеры приведены на рисунке 227. Если вы встретили такой гриб, не срывайте его, а сфотографируйте и пришлите фотографию вместе со сведениями о местонахождении и вашей контактной информацией в Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины или на кафедру ботаники ближайшего к месту вашего жительства университета.

### ВЫВОДЫ

1. Съедобных грибов в природе больше, чем ядовитых. Но даже один смертельно ядовитый гриб, по ошибке принятый за съедобный, может стать причиной трагедии.
2. Грибы, признанные самыми лучшими, внешне отличаются от опасных ядовитых грибов.
3. Грибы, занесённые в Красную книгу Украины, собирать нельзя. О находках редких и исчезающих грибов желательно сообщать в научные учреждения Украины.

### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Несъедобные грибы, съедобные грибы.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие грибы относятся к съедобным грибам 1-й и 2-й категорий?
2. Могут ли съедобные грибы 2-й, 3-й и 4-й категорий быть условно-съедобными?

## § 52. МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ: ДРОЖЖИ И ПЛЕСНЕВЫЕ ГРИБЫ



Вы узнаете о двух самых распространённых группах сапротрофных микроскопических грибов — это дрожжи и плесневые грибы.



Может ли гриб состоять из одной клетки? Сколько существует видов плесени? Как плесень растёт, размножается?

Макроскопические грибы, которые видны без увеличительных приборов, составляют лишь небольшую часть (меньше 20%) всех известных сегодня грибов. Большинство грибов являются микроскопическими организмами. Микроскопические грибы могут быть сапротрофами, паразитами и симбиотрофами. Примеры сапротрофных микроскопических грибов, с которыми человек чаще всего встречается, — это *дрожжи* и *плесневые грибы*.



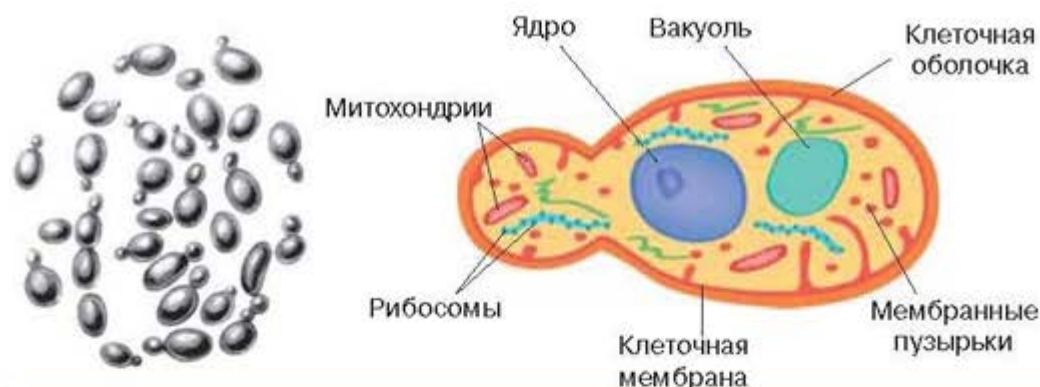


Рис. 228. Почкующиеся дрожжи (оптическая микроскопия) и изображение клетки в начале почкования (по данным электронной микроскопии)

**Дрожжи** — большая группа микроскопических грибов, у которых мицелий упрощён и легко распадается на отдельные клетки (рис. 228). Дрожжи часто называются одноклеточными грибами. Клетка дрожжей имеет характерное для грибов строение — она эукариотическая, покрыта клеточной оболочкой и лишена хлоропластов. От клеток шляпочных грибов дрожжи отличаются, в первую очередь, преобладанием одноядерных клеток и отсутствием в клеточной оболочке хитина. Размножаются дрожжи **почкованием**: на взрослой клетке появляется вырост, который растёт, развиваясь в новую клетку. Некоторое время она остаётся соединённой с материнской, затем от неё отделяется.

При благоприятных условиях дрожжи растут и делятся очень быстро. Но из-за отсутствия развитого мицелия, дрожжи не могут поглощать воду в одном месте и транспортировать её в другое. Поэтому они живут или в жидкой среде, или в условиях повышенной влажности. При наличии кислорода дрожжи **дышат**, расщепляя углеводы на углекислый газ и воду. При отсутствии кислорода дрожжи получают энергию в процессе **брожения**, расщепляя углеводы на углекислый газ и спирт.

**Польза и вред дрожжей.** В естественных условиях дрожжи живут в истечениях древесного сока и на поверхности богатых углеводами сочных плодов. Способность дрожжей к брожению издавна используется при выпекании хлеба и в производстве алкогольных напитков. Так, в тесте дрожжи расщепляют углеводы, выделяя при этом углекислый газ. Пузырьки углекислого газа разрыхляют тесто — оно становится лёгким, пористым и «поднимается». Дрожжи также искусственно выращивают на микробиологических предприятиях для получения органических кислот и биологически активных веществ, а также кормовых добавок для животных.





Рис. 229. Разные виды плесени на хлебе

Известны также дрожжи, способные вызвать грибные заболевания человека — **микозы**. Такие дрожжи часто поражают кожу и ногти. Развитию микозов способствует ослабление иммунитета и нарушение правил гигиены.

**Плесневые грибы.** На хлебе, длительное время хранящемся во влажных условиях, всегда появляется плесень (рис. 229). Она может быть чёрной, белой или ли цветной — сине-зелёной, тёмно-серо-зелёной, золотисто-жёлтой. Эту плесень образуют плесневые грибы. Плесень

разных цветов формируют разные плесневые грибы.

**Чёрную плесень** преимущественно вызывает гриб *ризопус*. Его мицелий состоит из длинных разветвлённых гиф, стелющихся по субстрату, и пучков гиф, которые поднимаются вверх и на кон-

чиках образуют чёрные головки — **спорангии** со спорами (рис. 230). Клеточные оболочки гиф окрашены в тёмно-жёлтый цвет, и, вместе с чёрными спорангиями, придают

**Субстрат** — это место прикрепления живого организма, которое может служить питательной средой.

плесени чёрный цвет.

**Сине-зелёную плесень** формирует другой плесневый гриб — **пеницилл** (рис. 231). Гифы его мицелия стелются по субстрату. От них вверх поднимаются другие гифы, образующие на верхушке кисть из цепочек сферических клеток — **конидий**. Они напоминают споры и являются клетками бесполого размножения.

Пеницилл сыграл важную роль в борьбе с болезнетворными бактериями — из него в 40-х годах XX в. был получен препарат пенициллин,

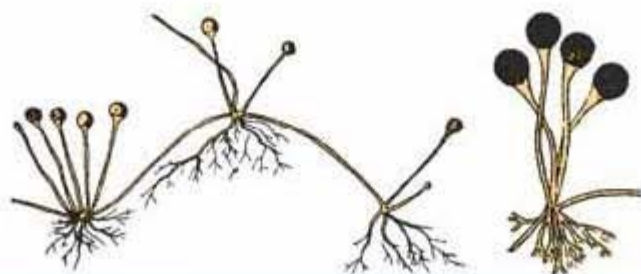


Рис. 230. Чёрная плесень — ризопус (стелющиеся гифы и спорангии; отдельная группа спорангиев)



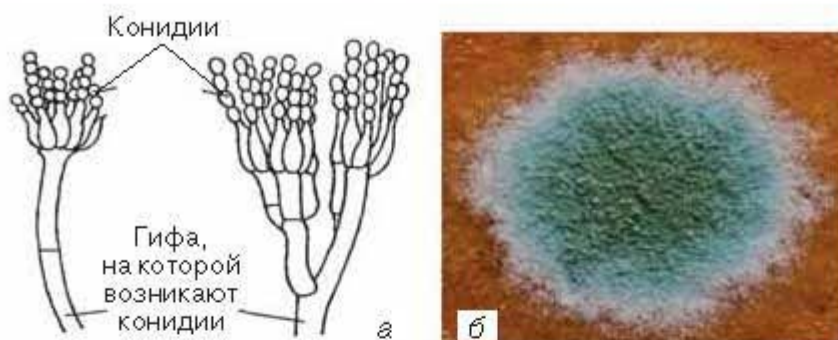


Рис. 231. Возбудитель сине-зелёной плесени — плесневый гриб пеницилл (а — гифы, на которых возникают конидии; б — внешний вид плесени в результате развития пеницилла)

который позволил успешно лечить ранее неизлечимые бактериальные заболевания. Пенициллин стал родоначальником целого класса новых лекарственных антибактериальных препаратов — **антибиотики**.

Близкий родственник пеницилла — это возбудитель **тёмно-серой плесени** — *аспергилл* (рис. 232). Некоторые виды аспергилла могут развиваться не только как сапротрофы, но и быть опасными паразитами животных и человека. Конидии аспергилла, попадающие с воздухом в бронхи и лёгкие, способны прорасти в мицелий, вызывая болезнь, напоминающую тяжёлые формы бронхита и воспаление лёгких. Она не лечится обычными антибиотиками. У людей с ослабленным иммунитетом аспергилл может вызвать быстрый отёк лёгких и даже послужить причиной смерти.

**Распространение и значение плесневых грибов.** В природе чёрные и цветные плесени живут преимущественно в почве. Они питаются полуразложившимися органическими веществами. Но увидеть плесень в естественных условиях обычно не удаётся: её развитие сдерживают другие почвенные организмы, хотя мицелий, споры и конидии плесневых грибов присутствуют практически повсюду.

Массово плесневые грибы развиваются тогда, когда конкуренция со стороны других организмов ослаблена, влажность воздуха и

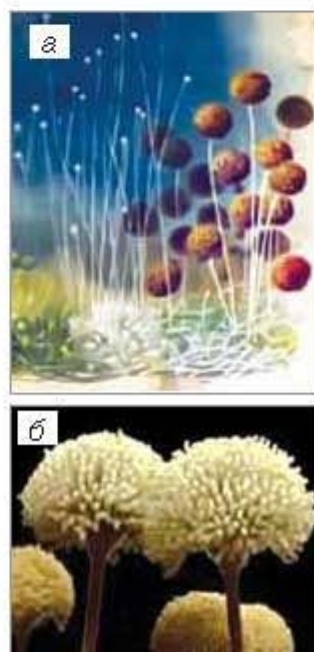


Рис. 232. Возбудитель тёмно-серой плесени — плесневый гриб аспергилл (а — мицелий с прямостоящими гифами, которые образуют конидии; б — конидии на верхушке гифы)



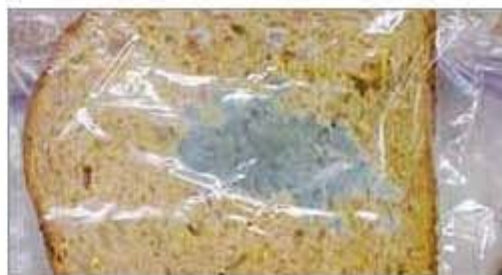


Рис. 233. Плесневые грибы на сочных продуктах и на продуктах, упакованных в полиэтилен

субстрата повышена, температура благоприятна и доступны органические вещества. Такие условия часто, сам того не подозревая, создаёт человек. Помещённые в полиэтиленовые пакеты продукты, банки с повидлом, джемом, томатной пастой, влажный бытовой мусор, сырые стены внутренних помещений, деревянные конструкции в парниках и теплицах, плохо проветриваемые погреба и подвалы — это распространённые места развития плесени (рис. 233). Такие плесневые грибы вредят здоровью человека.

Грибы, развивающиеся на продуктах питания, выделяют грибные токсины. Поэтому продукты, на которых появилась плесень, нужно выбрасывать, соблюдая при этом определённые меры безопасности: по возможности меньше «беспокоить» плесень, во избежание попадания в организм спор и конидий. Плесень, развивающаяся на материалах и конструкциях, вызывает их биологическое разрушение, а также является источником поступления в воздух клеток возбудителей микозов.

Наиболее известными сферами практического применения плесневых грибов являются производство антибиотиков, изготовление острых «грибных» сыров типа Рокфёр и Камамбёр.

### ВЫВОДЫ

1. Дрожжи и возбудители плесени — это микроскопические, преимущественно сапротрофные грибы.
2. Микроскопические сапротрофные грибы имеют более широкое распространение, чем грибы макроскопические. По строению тела они также более разнообразны.
3. В природе микроскопические грибы являются необходимым компонентом; в производственной деятельности человека они имеют промышленное применение; в бытовых условиях могут быть вредны, а для здоровья человека — даже опасны.





Почкование, микозы, конидии, антибиотики.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие особенности питания и получения энергии характерны для дрожжей?
2. Как человек использует дрожжи?
3. Какие условия способствуют появлению и развитию плесени?
4. Почему продукты, на которых появилась плесень, нужно выбрасывать, а не просто срезать с них поражённые грибами участки?
5. Какие микроскопические грибы, вызывающие заболевания животных и человека, вы знаете?

**ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ****Симбиозы между дрожжами и бактериями: чайный, рисовый и молочный грибы**

Со времён правления императоров династии Хань (250 г. до н.э.) в Китае широкие слои населения употребляли напиток с ценными лечебными и профилактическими свойствами. Его получали из чая с помощью субстанции под названием «чайный гриб». «Чайный гриб» — это симбиотический комплекс, образованный уксуснокислой бактерией и особыми дрожжами. Дрожжи в подслащённом отваре чая сбраживают сахар в спирт, а бактерии превращают спирт в органические кислоты и выделяют из клеток тонкие ниточки чистой целлюлозы.

Подобные симбиозы дрожжи образуют также в «молочном» и «рисовом грибах». Бактериальными симбионтами в них выступают молочнокислые бактерии.

**§ 53. МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ**

*Вы узнаете об ещё одной важной и очень многочисленной группе микроскопических грибов — это грибы, паразитирующие на растениях.*



*Могут ли грибы приводить к болезням растений? Из чего состоит иммунная система растений?*

Организм растения является чрезвычайно благоприятной средой для развития грибов: вакуоли растений содержат много воды с растворёнными в ней углеводами; клеточные оболочки и хлоропласты являются источником сложных углеводов — целлюлозы и крахмала. Устьица обеспечивают доступ необходимого для дыхания кислорода, а межклеточное пространство — это хорошо защищённый от неблагоприятных внешних условий «приют» для мицелия.





Рис. 234. Некоторые распространённые болезни растений, вызываемые паразитическими микроскопическими грибами

В природе трудно найти взрослое растение, на котором не обитал бы паразитический гриб. Но такой гриб обычно не убивает растение-хозяина. Обычно он лишь замедляет его рост. Для этого есть две основные причины. С одной стороны, растения имеют средства противодействия паразиту — они выделяют особые вещества, угнетающие развитие гриба. Также растения способны образовывать вокруг поражённых грибом участков зону из собственных мёртвых клеток, несодержащих ни воды, ни питательных веществ. Такая зона изолирует поражённую грибом часть растения от здоровых клеток. Но специальной защитной системы, похожей на иммунную систему животных, у растений не обнаружено. С другой стороны, гриб-паразит сам «не заинтересован» в смерти хозяина, ведь тогда он также может погибнуть.

Особенно вредоносны паразитические грибы для сельскохозяйственных культур.

Наиболее распространёнными болезнями культурных растений являются *мучнистая роса*, *головня*, *ржавчина*, *гниль*, *пятнистости*, *парша* (рис. 234). Грибные болезни служат причиной существенных потерь урожая.





Рис. 235. Колос, поражённый фузарием розовым — возбудителем болезни «пьяный хлеб» и его конидии (изображение, полученное с помощью оптического микроскопа)

Защита растений от паразитических грибов требует точного определения возбудителя. Это залог правильного подбора способа защиты растений. К общим универсальным рекомендациям в условиях личного хозяйства относятся: подбор для выращивания стойких сортов растений, уборка и дальнейшее компостирование остатков растений перед началом нового сезона, своевременное внесение удобрений, а также избегание переувлажнения почвы.

Микроскопические грибы, вызывающие болезни растений, приводят не только к потерям урожая. Некоторые продукты питания, произведённые из растений, поражённых такими грибами, могут быть опасными для здоровья человека. Наиболее известны случаи отравления хлебом, содержащим токсины возбудителей двух болезней зерновых культур. Одна из них исторически называется «пьяным хлебом», а вторая — «спорыньей».

Болезнь «**пьяный хлеб**» вызывает микроскопический грибок, развивающийся в зерновках злаков, который образует особые грибные токсины. На колосках, поражённых возбудителем «пьяного хлеба», заметны обесцвеченные чешуйки, покрытые розовым налётом (рис. 235). При употреблении хлеба, выпеченного из муки, в которую попали поражённые зерновки, у человека наблюдается отравление, напоминающее алкогольное опьянение. При продолжительном употреблении в пищу такого хлеба развивается тяжёлое поражение нервной системы, психические заболевания и малокровье.



Рис. 236. Колоски ржи, поражённые спорыньей



Болезнь злаков под названием «**спорынья**» (рис. 236) вызывает микроскопический гриб *клавицелс*. На колосках он образует хорошо заметное видоизменение мицелия в виде чёрно-фиолетовых рожек. Рожки содержат токсины, вызывающие сухую гангрену конечностей и конвульсивные сокращения мышц. При спазме дыхательных мышц человек может умереть от удушья. Симптомы отравления начинают проявляться тогда, когда масса размолотых рожек в муке составляет 0,1–0,5%. Токсины гриба неустойчивы, и после 2–3-х лет хранения зерна разлагаются.

Токсины рожек широко применяют в современной медицинской практике для лечения ряда заболеваний, в частности сердечно-сосудистых и нервных.

### ВЫВОДЫ

1. Микроскопические паразитические грибы способны вызывать разнообразные болезни растений.
2. Некоторые грибы — возбудители болезней растений («пьяный хлеб» и «спорынья») — выделяют токсины, вызывающие тяжёлые заболевания человека.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем можно объяснить широкое распространение поражений растений паразитическими грибами?
2. Какие грибы-паразиты растений представляют непосредственную опасность для здоровья человека и почему?
3. Какие вы знаете общие мероприятия по профилактике поражения растений микроскопическими паразитическими грибами?

## § 54. ЛИШАЙНИКИ



Вы узнаете о лишайниках — группе грибов, которая благодаря симбиозу с водорослями или цианопрокариотами приспособилась к выживанию там, где высшие растения отсутствуют.



Могут ли грибы приспособиться к климату пустыни?

На стволах и ветвях деревьев, на больших камнях или скалах, иногда на почве можно увидеть жёлтые, серые, коричневые, белые и чёрные образования. Одни напоминают корочки и наросты, другие — ломкие листочки. Встречаются также кустистые фор-



мы. Это **лишайники** — грибы, живущие в симбиозе с микроскопическими фотосинтезирующими организмами — водорослями или цианопрокариотами.

**Строение и размножение лишайников.** По форме лишайники делятся на *кустистые*, *листоватые* и *накипные*. **Кустистые лишайники** выглядят как небольшие кустики (рис. 237). **Листоватые лишайники** напоминают пластинки с рассечёнными краями, которые многими точками прикрепилась к субстрату, но не срослись с ним по краям (рис. 238). **Накипные лишайники** образуют корки, которые плотно прирастают к субстрату и не отделимы от него (рис. 239).



Рис. 237. Кустистые лишайники: а — Эверния (дубовый мох); б — Рамалина; в — Кладония



Рис. 238. Листоватые лишайники: а — Золотянка; б — Пармелия; в — Пельтигера



Рис. 239. Накипные лишайники: а — Леканора; б — Калоуплака; в — Аспицилия

На коре лиственных деревьев почти повсюду можно найти листоватый лишайник *золотянку*. Она напоминает ярко-жёлтую приросшую к коре пластинку с рассечёнными округлыми лопастями и мелкими оранжевыми, похожими на блюдца, дисками на





Рис. 240. Поперечный срез тела лишайника золотянки

поверхности. Пластинка — это вегетативное тело лишайника, а диски — это его *плодовые тела* (рис. 238, а).

Если сделать поперечный срез тела лишайника, то под микроскопом обычно можно различить несколько слоёв (рис. 240). Верхний и нижний слои называются *коров'ями*, они образованы плотно переплетёнными гифами. Под верхним коров'ём слоем хорошо заметен *водорослевый* слой, состоящий из округлых клеток зелёной водоросли, переплетённых бесцветными гифами.

Между водорослевым слоем и нижним коров'ым слоем находится *сердцевина*, где гифы размещены рыхло. От сердцевины и нижнего коров'ёго слоя отходят пучки бесцветных гиф, при помощи которых лишайник прикрепляется к коре дерева.

Водоросли осуществляют фотосинтез, обеспечивают гриб органическими веществами и кислородом. Гриб, в свою очередь, поставляет водорослям воду, а также некоторые другие неорганические вещества. Гифы гриба способны не только всасывать воду из субстрата, но и улавливать влагу из воздуха во время туманов или выпадения росы.

Партнёрство гриба и водоросли в лишайнике хотя и взаимовыгодное, но не равноправное. Обычно масса гриба больше, чем масса водорослей, от него зависит внешний вид тела и особенности распространения лишайника. Гриб также образует плодовые тела. Своё название лишайники получают от названия грибов.

Размножаются лишайники преимущественно специальными небольшими фрагментами тела. Гриб также может размножаться без участия водоросли — при помощи спор. Они образуются на микроскопических плодовых телах. Из споры вырастает коротенькая гифа. Если она найдёт свободно живущую водорослевую клетку и сможет её окружить, то дальше такой комплекс начнёт разрастаться в лишайник.

**Разнообразие и распространение лишайников.** Сейчас известно около 20 тыс. видов грибов, образующих лишайники, и более 150 видов водорослей (преимущественно зелёных) и цианопрокариот, которые могут входить в состав лишайников.

Лишайники способны произрастать не только на коре деревьев или почве, но и на бесплодных голых скалах и камнях, на песках,



а также на стенах и крышах домов, бетонных столбах и т.п. Их можно найти и в Антарктиде, и в высочайших горах мира — Гималаях, и в самых засушливых чилийских пустынях. Главное — чтобы был свет и хотя бы иногда — атмосферная влага.

Лишайники устойчивы к недостатку воды и перепадам температур. При отсутствии влаги они быстро высыхают и в таком состоянии могут месяцами ждать выпадения осадков. Когда же это случается, лишайник за несколько минут насыщается водой и восстанавливает активность. Из-за частых периодов покоя лишайники растут медленно. Лишайник, высотой 10 см, может иметь возраст свыше 100 лет.

Некоторые лишайники занесены в Красную книгу Украины. Большинство видов таких лишайников обитает на почве в степях и на коре старых деревьев в Карпатах и Крыму (рис. 241). Основные мероприятия по их охране — не допустить распашку степей, сохранившихся на склонах балок, и ввести полный запрет на вырубку старых лесов.



Рис. 241. Лишайники, занесённые в Красную книгу Украины:  
а — Цирцинария щетинистая; б — Лобария лёгочная; в — Уснея флоридейная

**Значение лишайников в природе.** Лишайники первыми начинают преобразование бесплодных горных пород в плодородные почвы. Когда лишайник попадает на скалу, гифы углубляются в неё, измельчая горную породу и постепенно превращая её в компоненты почвы. Лишайник также растворяет горные породы при помощи особых веществ — лишайниковых кислот. В результате горные породы постепенно разрушаются. Это явление получило название **биологическое выветривание**. Отмирая, лишайники обогащают продукты выветривания органическими веществами. На остатках лишайников поселяются сапротрофные микроскопические грибы и бактерии, превращающие органические вещества в гумус. Как следствие, образуется примитивная почва, на которой появляются первые высшие растения.



В пустынях лишайники закрепляют пески, замедляя или совсем прекращая движение дюн на плодородные земли. Например, в самой большой пустыне умеренного пояса — Олешковских песках, расположенной на юге Украины, — именно лишайниковый покров стабилизирует песчаные дюны там, где нет леса.

В арктической тундре лишайники являются основным кормом для оленей, из-за чего один из наиболее распространённых лишайников — *клад Гния* — получил название *Угель* (или «олений мох»).

**Использование лишайников человеком.** Из кустистых лишайников в некоторых северных странах изготавливают муку и выпекают лепёшки. Известна история из Библии о том, как народ Моисея, сорок лет блуждавший по пустыне, питался «манной небесной». Манна — это «блуждающие» виды неприкреплённых к песку или камням пустынных лишайников.

Лишайники являются средствами народной медицины для лечения простуды и кашля. Из них получают лишайниковые кислоты — сырьё для производства некоторых лекарственных препаратов, в том числе и антибиотиков. В северных странах промышленно заготавливают *дубовый мох*. Химические вещества, содержащиеся в нём, используют в парфюмерии как закрепители ароматов.

По лишайникам определяют степень загрязнения воздуха. Этот метод получил название *лихеноиндикации* (т.е. лишайники используются как индикаторы чистоты воздуха). Например, из группировок лишайников, растущих на деревьях, уже при слабом загрязнении атмосферы исчезают кустистые лишайники, при среднем — листоватые, а при сильном — накипные.

Некоторые накипные лишайники живут более тысячи лет. Поэтому, зная скорость роста тела лишайника и его размер, можно приблизительно рассчитать возраст субстрата, на котором он растёт. Метод используют для определения возраста старинных каменных сооружений. Так, благодаря лишайникам был установлен возраст огромных каменных идолов на острове Пасхи.

## ВЫВОДЫ

1. Лишайники — это грибы, живущие во взаимовыгодном симбиозе с водорослями или цианопрокариотами.
2. Лишайники бывают накипными, листоватыми или кустистыми и живут преимущественно на коре деревьев, камнях и почве.



3. Лишайники приспособились к жизни там, где отсутствуют доступные для других грибов питательные вещества, а вода появляется лишь иногда.
4. Лишайники применяются в медицине, парфюмерной промышленности, а также являются индикаторами чистоты воздуха. Вредные или опасные лишайники учёным не известны.

#### ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ, КОТОРЫЕ ВАЖНО ЗНАТЬ

Лишайники, кустистые лишайники, листоватые лишайники, накипные лишайники, биологическое выветривание, лишеноиндикация.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему отношения между грибом и водорослью в лишайнике называются взаимовыгодным симбиозом?
2. Как грибы растут на субстратах, лишённых органических веществ?
3. Кто придаёт внешний вид лишайнику — гриб, водоросль или оба симбионта?
4. Как бы вы ответили на вопрос школьника: «Могут ли грибы приспособиться к климату пустыни»?

#### ЗАДАНИЯ

Проанализируйте, что общего и в чём отличие между лишайниками и микоризой.

### Практическая работа 5

#### РАСПОЗНАВАНИЕ СЪЕДОБНЫХ И ЯДОВИТЫХ ГРИБОВ СВОЕЙ МЕСТНОСТИ

**Цель работы:** познакомиться с основными внешними признаками, которые позволяют отличать ядовитые грибы от съедобных, научиться распознавать съедобные и ядовитые грибы своей местности.

**Оборудование, инструменты и реактивы:** коллекции шляпочных грибов, муляжи, лупа, набор для препарирования, таблицы, фотографии.


#### ХОД РАБОТЫ

1. Познакомьтесь с приведёнными основными внешними признаками, которые отличают смертельно и особо ядовитые грибы от съедобных и несъедобных.

**Внешние признаки, по которым отличают ядовитые грибы.**

**Смертельно ядовитые грибы.** Вледная поганка, белый и вонючий мухоморы имеют пластинчатый гименофор белого цвета, два покрывала — частное и общее, пластинки не спускаются на ножку, млечный сок отсутствует.





**Особо ядовитые грибы с паутинистым покрывалом.** Гриб-паутинник оранжево-красный и красивейший, волоконница Патуйяра, ложный опёнок — имеют пластинчатый ржаво-коричневый или грязно-жёлто-коричневый гименофор, пластинки которого не спускаются на ножку. В «молодом возрасте» гименофор прикрыт тонким паутинистым покрывалом, которое быстро исчезает. Млечный сок отсутствует. Дополнительный признак, общий для этих грибов, — наличие в центре шляпки горбика, придающего им колоколообразный вид.

**Особо ядовитые грибы с частным покрывалом.** Лепиота коричнево-красная и лепиота ядовитая имеют белый пластинчатый гименофор, пластинки которого не спускаются на ножку, хорошо заметно частное покрывало. Млечный сок отсутствует. Дополнительный признак — наличие коричневых чешуек на шляпке и коричневого горбика в центре шляпки, а также относительно небольшие размеры.

#### **Внешние признаки съедобных и несъедобных грибов.**

Опасных ядовитых представителей нет среди шляпочных **грибов с трубчатым гименофором**. Тем не менее большинство этих грибов может вызывать лёгкие отравления при употреблении их в пищу сырыми. Среди них есть также несъедобные виды с горькой мякотью.

Опасных ядовитых грибов нет среди *хрящ-молочников* — большой группы шляпочных грибов, имеющих пластинчатый гименофор, лишённых покрывал и на изломе плодового тела выделяющих млечный сок.

Ядовитых грибов нет среди *дождевиковых* и *весёлковых* грибов, а также среди всех *трутовиков* с мягкими плодовыми телами. Эти грибы не относятся к шляпочным. В пищу употребляют только молодые плодовые тела; взрослые и старые грибы — несъедобные.

В прочих группах есть как съедобные, так и ядовитые грибы, хотя смертельно ядовитые и особо ядовитые среди них отсутствуют.

2. Рассмотрите предложенные учителем плодовые тела, муляжи и изображения наиболее распространённых грибов своей местности.

3. Пользуясь приведёнными в 1-м пункте внешними признаками, которые отличают ядовитые грибы от съедобных и несъедобных, определите опасные грибы среди предложенных учителем.

4. Запишите в тетрадь названия ядовитых и съедобных грибов своей местности и признаки, которые помогут вам их распознать.





## ПОДВЕДЁМ ИТОГИ

1. Мы узнали, что грибы — это эукариоты, питающиеся гетеротрофно, поглощающие расщеплённые простые органические вещества путём всасывания. Грибы богаты ферментами, благодаря которым расщепляют сложные органические вещества, недоступные большинству других организмов. Они бывают макро- и микроскопическими, многоклеточными и вторично упрощёнными до одноклеточных организмов.

Эукариоты	Многоклеточные	Одноклеточные
 <p>Вакуоль      Клеточная оболочка</p> <p>Ядро      Митохондрия</p>		
Питание грибов	Макроскопические	Микроскопические
 <p>Внуклеточное пищеварение</p> <p>Ферменты</p> <p>Сложные органические вещества</p> <p>Всасывание</p> <p>Растворённые простые органические соединения (простые углеводы, аминокислоты)</p>		

2. Мы запомнили, что по источнику получения органических веществ грибы могут быть сапротрофами, паразитами и симбиотрофами.

Сапротрофы	Симбиотрофы	Паразиты
 <p>Почвенные сапротрофы</p> <p>Плесневые грибы и дрожжи</p> <p>Дерево разрушающие грибы</p>	 <p>Микоризные грибы</p> <p>Лишайники</p>	 <p>Трутовики</p> <p>Микроскопические грибы-паразиты растений</p>



3. Мы узнали, что грибы могут размножаться спорами (макроскопические и большинство микроскопических грибов), конидиями (преимущественно микроскопические грибы) и почкованием (дрожжи).

4. Мы запомнили, что в природе грибы обеспечивают разложение отмерших остатков, участвуют в процессе образования почвы, выветривании горных пород, обеспечении растений водой и элементами минерального питания.

5. Мы осознали, что по отношению к человеку грибы могут быть как полезными, так опасными и вредными.

Полезные			Опасные и вредные		
					Микозы (грибные заболевания)
Антибиотики	Хлебные изделия	Грибные блюда	Грибные отравления		Потери урожаев
			Испорченные продукты и материалы		
Парфюмерия	Острые сыры	Квас			

### Знаю — умею

- Я знаю, чем клетка гриба отличается от клеток бактерий, растений и животных, и умею распознавать клетку гриба по изображению или микрофотографии.
- Я знаю, чем способ питания грибов отличается от способов питания растений и животных, и умею эти отличия объяснять.
- Я знаю все смертельно ядовитые грибы нашей страны и умею эти грибы отличать от других.
- Я знаю характерные признаки опасных ядовитых грибов и умею с помощью этих признаков распознавать группы грибов потенциально опасных для здоровья.
- Я знаю основные правила профилактики первичных и вторичных отравлений шляпочными грибами и умею ими пользоваться.
- Я знаю, что такое плесень, чем она опасна и каковы условия её развития, и умею не создавать для плесневых грибов благоприятную среду.
- Я знаю, как поступать с пищевыми продуктами, если на них появилась плесень, и умею уберечь себя от попадания спор и конидий в дыхательные пути.



## А

- Автотрофы 60
- Агар-агар 171
- Анабиоз 50
- Антибиотики 237

## Б

- Бактерии 48
- Бесполое поколение 174
- Бесполое размножение 76
- Биологическая систематика 193
- Биологическое выветривание 245
- Бифидобактерии 57
- Брожение 59, 216, 235
- Бурые водоросли 170

## В

- Вакуоль 32
- Вегетативное размножение 138
- Вегетативные органы 95
- Венчик 144
- Видоизменения корня 109
- Вирусы 7, 8
- Внеклеточное пищеварение 215
- Водоросли 170
- Воздушное питание 93, 94
- Воздушные корни 110
- Всасывание 214
- Высшие растения 170

## Г

- Гетеротрофы 59
- Гигроскопические движения 166
- Гипотеза 11
- Гифы 219
- Гликоген 219
- Годичное кольцо 120
- Голосеменные 186
- Грибница (мицелий) 215, 219
- Грибы
  - Несъедобные Грибы 231
  - Особо ядовитые грибы 228
  - Смертельно ядовитые грибы 227
  - Съедобные Грибы 231
  - Условно съедобные грибы 228
  - Ядовитые грибы 228
- Губка 80

- Губчатая основная ткань листа 130

## Д

- Двойное оплодотворение 151
- Двудольные 191
- Двудомные растения 149
- Дереворазрушающие грибы 223
- Дизентерия 71
- ДНК 27
- Древесина 100
- Древесная кора 120
- Дыхательные корни 110
- Дыхание 28, 59, 94, 216, 235

## Ж

- Жгутики 49
- Жизненная форма растений 200
- Жилка листа 125, 131
- Жилкование 125

## З

- Заросток 178
- Зелёные водоросли 171
- Зигота 76
- Зона всасывания 104, 105
- Зона деления 104
- Зона растяжения 104

## И

- Искусственные растительные сообщества 208
- Испарение воды растениями 94

## К

- Каллус 140
- Камбий 119
- Клетка 16
- Клеточная мембрана 22, 26
- Клеточная оболочка 32
- Клеточный цикл: 35
  - Стадия деления 36
  - Стадия роста 35
- Клубень 134
- Клубнелуковица 135
- Кожица листа 128
- Колючки 136
- Конидии 236
- Конус нарастания 113
- Корень 103



Корневая система 108  
 Корневище 133  
 Корневой волосок 104, 105  
 Корневой чехлик 104  
 Корневые клубни 109  
 Корнеплод 110, 111  
 Корни-присоски 109  
 Красные водоросли 171  
 Культура тканей 141  
 Кутикула 128

## Л

Леса 204  
 Лизосома 33  
 Лист 123  
 Листовая пазуха 113  
 Листовая пластинка 124  
 Листорасположение 125  
 Листопад 126  
 Лихеноиндикация 246  
 Лишайники: 243  
 • Кустистые лишайники 243  
 • Листоватые лишайники 243  
 • Накипные лишайники 243  
 Ложноножки 68  
 Луб 101  
 Луга 205, 206  
 Луковица 134

## М

Малярия 71, 72  
 Междоузлие 113  
 Микозы 236  
 Микориза 221, 222  
 Минеральное питание 93  
 Митохондрии 27, 28  
 Мицелий (грибница) 219, 215  
 Молочнокислые бактерии 57  
 Мхи 173

## Н

Научный метод 11

## О

Обмен веществами и энергией 5  
 Образовательная ткань 98  
 Общее покрывало 228  
 Общее увеличение микроскопа 20  
 Объектив 20

Однодольные 191  
 Однодомные растения 149  
 Одноклеточные водоросли 65, 66  
 Одноклеточные животноподобные организмы 65  
 Одноклеточные эукариоты 64  
 Околоцветник 143, 144  
 Оплодотворение 151  
 Опорные корни 110  
 Опыление 148  
 Орган 90  
 Органеллы 23  
 Основание листа 123  
 Основная ткань 99, 102  
 Основная ткань листа 130  
 Отводки 141  
 Отравления грибами:  
 • Первичные отравления грибами 226  
 • Вторичные отравления грибами 226

## П

Пандемия 52  
 Папоротник 181, 182  
 Паразитизм 61  
 Пестик 145  
 Пищеварительная вакуоль 68, 69  
 Плауны 177  
 Плод 159  
 Плодовое тело 220  
 Побег 113  
 Подсемядольное колено 90  
 Покровная ткань 99, 100  
 Покрытосеменные 191  
 Половое поколение 174  
 Половое размножение 76  
 Половой процесс 70  
 Пора 97  
 Постоянная ткань 98, 99  
 Почвенные сапротрофы 224  
 Почка 113  
 Почкование 81, 235  
 Прививка растений 141  
 Прилистники 124  
 Приспособляемость к окружающей среде 5  
 Пробка 120



Пробковый камбий 120  
 Проводящая зона 106  
 Проводящая ткань 99, 100, 101  
 Проводящий пучок 101  
 Прокариоты 49  
 Проросток 90  
 Простые соцветия 153  
 Пустыни 207  
 Пыльцевая трубка 150

## Р

Размножение 4  
 Растительное сообщество 203, 204  
 Репродуктивные клетки 80  
 Рибосомы 27  
 Ризоиды 171, 174  
 Рост 4  
 Рост и развитие растения 92  
 Ростовые движения 164  
 Рубчик 157

## С

Самостоятельные движения 166  
 Сапротрофы 216  
 Семя 157  
 Семядоли 90  
 Симбиоз 61  
 Симбиотрофы 216  
 Ситовидная трубка 101  
 Сложное соцветие 153  
 Сократительная вакуоль 69  
 Сообщества болот 206  
 Соплодие 162  
 Сосуды 100  
 Соцветие 153  
 Спора 76  
 Спорангий 175  
 Спорогон 175  
 Спороносный колосок 178  
 Стебель 117  
 Степи 205  
 Столчатая основная  
 ткань листа 130  
 Субстрат 236

## Т

Теория 11  
 Ткань растения 97

Токсины 52  
 Трутовики 222, 223  
 Тычинка 144

## У

Узел 113  
 Усики 136  
 Условия среды 196  
 Устьице 129  
 Устьичная щель 129

## Ф

Фагоцитоз 69  
 Ферменты 215  
 Фотосинтез 30

## Х

Хвоинка 188  
 Хвощи 179  
 Хитин 219  
 Хлоропласты 31  
 Хромосома 35, 36

## Ц

Цветок 143  
 Цветоложе 143  
 Цветоножка 143  
 Цианопрокариоты 60  
 Цитология 17  
 Цитоплазма 16, 23

## Ч

Частное покрывало 220  
 Чашечка 144  
 Черенки 140  
 Черешок 124

## Ш

Шишка 186

## Э

Эволюция 8  
 Экологическая группа 197  
 Экологический фактор 196  
 Эндосперм 151  
 Эпидемия 52  
 Эукариоты 64

## Я

Ядро 23, 27



**Введение. ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ И КАК ЕЕ ИССЛЕДУЮТ**

§ 1. Признаки жизни . . . . .	4
§ 2. Разнообразие жизни . . . . .	6
§ 3. Основные разделы биологии . . . . .	8
§ 4. Научный метод в биологии . . . . .	11

**Тема 1. КЛЕТКА**

§ 5. Микроскоп и изучение клетки: экскурс в историю . . . . .	14
§ 6. Строение микроскопа . . . . .	18
§ 7. Строение клетки . . . . .	22
§ 8. Общие признаки растительной и животной клеток . . . . .	26
§ 9. Отличительные особенности строения растительных и животных клеток . . . . .	30
§ 10. Деление клеток . . . . .	34
<b>Практическая работа 1.</b> Строение светового микроскопа и работа с ним . . . . .	39
<b>Практическая работа 2.</b> Изготовление микропрепарата кожицы чешуи лука и наблюдение за ним с помощью оптического микроскопа . . . . .	41
<b>Подведём итоги</b> . . . . .	45

**Тема 2. ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ.  
ПЕРЕХОД К МНОГОКЛЕТОЧНОСТИ**

§ 11. Бактерии — мельчайшие одноклеточные организмы . . . . .	48
§ 12. Вредные бактерии . . . . .	52
§ 13. Полезные бактерии . . . . .	56
§ 14. Разнообразие и значение бактерий в природе . . . . .	58
§ 15. Одноклеточные эукариоты . . . . .	64
§ 16. Животноподобные одноклеточные организмы . . . . .	68
§ 17. Одноклеточные водоросли . . . . .	74
§ 18. Губка — многоклеточный организм, происходящий от одноклеточных животноподобных организмов . . . . .	80
§ 19. Многоклеточные водоросли: ульва, хара . . . . .	83
<b>Подведём итоги</b> . . . . .	85

**Тема 3. ЦВЕТКОВОЕ РАСТЕНИЕ**

§ 20. Строение молодого растения . . . . .	90
§ 21. Основные процессы жизнедеятельности цветкового растения . . . . .	92
§ 22. Ткани растений . . . . .	97
§ 23. Основные группы постоянных тканей у растений . . . . .	100
§ 24. Строение и функции корня . . . . .	103
§ 25. Корневые системы. Видоизменения корня . . . . .	108
§ 26. Строение и функции побега . . . . .	113



§ 27. Стебель — осевая часть побега .....	117
§ 28. Лист — боковой орган побега .....	123
§ 29. Внутреннее строение листа .....	128
§ 30. Видоизменения побега и его частей .....	133
§ 31. Вегетативное размножение растений .....	138
§ 32. Цветок .....	143
§ 33. Опыление и оплодотворение у цветковых растений .....	148
§ 34. Соцветия .....	153
§ 35. Семя .....	157
§ 36. Плод .....	159
§ 37. Движения растений .....	164
<b>Подведём итоги</b> .....	167

#### Тема 4. РАЗНООБРАЗИЕ РАСТЕНИЙ

§ 38. Разнообразие водорослей .....	170
§ 39. Мхи .....	173
§ 40. Плауны и хвощи .....	177
§ 41. Папоротники .....	181
§ 42. Голосеменные .....	186
§ 43. Покрытосеменные. Двудольные и однодольные покрытосеменные .....	191
§ 44. Принципы биологической систематики и разнообразие покрытосеменных .....	193
§ 45. Экологические группы и жизненные формы растений .....	196
§ 46. Растительные сообщества .....	203
<b>Практическая работа 3.</b> Сравнение строения мхов, папоротников и покрытосеменных (цветковых) растений .....	209
<b>Практическая работа 4.</b> Определение видов комнатных растений, пригодных для выращивания в определённых условиях .....	210
<b>Подведём итоги</b> .....	211

#### Тема 5. ГРИБЫ

§ 47. Понятие о грибах. Особенности их питания .....	214
§ 48. Особенности строения грибов: грибница, плодовое тело. Размножение (на примере шампиньона) .....	218
§ 49. Макроскопические грибы: особенности питания и роль в природе .....	221
§ 50. Ядовитые грибы .....	226
§ 51. Грибы несъедобные и съедобные .....	231
§ 52. Микроскопические грибы: дрожжи и плесневые грибы .....	234
§ 53. Микроскопические грибы, вызывающие болезни растений .....	239
§ 54. Лишайники .....	242
<b>Практическая работа 5.</b> Распознавание съедобных и ядовитых грибов своей местности .....	247
<b>Подведём итоги</b> .....	249

<b>Терминологический указатель</b> .....	251
--	-----



Навчальне видання

Костіков Ігор Юрійович  
Волгін Сергій Олександрович  
Додь Володимир Васильович  
Сиволоб Андрій Володимирович  
Довгаль Ігор Васильович  
Жолос Олександр Вікторович  
Скрипник Наталія В'ячеславівна  
Ягенська Галина Василівна  
Толстанова Ганна Миколаївна  
Ходосовцев Олександр Євгенович

## БІОЛОГІЯ

Підручник для 6 класу  
загальноосвітніх навчальних закладів  
з навчанням російською мовою  
(Російською мовою)

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

**ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО**

Відповідальний за випуск *К. О. Дмитренко*

Редактор *О. С. Ісак*

Переклад *І. Ю. Костіков, О. Б. Жилин*

Художній редактор *А. М. Віксенко*

Технічний редактор *Л. І. Аленіна*

Комп'ютерне макетування  
та підготовка до друку *А. В. Кабиш*

Автори фотографій і ілюстрацій, що використані в оформленні підручника:

Agnn Foon, Albert Harbikov, Alexandr Blinov, Andrei Männik, Anup Candle, Bella Chichi, Charles Brutag, Charles Krebs, D. Boranno, Darny Sleaven, Darius Czinnik, Dr. Ales Kladnik, Eric Steinert, Eye Of Science, SPL, Solent, George Tsartsianidis, Gregg Obst, J. Marqua, J. J. Suss, Jose Antonio Diaz, Joselu Martin, Josh Milburn, Juergen Hauptvogel, Keng Po Leung, Kristina Stasiutene, Lisa Quarforth, Luis Carlos Jimenez del Rio, Magda Wesiczek, Margot Myers, Marina Pakhnyushcha, Mariusz Szczygiel, Maxal Tamor, Mirai Chibitomu, Nagy-Bagoly Arpad, Natalia Melnychuk, Pawel Ruszkiewicz, Peter Zijlstra, Pierre-Yves Babelon, Power And Syred, Renee Lebeut, Richard Griffin, Robin Matthews, Roger De Marfa Taillefer, Rolf Müller, Rudy Umans, S. Mory, S. Pomarat, Shashidhara Halady, Sindy Dorota, Steve Byland, Tao Jang, Vladimir Kohyushenko, Vladimir Vitek, Wim van Egmond, Wolfgang Bettighofer, Yongkiet Jitwattananatam, YongXin Zhang, A. Кабиш, А. Паригин, А. Леман, А. Рослін, А. Токарский, А. Якименко, Б. Паркер, В. Арицев, В. Бройне, В. Кабиш, В. Колотий, В. Мищенко, В. Ситников, В. Соколов, В. Степанов, В. П. Армстронг, В. С. Джад, Г. Д. Грессно-Майер, Г. Махров, Г. Тауберт, Д. Гаффін, Д. Нікренг, Д. Сечин, Дж. Д. Мозе, Дж. МакНіл, Дж. Тифлиджайн, Е. А. Келлор, І. Беднарська, І. Кміть, І. Костіков, І. Ноев, І. Уханова, К. Р. Робертсон, К. Ренцзглія, К. Р. Штерн, Л. Корейба, М. Анохона, М. Гейнагельс, М. Яковлев, М. Д. Таттл, Н. Горпенко, Н. Редька, Н. Трубніков, О. Біллей, О. Поліщук, О. Сенчило, О. Тищенко, П. Ружкевич, П. Б. Пельзер, П. Ф. Стевенс, Р. Люс, С. Коношук, С. Рихов, С. С. Медер, У. Вельч, Х. С. Кемпбел, Ю. Семенов

Формат 70×100 1/16. Ум. друк. арк. 20,736+0,324

Обл.-вид. арк. 20,0+0,55. Наклад 65 500 прим.

Зам. №

### ТОВ «ВИДАВНИЧИЙ ДІМ «ОСВІТА»

Свідцтво «Про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру  
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції»

Серія ДК № 4483 от 12.02.2013 р.

Адреса видавництва: 04053, м. Київ, вул. Обсерваторна, 25  
[www.osvita-dim.com.ua](http://www.osvita-dim.com.ua)

Віддруковано з готових діалозитивів ТОВ «ПЕТ»

Св. ДК № 4526 от 18.04.2013 р.

61024, м. Харків, вул. Ольмінського, 17