

А. Р. СОЛОВЬЕВА, Б. Т. ИБРАИМОВА, Ж. А. АЛИНА

БИОЛОГИЯ

Учебник для 7 класса общеобразовательной школы

7

Рекомендовано Министерством образования и науки
Республики Казахстан



Алматы «Атамұра» 2017

УДК 373.167.1
ББК 28.0 я 72
С 60

Учебник подготовлен в соответствии с Типовой учебной программой по предмету «Биология» для 7–9 классов уровня основного среднего образования по обновленному содержанию, утвержденной Министерством образования и науки Республики Казахстан.

Условные обозначения



– дополнительный материал



– лабораторные работы



– ключевые слова



– вопросы и задания



– моделирование

Соловьева А. Р. и др.

С 60 Биология: Учебник для 7 кл. общеобразоват. шк./А. Р. Соловьева, Б. Т. Ибраимова, Ж. А. Алина. – Алматы: Атамұра, 2017. – 256 с.

ISBN 978-601-306-771-1

УДК 373.167.1
ББК 28.0 я 72

ISBN 978-601-306-771-1

© Соловьева А. Р., Ибраимова Б. Т.,
Алина Ж. А., 2017
© «Атамұра», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Раздел 1. ЭКОСИСТЕМЫ	
§1. Экологические факторы	6
§2. Биотические факторы. Пищевые цепи и сети	10
§3. Смена экосистем. Экологическая сукцессия	14
§4. Человек как часть экосистемы	18
§5. Влияние деятельности современного человека на экосистемы.....	21
§6. Особо охраняемые природные территории Казахстана	26
§7. Красная книга Республики Казахстан.....	30
Раздел 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ	
§8. Систематика – классификация живых организмов.....	36
§9. Особенности внешнего строения беспозвоночных и позвоночных животных	40
§10. Дихотомические ключи.....	44
Раздел 3. КЛЕТочная биология. ВОДА И ОРГАНИЧЕСКИЕ Вещества	
§11. Клетка как основная частица строения организма	49
§12. Строение растительных и животных клеток	51
§13. Вода и химические элементы. Их значение для живых организмов	55
§14. Органические и неорганические вещества	59
§15. Значение химических элементов в жизни растений. Удобрения	61
Раздел 4. ТРАНСПОРТ Веществ	
§16. Транспорт питательных веществ в организмах.....	66
§17. Внутреннее строение стебля древесных растений.....	68
§18. Зоны корня.....	72
§19. Внутреннее строение корня.....	75
§20. Транспортные ткани высших растений	77
§21. Кровеносная система – транспорт веществ у животных	80
Раздел 5. ПИТАНИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ	
§22. Строение и функции листьев	86
§23. Условия, необходимые для фотосинтеза	89
Раздел 6. Дыхание	
§24. Значение дыхания для живых организмов. Типы дыхания	93
§25. Дыхание растений	96
§26. Органы дыхания животных	99
§27. Органы дыхания человека	103
§28. Заболевания органов дыхания человека и их профилактика	105
Раздел 7. Выделение	
§29. Значение выделения продуктов обмена веществ.....	111
§30. Особенности выделения у растений.....	113
§31. Эволюция выделительной системы животных.....	117

Раздел 8. ДВИЖЕНИЕ	
§32. Движение растений	122
§33. Роль света в жизни растений	125
§34. Органы движения животных	128
Раздел 9. КООРДИНАЦИЯ И РЕГУЛЯЦИЯ	
§35. Типы нервной системы.....	134
§36. Функции и строение нервной системы	137
§37. Части нервной системы. Спинной мозг	140
§38. Головной мозг. Кора больших полушарий	144
§39. Отделы головного мозга.....	147
§40. Рефлекс и рефлекторная дуга	150
§41. Рефлексы условные и безусловные	154
§42. Рефлекторная природа поведения.....	157
§43. Отделы нервной системы по выполняемым функциям	160
§44. Биологические ритмы. Сон	163
§45. Гигиена сна и работоспособность	167
§46. Режим дня, гигиена умственного труда.....	170
§47. Способы улучшения памяти. Влияние негативных факторов на работу нервной системы	173
Раздел 10. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ	
§48. Роль ДНК в наследовании признаков.....	178
§49. ДНК, гены и хромосомы. Их организация.....	181
§50. Признаки наследственные и приобретенные	185
§51. Процессы размножения и количество хромосом	188
Раздел 11. РАЗМНОЖЕНИЕ. РОСТ И РАЗВИТИЕ	
§52. Бесполое и половое размножение растений.....	194
§53. Вегетативное размножение	196
§54. Опыление и оплодотворение.....	200
§55. Особенности двойного оплодотворения у цветковых растений.....	202
§56. Понятие индивидуального развития организмов	205
§57. Прямой и непрямой типы онтогенеза у животных.....	207
§58. Характеристика онтогенеза растений	211
§59. Рост растений.....	213
Раздел 12. МИКРОБИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ	
§60. Форма бактерий	219
§61. Значение бактерий.....	222
§62. Способы борьбы с патогенными бактериями	225
§63. Особенности строения вирусов	228
Лабораторный практикум и моделирование.....	232
Краткий толковый словарь терминов	246
Список электронных образовательных и информационных ресурсов.....	255

Введение

Дорогие ребята! Вы приступаете к изучению биологии – одного из самых интересных предметов школьного курса. *Биология* – это наука о живой природе, которая делает нашу планету наиболее уникальной среди других небесных тел. Не исключено, что где-то в космосе существует и другая, внеземная, жизнь, но пока этому нет подтверждений.

Живые организмы, населяющие Землю, очень разнообразны. Это и растения, и животные, и грибы, и микроорганизмы. Несмотря на существенные видимые отличия, все они имеют общие свойства. Для поддержания жизнедеятельности они должны получать необходимые вещества (вода, минеральные соли, пища) и энергию, которые поступают из окружающей среды. Потребляя их, организмы способны расти (строить собственное тело) и развиваться. Энергию они тратят на движение и другие жизненно важные процессы. Способность организмов размножаться обеспечивает непрерывность живой материи при смене поколений. Сходство организмов в ряду поколений (потомки и предки) – это такое свойство живого, как наследственность.

В курсе биологии вы будете изучать как отдельные живые организмы, так и процессы, характерные для всего живого. Постепенно вам станут понятны их общие закономерности.

Хотя биология очень древняя наука и включает в себя множество самостоятельных дисциплин, она все еще развивается. Делаются новые открытия, возникают новые научные теории и суперсовременные направления в исследованиях. Поскольку биология тесно связана с медициной, охраной природы и сельским хозяйством, то человечество ждет от нее открытий, которые позволят решить проблемы голода и болезней, продления сроков жизни и сохранения природы.

Будьте прилежны и внимательны. Возможно, биология – это именно та отрасль человеческих знаний, в которой вы найдете свое призвание.

§1. Экологические факторы

Экология, экологические факторы. *Экология* – раздел биологии, изучающий взаимоотношения живых организмов между собой и с окружающей природой. Живые организмы не могут существовать вне окружающей природной среды. Природа состоит из живого и неживого вещества. И поэтому все факторы окружающей среды, т. е. *экологические факторы*, делятся на две основные группы. Факторы неживой природы называются *абиотическими*. К ним относятся свет, температура и влажность воздуха, рельеф данной местности, особенности климата, наличие влаги (озер, рек и др.) и т. д. Абиотические факторы включают в себя и все другие показатели неживой природы, характерные для данной местности (рис. 1).

Биотические экологические факторы – это воздействие живых организмов друг на друга. Например, хищничество, паразитизм, конкуренция, симбиоз и т. д. (рис. 2).

Человек – тоже живой организм. Его влияние на природу за последние 200 лет было так велико, что деятельность людей стали рас-



Рис. 1. Озеро Улькен Алматы в Илейском Алатау сформировалось в условиях горного рельефа и определенной влажности

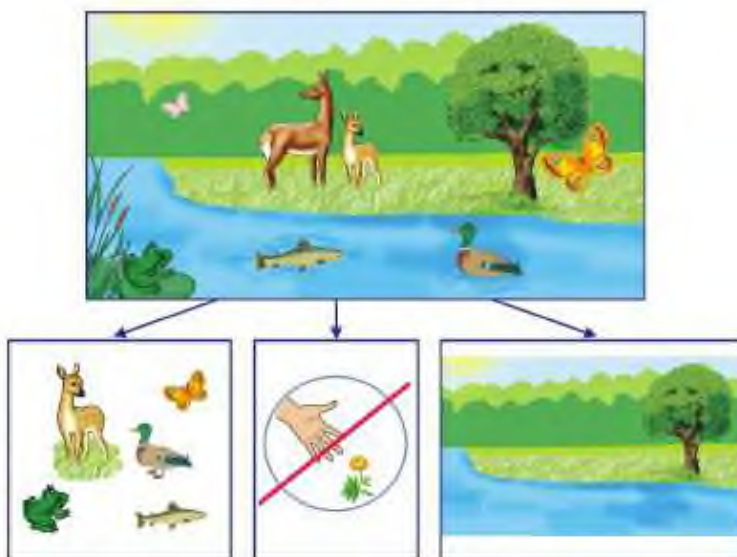


Рис. 2. Птицы волоклою поедают вредных насекомых с кожи копытных. Они живут в симбиозе, т. е. получают взаимную выгоду

смаивать как самостоятельный экологический фактор – *антропогенный* (от греч. *антропос* – человек). Таким образом, в современной экологии выделяют три группы экологических факторов: *абиотические*, *биотические* и *антропогенные* (схема 1).

Схема 1

Животные, растения и человек сосуществуют в окружающей среде



Совокупность живых компонентов и неживой природы на определенной территории называется *экосистемой* (схема 2).

Схема 2



Стабильность экосистем – это их способность сохраняться в неизменном виде. Она напрямую зависит от видового состава, т. е. от **биоразнообразия**. Чем больше разнообразных видов организмов встречается на данной территории, тем устойчивее их сообщество, богаче и продуктивнее данная экологическая система.

Абиотические факторы. Одним из важнейших экологических факторов является *температура окружающей среды*. Именно от температуры (на суше еще и от количества осадков) зависит, какие сообщества живых организмов сформируются в данной местности.

Еще одним важнейшим абиотическим фактором является *влажность*. Распределение количества осадков по поверхности Земли неравномерно. На экваторе благодаря высокой влажности и большому солнечному излучению возникли *джунгли*. В этих влажных экваториальных лесах встречается наибольшее количество растений и животных на единицу площади. Южнее и севернее экватора находятся *тропики* – территории, на которых количество тепла почти такое же, как на экваторе, но количество осадков совсем небольшое. Именно в этих зонах формируются пустыни и полупустыни. В более увлажненных местах – саванны и листопадные леса. Сочетанием количества тепла и влаги обусловлено образование на данной территории сообществ растений. А уже от растений зависит, какие животные будут там обитать.

Естественное *освещение* нашей планеты осуществляется Солнцем. Все живые организмы приспособляются к качеству освещения. Это более стабильный показатель, чем температура и влажность. Оно обусловлено положением Земли относительно Солнца.

Попробуйте вспомнить. Всегда ли потепление весной и похолодание осенью случаются в одно и то же время?

В разные годы зимы могут быть более холодными или более теплыми, весны – более влажными или более засушливыми и т. д. Но дни весеннего и осеннего равноденствия, как и дни летнего и зимнего солнцестояния, не изменяются. В Северном полушарии день будет уменьшаться до 22 декабря. Затем он обязательно начнет прибавляться и достигнет равноденствия на Наурыз, а с 21 на 22 июня будет самая короткая ночь.

Кислотность почвы – это еще один важный абиотический фактор. Он зависит от того, сколько заряженных частиц химического элемента водорода находится в окружающей среде. Кислотность обозначается латинскими буквами рН. Многие хвойные растения (сосны, ели и др.) лучше растут на кислой почве и хуже – на щелочной. А многие культурные растения, такие как пшеница и огородные культуры, предпочитают менее кислые почвы.

Хотя вы еще не изучали химию, но с кислотами наверняка встречались. Вам знакомы лимонная и уксусная кислоты. Может, вы также знаете, что при приготовлении айрана, кефира, йогуртов происходит скисание молока, т. е. меняется его кислотность.



Экология, экосистема; экологические факторы: биотические, абиотические, антропогенные; биоразнообразие.



Знание и понимание:

1. Дайте определения основным понятиям из текста.
2. Что такое абиотические факторы?
3. Почему антропогенные факторы рассматриваются отдельно от биотических?

Применение:

1. Перечислите абиотические факторы, влияющие на вас по дороге от дома до школы и в самой школе.
2. Как взаимосвязаны между собой такие абиотические факторы, как температура и влажность?
3. Выявите закономерности распределения температуры по поверхности Земли, используя знания из курса географии.

Анализ:

1. Проанализируйте типы абиотических факторов и их значение, опираясь на текст учебника.

2. Назовите, каким абиотическим фактором обусловлены такие явления, как дни равноденствия.

Синтез:

1. Напишите эссе о влиянии экологических факторов, используя дополнительные материалы и интернет-ресурсы.
2. Поделитесь своим мнением о том, как организмы приспосабливаются к экологическим факторам.

Оценка:

1. Определите влияние экологических факторов на возникновение природных зон. Используйте свои знания по географии.
2. Оцените влияние кислотности почв на развитие некоторых видов растений.
3. Оцените, как кислотность молока и молочных продуктов определяет их свойства.



№1. Исследование местной экосистемы (на примере школьного участка). См. с. 232.

§2. Биотические факторы. Пищевые цепи и сети

Биотические факторы – это воздействие всего живого друг на друга. Если живые организмы принадлежат к одному виду, то они могут образовывать стаи или семьи. Большинство беспозвоночных животных ведут одиночный образ жизни. Но и они чаще всего нуждаются в партнере для продолжения рода и на этот период образуют пары. Такие высокоорганизованные беспозвоночные животные, как пчелы, муравьи, термиты, образуют устойчивые сообщества – семьи. В этих семьях каждый организм исполняет отведенную ему биологическую роль.

Все животные вынуждены питаться. Через пищу они получают материалы, необходимые для строительства своих тел, и энергию, обеспечивающую жизнь. Разные животные питаются разной пищей. По типу питания их можно разделить на 3–4 группы. Те животные, которые питаются растениями, называются *растительноядными*. Животные, которые поедают других животных, – *хищники*, или *плотоядные*. Есть животные, питающиеся отмершими остатками или поврежденными частями других организмов, – это *падальщики*, или *сапрофаги*. Есть животные, которые питаются другими организмами, но при этом не вызывают их немедленной гибели, – это *паразиты*. Животные – паразиты растений – многие гусеницы, жуки-листоеды, тля и др. А паразиты животных – это блохи, вши, комары, клопы, а также разнообразные паразитические черви и простейшие (схема 3). Иногда

ученые-экологи объединяют паразитов растений с травоядными, а паразитов животных – с плотоядными.

Схема 3



Есть и такие животные, которые питаются как растительной, так и животной пищей. Их называют *всеядными*. К ним относятся медведи, крысы, свиньи, шимпанзе и мн. др.

Чем доступнее пища, тем легче выжить организму. Поскольку организмов достаточно много, и все они стремятся получить пищу, между ними возникает *конкуренция*. Самая сильная *пищевая конкуренция* бывает между наиболее похожими по потребностям организмами – членами одной семьи, стаи и т. д. Уменьшает конкуренцию то обстоятельство, что многие виды насекомых в разные периоды своей жизни питаются разной пищей. Так, личинки стрекоз живут в пресных водоемах и питаются мелкими водными животными, а взрослые стрекозы питаются летающими насекомыми (рис. 3).

Некоторым животным характерны такие типы пищи, на которые нет других желающих. Так, термиты переваривают древесину, а верблюды поедают верблюжью колючку, которую не могут потреблять другие копытные.

Пищевые цепи. Как видно из схемы 3, чтобы гарантировать питание животных, необходимы растения. Без растений не может существовать устойчивое высокоразвитое сообщество живых организмов.



Рис. 3. Личинки стрекозы питаются в воде, а взрослые стрекозы охотятся в воздухе

Для обеспечения жизни образуются пищевые цепи. **Пищевая цепь** – это группа живых организмов, последовательно извлекающих питательные вещества и энергию друг из друга. Самая простая пищевая цепь: *трава* → *кузнечик* → *воробей* → *коршун*.

Пищевые сети. Можно смоделировать и другие простые цепи: *семена растений* → *мышь* → *лисица*; *водоросли* → *растительная рыба* → *хищная рыба* и т. д. Но реально в природе почти не встречаются организмы, которые поедают пищу только одного типа. Тот же кузнечик ест не только один вид травы, а съест кузнечика может не только воробей, но и другая птица, а также лягушка, ежик и др. Поэтому в природе вместо пищевых цепей образуются пищевые сети. **Пищевая сеть** – это сложная структура, состоящая из разных пищевых цепей.

Если вы не занимаетесь многолетними наблюдениями и исследованиями, то сможете составить от одной до нескольких пищевых цепей. Можно объединить их и получить схематичную пищевую сеть, но составить полную пищевую сеть определенной местности без проведения всесторонних научных изысканий не удастся (рис. 4). До сих пор

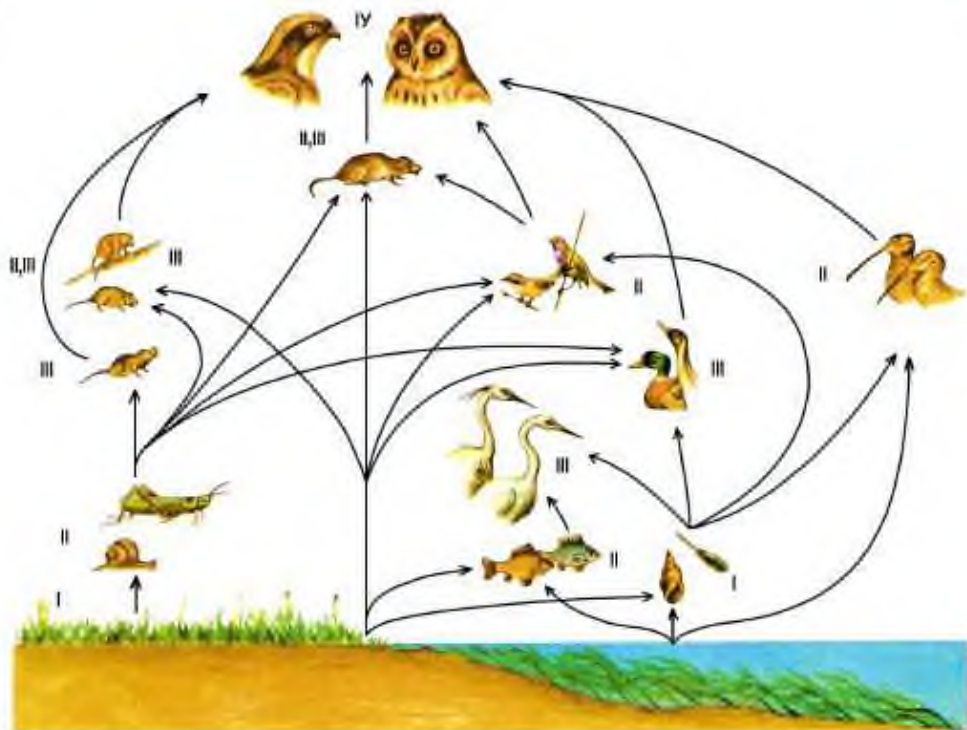


Рис. 4. Пищевая сеть прибрежного болота: I – растения; II – растительноядные; III – хищники; IV – хищники хищников (на схеме не отображены паразиты и падальщики)

ученые открывают новые виды организмов, а это значит, что их место в пищевых сетях до их открытия не учитывалось.



Одним из крупнейших событий XX в. в области зоологии позвоночных животных стало открытие нового вида млекопитающих на территории Республики Казахстан. Казахский ученый В. А. Селевин представил в 1938 г. эндемичный¹ вид, род и даже семейство – селевинию (рис. 5), или бояльничью сою (*Selevinia betpakdalensis*).



Рис. 5. Селевиния

¹ Эндемики – виды организмов, встречающиеся на нашей планете только в одном месте и нигде больше не обитающие.



Растительноядные, хищники, плотоядные; падальщики, или сапрофаги; паразиты, пищевая конкуренция.



Знание и понимание:

1. Приведите примеры и дайте определение понятиям «растительноядные», «хищники», «падальщики».
2. Что такое пищевая цепь?
3. Дайте определение понятию «экосистема».

Применение:

1. Назовите причины возникновения конкуренции.
2. Объясните, почему в природе образуются пищевые сети, а не отдельные пищевые цепи.
3. Расскажите о значении растений.

Анализ:

1. Проанализируйте животных по типу питания, используя текст учебника.
2. Схематично изобразите пищевую цепь и пищевую сеть, характерные для вашей местности.

Синтез:

1. Напишите эссе о взаимодействии членов любой одной группы высокоорганизованных беспозвоночных животных (пчелы, муравьи или термиты), опираясь на дополнительный материал.
2. Какие природные сообщества, по вашему мнению, больше нуждаются во внимании и защите? Почему?

Дискуссия:

1. Порассуждайте, какая экосистема выживет при негативном воздействии: тундра или джунгли.
2. Порассуждайте, что важнее в экосистеме – растения или животные.



№1. Построение пищевых цепей и сетей. См. с. 232.

§3. Смена экосистем. Экологическая сукцессия

Биосфера. Смена экосистем. Одно из центральных понятий экологии – экосистема. Между экосистемами не существует резких границ. И вся эта область активной жизни, т. е. нижняя часть атмосферы, гидросфера и верхняя часть литосферы, называется *биосферой*. По сути это вся наша планета Земля вместе со всеми живыми организмами, обитающими на ней. Она делится на экосистемы материков и океанов. Экосистемы океанов делятся на экосистемы находящихся в них архипелагов, островов, поверхностных вод, коралловых рифов, океанических глубин и т. д. (рис. 6).



Рис. 6. Коралловый риф – это сравнительно небольшая густонаселенная экосистема внутри крупной экосистемы океана

Экосистемы материков делятся на экосистемы гор, равнин, пустынь, озер и более мелкие экосистемы отдельных горных вершин, ущелий, лесов, лугов, холмов, прудов, родников и т. д. (рис. 7). Сообщества экосистем не являются стабильными во времени. Процесс постепенной, последовательной смены экосистем называется *сукцессией*.

Различают первичную и вторичную сукцессии. *Первичная сукцессия* возникает там, где еще не образовались почвы. Это могут быть скальные породы или остывающая вулканическая лава. Как правило, первыми на таких территориях селятся *лишайники*. Эти очень инте-



Рис. 7. Экосистема озера Маркаколь в экосистеме гор Южного Алтая



Рис. 8. Постепенное превращение дуга в лес – пример сукцессии

ресные живые организмы состоят из грибов и водорослей, которые способны выжить только вместе – в *симбиозе*. За свойство селиться на тех местах, где другие организмы еще не обитают, лишайники называют *пионерами* заселения. Это и есть момент зарождения экосистемы. Вместе с лишайниками на таких не пригодных для жизни растений поверхностях также могут обитать одни из самых мельчайших организмов – бактерии.

Изменение скальных пород происходит медленно. Лишайники и некоторые виды бактерий способны выделять специальные вещества, разрушающие горные породы. Со временем в образовавшихся трещинках поселяются мхи. Туда могут залететь и прорасти семена и более крупных растений. Может быть, вам приходилось видеть в природе или на фотографиях сосны, растущие на скалах. Это становится возможным только благодаря тому, что из отмерших частей мхов, лишайников и бактерий образуется плодородное вещество – перегной, или гумус. После того как сформируется хоть небольшой слой почвы, на нем начинают селиться и более крупные растительные организмы – различные травы. А вслед за растениями селятся и первые животные. Эта стадия соответствует молодости – формированию экосистемы.

Слой почвы увеличивается. Каждое живое существо способствует накоплению в ней перегной. Когда почвенный слой становится достаточным для появления в экосистеме деревьев



Рис. 9. С наступлением лета во многих местах земного шара леса страдают от пожаров



Рис. 10. Пример вторичной сукцессии – возникновение наземной растительности на бывшем дне Аральского моря

и кустарников, считается, что экосистема стала зрелой. В этом состоянии экосистема считается *устойчивой* (рис. 8).

Вторичная сукцессия происходит в том случае, если ранее существовавшая экосистема погибла и затем начала постепенно восстанавливаться. Гибель могла произойти в результате лесного пожара (рис. 9), селя, оледенения, наводнения или деятельности человека (рис. 10). Обычно вторичная сукцессия начинается не с организмов-пионеров, а с растений, чьи семена залетают с соседних территорий, и с тех местных видов, чьи семена уцелели в почве.



Сукцессия, лишайники, симбиоз, перегной, почва.



Знание и понимание:

1. Дайте определения понятиям: «экосистема», «биосфера».
2. Что такое сукцессия?

Применение:

1. Назовите более мелкие экосистемы, на которые могут подразделяться экосистемы материков и океанов.
2. Назовите причины возникновения экологической сукцессии.
3. Предположите, какие условия необходимы, чтобы сформировалась устойчивая экосистема.

Анализ:

1. Проанализируйте по учебнику этапы первичной сукцессии – процесс формирования устойчивых экосистем.
2. Выскажите ваше мнение о причинах разрушения экосистем.

Синтез:

1. Напишите эссе о природной красоте устоявшейся экосистемы, характерной для вашей местности.
2. Оцените роль вторичной сукцессии в сохранении нашей планеты.

Оценка:

1. Напишите реферат на тему «Значение лишайников в процессе первичной сукцессии и образовании экосистем».
2. Выскажите свое мнение о положительной и отрицательной роли человека в процессах вторичной сукцессии.

§4. Человек как часть экосистемы



Рис. 11. Шимпанзе, как и люди, всеядны. Они питаются как растительной пищей, так и животной (насекомые, птицы, яйца, детеныши копытных и др.)

Человек – часть природы, живой организм, нуждающийся в пище, воде, воздухе, территории для обитания и т. д. Как и все другие организмы, человек должен поглощать из окружающей среды питательные вещества и энергию для роста, движения, размножения, поддержания жизни. Все люди активно двигаются, не способны получать энергию из света, так как не имеют в своих клетках хлоропластов. По типу питания они относятся к всеядным животным (рис. 11).

В самом начале своего появления человек как часть экосистемы занимал положение, близкое к другим животным. Но так было только до тех пор, пока человечество не выделилось из животного мира.

Взаимодействие человека и природы в ранние эпохи. Первые человекоподобные существа жили как стадные животные. Их сообщества были похожи на стада шимпанзе.

В таких группах часто осуществляется коллективная охота на более мелких животных. Значительную часть их рациона состав-



Рис. 12. Тур, или лесной бык, некогда обитал в Европе, Северной Африке, Малой Азии и на Кавказе

ляет растительная пища, а также насекомые и их личинки, яйца птиц и т. д.

Серьезное влияние человека на экосистему начинается с тех пор, как он стал использовать огонь для загонной охоты. Древние люди поджигали сухую растительность, и животные вынуждены были бежать прямо в руки охотников. Действия даже первобытных людей сильно подрывали экосистемы.



По мнению некоторых ученых, именно в результате воздействия человека древние экосистемы лишились таких животных, как большерогие олени (*Megaloceros giganteus*) и мамонты. Они стали легкой добычей при загонной охоте, возможно, с использованием огня. Рога оленей застревали в ветвях, если их загоняли в чащу леса. А мамонтов можно было загнать в болото или на край обрыва. Бесконтрольное уничтожение подрывало численность и таких красивейших травоядных животных, как туры, что привело к их полному исчезновению (рис. 12).

Развитие сознания позволило человеку перейти от присваивающего хозяйства к производящему. Как только древнейшие люди поняли, что выращивать растения и разводить животных выгоднее, чем добывать их в природе, начался процесс одомашнивания животных и окультуривания растений. Постепенно появилось множество сортов растений и пород животных, которые обладают более полезными для человека свойствами, чем их дикие предки. На некоторое время это снизило давление человеческого общества на природу.



Рис. 13. Искусственные экосистемы

Роль человека в создании искусственных экосистем. С развитием цивилизации влияние деятельности человека на природные экосистемы постоянно усиливалось. Появились *искусственные экосистемы*. Многие из них получили общее название – *агроценозы*, потому что связаны с сельским хозяйством. Это пашни, пастбища, сады, огороды, виноградники, фермы. В них преобладают культурные растения и домашние животные. В результате деятельности человека на этих территориях вытесняются виды диких растений и животных.

Кроме этого, искусственными экосистемами стали города и другие поселения, а также промышленные объекты: рудники, шахты, железные и автомобильные дороги, нефтепроводы, свалки и т. д. (рис. 13).

Во всех этих искусственных экосистемах природные условия сильно изменены и находятся под влиянием деятельности человека.



Искусственные экосистемы, агроценозы.



Знание и понимание:

1. Как вы понимаете выражение «Человек как часть экосистемы»?
2. Опишите, как изменялось воздействие человека на природу по мере развития цивилизации.

Применение:

1. Сравните отношение человека к природе в прошлом и в наше время.
2. Каковы особенности существования искусственных экосистем и перспективы их развития и расширения?

Анализ:

1. Проанализируйте воздействие современного общества на экосистему нашей планеты.

2. Сравните известные вам искусственные и природные экосистемы, составьте перечень их основных отличий.

Синтез:

1. Найдите данные о сохранении экосистемы в посланиях Президента Казахстана. Какое значение имеет закон о защите природы?
2. Сделайте прогноз на будущее. Какие изменения ждут человечество, если его деятельность будет развиваться так же интенсивно?

Оценка:

Докажите, что искусственные экосистемы не смогут существовать без вмешательства человека.

Дискуссия:

Порассуждайте, как можно уменьшить негативное воздействие на природу.

§5. Влияние деятельности современного человека на экосистемы

Отрицательное влияние деятельности человека на экосистемы огромно. И оно продолжает постоянно нарастать. Сейчас уже встает вопрос: «А не погибнет ли само человечество от тех страшных изменений, к которым приводит его деятельность?». Отдельные отрасли наиболее сильно влияют на экосистемы.



Рис. 14. В XX в. атмосфера и гидросфера отравлялись уже не только отходами жизнедеятельности человека, но и отходами промышленности, различными ядохимикатами, соединениями азота, фосфора и т. д.



Рис. 15. Доля отраслей промышленности в выбросах загрязняющих веществ в атмосферу

1. Промышленное производство связано, в первую очередь, с огромным количеством вредных выбросов, которые поступают в окружающую среду (рис. 14). Для того чтобы получить какие-либо промышленные материалы, из природы берутся определенные вещества, такие как руды, уголь, нефть и т. д. (рис. 15). После использования они возвращаются в природу в виде отходов в химически измененном состоянии. Ни животные, ни растения не способны преобразовать эти отходы в такие вещества, которые не вредили бы им.

2. Добыча и транспортировка полезных ископаемых тоже сопряжены с большим негативным воздействием на окружающую среду. При открытом способе добычи на огромных территориях полностью утрачивается слой плодородной почвы (рис. 16). При добыче ископаемых шахтным способом в земле создаются огромные пустоты, которые могут привести к обрушениям. При транспортировке и добыче нефти случаются аварии, что нередко приводит к ее разливам (рис. 17).

3. Сельское хозяйство как производство тоже отрицательно влияет на природные экосистемы и окружающую среду в целом. Но нужно понимать, что без современного сельского хозяйства человечество никогда не достигло бы такой численности.



Так, если в эпоху неолита (ок. 8–3-го тыс. до н. э.) для удвоения числа живущих на Земле людей потребовалось целых 2500 лет, то в 1900 г. – уже 100, а в 1960 г. – всего 35 лет.

Кроме того, с развитием сельского хозяйства увеличиваются площади агроценозов и, соответственно, сокращаются площади природ-



Рис. 16. При добыче угля и руды открытым способом образуются огромные территории, лишённые почвы



Рис. 17. Разлив нефти при аварии

ных экосистем. Непродуманное использование природных ресурсов в сельском хозяйстве может привести к необратимым последствиям. Так, трагедия Арала обернулась настоящим экологическим бедствием (рис. 18, 19). Ведь воды Сырдарии и Амударии настолько интенсивно разбирались на орошение полей, что в море впадала только очень небольшая их часть.

В то же время сельское хозяйство косвенно защищает животных и растения природных экосистем от полного уничтожения путем раз-



Рис. 18. С отступлением моря рыболовецкое судно оказалась в песках Приаралья



Рис. 19. В зоне обмеления Аральского моря возникла проблема обеспечения населения чистой питьевой водой



Рис. 20. Разведение пушных зверей в неволе защищает их собратьев от уничтожения в природных экосистемах

ведения домашних животных и выращивания культурных растений (рис. 20).

4. Прямое использование биологических ресурсов привело к их сокращению и исчезновению многих видов животных и растений.

5. Испытание новых видов вооружения – это еще один страшный аспект деятельности человека, в ходе которой уничтожаются природные экосистемы. Ведь в ходе испытаний ядерного оружия в окружающую среду выбрасываются губительные радиоактивные вещества (рис. 21).

Многие активные граждане в разных странах борются за прекращение ядерных испытаний, но успехом эта деятельность увенчалась только в независимом Казахстане (рис. 22). Проявилось это в



Рис. 21. Ядерный взрыв



Рис. 23. Главным требованием населения региона было прекращение ядерных испытаний

закрытии Семипалатинского ядерного полигона Указом президента Н. А. Назарбаева от 29 августа 1991 г.

В целом влияние человека на природные экосистемы очень велико. И зачастую оно приводит к их разрушению. Вся наша планета как единая экосистема подвергается риску из-за увеличения количества отходов. Люди не просто загрязняют окружающую среду. Возникла угроза глобального изменения климата, которая вполне может закончиться гибелью всего живого.



Экологические катастрофы, ядерные испытания, изменение климата.



Знание и понимание:

1. Объясните смысл терминов: «экосистема», «биосфера», «экология», «агроценоз».
2. Перечислите общие проблемы, связанные с хозяйственной деятельностью всего человечества, и проблемы, с которыми столкнулась именно наша страна.

Применение:

1. Определите, какую угрозу представляет вредная хозяйственная деятельность для экосистемы городов и лугов.
2. Докажите, что исчезновение большого количества видов животных и растений произошло из-за деятельности человека.

Анализ:

1. Проанализируйте экологические проблемы, характерные именно для вашего региона.
2. Придумайте и спланируйте ряд мероприятий в Казахстане, направленных на уменьшение отрицательного влияния деятельности человека на экосистемы.

Синтез:

1. Составьте рейтинг экологически опасной деятельности человека.
2. Систематизируйте наиболее пострадавшие от нее компоненты экосистемы. Составьте кластер.

Оценка:

Для строительства нового микрорайона был вырублен участок леса. Оцените с разных точек зрения последствия этой вырубки:

- с точки зрения строителя;
- с точки зрения эколога;
- с точки зрения семьи, которая нуждается в жилье;
- с точки зрения семьи, жившей рядом с лесом, значительная часть дохода которой состояла из использования растений, животных и грибов вырубленного леса.

§ 6. Особо охраняемые природные территории Казахстана

История заповедного дела в Казахстане начинается в 1922 г., когда был создан Туркестанский комитет по охране памятников природы, старины и искусства (Туркомстарис). Вскоре были созданы первые заповедники – Аксу-Жабагылы в Западном Тянь-Шане, палеонтологический в горах Каратау и заповедник для сохранения цитварной полыни на Арыском массиве. Сегодня в Казахстане действуют 9 видов особо охраняемых природных территорий (ООПТ):

- государственные природные заповедники;
- государственные национальные природные парки;
- природные резерваты;
- природные заказники;
- государственные памятники природы;
- государственные заповедные зоны;
- государственные зоологические парки;

- государственные ботанические сады;
- государственные дендрологические парки.

Таким образом, по современному законодательству в число охраняемых природных территорий включены и зоопарки, и дендропарки, и ботанические сады, но основными являются заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы.

Заповедник – это территория, полностью изъятая из хозяйственного использования (рис. 23, 24). Здесь запрещены массовый отдых людей и любая хозяйственная деятельность: охота, рыбная ловля, рубка леса, выпас скота, сенокосение, сбор ягод и грибов, добыча полезных ископаемых.



Рис. 23. Камнеломка болотная в заповеднике Алматы



Рис. 24. Река Нура в Коргалжынском заповеднике



Рис. 25. Национальный парк Шарын

Национальные природные парки образуются для сохранения природных комплексов, имеющих особую экологическую, историческую и эстетическую ценность (рис. 25). Используются они в просветительных, научных и культурных целях. Здесь можно отдыхать, восстанавливать здоровье, заниматься туризмом и спортом, проводить ознакомительные экскурсии. Растительный и животный мир взяты под строгую охрану.

Природные заказники имеют разную направленность. В ботанических заказниках нельзя пасти скот, косить траву, рубить деревья, в охотничьих – строго регламентируется охота, в рыбохозяйственных – рыбная ловля.

Памятники природы охраняются, потому что имеют большое научное, историческое, учебно-просветительное и культурно-эстетическое значение. Ими могут быть небольшие роции, озера, участки долин, геологические обнажения, водопады, пещеры и т. д.

В последние годы возникает много новых национальных природных парков и других охраняемых территорий. В заповедниках охраняются многие представители растительного и животного мира страны. Только в Алматинском заповеднике насчитывается около 1100 видов высших растений. Из них редкими являются более 50 видов, а 26 занесе-

ны в Красную книгу страны (яблони Сиверса и Недзвецкого, курчавка Мушкетова, тюльпаны, адонисы и др.). В Маркакольском заповеднике насчитывается около 1000 видов высших растений. Из них 15 редких и исчезающих (родиола розовая, кандык сибирский, лилия кудреватая и др.), много эндемичных видов. В Западно-Алтайском заповеднике произрастают 804 вида растений. Здесь много не только хвойных, но и лиственных пород. В Красную книгу занесено 25 видов, но в особой охране нуждаются 82 вида растений.



Создание экологической сети ООПТ в Казахстане. Заповедники Казахстана создавались как эталоны природы ее определенных ландшафтов. Первоначально заповедниками были объявлены участки гор Западного и Северного Тянь-Шаня с наиболее богатой фауной и флорой. Затем к ним присоединились озерные системы Центрального и Северного Казахстана, еще позже – алтайские леса и уникальные пустынные пространства Устирта. В современных заповедниках страны наиболее полно представлены горные ландшафты (3 заповедника в Тянь-Шане и 2 на Алтае), достаточно хорошо – озерные экосистемы с небольшими участками суши (Коргалжын, Наурызым и Алаколь) и слабо – пустыни (Устирт и Барсакегельмес). Поэтому для Казахстана актуально создание новых заповедников, особенно в пустынных и полупустынных местностях, включая тугайные леса.



Знание и понимание:

1. Напишите, с чем ассоциируется у вас выражение «защита природы».
2. Перечислите виды особо охраняемых природных территорий, укажите отличия между ними.

Применение:

1. Составьте список и сделайте обзор заповедников, памятников природы, ботанических садов, природных резерваций Казахстана.
2. Объясните, в чем заключаются отличия между заповедником, заказником, национальным парком и памятником природы.

Анализ:

1. Выясните, есть ли в вашей местности природные объекты и особо охраняемые территории. Назовите их и дайте им характеристику. Как вы считаете, есть ли еще в вашей местности объекты, которые нуждаются в государственной защите? Объясните, почему.
2. Используя дополнительные ресурсы, выявите сходство и отличия дендрологического парка, ботанического сада, зоопарка или зоосада.

Синтез:

Используя физическую карту, рассмотрите расположение особо охраняемых природных территорий Казахстана по областям.

Оценка:

Оцените значимость особо охраняемых природных территорий в жизни современного населения Республики Казахстан и их значение для будущих поколений.

История создания Красной книги. В результате нецеленаправленной деятельности людей многие виды животных и растений исчезли навсегда.

В Казахстане вопрос о редких и находящихся под угрозой исчезновения видах животных впервые обсуждался в 1973 г. Результатом этого совещания стала подготовка Красной книги страны. Первая ее часть, посвященная позвоночным животным Казахстана, была издана (1978) благодаря подвижнической деятельности видного зоолога А. А. Слудского. В нее были занесены 87 видов и подвидов позвоночных животных: млекопитающих (31), птиц (43), пресмыкающихся (8), земноводных (1) и рыб (4). В 1981 г. увидела свет вторая часть Красной книги, в которую были занесены 307 видов растений. Во второе издание Красной книги (1991) впервые включены беспозвоночные животные – насекомые, моллюски, черви, ракообразные и паукообразные.

Дальнейший сбор информации по редким видам животных привел к появлению третьего издания Красной книги (1996). Она является основным документом, содержащим сведения о редких, сокращающихся в численности и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений (рис. 26, 27). Кроме того, в ней перечислены необходимые меры по их изучению, охране, воспроизводству и рациональному использованию.

Занесенные в Красную книгу виды животных и растений подлежат *особой охране на всей территории* Казахстана. Добывание (сбор) этих



Лук кастекский



Живокость саурекая



Таволгоцвет Шренка



Тюльпан Грейга

Рис. 26. Особо охраняемые виды растений



Рис. 27.

Тугайный благородный олень находится под охраной государства (Красная книга Казахстана). Он обитает в двух ареалах (бассейны рек Сырдарии и Иле)

видов запрещено на всей территории страны кроме случаев, предусмотренных законодательством.

Категории Красной книги. Ряд видов из этой книги, по всей вероятности, уже не встречается в Казахстане. Это, прежде всего, красный волк, европейская норка, гепард, кызылкумский горный баран, аральский лосось (рис. 28), сырдарьинский лжеопатонос, лысач.

Категория сокращающихся видов представлена в основном птицами: кудрявый пеликан, желтая цапля, колпица, каравайка, фламинго, краснозобая казарка, лебедь-кликун, змеяяд, орлан-белохвост, алтайский улар, султанка, черноголовый хохотун, филин, стрепет, джек (рис. 29). Рыб в ней 7 видов: каспийская минога, волжская многотычинковая сельдь, таймень, бухтарминско-зайсанская популяция нельмы, аральский и туркестанский усачи, балхашская популяция балхашского окуня. На третьем месте – млекопитающие (вы-



Рис. 28. Для восстановления аральского лосося (1) и щуковидного жереха (2) необходимо организовать их искусственное разведение, ограничить любительский лов, усовершенствовать рыбозащитные устройства в оросительных системах и т. д.



Рис. 29. Больше половины редких птиц (30 видов) относятся к I и II категориям, среди них дрофа-красотка, или джек (1), кречетка (2) и колпица (3)

хухоль (рис. 30), среднеазиатская речная выдра, туркменский кулан, тьянь-шаньский архар, сурок Мензбира), а за ними – серый варан (рептилии) и центральноазиатская лягушка (амфибии).

Около половины видов и подвидов животных Красной книги не требуют незамедлительных мер по сохранению и восстановлению численности. Их занесение в этот документ призвано предотвратить сокращение числа этих особей. К ним относятся семи-реченский лягушкозуб, безногая ящерица желтопузик, черный аист, серпоклюв, три вида орлов, бородач, стервятник, два вида рябков, снежный барс, тьянь-шаньский бурый медведь, туркестанская рысь, манул, барханный кот, перевязка, лесная и каменная куницы, джейран, устюртский и казахстанский подвиды горного барана, селевиния, пятипалый и трехпалый карликовые тушканчики и др.



Рис. 30. Выхухоль

Основные пути сохранения биологического разнообразия Казахстана можно свести к трем.

1. *Законодательная база* представлена законами «Об охране и использовании животного мира» и «Об охране окружающей природной среды».

2. *Разработка научных обоснований* сохранения биологического разнообразия. Только четкие критерии помогут правильно и безошибочно выявлять виды животных и растений, благополучие которых нарушено и которым может грозить исчезновение.

3. *Практические мероприятия по сохранению и восстановлению* сводятся к охране животных и их местообитаний не только в заповедниках, но и за их пределами.



Знание и понимание:

1. Какие ассоциации у вас возникают в связи со словом «красный»? Объясните их.
2. Перечислите животных, занесенных в Красную книгу Республики Казахстан.

Применение:

1. Выступите с сообщением о животных и растениях вашего региона, вошедших в Красную книгу.
2. Докажите, что без создания Красной книги не удалось бы сохранять биологическое разнообразие Казахстана.

Анализ:

1. Предложите меры, направленные на предотвращение отлова животных, вошедших в Красную книгу.
2. Проанализируйте причины, по которым животные и растения были внесены в Красную книгу.

Синтез:

1. Выясните причины занесения животных и растений вашей местности в Красную книгу (если таковые имеются). Продумайте реальные, возможные для вас мероприятия по их защите и возможному увеличению численности (размножению).
2. Составьте список животных и растений, которые сохранились благодаря Красной книге.

Оценка:

Оцените значение Красной книги в мире и в Казахстане. Нужно ли взаимодействовать создателям Красной книги Казахстана со специалистами соседних государств? В чем, по вашему мнению, должно проявляться это сотрудничество?

Тестовые вопросы

1. Наука, изучающая взаимосвязь живых организмов между собой и окружающей средой:
 - а) этология
 - б) экология
 - в) эмбриология
 - г) гистология
 - д) микология
2. Факторы, относящиеся к неживой природе:
 - а) абиотические
 - б) биотические
 - в) антропогенные
 - г) косвенные
 - д) реальные
3. Абиотический фактор:
 - а) температура воздуха
 - б) хищничество
 - в) конкуренция
 - г) симбиоз
 - д) паразитизм
4. Показывает признак pH:
 - а) сладкое
 - б) соленое
 - в) кислое
 - г) нейтральное
 - д) нормальное
5. Паразит растений:
 - а) тля
 - б) вошь

- в) блоха
г) комар
д) постельный клоп
- 6. Паразит животных:**
а) скорпион
б) майский жук
в) гля
г) блоха
д) тутовый шелкопряд
- 7. Самая продуктивная, устойчивая и разнообразная экосистема:**
а) экваториальный лес
б) пустыня
в) степь
г) ледяная пустыня
д) тундра
- 8. Сукцессия:**
а) порядок смены экосистем
б) компоненты экосистемы
в) экосистема океана
г) экосистема суши
д) структура экосистемы
- 9. В состав большинства водных экосистем входит:**
а) клевер
б) герань
в) мох
г) планктон
д) подорожник
- 10. Биотические факторы:**
а) хищничество и паразитизм
б) средняя температура и конкуренция
в) влажность и рельеф
г) солнечный свет и симбиоз
д) дожди и засуха
- 11. Антропогенные факторы:**
а) испарение воды
б) влияние ветра
в) влияние человека на окружающую среду
г) годовые осадки
д) температура дня
- 12. Самая большая экосистема:**
а) биотоп
б) биогеоценоз
в) стая
г) биосфера
д) популяция
- 13. Агроценоз:**
а) искусственная экосистема
б) экосистема океана
в) природная экосистема
г) экосистема материков
д) экосистема озера
- 14. К агроценозам относятся:**
а) виноградники
б) леса
в) тайга
г) пустыня
д) тундра
- 15. Пример наследственной изменчивости:**
а) мутация
б) агроценоз
в) биоценоз
г) миграция
д) метаморфоз
- 16. Дата подписания Н. Назарбаевым указа «О закрытии Семипалатинского ядерного полигона»:**
а) 1991 год, август
б) 1991 год, апрель
в) 1993 год, август
г) 2000 год, апрель
д) 1985 год, август
- 17. Первый заповедник Казахстана:**
а) Аксу-Жабагылы
б) Алматы
в) Барсакелмес
г) Устирт
д) Алакольский

18. Дата выхода второго издания Красной книги Казахстана:
- а) 1991 год
 - б) 1993 год
 - в) 1990 год
 - г) 1985 год
 - д) 1988 год
19. Птицы, входящие в категорию сокращающихся видов Красной книги Казахстана:
- а) змеяяд, орлан-белохвост
 - б) дятел, фазан
 - в) соловей, гуси
 - г) ласточки, королек
 - д) сорока, черный воробей
20. Восстанавливающиеся в численности птицы:
- а) черный аист и серпоклюв
 - б) малый лебедь
 - в) фазан
 - г) алтайский улар
 - д) дрофа
21. Охраняемая территория, на которой запрещены все виды хозяйственной деятельности, отдых, экскурсии:
- а) заповедник
 - б) заказник
 - в) национальный парк
 - г) памятник природы
 - д) городской парк
22. Охраняемая территория, на которой животный и растительный мир находится под строгой охраной, но разрешены отдых, экскурсии, занятия спортом и т. д.:
- а) заповедник
 - б) заказник
 - в) национальный парк
 - г) памятник природы
 - д) городской парк

§8. Систематика – классификация живых организмов

Значение систематики. *Систематика* – раздел биологии, который описывает и распределяет по группам, т. е. классифицирует, все живые организмы. Она как бы расставляет их по местам.

Благодаря единой систематике в разнообразии организмов живой природы устанавливается определенный порядок. Ученые всего мира могут легко обобщать свои знания и обмениваться ими. Выяснение систематического положения организмов дает ученым полное представление о их происхождении, степени родства с другими организмами, особенностях жизненных процессов, роли в эволюции других видов. Именно поэтому систематика важна при изучении диких видов – предков культурных растений и домашних животных. Также ее значение велико при изучении вредных (ядовитых или паразитических) и полезных видов (лекарственных растений или видов, уничтожающих вредителей).



История становления и значение систематики. Основателем современной систематики считается шведский ученый-ботаник **Карл Линней**. Его работа «Система природы», опубликованная в 1735 г., утвердила систематику как новый раздел биологии. Карл Линней распределял организмы на группы, основываясь на их строении. Хотя его работы содержали множество неточностей, исправленных следующими поколениями ученых, именно система К. Линнея была первой.

Огромной его заслугой является использование двойных латинских названий для обозначения видов. Кроме того, К. Линней разработал большую часть систематических категорий, применяемых до сих пор.



Карл Линней
(1707–1778)

Общая характеристика царств живой природы. Самой крупной систематической категорией является *царство*. Вы познакомитесь с пятью основными царствами: вирусы (неклеточные формы жизни), прокариоты, грибы, растения и животные. Иногда еще выделяют царство протистов.

Вирусы (от лат. *вирус* – яд) – мельчайшие неклеточные формы жизни. Это единственные существа на Земле, которые не состоят из клеток. Они живут, паразитируя внутри клеток других организмов.

Их паразитизм носит особо опасный характер – они паразитируют на генетическом уровне.

К **прокариотам** относятся все бактерии. Их главная особенность – отсутствие ядра в клетках. За это свойство их так и назвали (от лат. *pro* – перед, раньше и *karyon* – ядро). Прокариоты – доядерные организмы. Они появились первыми на нашей планете. Предположительно от них в ходе эволюции образовались более совершенные ядерные организмы – **эукариоты**: грибы, растения и животные.

Все бактерии состоят из одной клетки. Они также могут существовать в виде *колоний* – групп самостоятельных клеток. Организмы, состоящие из одной клетки, называют *одноклеточными*. Их тела никогда не состоят из множества клеток. То есть прокариоты никогда не бывают многоклеточными. А организмы, состоящие из множества клеток, называют *многоклеточными*.

Царство протистов – это царство одноклеточных эукариот (ядерных). К ним относят все организмы, состоящие из одной клетки и имеющие ядро.



Многие ученые считают, что отличия между грибами, животными и растениями слишком велики. И даже если они состоят из одной клетки, не стоит их объединять в одно царство. Другие ученые им возражают. Они справедливо отмечают, что среди одноклеточных много организмов, которые в зависимости от условий жизни могут существовать то как растения, то как животные (рис. 31).

К **царству грибов** относятся организмы, которые не способны использовать энергию света. Они нуждаются в готовой пище, как животные. Но питательные вещества они не поедают, а всасывают из почвы. Они, как и растения, неподвижны и растут всю жизнь, а также способ-

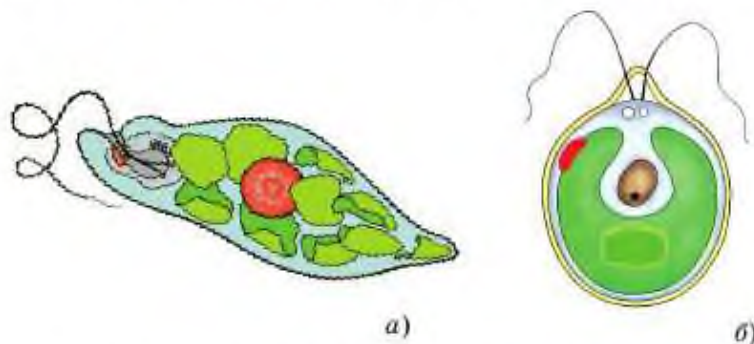


Рис. 31. Эвглена зеленая (а) и хламидомонада (б) обладают смешанным типом питания. На свету они питаются, как растения. В темноте переходят к питанию готовыми питательными веществами, как животные



Рис. 32. Многообразие растений семейства сложноцветных:
 1 – тысячелистник;
 2 – полынь горькая;
 3 – эстрагон; 4 – цикорий;
 5 – подсолнечник

ны размножаться кусочками тела и спорами. При этом их тела содержат запасное вещество гликоген, которого никогда не бывает у растений, а только у животных.

К **царству растений** относятся организмы, способные извлекать энергию света с помощью **хлорофилла**. Растения неподвижны, растут они всю жизнь (рис. 32).

К **царству животных** относятся организмы, не способные извлекать энергию света (рис. 33). Они нуждаются в еде, содержащей питательные вещества: белки, жиры и углеводы. Животные подвижны и тратят на этот процесс много энергии.



Рис. 33. Представители царства животных

Основные систематические категории растений и животных. Большинство систематических категорий у растений и животных совпадает, но есть и два отличия. Самой маленькой систематической категорией всех эукариот является *вид*. Организмы одного вида могут скрещиваться между собой. Они похожи по строению, нуждаются в одинаковых условиях, и у них схожи жизненные процессы. Родственные виды объединяются в *роды*. Далее следуют более крупные систематические категории.

Таблица 1. Пример классификации часто встречающихся организмов

Растения	Животные
1. ЦАРСТВО Растения	1. ЦАРСТВО Животные
2. ОТДЕЛ Голосеменные	2. ТИП Хордовые
3. КЛАСС Шишконосные	3. КЛАСС Млекопитающие
4. ПОРЯДОК Хвойные	4. ОТРЯД Парнокопытные
5. СЕМЕЙСТВО Сосновые	5. СЕМЕЙСТВО Полорогие
6. РОД Сосна	6. РОД Горные бараны
7. ВИД Сосна обыкновенная	7. ВИД Архар

Как видно из табл. 1, есть две основные систематические категории, отличающиеся у растений и животных. Это *отдел* – *тип*, а также *порядок* – *отряд*. Данную особенность классификации необходимо запомнить.

У растений: **Царство** → **Отдел** → **Класс** → **Порядок** → **Семейство** → **Род** → **Вид**.

У животных: **Царство** → **Тип** → **Класс** → **Отряд** → **Семейство** → **Род** → **Вид**.



Прокариоты, протисты, грибы, растения, животные, многоклеточные, одноклеточные, хлорофилл, вид, отдел / тип, порядок / отряд.



Знание и понимание:

1. Охарактеризуйте царства живых организмов.
2. Расскажите о значении систематики, конкретизируйте ее цель и задачи.

Применение:

1. Используя полученные знания, докажите, что известные вам организмы (собака, клен, груздь, туберкулезная палочка) относятся к определенным царствам живого.
2. Сделайте сообщение об ученых, которые внесли свой вклад в становление и развитие систематики.

Анализ:

1. Вы согласны с тем, что именно царство – самая крупная систематическая категория? Приведите аргументы «за», используя учебник, и, возможно, «против», используя дополнительные источники информации.
2. Изобразите в виде схемы основные систематические категории растений и животных.

Синтез:

1. Систематизируйте виды: сосна обыкновенная, амeba обыкновенная, гидра пресноводная.
2. Вспомните разные систематические категории у растений и животных. Аргументируйте, следовало ли вводить эти отличия.

Оценка:

Оцените роль систематики в дальнейшем развитии биологии.

§9. Особенности внешнего строения беспозвоночных и позвоночных животных

Подразделение животных на беспозвоночных и позвоночных впервые провел французский биолог **Жан Батист Ламарк**.



К. Линней был ботаником, поэтому он больше времени и внимания уделил систематике растений. А в систематике животных, особенно мелких, допустил большое число неточностей. Так, например, он разделил их всего на два класса: насекомых и червей. При этом было совершенно непонятно, как улитки и осьминоги могли относиться к червям. Чтобы исправить это положение, Ж. Б. Ламарк провел исследования организмов различных животных.



Жан Батист Ламарк
(1744–1829)

Он сравнивал их внутреннее строение. В результате его научной деятельности систематика животных значительно улучшилась и стала ближе к современной. В частности, он поделил всех животных на две большие группы: *беспозвоночные* и *позвоночные*.

К беспозвоночным Ж. Б. Ламарк отнес всех животных, у которых нет внутреннего скелета, позвоночника. Также у беспозвоночных нет ни хрящевого, ни костного черепа.

Основные типы беспозвоночных. Самыми примитивными представителями царства животных являются одноклеточные. Они образуют *тип простейших*. Первые настоящие многоклеточные животные, клетки которых еще мало отличаются друг от друга, относятся к *типу губок*. Эти обитатели океана пассивно питаются частицами, которые отфильтровывают из воды.

Следующий этап в эволюции беспозвоночных животных представлен *типом кишечнорастворных* (рис. 34). У них формируются два слоя резко отличающихся друг от друга клеток: эктодерма и энтодерма. К кишечнорастворным относятся кораллы, медузы, гидры.

Затем появились животные, состоящие уже из трех слоев клеток. У них есть даже мышечная система. Первым из таких животных возник *тип плоских червей* (рис. 35, 1). Их легко отличить, так как их тело как бы сдавлено сверху вниз. За это их и называют плоскими. После плоских червей возник более совершенный *тип круглых червей* (рис. 35, 2). У этих животных внутри впервые появилась *полость тела*, в которой расположены внутренние органы. Она заполнена жидкостью под давлением, поэтому тело таких червей выглядит круглым в поперечном сечении.

Далее в эволюции беспозвоночных стоит *тип кольчатых червей* (рис. 35, 3). Их легко отличить, так как их тело как бы разделяется на отдельные колечки – сегменты. К ним относятся такие животные, как



Рис. 34. Многообразие кишечнорастворных



Рис. 35. Типы червей:

1 – белая планария (плоские черви); 2 – нематода (круглые черви);
3 – пиявка (кольчатые черви)



Улитка



Осьминог

Рис. 36. Представители моллюсков



Креветка



Скорпион



Муравей

Рис. 37. Представители членистоногих

дождевой червь, пиявка. Это очень важный в эволюционном отношении тип беспозвоночных животных. У них впервые появляются кровь и кровеносная система. От древних кольчатых червей произошли моллюски, членистоногие и предки позвоночных животных.

Тип *моллюсков* включает в себя животных, тело которых обязательно имеет специальную складку кожи – *мантию*, которая снаружи часто покрыта раковинной. Это улитки, устрицы, осьминоги, каракатицы (рис. 36).

Тип *членистоногих* (рис. 37) объединяет животных с наружным скелетом из твердого вещества – *хитина*. У всех представителей этого типа тело тоже делится на сегменты, но они разные по размерам. Конечности также состоят из частей, соединенных суставами, за это они и получили свое название. К ним относятся ракообразные, паукообразные и насекомые.

Главным признаком *позвоночных* является *внутренний скелет*. Он может быть костным или хрящевым и всегда пролегает вдоль тела в виде оси позвоночника или хорды. *Хорда* – хрящевая струна. Первые примитивные представители типа хордовых не имели позвоночника, была только хорда.

Основные классы позвоночных. Все животные, имеющие позвоночник или хорду, яв-



Волк



Заяц-русак



Олень

Рис. 38. Классе млекопитающих очень разнообразен

ляются представителями *типа хордовых*. Те из хордовых, у которых формируются позвоночник и череп, относятся к *подтипу черепных*, или *позвоночных*.

Подтип позвоночных включает в себя классы: хрящевые рыбы, костные рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие (рис. 38). У всех этих животных есть позвоночник и череп.



Позвоночные и беспозвоночные, мантия, хитин, внутренний скелет, хорда, черепные, позвоночные.



Знание и понимание:

1. Перечислите основные классы позвоночных.
2. Перечислите основные типы беспозвоночных.

Применение:

1. Выясните, какова среда обитания у позвоночных и беспозвоночных животных. Повлияло ли это на их разделение на позвоночных и беспозвоночных?
2. Разделите хорошо известных вам животных на позвоночных и беспозвоночных.

Анализ:

1. Проанализируйте признаки, по которым животных делят на беспозвоночных и позвоночных.
2. Выявите связь между понятиями: позвоночные, беспозвоночные животные, насекомые, моллюски, членистоногие.

Синтез:

1. Заполните таблицу. Сравните.

Беспозвоночные		Позвоночные	
Тип	Признак	Класс	Признак
Простейшие		Хрящевые рыбы	
Губки		Костные рыбы	
Кишечнополостные		Земноводные	
Плоские черви		Пресмыкающиеся	
Круглые черви		Птицы	
Кольчатые черви		Млекопитающие	
Моллюски			
Членистоногие			

2. Выразите с помощью схемы эволюцию позвоночных и беспозвоночных.

Оценка:

Оцените роль Ж. Б. Ламарка в систематизации позвоночных и беспозвоночных.

§10. Дихотомические ключи

Использование дихотомических ключей для определения видов. Дихотомические ключи впервые были предложены в XIX в. Ж. Б. Ламарком. Они успешно применяются и до сих пор как самые простые и удобные. С помощью дихотомического ключа можно определить, какой конкретно род и вид организмов находится перед исследователем. Ключ имеет две ступени, т. е. он постоянно делится только на две части. Описания признаков в каждой ступени полностью исключают друг друга. Пользуясь такими ключами, исследователь постоянно имеет перед собой только два набора признаков: *утверждение* – **теза** и *отрицание* – **антитеза**. В тезе и антитезе приводятся наиболее характерные признаки данной ступени. Например, **теза** – *листья простые*, а **антитеза** – *листья сложные*. Антитеза всегда содержит признаки, противоположные тем, которые приведены в тезе.

Далее, если листья простые, будет выбираться их форма. Например, **теза** – *лист округлый*, а **антитеза** – *лист удлинённый* и т. д. А если

листья сложные, будет выбираться тип сложного листа. Например, *теза* – листья пальчатосложные, а *антитеза* – листья перисто-сложные и т. д.

Обычно ключи в определителях устроены таким образом, что сначала определяется более крупная систематическая категория (класс, отряд). Для определения растений и животных дихотомические ключи существуют отдельно. Предполагается, что исследователь сразу может назвать, представителя какого царства он рассматривает: животное или растение. Поэтому первой тезой не будет утверждение «*определяемый объект растение*», а антитезой – «*определяемый объект животное*». По мере продвижения по ключу можно определить более мелкие категории (род, вид).

Примеры дихотомических ключей. В ботаническом определителе каждый дихотомический ключ состоит из последовательных ступеней, обозначенных с левой стороны порядковым номером. Каждая отдельная ступень в свою очередь делится на две части – тезу и антитезу. Теза обозначается порядковым номером ступени, а антитеза – знаком плюс (+), минус (–) или ноль (0). Каждая теза и антитеза заканчиваются цифрой, отсылающей к другой ступени, или названием соответствующей систематической категории.

Пример построения ключей в ботаническом определителе:

Теза: 1. Стебель прямой 2

Антитеза: – Стебель согнут крючком 3

Теза: 2. Лист овальный Черемуха подорожниковая

Антитеза: – Лист узколанцетный Частуха ланцетная

Рекомендации для практического использования. При работе с дихотомическим ключом есть некоторые общие рекомендации. Главное правило – внимательное прочтение тезы и антитезы и выбор **более подходящего варианта**. Очень важно прочесть до конца и тезу, и антитезу, а уже потом определяться с выбором. При использовании дихотомических ключей возможна и неудача. Причиной может быть отсутствие каких-либо органов у растения. Так, осенью у большинства растений нет цветков. Поэтому необходимо рассматривать растение, на котором видны все органы.

Еще одной причиной неудачи может быть нехарактерное для данного вида единичное растение – результат мутации или плохих условий существования.

Если вас заинтересовала работа по определению видов растений, можете воспользоваться любым школьным определителем. Все они содержат именно дихотомические ключи.



Примеры дихотомического ключа для определения видов семейства бобовых.

Бобы нераскрывающиеся, плоские, прямые, членистые, при созревании распадаются поперек шва на односемянные членики; лодочка цветка длиннее крыльев и флага, листья непарноперистые. **Конечник** – *Hedysarum* L.

+ Бобы раскрывающиеся, вчленистые, многосемянные или односемянные нераскрывающиеся.....2.

Выбираем антитезу, идем на 2 ступень.

Листья тройчатые или пальчатые 3.

+ Листья перистые, обыкновенно со многими парами листочков, реже с одной парой..... 6.

Выбираем тезу, идем на 3 ступень.

Листья пальчатые, листочки цельнокрайние, 2 нижних смещены к основанию черешка; лодочка постепенно клювообразно заостренная, серповидно изогнутая.....

+ Листья тройчатые, листочки по всему краю или только в верхней части зубчатые4.

Антитеза, идем на 4 ступень.

Ноготки лепестков срастаются с тычиночной трубкой, **венчик по отцветании не отпадает, засыхает и остается засохшим при плодах**; все листочки сидят на равных, очень коротких черешках**Клевер** – лепестки свободные, с тычиночной трубкой не сращенные, опадающие.

Теза, род определен – это клевер (рис. 39).

Для определения вида необходимы дополнительные исследования цветков:

1. Чашечка 4–5 мм в длину, при плодах разрастается до 7–8 мм, расширяется, становится белоперепончатой и пузыревидно вздутой – **Клевер земляничный**.

+ Чашечка при плодах не увеличенная и не вздутая пузыревидно2.

Антитеза, идем на 2 ступень.

2. Цветки лилово-пурпуровые, красноватые, чашечка в зеве густоволосистая 6.



Рис. 39. Клевер луговой



Рис. 40. Клевер темно-каштановый

+ Цветки иначе окрашенные, чашечка с открытым, голым зевом..... 3.

Выбираем антитезу, идем на 3 ступень.

3. Цветки сначала золотисто-желтые, позднее темно-коричневые, на коротких цветоножках; бобы на ножках; стебель прямой, простой или маловетвистый, с 1 или 2 яйцевидными или эллиптическими головками, 1–2 см в длину – **Клевер темно-каштановый** (рис. 40).

По такому принципу определяются и другие виды этого рода.



Знание и понимание:

Поясните термин «дихотомия».

Применение:

1. Приведите примеры тезы и антитезы относительно любых явлений, например ссоры, работы, жары.
2. Разберите строение реальных дихотомических ключей, используя школьный определитель растений и (или) животных.

Анализ:

1. Проанализируйте, соотносятся ли термины «теза» и «антитеза» с языковыми терминами «синоним» и «антоним».
2. Уточните требования, предъявляемые к дихотомическим ключам.

Синтез:

1. Используйте дихотомический ключ для определения конкретного рода любого растения или животного.
2. Составьте дихотомические ключи для выяснения видов пасленовых растений.

Дискуссия:

Обсудите плюсы и минусы практического использования дихотомических ключей. В чем, по вашему мнению, наибольшая сложность их применения?

Тестовые вопросы

1. **Раздел биологии, характеризующий и классифицирующий живые организмы:**
 - а) систематика
 - б) экология
 - в) геология
 - г) биогеография
 - д) эмбриология
2. **Основоположник систематики:**
 - а) К. Линней
 - б) Ж. Б. Ламарк
 - в) Р. Гук
 - г) А. Левенгук
 - д) Г. Мендель
3. **Самая крупная систематическая категория:**
 - а) отряд
 - б) царство
 - в) вид
 - г) род
 - д) семейство

4. К прокариотам относятся:
- а) мхи
 - б) бактерии
 - в) лишайники
 - г) вирусы
 - д) амёбы
5. Главные особенности прокариот:
- а) нет ядра
 - б) развитое ядро
 - в) неклеточная структура
 - г) многоклеточность
 - д) простейшие
6. Организмы с запасным веществом в форме гликогена:
- а) грибы
 - б) мхи
 - в) водоросли
 - г) плауны
 - д) хвощи
7. С помощью хлорофилла способны синтезировать энергию на свету:
- а) плесневые грибы
 - б) шляпочные грибы
 - в) членистоногие
 - г) головоногие
 - д) лишайники
8. Самая маленькая систематическая категория эукариот:
- а) вид
 - б) отряд
 - в) семейство
 - г) род
 - д) тип
9. Не относится к категориям систематики растений:
- а) мир
 - б) раздел
 - в) класс
 - г) ряд
 - д) отряд
10. Впервые применил в биологии двойные латинские названия:
- а) Ж. Б. Ламарк
 - б) Д. Рей
 - в) К. Линней
 - г) Р. Гук
 - д) А. Левенгук

§11. Клетка как основная частица строения организма

Понятие «клетка». Мелкие организмы – прокариоты и протисты – состоят только из одной клетки, а все многоклеточные организмы – из множества клеток. Понятие *клетка* – центральное в биологии, ведь все живые организмы состоят из клеток.

Учеными точно установлено, что *сама жизнь вне клеток невозможна*, т. е. процессы роста, размножения, питания, обмена веществами и энергией с окружающей средой происходят только внутри живой клетки.

Строение клеток. Все клетки растений, грибов и животных состоят из трех обязательных частей: оболочки, цитоплазмы и ядра.



У некоторых многоклеточных организмов образуются безъядерные клетки, но они никогда не размножаются и, выполнив свою функцию, погибают.

Оболочка – часть клетки, которая отделяет ее от окружающей среды. Она защищает и позволяет необходимым веществам проникать в клетку и из клетки.

Цитоплазма – вязкая жидкость, заполняющая клетку, ее внутренняя среда. В цитоплазме плавают ядро, другие мельчайшие частицы и структуры клетки.

Ядро – важнейшая часть клетки, без которой невозможно размножение.

Понятие ткани. Первыми на нашей планете зародились самые простые одноклеточные организмы – *бактерии* (прокариоты). Постепенно в ходе длительного времени из наиболее высокоразвитых прокариот образовались простейшие одноклеточные эукариоты – *протисты*. Они дали начало многоклеточным организмам: растениям, животным и грибам.

В ходе эволюции однотипные клетки многоклеточных организмов образовали ткани. **Ткань** – это исторически сложившаяся совокупность клеток и межклеточного вещества, сходных по строению, происхождению и выполняемым функциям. Все клетки в ткани однотипны, способны к одинаковым процессам жизнедеятельности (рис. 41). Это



Рис. 41. Типы клеток организма человека:

1 – клетки кожи; 2 – жировые клетки; 3 – клетки крови

позволяет им осуществлять единые функции и одинаково реагировать на воздействие.

От клетки к органу. В организме животных есть отдельные органы: сердце, печень, мозг, кишечник, желудок и др. Органами растений являются стебли, корни, листья, цветки, плоды и семена. **Орган** – это часть организма, имеющая постоянное местоположение, строение и выполняющая определенную функцию. Органы растений и животных состоят из **тканей** (рис. 42).

По выполняемым функциям органы объединяются в **системы органов**. Так, головной мозг вместе со спинным и расположенными по всему телу нервами объединяются в **нервную систему**. Ротовая полость с зубами, слюнные железы, пищевод, желудок, кишечник и печень входят в состав **пищеварительной системы**.

Благодаря такой организации живые организмы существуют как целостные системы. Например, когда человек делает шаг, у него включаются в работу нервы, мышцы, кости, кровь и сосуды, обеспечивающие их кислородом и т. д.

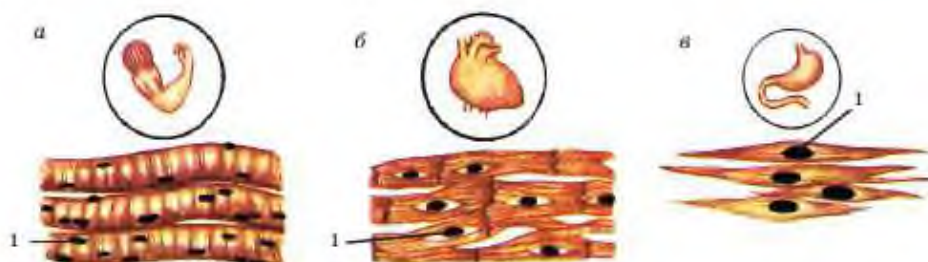


Рис. 42. Подтипы мышечной ткани:

а) мышца руки, б) мышца сердца, в) мышца желудка; 1 – клеточные ядра

Общая схема организации любого организма выглядит так:

Клетка → ткань → орган → система органов → целостный организм (многоклеточный).



Оболочка, цитоплазма и ядро; ткань, орган, система органов.



Знание и понимание:

1. Дайте определение понятиям: «клетка», «ткань», «орган», «прокариоты», «эукариоты».
2. Назовите части клетки.

Применение:

1. Выстройте понятия в схему от большего к меньшему: ядро, ткань, клетка, система органов, организм, орган.
2. Охарактеризуйте части клетки.
3. Докажите, что протисты являются эукариотами.

Анализ:

1. Проанализируйте и докажите на примере, что органы объединяются в системы для выполнения единых функций.
2. Проанализируйте и докажите, что без тесной взаимосвязи и соподчинения частиц и частей развитые организмы не смогли бы существовать.

Синтез:

Используя дополнительный материал, заполните таблицу:

Система органов	Органы в ее составе

Оценка:

1. Опишите процесс исторического развития организмов, начиная от одноклеточных.
2. Как вы думаете, почему живой организм функционирует как одна целостная система?

§12. Строение растительных и животных клеток

Строение и функции органоидов. *Органоид* – это часть клетки, имеющая постоянное строение и выполняющая определенную функцию.

Оболочки клеток растений и животных сильно отличаются по строению. У животных она тонкая, состоит из сложных жиров и белков,

называется *наружной мембраной клетки*. Она не позволяет цитоплазме вылиться и смешаться с окружающей средой. Оболочка выполняет функции защиты и поступления веществ. Кроме того, она позволяет клеткам животных менять свою форму. Есть одноклеточные организмы, например амебы, форма тела которых часто меняется. Клетки мышц многоклеточных животных способны сокращаться – укорачиваться.

У клеток растений кроме тонкой мембраны (такой же, как у животных) есть еще твердая *клеточная стенка*. Она находится снаружи от мембраны и покрывает клетку, делая ее поверхность твердой. Клеточная стенка состоит из прочного вещества – *клетчатки*, или *целлюлозы*.



У многоклеточных организмов между клетками возникают контакты. Так, мембраны соседних клеток могут иметь поры, через которые цитоплазма клеток соединяется. Это нужно главным образом для того, чтобы вещества могли передаваться из одной клетки в другую.

Вакуоль – это полость в цитоплазме, заполненная *клеточным соком* (рис. 43). В нем больше воды и растворимых веществ, чем в цитоплазме. Чтобы не смешиваться с цитоплазмой, вакуоль отделяется от нее мембраной, похожей на наружную мембрану. Она играет роль резервуара для хранения и перераспределения воды. Кроме того, она выполняет роль «кладовки» или «мусорного ведра». В разные периоды жизни в разных частях растений вакуоли могут накапливать либо полезные, питательные, либо вредные вещества. Так, например, в плодах апельсинов и мандаринов вкусный сок содержат именно вакуоли. А в пожелтевших, покрасневших осенних листьях деревьев сок вакуолей содержит много вредных веществ. Растения освобождаются от них, сбрасывая листву.

Пластиды – органоиды, придающие клеткам растений цвет. Они бывают трех типов. Желтые, красные или оранжевые – хромопласты, белые – лейкопласты и зеленые – хлоропласты (рис. 44).

Хромопласты, так же как вакуоли, накапливают или вредные, или полезные вещества. Плоды абрикосов, тыквы, томатов, корнеплоды свеклы, моркови содержат хромопласты, богатые питательными веществами. А хромопласты осенних листьев содержат вредные вещества. В отличие от вакуолей пластиды не участвуют в перераспределении воды. Они делают яркими лепестки цветков, что привлекает насекомых.



Рис. 43. Растительная клетка



Рис. 44. Хлоропласты

Лейкопласты накапливают запасное питательное вещество растений – *крахмал*. Их много в клубнях картофеля, семенах пшеницы, подсолнечника и других белых органах растений.

Хлоропласты содержат зеленый пигмент растений *хлорофилл*. В них происходит важнейший процесс в жизни растений – *фотосинтез*. Растения улавливают энергию солнечного света и создают вещества, из которых строятся их тела. Без зеленых хлоропластов, содержащих хлорофилл, процесс фотосинтеза был бы невозможен.

Сходство и отличия клеток растений и животных. Клетки растений и животных имеют как черты сходства, так и принципиальные отличия (см. рис. 43 и 45).

Сходство клеток растений и животных заключается в следующем:

- 1) все живые организмы состоят из клеток;
- 2) клетки и растений, и животных состоят из трех частей: оболочки, цитоплазмы и ядра;
- 3) мельчайшие структуры внутри клеток называются органоидами. Они имеют определенное строение и выполняют разнообразные функции.

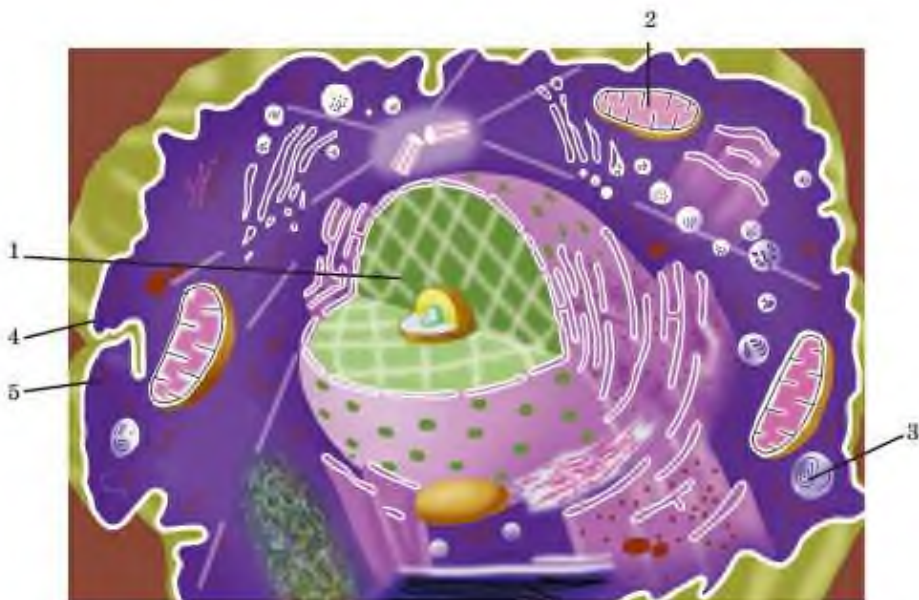


Рис. 45. Клетка животного происхождения:

1 – ядро; 2 – митохондрия; 3 – вакуоль; 4 – наружная мембрана;
5 – цитоплазма

Отличия клеток растений и животных:

1) у клеток растений, кроме мембраны, снаружи клетки находится твердая клеточная стенка;

2) в клетках растений есть настоящие вакуоли (одна или несколько);

3) клетки растений содержат пластиды, важнейшие из которых – хлоропласты. Они зеленого цвета, и в них происходит процесс фотосинтеза.



Органоид, наружная мембрана, клеточная стенка, клетчатка, целлюлоза, вакуоль, клеточный сок, пластиды, лейкопласты, хромопласты, хлоропласты, хлорофилл, фотосинтез.



Знание и понимание:

1. Дайте определение термину «органOID».
2. Расскажите о строении и функциях пластид,

Применение:

1. Чем отличается строение оболочки клеток растений и животных?
2. Какие свойства клеток растений и животных обусловлены разницей в строении их клеточных стенок?

Анализ:

1. Проанализируйте роль и функции вакуоли у растений, используя текст учебника.
2. Проанализировав функции пластид, составьте опорную схему, отражающую зависимость их роли и названия от цвета.

Синтез:

1. Составьте таблицу «Сравнение растительной и животной клеток».
2. Опираясь на таблицу, напишите эссе о значении сходства и различий растительных и животных клеток.
3. Изобразите в виде схемы появление и переход энергии, используемой всеми живыми организмами на Земле.

Дискуссия:

1. Подумайте и обсудите, смогло бы существовать царство растений без хлоропластов.
2. Используя собственные наблюдения, докажите, что многолетние растения избавляются от вредных веществ.

§13. Вода и химические элементы. Их значение для живых организмов

Понятие о химических веществах и элементах. Все тела в природе, как живые, так и неживые, состоят из химических веществ, которые, в свою очередь, состоят из молекул *химических элементов*. Все химические элементы включены в *Периодическую систему Д. И. Менделеева*. Вы познакомитесь со свойствами и особенностями некоторых элементов, а также их значением для живых организмов.

Основные свойства воды. Вода по своим свойствам – вещество уникальное. Жизнь без нее была бы невозможна. В живых организмах воды содержится больше, чем какого-либо другого вещества. Принято считать, что в среднем воды в организмах более 70%. При этом в костях и сухих семенах воды может быть менее 50%, а в организмах медуз, клетках мозга или зародышей человека – более 92%. Какие же свойства делают воду такой необходимой для жизни?



Д. И. Менделеев
(1834–1907)



Рис. 46. Сила поверхностного натяжения позволяет водомерке скользить по воде

Поверхностное натяжение – способность мельчайших частиц воды притягиваться друг к другу. Сила поверхностного натяжения позволяет молекулам воды не только удерживаться рядом, но и удерживать на себе легкие предметы: листья, мелкие семена, водомерок, бумажные кораблики и многое другое (рис. 46).

Именно сила поверхностного натяжения позволяет нам выдувать мыльные пузыри. В условиях невесомости вода принимает форму шара. Считается, что у нее самая большая сила поверхностного натяжения.



Это свойство имеет огромное значение для растений. Благодаря силам натяжения вода, находящаяся внутри растений, способна подниматься вверх от корня к листьям. В экспериментах доказано, что сила натяжения столба воды внутри тончайшей трубки, похожей на микроскопические сосуды в телах растений, достигает 264 бар. А для того чтобы поднять воду от поверхности земли до вершины *секвойи*, высота которой достигает 110 м, достаточно силы всего в 20 бар. Она также играет роль в процессах смачивания, будь то смачивание почвы при поливе или смачивание пищи слюной или желудочным соком.

Температура кипения воды равна 100°C. Именно при такой температуре вода превращается в пар. Замерзает вода при 0°C, т. е. при такой температуре она превращается в лед. Итак, у воды есть три **агрегатных состояния**: твердое, жидкое и газообразное. В жидком состоянии она находится при температуре от 0° до 100°C.

Важным свойством воды является и ее **теплоемкость**. Благодаря высокой теплоемкости вода медленно замерзает и медленно остывает. Она является более стабильной, чем окружающая среда.

Еще одно важнейшее уникальное свойство воды – **способность к самоочищению**. Может быть, вам приходилось видеть, как загрязнен-

ная вода, оставленная на несколько дней, стала более прозрачной, а на дне образовался осадок из осевших частиц. Это свойство позволяет водоемам сопротивляться загрязнению, хотя бы частично.

Следующее свойство воды – ее **максимальная плотность** при температуре $+4^{\circ}\text{C}$, т. е. твердый лед, образующийся при 0°C , легче воды. Вода – единственное вещество на Земле, плотность которого в жидком состоянии больше, чем в твердом. Поэтому лед всегда образуется на поверхности водоема, а если он попал туда извне, то всплывает. Это свойство позволяет водным организмам выживать в зимнее время, так как водоемы никогда не начинают замерзать со дна, а только с поверхности.

Но самое важное свойство воды – ее **способность растворять вещества**. Конечно, не все вещества растворяются в воде. В ней, например, не растворяются жиры и некоторые металлы. Но такое количество веществ, которые способны растворяться в воде, не может растворить больше ни одна жидкость. Поэтому воду называют **универсальным растворителем**. Большинство веществ могут транспортироваться в живых организмах и взаимодействовать друг с другом, находясь только в растворенном состоянии.

Важнейшие элементы живых организмов. Учитывая, что вы еще не знакомы с основами химии, мы перечислим самые важные элементы, указав их основную роль.

Водород (H) и **кислород (O_2)** входят в состав воды, а вместе с **углеродом (C)** встречаются почти во всех органических веществах. Углерод вместе с кислородом, но без водорода, входит в состав углекислого газа (CO_2), который выделяется всеми организмами при дыхании. Он необходим растениям для жизни и поглощается в ходе фотосинтеза вместе с энергией солнечного света и водой.

Азот (N_2) входит в состав важнейших органических веществ – **белков** и **нуклеиновых кислот**, таких как ДНК. Этот элемент необходим растениям для выработки хлорофилла.

Фосфор (P) есть в составе ДНК и других нуклеиновых кислот, а также мембран клеток. Он необходим растениям для формирования корней, созревания плодов. Участвует в процессе повышения сахаристости и накоплении масел в семенах. У животных и человека входит в состав зубов и костей.

Калий (K) необходим растениям для формирования стеблей и функционирования клеток. У животных он обязателен в ходе биологических явлений в клетках.

Кальций (Ca) вместе с фосфором придает твердость костям, зубам, ракушкам и раковинам. В виде отдельных заряженных микрочастиц

он входит в состав крови. При недостатке кальция в крови она не сворачивается и при порезах не прекращает течь. У растений кальций входит в состав веществ, обеспечивающих соединение клеток растений друг с другом в многоклеточном организме.

Железо (Fe) встречается в крови всех животных, у которых она красного цвета. Элемент нужен для того, чтобы присоединять кислород в органах дыхания и переносить его с током крови к каждой клетке организма. Если в почве вообще нет железа, у растений не образуется хлорофилл. И хотя в состав хлорофилла само железо никогда не входит, оно необходимо при его образовании в клетках растений.



Вода, поверхностное натяжение, температура, агрегатные состояния, теплоемкость, способность к самоочищению, универсальный растворитель, кислород, водород, углерод, азот, фосфор, калий, кальций, железо.



Знание и понимание:

1. Как вы поняли смысл терминов «химические элементы», «химические вещества»?
2. Перечислите агрегатные состояния воды.

Применение:

1. Сколько воды в составе костей, сухих семян, организма медуз, клеток мозга и зародыша человека?
2. Укажите температуру кипения и замерзания воды.

Анализ:

1. Опираясь на изученный материал, составьте таблицу, отразив в ней свойства воды.
2. Проанализируйте значение важнейших элементов для живых организмов.

Синтез:

1. Напишите эссе на тему «Вода – источник жизни», используя дополнительный материал и интернет.
2. Объясните, благодаря каким свойствам вода способна подняться от корней к листьям, от поверхности земли – к верхушкам деревьев.

Оценка:

1. Оцените значение воды как универсального растворителя для жизни.
2. Оцените значение для живых организмов таких свойств воды, как высокая теплоемкость и максимальная плотность.



№2. Исследование свойств и значения воды для живых организмов. См. с. 233.

§14. Органические и неорганические вещества

Две группы веществ в составе живого. Все вещества, участвующие в химических процессах в живых организмах, подразделяются на две большие группы: неорганические и органические. **Неорганические вещества** встречаются в больших количествах в неживой природе. Самым значимым из них является вода.

Кроме воды к неорганическим веществам относятся кислород, водород, железо и все другие простые вещества, состоящие из одного химического элемента. Также к неорганическим относятся такие сложные вещества, как соли, например фосфаты кальция, или кислоты, например фосфорная кислота (схема 4).

Органические вещества, в основном, образуются в живых организмах.

Характеристика органических веществ. К органическим веществам относятся нуклеиновые кислоты, углеводы, белки и жиры. **Нуклеиновые кислоты**, например ДНК, нужны для сохранения наследственности.

Углеводы по-иному называют еще **сахарами**. Как вы догадались, они сладкие на вкус. Много углеводов содержат все сладкие плоды: виноград, дыни, арбузы, абрикосы, груши, яблоки. Также они встречаются в семенах злаков: риса, пшеницы, овса, ячменя, кукурузы

Схема 4





Рис. 47. Растения – настоящая кладовая углеводов

(рис. 47). Молоко содержит примерно поровну белков, жиров и углеводов, но больше всего в нем воды, поэтому оно и жидкое.

Белки – основные органические вещества клетки. Если убрать из организмов воду, то в среднем белки составят 70–80%. Это больше, чем всех других веществ, не считая воды. Белки, как и углеводы, дают 17,2 кДж энергии при распаде 1 г. Но углеводы в первую очередь дают энергию, а белки кроме того являются еще и строительным материалом клеток. Не зря же их так много в составе живого. Именно поэтому молодым людям, чей организм растет, спортсменам, наращивающим мышечную массу, а также беременным женщинам, в организме которых развивается плод, особенно необходима пища, богатая белками.

Много белков содержится в продуктах животного происхождения. Это в первую очередь мясо, рыба, а также яйца, творог, молоко. Сыры чаще содержат больше жиров, чем белков. Процентный состав белков, жиров и углеводов обычно указывают на упаковке пищевых продуктов.

Белки – основной органический компонент клеток, поэтому они обязательно есть и в растительных продуктах. Из растений наиболее богаты белком бобы, горох, фасоль, соя.

Жиры – самые энергоемкие органические вещества. При распаде 1 г жиров выделяется около 39 кДж энергии. Животные жиры – это курдючное и свиное сало, коровье масло, рыбий жир и др.

Растения, семена которых богаты жирами, используются для получения растительных масел. Например, хлопок, подсолнечник, рапс, горчица, сафлор и т. д.

В целом, чтобы организм получал необходимые вещества, нужно питаться разнообразной пищей.



Вещества неорганические и органические, белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты.



Знание и понимание:

1. Перечислите неорганические и органические вещества.
2. Какого вещества больше всего в живых организмах?

Применение:

1. Назовите, в каких продуктах содержатся белки, жиры, углеводы.
2. Сколько энергии выделяется при их распаде?

Анализ:

1. Проанализируйте значение белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот в организме.
2. Разрекламируйте значение продуктов в зависимости от роли органических веществ, содержащихся в них.

Синтез:

1. Напишите эссе на тему «Значение органических веществ», используя материалы учебника.
2. Как вы думаете, является ли правильное питание основной задачей человека?

Оценка:

Оцените питание разнообразной пищей как источник получения организмом необходимых веществ.

Дискуссия:

Как вы думаете, что полезнее – вегетарианство или разнообразная пища?



№3. Исследование наличия углеводов, белков и жиров в продуктах питания. См. с. 233.

§15. Значение химических элементов в жизни растений. Удобрения

Дефицит элементов у растений. Растения потребляют из воздуха кислород и углерод. Кислородом они дышат, как и другие живые организмы. Углерод в виде углекислого газа используется ими при фотосинтезе для образования белков, жиров и углеводов.

Все другие вещества и элементы растения получают только из почвы. В первую очередь это вода. Она важна и сама по себе, так как входит в состав цитоплазмы и клеточного сока вакуолей. Среди химических элементов, необходимых для жизни растений, различают макро- и микроэлементы.

К **макроэлементам** относятся азот, сера, фосфор, калий, кальций, магний. Азот необходим растениям и животным для роста. Он входит в состав белков, а этих органических веществ в клетке больше всего. Без азота вообще невозможен рост растений.

Сера также является составной частью белков. При разложении белковых веществ образуется сероводород с очень характерным неприятным запахом.

Следующий важный элемент в жизни растений – *фосфор*. Без этого элемента не образуются оболочки и ядра клеток. Фосфор также необходим для усвоения растениями энергии, так как он входит в состав веществ, участвующих в этих процессах. Без фосфора клетки растений не смогли бы размножаться.

Калий тоже необходим для роста растений.

Он также влияет на перераспределение воды в организме растений, формирование опорных структур корней и стеблей.

Кальций, как и калий, играет роль в перераспределении воды, способствует нормальному развитию корней. При его нехватке происходит задержка роста растения.

Магний, как и азот, входит в состав хлорофилла. При недостатке магния, азота или железа листья теряют характерный зеленый цвет. Они светлеют, бледнеют или желтеют.

Другие элементы, необходимые для жизнедеятельности растений, относят к **микроэлементам**. Они содержатся в организмах в низких концентрациях (тысячные доли процента). Насчитывается свыше 30 микроэлементов: алюминий, железо, медь, марганец, цинк, молибден, кобальт, йод и др.

При недостатке в почве любого из элементов растение не может нормально существовать и развиваться.

Минеральное питание растений регулируется с помощью **удобрений**. В зависимости от химического состава они подразделяются на минеральные и органические. К **минеральным (неорганическим) удобрениям** относятся искусственно созданные на химическом производстве вещества, содержащие те или иные элементы, необходимые растениям, в наиболее доступной форме (рис. 48).

Органические удобрения – вещества, образующиеся в результате жизнедея-



Рис. 48. Комплексные минеральные удобрения

Рис. 49. Промышленная добыча торфа



тельности живых организмов. К ним относятся *компост, навоз, птичий помет, перегной, торф* и др. (рис. 49).

Грамотное применение удобрений способствует повышению урожайности культурных растений на 30–70%.



Макроэлементы, микроэлементы, неорганические (минеральные) и органические удобрения.



Знание и понимание:

1. Какие из веществ и в виде чего растения должны получать в качестве удобрений?
2. Перечислите условия, необходимые для успешного выращивания растений.

Применение:

Рассмотрите рисунки. Определите, каких веществ не хватает растениям.



Анализ:

1. Проанализируйте роль разных видов неорганических удобрений.
2. Проанализируйте роль разных видов органических удобрений.

Синтез:

1. Составьте перечень правил эффективного использования удобрений.
2. Докажите, что увеличение и уменьшение количества химических элементов в почве влияет на растения.

Оценка:

Оцените роль удобрений для растений.

Дискуссия:

Как вы думаете, какие из удобрений наиболее эффективны?

Тестовые вопросы

1. Часть клетки, защищающая и отделяющая ее от окружающей среды:
 - а) ядро
 - б) мембрана
 - в) цитоплазма
 - г) вакуоль
 - д) рибосома
2. Вязкая жидкость, заполняющая клетку:
 - а) ядерный сок
 - б) рибосома
 - в) тканевая жидкость
 - г) цитоплазма
 - д) лимфа
3. Часть организма, имеющая свое место и строение и выполняющая определенную функцию:
 - а) орган
 - б) ткань
 - в) молекула
 - г) популяция
 - д) биотоп
4. Совокупность клеток, имеющих одинаковое происхождение, строение и выполняющих сходную функцию:
 - а) ткань
 - б) популяция
 - в) организм
 - г) орган
 - д) молекула
5. Часть клетки, имеющая постоянное строение и выполняющая определенную функцию:
 - а) ткань
 - б) молекула
 - в) органоид
 - г) прокариоты
 - д) эукариоты
6. Придает цвет растительной клетке:
 - а) пластида
 - б) ядро
 - в) вакуоль
 - г) рибосома
 - д) лизосома
7. В клетках растений крахмал откладывается про запас в:
 - а) рибосомах
 - б) хромосомах
 - в) хромoplastах
 - г) лейкопластах
 - д) хлоропластах
8. Пластиды в плодах урюка, тыквы:
 - а) хромопласты
 - б) лейкопласты

- в) рибосома
г) плазмодесма
д) хлоропласты
9. Температура замерзания воды:
а) 0°C
б) -1°C
в) -10°C
г) -20°C
д) -50°C
10. Температура, при которой у воды наибольшая плотность:
а) +4°C
б) +1°C
в) 0°C
г) +10°C
д) +8°C
11. Элемент, придающий твердость раковине улитки:
а) кальций
б) азот
в) водород
г) калий
д) железо
12. Элемент, благодаря которому кровь многих животных имеет красный цвет:
а) железо
б) йод
в) медь
г) ртуть
д) молибден
13. Неорганическое вещество:
а) белок
б) вода
в) углевод
- г) жир
д) нуклеиновая кислота
14. Не относится к органическим веществам:
а) белок
б) нуклеиновая кислота
в) углевод
г) жир
д) кислород
15. Углеводы в основном содержатся в:
а) мясе
б) масле
в) молоке
г) сахаре
д) яйцах
16. Белки в основном содержатся в:
а) мясе и яйцах
б) масле и сале
в) молоке
г) сахаре и конфетах
д) фруктах и ягодах
17. Элемент, входящий в состав хлорофилла:
а) магний
б) йод
в) селен
г) золото
д) кремний
18. Органическое удобрение:
а) калий
б) фосфор
в) навоз
г) азот
д) аммиак

§16. Транспорт питательных веществ в организмах

Транспорт веществ в организмах животных. У многоклеточных организмов разные ткани, части тела и органы выполняют различные функции. А потребности клеток остаются одинаковыми. Все они, как и организмы в целом, нуждаются в воде, кислороде, питательных (белки, жиры, углеводы) и минеральных веществах, а также входящих в их состав элементах. Также все клетки, органы и организмы нуждаются в том, чтобы из них своевременно удалялись (выделялись) вредные вещества, образующиеся в процессе жизнедеятельности.

У большинства многоклеточных животных роль транспортной системы выполняет кровеносная система (рис. 50).

Важнейшим веществом, переносимым кровью, является кислород. Он усваивается в органах дыхания – легких. Без молекул кислорода не могут обойтись ни клетки печени, ни клетки мозга, ни клетки мышц ног, рук и т. д. Без него любая клетка организма погибнет. Кислород от легких к клеткам тела, как и углекислый газ от клеток тела в легкие, доставляется специальным веществом – *гемоглобином*, в состав которого входит такой элемент, как железо.

Питательные вещества транспортируются в растворенном состоянии.

Кроме газов и питательных веществ в кровь попадают и растворяются в ней вредные вещества, образующиеся в каждой клетке. Большая часть (кроме углекислого газа) выводится через почки в составе

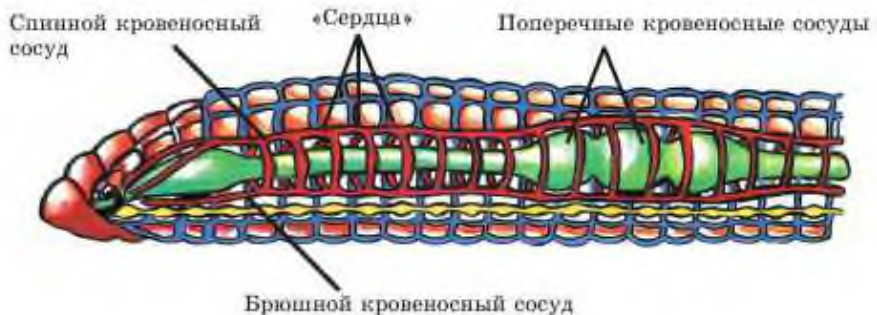


Рис. 50. Кровеносная система впервые появляется у дождевых червей

мочи и через кожу в составе пота. Почки являются мощными биологическими фильтрами, очищающими кровь. Если бы по каким-то причинам вредные вещества оставались в организме человека, самоотравление наступило бы менее чем через час.

Кожа выполняет функцию вспомогательного выделительного органа. Ее роль возрастает, когда все химические процессы в организме ускоряются. Это происходит в жару и при физических нагрузках. Именно в таких случаях люди интенсивно потеют. Углекислый газ, как вы уже знаете, выводится через легкие, а не через почки.

Транспорт веществ в организмах растений. Как вы знаете, *корень* – это орган, поглощающий из почвы воду и растворенные в ней минеральные и органические вещества, необходимые растениям (рис. 51). Без неорганических (минеральных) веществ растения не могут выжить. Без органических веществ почвы растения какое-то время способны выжить, но развиваться они будут гораздо хуже. Именно поэтому понятие *плодородие почвы* связано как с содержанием неорганических веществ, так и с количеством перегноя.

Но роль корня заключается не только в поглощении веществ из почвы. Не менее важная его функция – проведение веществ в надзем-

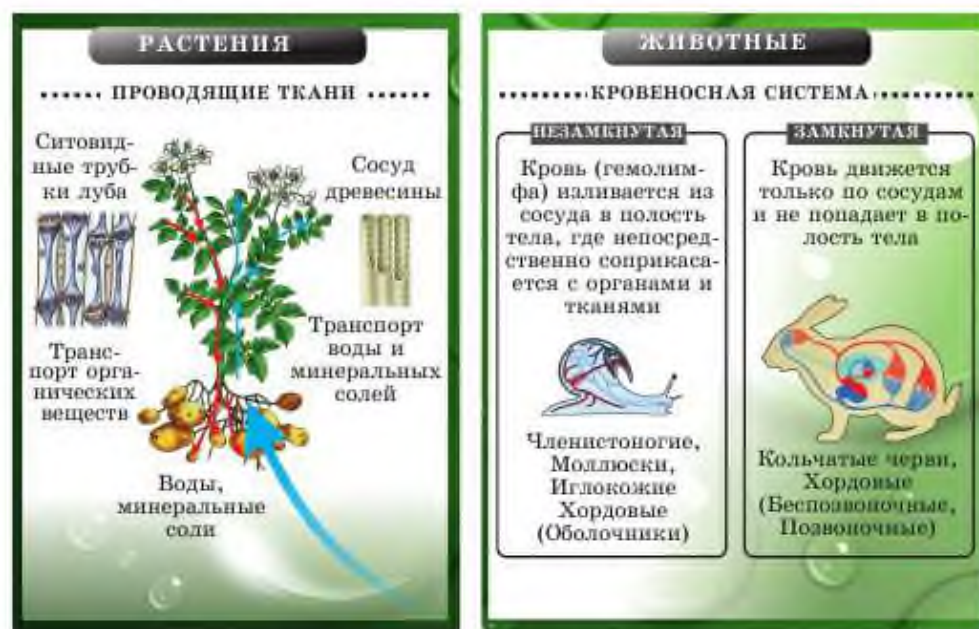


Рис. 51. Транспорт веществ в организме

ные органы растений: стебли, листья. Клетки корня благодаря специальному строению способны выталкивать растворы в стебель. Эта сила получила название *корневого давления*.

Стебель – главный орган проведения веществ между листьями и корнем. Поэтому от его проводящих систем зависит, получают ли все части растения необходимые вещества.



Кровеносная система, плодородие почвы, корневое давление.



Знание и понимание:

1. Что такое транспорт веществ?
2. Как происходит транспорт веществ у животных?
3. Как происходит транспорт веществ у растений?

Применение:

1. Назовите вещества, необходимые для жизнедеятельности животных и растений. Почему их надо транспортировать?
2. Могут ли обойтись без транспортной системы населенный пункт, государство, живой организм? Докажите, при каких обстоятельствах это может произойти. Приведите примеры.

Анализ:

1. Изобразите транспорт веществ у животных в виде схемы. Проанализируйте, какие органы, их части и системы задействованы.
2. Изобразите транспорт веществ у растений в виде схемы. Проанализируйте, какие органы, их части и системы задействованы.

Синтез:

1. Как изменяются вещества, поступающие в растительные клетки? С помощью каких органов и органондов они выводятся из организма?
2. Как изменяются вещества, поступающие в клетки животных? С помощью каких органов и систем они выводятся из организма?

Оценка:

1. Оцените значение транспорта веществ в организме животных.
2. Оцените значение транспорта веществ в организме растений.

§17. Внутреннее строение стебля древесных растений

Основные слои в стебле древесных растений. Если вы рассматривали пни свежеспиленных деревьев, то могли заметить, что в них легко различимы четыре слоя: кора, камбий, древесина и сердцевина (рис. 52, *а*). Если рассматривать их в световой микроскоп (рис. 52, *б*), то там обнаружатся клетки разных типов и даже слои из разных тканей растений. Рассмотрим каждый слой стебля отдельно.



Рис. 52. Внутреннее строение стебля (а);
 1 – кора; 2 – камбий; 3 – древесина;
 4 – сердцевина; вид под микроскопом (б)

Кора – наружный слой стебля. Если это стебли трав либо молодые ветки первого года жизни, то на их поверхности будет располагаться прозрачная *покровная ткань*, похожая на кожицу листа. Под ней могут находиться зеленые фотосинтезирующие клетки. Если же это перезимовавшая ветка или старый ствол, то на поверхности будет толстый слой мертвых клеток – *пробка*. Кора защищает внутренние ткани стебля от холода, поэтому и сформировался слой пробки. Молодая прозрачная кожица должна защищать от перегрева и пересыхания, но при этом не мешать фотосинтезу.

Когда растения сбрасывают листву, им нужно найти способ потреблять кислород и выделять углекислый газ. Для этого среди мертвых клеток пробки формируются тяжи из живых клеток *основной ткани*. Эти тяжи проходят сквозь кору внутрь стебля и достигают следующих слоев – камбия и древесины. На наружной поверхности стволов многих растений эти выходы тяжей заметны без микроскопа. Они называются *чечевичками* (рис. 53).

Под кожицей или пробкой находится слой коры, который имеет *опорную ткань*, придающую прочность. Может быть, вы замечали, что когда ломаешь молодые ветки, слышно, что древесина уже сломана, но ветку не удается оторвать, так как ее держат волокна коры. Они живые и не разламываются, поэтому ветки проще отрезать. Именно такие волокна льна, конопли и некоторых пальм используют для изготовления веревок и канатов.



а)



б)

Рис. 53. Чечевички на коре березы (а) и абрикоса (б) видны без микроскопа

Во внутреннем слое коры находится также и важная *проводящая ткань* – флоэма.

Камбий – слой *образовательной ткани*. Все клетки камбия одинаковы. Они образуют тоненькое, слабо различимое кольцо между корой и древесиной. Его можно отличить на ощупь на свежем спиле крупного, но не старого дерева. Этот слой обладает самыми сочными клетками, и при разрушении его можно определить как влажное кольцо между древесиной и корой.

Клетки камбия, как и клетки зародыша, быстро размножаются и, не успевая вырасти, откладываются в сторону древесины или коры. Именно за счет клеток камбия происходит рост стволов и ветвей в толщину. Все лето размножающиеся клетки камбия становятся клетками древесины (в большей степени) или коры (в меньшей). Зимой их размножение прекращается из-за недостатка питательных веществ. Весной же, как только распускаются молодые листья, клетки камбия снова начнут быстро размножаться, становясь клетками древесины и коры. И слой древесины продолжит свой рост, образуя *годовые кольца*.

Древесина (ксилема) – основной слой стебля древесных растений. Он самый толстый и самый мощный. Именно древесину используют для изготовления досок, мебели, фанеры и т. д. Она прочная и долговечная по сравнению с другими слоями стебля. Клетки древесины очень разнообразны и выполняют разные функции: опорную, проводящую, основную.

Клетки именно *опорной ткани* древесины делают ее прочной и твердой. Они сохраняют свои свойства и после того, как дерево спили-

ли, потому что это мертвые клетки внутри живого дерева. Именно поэтому они очень прочные и выполняют свою роль даже после гибели растения (рис. 54).

Проводящие ткани древесины доставляют воду из корня в надземные части растения. За эту функцию ее еще называют *ксилемой*.

Древесная основная ткань, в отличие от мякоти листьев, не зеленая. Это живые клетки древесины, которые, как и все живые клетки, питаются, дышат, растут и осуществляют обмен веществ. Именно живые клетки древесины образуют *сердцевинные лучи*, по которым кислород проходит от чечевичек к сердцевине.

Сердцевина – основная запасаящая ткань. Она находится в центре стебля древесных растений. Часто ее можно отличить по цвету или определить на ощупь, если потрогать свежеспиленное дерево. Древесина будет твердой (за счет мертвых опорных клеток), а сердцевина – более мягкой (все ее клетки живые и заполнены питательными веществами). Листья древесных растений в осенне-зимний период не фотосинтезируют. И для питания всех клеток деревьев в это время используются запасные питательные вещества, накопленные в сердцевине к осени.

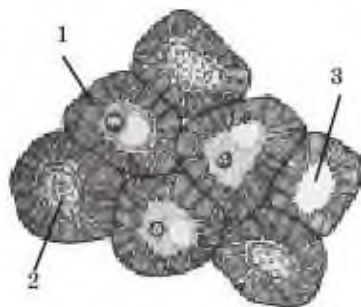


Рис. 54. Живые клетки (1) постепенно разрушаются (2) и превращаются в мертвые (3)



До недавнего времени даже существовала технология получения сахаристых веществ из сердцевины осеннего клена. Ее продукт называется *кленовым сиропом*. Но сейчас люди понимают, что уничтожать огромные деревья ради сахаров, которые можно получить и из возделываемой сахарной свеклы, невыгодно и экологически преступно.



Кора, чечевички, камбий, древесина, годичные кольца, сердцевинные лучи, сердцевина, флоэма, ксилема.



Знание и понимание:

1. Какие слои встречаются в стебле дерева?
2. Из каких клеток состоят камбий и сердцевина? Чем они отличаются от клеток древесины и коры?

Применение:

1. Объясните, почему ветки молодых деревьев сложно сломать.
2. Как дышит растение после опадания листьев – осенью и зимой?

3. Почему именно древесину используют для изготовления мебели, досок, фанеры?

Анализ:

1. Известно, что у пшеницы, тюльпана, лука и других лилейных и злаковых растений нет камбия. Проанализируйте, как это отразилось на их строении.
2. Проанализируйте, откуда деревья получают питание летом и зимой. Почему клетки сердцевинки не бывают твердыми, как древесина?

Синтез:

1. Назовите виды тканей в коре стебля. Составьте таблицу, отразив их функции.
2. Назовите виды тканей в слоях древесины. Составьте таблицу, отразив их функции.

Оценка:

1. Оцените, можно ли отследить условия произрастания дерева по спилу его древесины. Как и какие сведения можно выяснить?
2. Почему сейчас не практикуется получение кленового сиропа?



№4. Исследование внутреннего строения стебля. См. с. 234.

§18. Зоны корня

Корень – орган поглощения воды и питательных веществ из почвы. Для этого процесса приспособлено все его строение. Внутреннее строение корня можно рассматривать на продольных и поперечных разрезах.

Зоны корня. Если разрезать корень вдоль, то наиболее близкой к стеблю частью корня будет зона проведения, следующая за ней в глубину – зона всасывания, далее находится зона роста, на верхушке корня находится зона деления, которая прикрыта специфическим образованием – корневым чехликом. Итак, в продольном разрезе корня выделяют четыре зоны и корневой чехлик (рис. 55).

Корневой чехлик (рис. 56) состоит из покровной ткани. Он выполняет защитную функцию, прикрывая, как наперстком, зону деления. Наружные клетки корневого чехлика мертвые. Межклеточное пространство между ними заполнено слизью. Если в почве встречаются твердые предметы, например камни, мертвые клетки корневого чехлика отслаиваются и остаются на твердом предмете. А выделившаяся из межклеточников слизь позволяет корню скользить и без повреждений обходить препятствия. Клетки, находящиеся внутри корневого чехлика, живые. Под микроскопом хорошо видно, что они имеют ядра.

Зона деления состоит из клеток образовательной ткани. Эти клетки постоянно размножаются. Большая их часть поступает в зону роста, а меньшая становится новыми клетками корневого чехлика. Из быстро размножающихся клеток зоны деления образуются и все другие клетки корня.

Если удалить зону деления, корень перестанет расти в длину. При этом начнется быстрый процесс образования большого количества боковых корней. При возделывании некоторых культурных растений, таких как томаты, этот агротехнический прием позволяет сделать корневую систему более мощной и эффективной.

Зона роста корня следует сразу за зоной деления. Между этими зонами нет резкой границы, просто одна переходит в другую. В зоне роста только что образовавшиеся клетки увеличиваются в размерах – удлиняются. Если поставить видимые отметины, например провести чернилами черточки на молодом корне, станет заметно, что корень растет в длину именно в зоне роста (рис. 57).

Клетки в зоне роста приобретают характерные особенности.

Зона всасывания названа так потому, что именно она отвечает за поглощение воды и растворенных в ней веществ из почвы. Даже без микроскопа видно, что эта зона покрыта *корневыми волосками* (рис. 58). Именно они обеспечивают всасывание веществ. Их длина может быть от нескольких миллиметров до 1,3 см. Живут они несколько дней. По мере роста корня в длину новые, молодые корневые волоски постоянно появляются в нижней части зоны всасывания. При этом старые корневые волоски постоянно отмирают в верхней части зоны всасывания, ближе к зоне проведения.

Зона проведения отвечает за то, чтобы вещества, поглощенные в зоне всасывания, по-

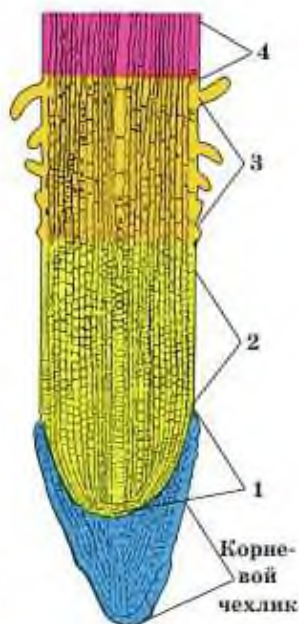


Рис. 55. Зоны корня:
1 – зона деления клеток;
2 – зона роста;
3 – зона всасывания;
4 – зона проведения

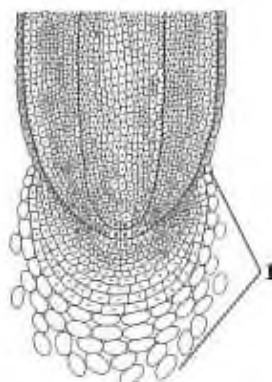


Рис. 56. Корневой чехлик (1)

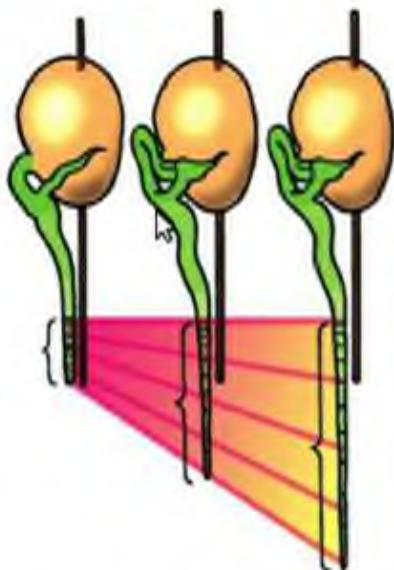


Рис. 57. Эксперимент, демонстрирующий роль зоны роста корня



Рис. 58. Корневые волоски проростка

пали в стебель. Транспорт веществ возможен благодаря проводящей ткани, из которой состоит эта зона. Проводящие элементы корня располагаются в центре, в отличие от стебля, у которого они находятся в коре. Эта часть корня с проводящими тканями получила название *центральный цилиндр*.



Корень: зоны проведения, всасывания, роста, деления; корневой чехлик, корневые волоски, центральный цилиндр.



Знание и понимание:

1. Какие функции у корня?
2. Из каких зон состоит корень?

Применение:

1. Заполните таблицу, в которой будут даны названия зон корня, их функции и особенности строения.
2. Как специализируются клетки в зоне роста? Выскажите свои мысли.

Анализ:

1. Проанализируйте с помощью микроскопа зону деления корня. Из клеток какой ткани она состоит, и как расположена?
2. Исследуйте корневые волоски в зоне всасывания. Расскажите о их функциях, размерах и количестве.

Синтез:

1. Напишите эссе на тему «Взаимосвязь функций и строения корня».
2. Подготовьте кейс к дебатам: «Важнейшая функция корня: утверждение – «всасывание веществ из почвы»; опровержение – «транспортровка веществ в стебель».

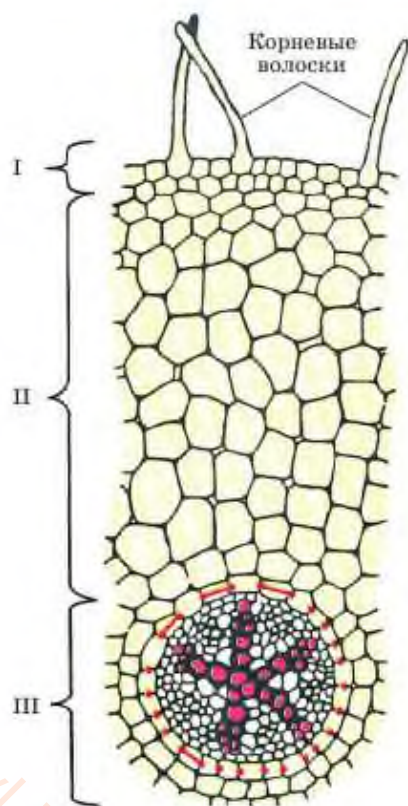
Оценка:

1. Предложите эксперименты, с помощью которых удастся аргументированно доказать роль каждой зоны корня.
2. Оцените, как и через какие структуры происходит транспорт веществ от клеток корня к клеткам стебля.



№5. Исследование зон корня. См. с. 235.

§19. Внутреннее строение корня



Строение корня. Для более полной картины расположения элементов в корне рассмотрим его поперечный разрез, который проходит через зону всасывания (рис. 59). Ведь если бы мы рассматривали поперечный разрез корневого чехлика, то увидели бы однородные живые клетки в центре и ослизняющиеся мертвые – по периферии. А если бы поперечный разрез прошел сквозь зону деления, то, скорее всего, мы увидели бы однородные мелкие делящиеся клетки.

Рис. 59. Поперечный разрез корня:

- I – покровная ткань;
- II – кора;
- III – центральный цилиндр

Первичная кора – это толстый слой живых клеток основной ткани (паренхимы) (рис. 59, II). Она образуется на поверхности молодого корня или на растущей нижней части углубляющегося в почву старого корня. Наружный слой клеток первичной коры называется *эпibleмой*, а внутренний – *эндодермой*. Клетки эндодермы очень важны, так как благодаря им в водопроводящей ткани корня создается корневое давление.

Эпibleма – это верхний слой клеток первичной коры корня. Ее клетки очень тонкостенные. Они не успевают накопить в своих клеточных стенках твердые вещества. Именно из клеток эпibleмы и образуются корневые волоски в зоне всасывания (рис. 59, I).

Эпibleма может находиться только в зоне всасывания, так как выше этой зоны, ближе к стеблю, формируется *вторичная кора*. Клетки вторичной коры имеют толстые стенки. Часто они образуют слои пробки из мертвых клеток. По мере того как сам корень растет, слой эпibleмы постоянно углубляется в почву.

Центральный цилиндр корня. В центре корня располагаются проводящие ткани. Но чтобы попасть в зону проведения, вода должна проникнуть в проводящие ткани из зоны всасывания. Именно поэтому между этими зонами не существует четкой границы. После того как первичная кора корня заканчивается, начинается внутренняя часть – центральный цилиндр. Его составляют образовательные ткани и два вида проводящей ткани: ксилема и флоэма.

Водопроводящая *ксилема* образует «звездочку» в центре (рис. 59, III). Проводящая органические вещества *флоэма* расположена между лучами «звезды» ксилемы, ближе к периферии. В целом схема передвижения воды, поглощенной корнем, может быть выражена так:

влага почвы → корневой волосок → клетки коры корня → сосуды ксилемы центрального цилиндра → древесина стебля (по сосудам к листьям) → сосуды внутри жилок → клетки микоты листа → устьица → испарение (транспирация).

В ходе транспирации из растения выделяется до 90% воды, поглощенной корнем.

Из образовательной ткани центрального цилиндра – *перицикла* – развиваются боковые корни. Слой клеток перицикла находится между корой корня и центральным цилиндром. Клетки перицикла способны расти и размножаться. У некоторых растений перицикл состоит из двух слоев клеток (сосны, ели), у большинства – из одного слоя.

У тех растений, корни которых интенсивно растут в толщину (дубы, яблони), из перикамбия образуется камбий. Если корень молодой, в нем есть только перикамбий. Если корень старый и продолжает расти в толщину, в нем будут функционировать и камбий, и перикамбий. Камбий будет обеспечивать рост в толщину, а перикамбий – формирование боковых корней.



Кора, эпидерма, эндодерма, центральный цилиндр корня, перикамбий.



Знание и понимание:

1. Что такое первичная кора корня?
2. Какие структуры она образует?
3. Что такое центральный цилиндр корня?

Применение:

1. Объясните, какими бывают клетки коры корня.
2. Назовите и покажите, где образуется перикамбий. Для чего он нужен и как связан с камбием?

Анализ:

1. Почему эпидерму иногда называют вечно молодой тканью?
2. Проанализируйте, где расположены, как образуются и для чего служат клетки пробки во вторичной коре корня.

Синтез:

1. Установите взаимосвязь между строением центрального цилиндра и проводящей функцией корня.
2. Установите связь между ролью, особенностями строения клеток и расположением перикамбия и камбия.

Оценка:

Изобразите в виде схемы движение воды, которая впитывается корнем. Объясните значение этого процесса.

§20. Транспортные ткани высших растений

Ксилема и флоэма – главные транспортные ткани в организмах высших растений. Живые организмы возникали и совершенствовались на нашей планете поэтапно. Первые из них были примитивнее, чем современные. Это были водоросли. Сначала одноклеточные, потом многоклеточные. У водорослей не было тканей и органов. Вокруг них была одинаковая окружающая среда – вода. Им не нужно было, как наземным растениям, приспосабливаться к разным условиям: почве,



Рис. 60. Сосуды ксилемы

воздуху, различному климату. Поэтому ткани впервые появились у наземных растений.

У всех наземных растений, которые имеют стебли и корни, есть проводящие ткани. Одна из них – *ксилема* – сформировалась для транспорта воды и других веществ, поступающих от корня в стебли и листья. Она обеспечивает *восходящий ток* веществ по растению (рис. 60).

Для транспорта веществ, которые должны попадать из листьев в корень, сформировалась проводящая ткань *флоэма*. Она обеспечивает доставку из листьев в стебель и корень органических веществ (точнее



Рис. 61. Ситовидная трубка флоэмы

их растворов), образовавшихся в ходе фотосинтеза, т. е. *нисходящий ток* веществ в растениях (рис. 61).

Итак, в организмах высших наземных растений существуют два основных вида проводящей ткани:

1. Ксилема обеспечивает подъем веществ (воды и других элементов) вверх из корня в стебли и листья.

2. Флоэма – проведение органических веществ, образовавшихся в ходе фотосинтеза, из листьев в корни по ситовидным трубкам.

Ксилема и флоэма – *сложные ткани*. Так называют ткани, которые состоят из нескольких самостоятельных, не похожих друг на друга типов клеток (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительный анализ признаков ксилемы и флоэмы

Ксилема	Признак	Флоэма
Древесина	Другое название ткани	Луб (часть коры)
Сосуды	Название проводящих элементов	Ситовидные трубки
Клетки мертвые	Тип клеток	Клетки живые
Вытянутые, удлиненные	Форма клеток	Вытянутые, удлиненные
Поперечные перегородки между мертвыми клетками разрушились. Вспомогательных структур нет	Особенности строения клеток	Между клетками образуются специфические контакты – «сито». Нуждаются в живых клетках-спутниках
В центре центрального цилиндра в виде «звездочки»	Расположение в корне	По периферии центрального цилиндра, как бы между лучами «звездочки»
В древесине, к центру от луба	Расположение в стебле	Во внутреннем слое коры – лубе
От корня вверх	Направление проведения веществ	От листьев вниз
Вода, минеральные соли и другие вещества почвы	Тип веществ	Органические вещества, образованные в ходе фотосинтеза



Ксилема, флоэма, восходящий и нисходящий ток, сложные ткани, ситовидные трубки, сосуды.



Знание и понимание:

1. Какие функции выполняет ксилема?
2. Какие функции выполняет флоэма?

Применение:

1. Объясните, почему у водорослей нет ни тканей, ни органов, а у наземных растений они есть.
2. Расскажите, какие вещества и в каком направлении проводит ксилема.
3. Расскажите, какие вещества и в каком направлении проводит флоэма.

Анализ:

1. Проанализируйте взаимосвязь строения и функций проводящих элементов ксилемы, используя текст учебника.
2. Проанализируйте взаимосвязь строения и функций проводящих элементов флоэмы, используя текст учебника.

Синтез:

1. Представьте, что ксилема перестала функционировать. Какие изменения и в какой последовательности произойдут с растением?
2. Представьте, что флоэма перестала функционировать. Какие изменения и в какой последовательности произойдут с растением?

Оценка:

Оцените значение проводящих элементов, соотнесите особенности их строения и расположения с их функциями.

Дискуссия:

Что важнее: ксилема или флоэма?

§21. Кровеносная система – транспорт веществ у животных

Растения транспортируют вещества при помощи проводящих тканей – древесины (ксилема) и луба (флоэма). У животных эту роль выполняет **кровеносная система**. Она переносит питательные вещества и кислород от пищеварительной системы и органов дыхания к тканям, а жидкие продукты распада и углекислый газ – от тканей к органам дыхания и выделения.

Строение кровеносной системы. Замкнутая и незамкнутая системы кровообращения. Кровеносная система обязательно включает в себя **кровеносные сосуды**, по которым течет кровь. Кроме сосудов у большинства организмов есть **сердце**. Оно выполняет роль насоса и перекачивает кровь в одном направлении, обеспечивая ее постоянное продвижение внутри организма.

Кровеносная система может быть замкнутой и незамкнутой. У организмов с *замкнутой кровеносной системой* кровь всегда находится только в сосудах. Она не выливается в полость тела и не смешивается с межклеточной или полостной жидкостями.

Организмы с *незамкнутой кровеносной системой* имеют только несколько крупных сосудов, которые обрываются, и кровь выливается в полость тела, непосредственно омывая органы (схема 5).

Схема 5



Система кровообращения дождевого червя. Кровь и кровеносная система впервые появляются у представителей типа кольчатых червей. При этом кровеносная система у них замкнутая. Она состоит из двух крупных продольных сосудов – *спинного* и *брюшного* и более мелких поперечных *кольцевых сосудов*, расположенных в каждом сегменте тела (см. рис. 50). Сердце дождевых червей, как и у всех кольчатых, еще не сформировалось. Его роль выполняют пять мощных кольцевых сосудов. Сокращаясь, они проталкивают кровь. За это свойство их называют *сердцами*. Кровь красного цвета, потому что содержит *гемоглобин*, переносящий кислород и содержащий железо.

Система кровообращения моллюсков незамкнутая, т. е. сосуды открываются прямо в полость тела. Но у этих животных впервые появляется сердце (рис. 62). У примитивных моллюсков, например улитки, оно *двухкамерное*, т. е. состоит из двух разных полостей.



Рис. 62. Кровеносная система улитки

Меньшая часть сердца, куда поступает кровь из организма, называется *предсердием*. Оно проталкивает кровь в большую камеру – *желудочек*. А уже он проталкивает кровь по телу моллюска. У высокоорганизованных моллюсков, таких как осьминоги, сердце *трехкамерное*: два предсердия (левое и правое) и один желудочек.

Система кровообращения членистоногих (ракообразные, паукообразные и насекомые), как и моллюсков, незамкнутая. Сердце у них разделено на одинаковые камеры, которые не отличаются друг от друга ни по строению, ни по функциям.

У раков сердце – пятиугольный (пятикамерный) мешочек, расположенный в головогруди (рис. 63). У пауков сердце многокамерное трубчатое, расположено в брюшке. У насекомых сердце тоже трубчатое. А их кровь, вернее *гемолимфа*, почти не участвует в транспорте газов и переносит только питательные вещества и продукты выделения. Их дыхательная система так хорошо развита, что доставляет кислород непосредственно к каждой клетке.

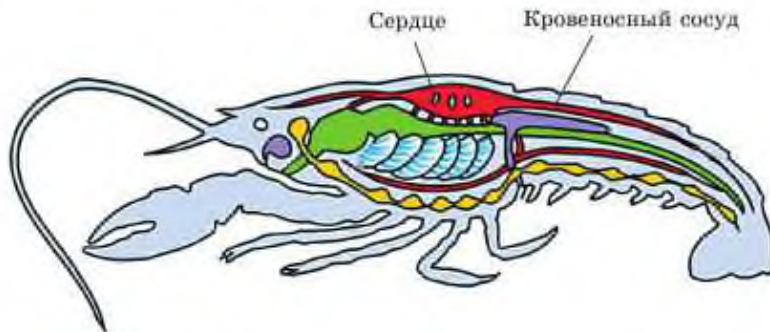


Рис. 63. Внутреннее строение речного рака

Система кровообращения позвоночных замкнутая. У всех позвоночных кровь красного цвета. Она никогда не выливается из сосудов. Сердце разделено на разные камеры: предсердия и желудочки (рис. 64), количество которых у разных классов позвоночных разное. Так, у *рыб* сердце двухкамерное и имеет *один круг кровообращения*.

У *земноводных* (лягушки, жабы, тритоны и др.) сердце трехкамерное. Оно состоит из двух предсердий и одного желудочка.

У *пресмыкающихся* (змеи, ящерицы, черепахи, крокодилы) сердце тоже трехкамерное, но в желудочке есть неполная перегородка, благодаря которой кровь полностью не смешивается. А у крокодилов сердце четырехкамерное.

У всех *птиц* и *млекопитающих* сердце четырехкамерное. Оно состоит из двух предсердий (левого и правого) и двух желудочков (левого и правого).

У всех позвоночных, дышащих легкими (земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие), два круга кровообращения. **Большой круг кровообращения** проходит через все тело, кроме легких. **Малый круг кровообращения** проходит через легкие.



Сердце рыбы



Сердце лягушки



Сердце птицы

Рис. 64. Сердца позвоночных



Сердце, сосуды, замкнутая и незамкнутая кровеносные системы, гемоглобин, гемолимфа; двухкамерное, трехкамерное, четырехкамерное сердце; большой и малый круги кровообращения, предсердия, желудочки.



Знание и понимание:

1. Что такое кровообращение?
2. Назовите органы кровообращения.
3. Какую функцию выполняет сердце?
4. Что такое замкнутое кровообращение?
5. Что такое незамкнутое кровообращение?

Применение:

1. Сравните замкнутую и незамкнутую системы кровообращения, выявив их сходство (функции) и отличия (строение).
2. Используя текст учебника, сравните строение сердца у разных животных.
3. Какие функции выполняют кровеносные сосуды?

Анализ:

1. Изобразите в виде схемы кровеносную систему дождевого червя, используя текст учебника.
2. Изобразите в виде схемы кровеносную систему моллюсков и членистоногих, используя текст учебника.
3. Изобразите в виде схемы кровеносную систему позвоночных, используя текст учебника.

Синтез:

1. Напишите маленькое эссе на тему «Эволюция кровеносной системы у беспозвоночных и позвоночных животных».
2. Как вы считаете, усовершенствование строения сердца у позвоночных животных является результатом разных условий жизни или их причиной?

Оценка:

Проанализировав системы кровообращения разных групп организмов, оцените, какую из них вы считаете наиболее совершенной. Можно ли найти недостатки и преимущества, сравнивая ее у насекомых, птиц и млекопитающих?

Тестовые вопросы

1. **Орган, выполняющий выделительную функцию:**
 - а) почка
 - б) головной мозг
 - в) спинной мозг
 - г) поджелудочная железа
 - д) сердце
2. **Орган, выполняющий функцию биологического фильтра:**
 - а) сердце
 - б) почки
 - в) мозг
 - г) печень
 - д) поджелудочная железа
3. **Наружный слой стебля:**
 - а) мембрана
 - б) древесина
 - в) сердцевина
 - г) кора
 - д) оболочка
4. **Образовательная ткань стебля:**
 - а) мембрана
 - б) луб
 - в) древесина
 - г) сердцевина
 - д) камбий
5. **Самый толстый слой стебля у древесных растений:**
 - а) луб
 - б) сердцевина
 - в) камбий
 - г) древесина
 - д) кора

6. Основная запасная ткань:
- а) дуб
 - б) сердцевина
 - в) камбий
 - г) древесина
 - д) кора
7. Зона, на которой расположены корневые волоски:
- а) всасывания
 - б) деления
 - в) роста
 - г) проведения
 - д) корневой чехлик
8. Эпиблема находится в:
- а) зоне роста
 - б) зоне деления
 - в) зоне всасывания
 - г) корневом чехлике
 - д) зоне проведения
9. Обеспечивает рост стебля в толщину:
- а) верхушечная почка
 - б) камбий
 - в) древесина
 - г) сердцевина
 - д) кора
10. Сердце осьминога состоит из:
- а) двух предсердий, одного желудочка
 - б) брюшной аорты
 - в) одного предсердия, двух желудочков
 - г) спинных и жаберных сосудов
 - д) двух предсердий, двух желудочков

§22. Строение и функции листьев

Связь организма со средой осуществляется посредством питания как составной части обмена веществ. В результате в организм растений, животных и человека поступают и усваиваются ими вещества, необходимые для восполнения энергетических затрат и построения тканей. Большинству растений свойственно воздушное (фотосинтез) и почвенное (минеральное) питание (схема 6). Главный орган воздушного питания растений – лист.

Схема 6



Функции листа в организме растения.

Листья выполняют три основные функции:

- фотосинтез;
 - испарение воды – транспирацию;
 - газообмен, необходимый как для фотосинтеза, так и для дыхания.
- Строение листа приспособлено к выполнению этих функций.

Внутреннее строение листа. Листья имеют сочную зеленую мякоть. Это клетки основной фотосинтезирующей ткани – *паренхимы*. Они богаты хлоропластами, которые благодаря хлорофиллу окрашены в зеленый цвет. Именно в этих клетках происходит фотосинтез. У всех горизонтально расположенных, хорошо освещенных листьев клетки образуют два четко различимых в световой микроскоп слоя. Верхний слой называется *столбчатым*, или *столбчатой паренхимой*. Его клетки похожи на плотно прижатые друг к другу столбики. Они несколько вытянуты, имеют цилиндрическую форму и повернуты более узкой ча-



Рис. 65. Внутреннее строение листа



Рис. 66. Поперечный срез листа

стью к свету. Такое расположение позволяет максимально улавливать солнечные лучи.

Внутренний слой расположен с нижней стороны листа. Он называется *губчатым*, или *губчатой паренхимой*. Его клетки более округлые, расположены рыхло, и между ними много свободного пространства, заполненного воздухом. Клетки губчатого слоя тоже зеленые, но интенсивность фотосинтеза в них по сравнению со столбчатым слоем меньше.

Внешнее строение листа. Прозрачную кожицу, которой покрыт лист, легче заметить на мясистых сочных листьях, например алоэ. Можно даже попытаться снять ее и рассмотреть на просвет, под лупой или микроскопом. Кожица листа состоит из *покровной ткани*, выполняющей защитную функцию. Клетки у нее прозрачные, чтобы не мешать проникновению света. Сверху кожица покрыта пленой из жироподобных и воскоподобных веществ. Это повышает ее защитные свойства.

На нижней стороне листьев находятся важнейшие структуры – *устьица* (рис. 65, 66). Через них вещества поступают внутрь растения и выделяются наружу. Внутрь поступают углекислый газ для фотосинтеза и кислород для дыхания. Наружу испаряется вода и образовавшийся кислород.

Транспорт веществ. Испарение воды листьями называется *транспирацией*. Для ее осуществления есть три причины:

1. Вода, поглощаемая корнем, необходима клеткам листьев для жизнедеятельности и фотосинтеза.
2. Испаряясь, вода уменьшает температуру растения, особенно жарким летним днем, и препятствует перегреву организма.

3. При испарении вода как бы подтягивается от корней к листьям, а вместе с ней – и растворенные в ней вещества, необходимые всем живым клеткам, продвигаются по растению вверх.

У растений нет крови и сердца, чтобы обеспечить транспорт веществ внутри организма. Вместо этого в них есть специальные *проводящие ткани*. По ним вещества перетекают из корня в листья и обратно. Вверх поступает вода, необходимая для фотосинтеза, и растворенные в ней минеральные вещества. Вниз перетекают органические вещества. В основном это растворы углеводов, чтобы питать корни растений. Белки, жиры и углеводы, образующиеся в ходе фотосинтеза, также необходимы, чтобы корни росли. Из них образуются новые клетки корней.

В листьях есть специальные структуры, обеспечивающие транспорт веществ. Это *проводящие пучки*, называемые *жилками*. Они хорошо заметны, особенно с нижней стороны листьев. У гниющих осенних листьев сначала разрушается основная ткань, а жилки сохраняются дольше, образуя как бы скелет листа.

Кроме транспортной жилки выполняют еще и опорную функцию. В них есть клетки прочной *механической ткани*, придающей им жесткость. Именно благодаря жилкам листья на ветру не сминаются, оставаясь расправленными.



Минеральное питание, воздушное питание, транспирация, паренхима столбчатая и губчатая, устьица, замыкающие клетки, устьичная щель, проводящие ткани, проводящие пучки, ситовидные трубки, механическая ткань.



Знание и понимание:

1. Дайте определение минеральному и воздушному питанию.
2. Назовите основную функцию листьев.

Применение:

1. Назовите и определите значение внутреннего слоя листа.
2. Как взаимосвязаны строение и функции покровной ткани листьев?

Анализ:

1. Сделайте анализ зависимости строения листа от его функций.
2. Составьте схему, отражающую механическую и проводящую функции жилок листа.

Синтез:

1. Напишите эссе о проводящих тканях растений. Почему они не формируются у животных?

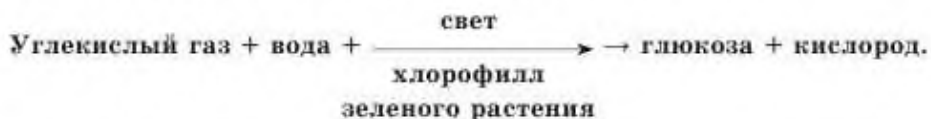
2. Нарисуйте опорную схему, которая отразит разные причины испарения воды листьями.

Оценка:

Оцените эффективность механизмов сохранения воды растениями посредством изменения формы листьев.

§23. Условия, необходимые для фотосинтеза

Фотосинтез – важнейший процесс в организме растений. Напомним, что все эукариотные организмы, кроме зеленых растений, получают энергию из питательных веществ потребляемой пищи. А все зеленые растения получают энергию из света. **Фотосинтез** – это процесс превращения энергии света в энергию белков, жиров и углеводов. Общую схему фотосинтеза можно представить так:



Лист – главный орган воздушного питания. Фотосинтезировать могут не только листья, но и все другие зеленые органы растений. Так, у некоторых растений, лишенных листьев, фотосинтезируют стебли или молодые побеги (кактус).

Условия, необходимые для фотосинтеза. Из схемы видно, что в клетках растений должен быть хлорофилл, находящийся в хлоропластах. Из окружающей среды должны поступать вода (из почвы через корень) и углекислый газ (из воздуха, поглощаемый листьями). Еще одно обязательное условие – свет. Без энергии солнечного света реакции синтеза органических веществ в зеленых клетках растений не будут происходить.

Хлорофилл – зеленый пигмент, который обязательно должен быть в самом растении.



У некоторых водорослей, обитающих на большой глубине, цвет может быть не зеленым, а бурым или красным. Просто кроме хлорофилла их клетки содержат и другие вспомогательные красящие вещества, хотя основную роль продолжает играть именно хлорофилл.

Свет. Растения усваивают свет с определенными характеристиками. Идеально подходит для фотосинтеза видимый солнечный свет.

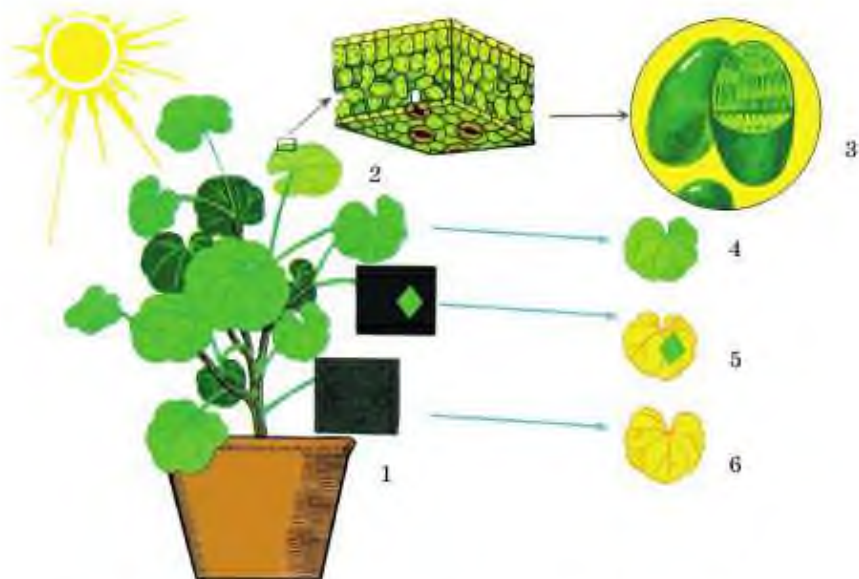


Рис. 67. Опыт, показывающий образование крахмала в зеленых листьях на свету:

1 – комнатное растение пеларгония; 2 – хлорофилловые зерна на поперечном срезе мякоти листа; 3 – вид хлорофилловых зерен, увеличенных в несколько тысяч раз; 4 – лист, зеленый на свету; 5 – в целях опыта часть листа закрыта черной бумагой; 6 – вид листа, полностью закрытого черной бумагой

При хорошем естественном освещении интенсивность фотосинтеза максимальна.

Без света растения теряют хлорофилл, белеют (рис. 67), перестают фотосинтезировать и погибают.

Вода. Из-за ее недостатка часто снижается эффективность процесса фотосинтеза. Особенно этот показатель важен для жарких и засушливых регионов.

Из **углекислого газа** и **водорода**, образовавшегося из воды в процессе фотосинтеза, образуются белки, жиры и углеводы, из которых состоят тела растений. Все растительные продукты, которые мы едим, содержат в себе углерод, оказавшийся в них в процессе фотосинтеза. И все белки, жиры и углеводы, из которых состоят тела животных, тоже попали к ним в организм благодаря фотосинтезу: посредством поедания растений или других животных, которые ели растения. Ученые доказали, что весь углерод, входящий в состав углекислого газа в атмосфере, хотя бы один раз уже побывал в телах живых организмов.



Количество углекислого газа в воздухе меньше, чем необходимо растениям. Поэтому, повышая количество углекислого газа, можно повысить и интенсивность фотосинтеза. Но повышенное содержание углекислого газа очень опасно, так как может вызвать *парниковый эффект*, который спровоцирует глобальное потепление климата и таяние ледников. Поэтому особенно важно высаживать растения вблизи мест выброса углекислого газа: ТЭЦ, заводов, автомобильных и железных дорог и т. д.

С ростом численности населения планеты усиливается и его отрицательное влияние на природу. Оказывается, что пыль, оседающая на листьях, и промышленные газы серьезно снижают интенсивность фотосинтеза. По некоторым данным, при высоких температурах (жаркое лето) в загрязненных районах на 15% может снизиться масса злаков.

Задача каждого жителя нашей планеты – заботиться по мере сил о зеленых насаждениях. Не уничтожать растения понапрасну. Не срывать листья, не ломать даже мелкие зеленые ветки, не рвать и не топтать травы и цветы. При любой возможности поливать растения и опрыскивать запыленные листья, чтобы увеличивать эффективность процесса фотосинтеза.



Фотосинтез, лист, углекислый газ, парниковый эффект.



Знание и понимание:

1. Дайте определение понятию «фотосинтез».
2. Назовите необходимые для фотосинтеза условия.

Применение:

1. В виде схемы изобразите процесс фотосинтеза.
2. Расскажите о необходимости зеленых насаждений возле заводов, автомобильных и железных дорог.

Анализ:

1. Сделайте анализ роли хлорофилла и света в фотосинтезе.
2. Докажите влияние температуры на процесс фотосинтеза.

Синтез:

1. Напишите эссе на тему «Углекислый газ атмосферы – источник углеводов, жиров, белков и топлива на нашей планете».
2. Назовите причины исчезновения хлорофилла в растениях.

Оценка:

Выскажите свое мнение, как вы видите заботу каждого жителя Земли о зеленых насаждениях и предотвращения «парникового эффекта».

Дискуссия:

Обсудите, что важнее для человечества – повышение количества углекислого газа или сохранение его количества в атмосфере. Выскажите аргументы «за» и «против».



№6. Исследование факторов, влияющих на процессы фотосинтеза.
См. с. 235.

Тестовые вопросы

1. Выполняет функцию воздушного питания у растений:
 - а) корень
 - б) стебель
 - в) почки
 - г) цветок
 - д) лист
2. Главная функция листа:
 - а) фотосинтез
 - б) всасывание минеральных веществ
 - в) опыление
 - г) участие в половом размножении
 - д) образование половых клеток
3. Устьице при высокой температуре:
 - а) открыто
 - б) открыто наполовину
 - в) закрыто
 - г) постоянно открыто, не закрывается
 - д) исчезает
4. При дыхании листа в воздух выделяется:
 - а) углекислый газ
 - б) кислород
 - в) азот
 - г) гелий
 - д) метан
5. Обеспечивает растение водой и другими полезными элементами, находящимися в почве:
 - а) транспирация
 - б) минеральное питание
 - в) органические вещества
 - г) поверхностное натяжение
 - д) воздушное питание
6. Испарение воды листьями:
 - а) транспирация
 - б) трансляция
 - в) транскрипция
 - г) транслокация
 - д) трансформация
7. Зеленый пигмент растений, необходимый при фотосинтезе:
 - а) хлорофилл
 - б) хроматофор
 - в) ксантофилл
 - г) каротин
 - д) амилаза
8. Не участвует в фотосинтезе растений:
 - а) свет
 - б) хлоропласт
 - в) углекислый газ
 - г) кислород
 - д) хлорофилл
9. Органы, в которых проходит фотосинтез растений, не имеющих листьев:
 - а) молодые побеги или стебли
 - б) разноцветные лепестки или цветоножка
 - в) корни или цветоложе
 - г) тычинки
 - д) пестик
10. Орган растений, обеспечивающий минеральное питание:
 - а) корень
 - б) стебель
 - в) цветок
 - г) почки
 - д) листья

§24. Значение дыхания для живых организмов. Типы дыхания

Значение дыхания для организмов. Вы уже знаете, откуда получают энергию организмы растений и животных. Все химические реакции при синтезе органических веществ происходят только с затратой энергии. При разрушении этих веществ энергия выделяется, и ее можно использовать.

Количество получаемой энергии измеряется в калориях или джоулях. Вспомните, сколько энергии выделяется при распаде 1 г углеводов, белков и жиров. В расфасованных продуктах питания количество энергии указывают в килокалориях (Ккал) или в килоджоулях (КДж).

Для чего же мы дышим? Как связаны процесс получения энергии и дыхание? Оказывается, под воздействием кислорода органические вещества распадаются на простые компоненты: углекислый газ, воду, иногда и другие соединения. При этом выделяется энергия, которая и используется живыми организмами. Значит, они дышат, чтобы получить энергию (схема 7).

Схема 7

ДЫХАНИЕ

ПИЩА (белки, жиры и углеводы) + КИСЛОРОД = **ЭНЕРГИЯ** ДЛЯ ЖИЗНИ: движение и др.



Органику животные получают из поедаемой пищи. Растения сами создают белки, жиры, углеводы, используя энергию солнечного света в ходе фотосинтеза. Из одной части накопленных органических веществ

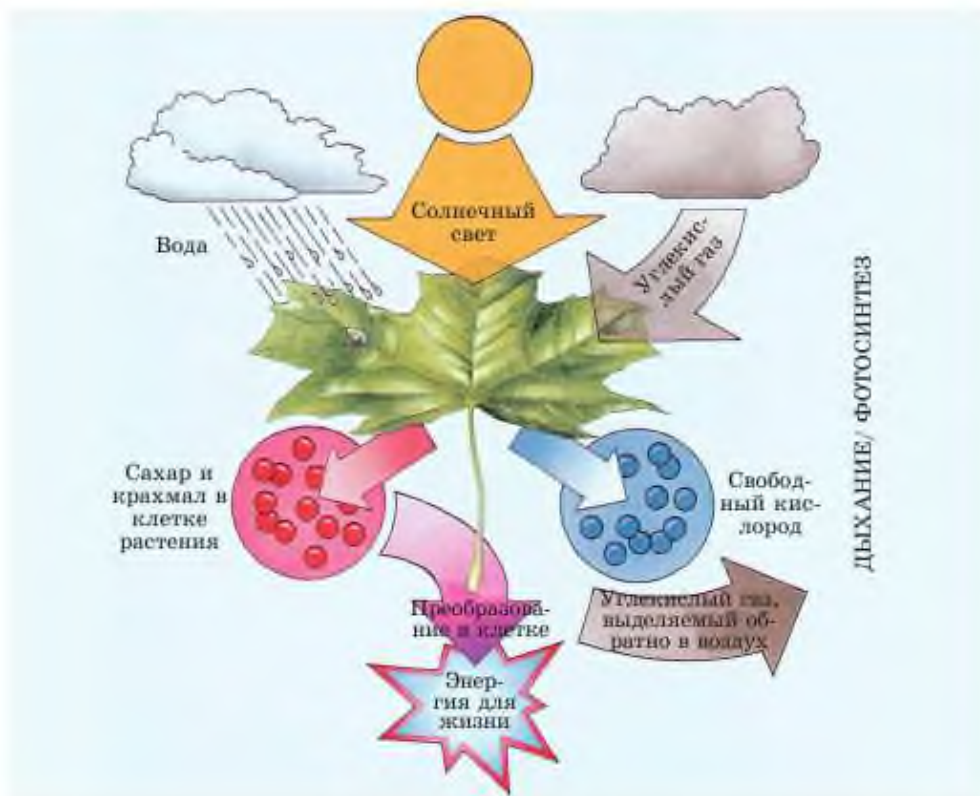


Рис. 68. Схема фотосинтеза

растения строят собственные тела. А другая часть расходуется на энергию. Растения, как и животные, дышат, чтобы с помощью кислорода разрушить уже созданные вещества и получить из них энергию для жизни. К счастью, растения гораздо активнее фотосинтезируют, чем дышат. Ведь они почти не тратят энергию на движение и работу нервной системы и постоянно получают ее от Солнца (рис. 68). Поэтому всем животным хватает и кислорода, образующегося в ходе фотосинтеза, и питательных веществ, с избытком созданных растениями.

Типы дыхания. Дыхание – сложный химический процесс, в котором участвует кислород. Но он на нашей планете появился только благодаря фотосинтезу. Первые живые организмы, возникшие еще до появления кислорода в атмосфере, разрушали питательные вещества без кислорода. При этом тоже выделялась энергия, хотя эффективность такого способа

совсем небольшая. По подсчетам ученых, менее 5%. Процесс разложения питательных веществ без кислорода для получения энергии называется **анаэробным дыханием**. Такой процесс и сейчас обязательно протекает во всех живых клетках перед тем, как туда попадет кислород.

Организмы-анаэробы – это существа, которые могут жить без кислорода. Они способны добывать энергию из питательных веществ только примитивным бескислородным способом. Кто же относится к анаэробам? В первую очередь это древние бактерии, которые жили еще до фотосинтеза и сохранились до наших дней: бактерии гниения, брожения и мн. др. Размеры бактерий – микроскопические, им не нужно тратить энергию на строительство большого тела. Они состоят из одной клетки и не имеют ни мозга, ни мышц, которые как раз и тратят больше всего энергии у животных.

Кроме того, к анаэробам относятся плесневые грибы и дрожжи. Но плесень тоже не двигается, а дрожжи не только неподвижны, но еще и одноклеточны.

Анаэробами являются и некоторые кишечные паразиты, например глисты, а также полезные одноклеточные, живущие в желудке или кишечнике других животных. Ведь там нет кислорода. Но этим организмам не нужно двигаться. Затраты энергии у них минимальны. Им не нужно искать себе пищу и реагировать на изменения окружающей среды. Они питаются той пищей, которая находится вокруг них в желудке или кишечнике. А энергию на поиск и захват этой пищи тратит тот организм, внутри которого они живут. Именно поэтому они могут позволить себе быть анаэробами.

Организмы-аэробы – это те живые существа, которые дышат кислородом и не могут без него жить. К **аэробному** типу дыхания принадлежит подавляющее большинство известных видов живых существ. К ним относятся все растения, позвоночные животные, большинство беспозвоночных животных, почти все грибы, множество бактерий. Процесс получения энергии с использованием кислорода примерно в 17 раз эффективнее бескислородного.

Чем сложнее и совершеннее организм, тем больше он тратит энергии. У теплокровных животных дыхание не прекращается, даже если они впадают в зимнюю спячку.



Дыхание, получение энергии, анаэробы, аэробы.



Знание и понимание:

1. Что такое дыхание?
2. Какие два типа дыхания существуют? Чем отличаются аэробы от анаэробов?

Применение:

1. Расскажите о значении энергии для животных. Откуда они ее получают и на что тратят?
2. Расскажите о значении энергии для растений. Откуда они ее получают и на что тратят?

Анализ:

1. Изобразите в виде схемы и объясните с ее помощью процесс дыхания.
2. Составьте схему, в которой объясните, откуда растения получают энергию и на что ее расходуют.
3. Составьте схему, в которой объясните, откуда животные получают энергию и на что ее расходуют.

Синтез:

1. Составьте таблицу, в которой сравните процессы аэробного и анаэробного дыхания по пунктам: когда возникли, энергетическая эффективность, необходимость кислорода, примеры организмов.
2. Назовите особенности существования анаэробных организмов.

Дискуссия:

1. Возможна ли жизнь без дыхания? Попытайтесь выдвинуть аргументы, доказывающие, что без дыхания можно было бы обойтись.
2. Какова связь дыхания и других процессов, связанных с обеспечением организмов энергией? Сколько энергии выделяется при распаде 1 г белков, жиров и углеводов?

§25. Дыхание растений

Особенности дыхания растений. Растения, так же как и животные, без кислорода погибают. Но они способны прожить без него дольше, чем животные. Это происходит потому, что растения тратят меньше энергии. У них отсутствуют самые энергозатратные процессы, характерные для животных. Они не бегают и не прыгают, т. е. не передвигаются.

Лишить кислорода клетки растений в природных условиях достаточно сложно. При наличии воды и освещения они успевают синтезировать кислород в процессе фотосинтеза. Его им с избытком хватает для дыхания, хотя даже клетки корня, находящегося в почве, нуждаются в кислороде. Поэтому почву нужно рыхлить, чтобы

клетки корня могли дышать. Кроме того, у многих растений на корнях формируется ткань, запасаящая воздух. У некоторых тропических деревьев, например индийского баньяна, *воздушные корни* свешиваются с ветвей, достигают почвы и становятся корнями-подпорками (рис. 69). У растений, обитающих на болотах, *воздушные корни* ходульные (создают опору в зыбком грунте), а также дыхательные. Они начинают расти подземно, а потом высовываются из почвы и поднимаются над землей. Это происходит потому, что в почве болот действительно мало воздуха.

Дыхание семян и проростков. Клетки в сухих семенах находятся в состоянии покоя. Кислород расходуется ими в минимальных количествах. Но стоит им начать прорастать, как количество потребляемого кислорода невероятно возрастает. Прорастающие семена потребляют кислорода больше, чем любые другие части взрослых растений того же вида. Рассмотрим несколько экспериментальных доказательств того, что прорастающие семена интенсивно дышат.

Чтобы изменения стали очевидны, прорастающих семян должно быть достаточно много. Во время весеннего сева семенное зерно часто перевозится от элеваторов (место его хранения) на поля на грузовых машинах. Если такую машину по пути застает дождь, зерно намокает и начинает прорастать. Стоит опустить в него руку, и без всяких приборов можно почувствовать, что температура повысилась, хотя видимых признаков прорастания еще не заметно. Хлеборобы говорят о таком состоянии семян: «Зерно горит». Оно подлежит немедленному севу, так как если проростки проклюнутся, они могут повре-



Рис. 69. Воздушные, или придаточные, корни баньяна

Начало опыта



Через сутки



Рис. 70. Опыт с известковой водой

даться в сеялках. В зернохранилищах постоянно измеряют температуру и влажность, чтобы не допустить преждевременного прорастания зерна.

Еще один способ доказать, что сухие семена дышат, – обнаружить выделившийся в ходе их дыхания углекислый газ. Для этого прорастающие семена (желательно гороха) помещают в емкость, соединенную с резервуаром, содержащим известковую воду, которая мутнеет в присутствии углекислого газа. Следовательно, прорастающие семена выделяют углекислый газ (рис. 70).

При дыхании расходуется кислород. А без кислорода не происходит процесс горения. Именно поэтому один из способов тушения огня – накинуть на пламя плотную ткань, не пропускающую воздух. А если нужно усилить горение, следует раздуть пламя, обеспечивая приток воздуха. Доказать, что сухие семена почти не потребляют кислород, а прорастающие его активно используют, можно с помощью свечи. Ее нужно опускать в закрытую емкость с семенами.

Влага необходима семенам для прорастания. В таких условиях клетки проростка способны выйти из состояния покоя. Благодаря влаге им становятся доступными запасенные в семенах органические вещества, которые переходят в растворимое состояние. Но стоит оставить прорастающие семена без воздуха, они тут же погибают. Чтобы убедиться в этом, проведем следующий опыт. Возьмем семена любых растений, поделим их пополам и поместим в разные сосуды. В одном из них семена кладем на вату или салфетку, смоченную водой. В другом сосуде семена заливаем водой так, чтобы доступ воздуха к ним был невозможен. Через 4–5 дней станет очевидно, что семена в первой пробирке живы, их проростки развиваются. Семена же во второй пробирке погибли без доступа воздуха (кислорода).



Дыхание растений, воздушные корни.



Знание и понимание:

1. Чем схожи и чем отличаются процессы дыхания у растений и животных?
2. Каково значение воздушных корней?

Применение:

1. Объясните, почему дыхание у проростка самое интенсивное.
2. Когда и почему хлеборобы используют выражение «зерно горит».

3. Попробуйте рассказать о значении и причинах повышения температуры у животных и человека при движении.

Анализ:

1. Проанализируйте роль растений в процессах поглощения и выделения кислорода, углекислого газа и энергии в ходе фотосинтеза, и дыхания.
2. Объясните, по каким косвенным признакам можно заметить повышение интенсивности дыхания в клетках растений.

Синтез:

1. Составьте правила хранения зерна в зерновых хранилищах.
2. Объясните суть опытов, доказывающих процесс дыхания у растений.

Оценка:

1. Расскажите о необходимости кислорода для растущего проростка. Проиллюстрируйте свой рассказ примерами.
2. Оцените интенсивность дыхания разных частей растения, покоящихся и прорастающих семян. С чем связана его разница?



№7. Исследование дыхания растений. См. с. 237.

§26. Органы дыхания животных

Органы дыхания беспозвоночных. Насекомые – единственные беспозвоночные животные, способные к активному полету. Этот процесс очень энергозатратный, поэтому во время полета расходуется много кислорода.

Среди всех животных, имеющих кровеносную систему, только кровь насекомых не переносит газы: кислород и углекислый газ. Это происходит потому, что кислород к клеткам тела у них доставляет система органов дыхания.

Главный орган дыхания насекомых – *трахеи*. Это дыхательные трубочки, сильно ветвящиеся в телах насекомых. Они представляют собой втянутые внутрь покровы тела – хитина. Трахеи служат органами дыхания не только насекомых, но и пауков. Именно они были первыми беспозвоночными, освоившими сушу. Но у пауков эти трубочки гораздо короче и хуже ветвятся.

Особенность трахей насекомых в том, что их концы превращаются в микроскопические структуры, пронизывающие насквозь живые клетки (рис. 71). Сами трахеи видны без микроскопа.



Рис. 71. Строение органов дыхания мухи

заполняются гемолимфой. Так, пчела в состоянии покоя делает 40 дыхательных движений в минуту. Но если насекомое взлетает, оно начинает тратить энергию на активное движение. В этом случае гемолимфа из микротрубочек трахей изгоняется, и они заполняются воздухом. У пчел дыхание учащается до 120 движений в минуту. Этого хватает, чтобы обеспечить потребности организма насекомых в кислороде и энергии во время полета.

Органы дыхания позвоночных. Первыми из позвоночных животных появились рыбы. Они обитают в водной среде. Для того чтобы извлекать растворенный кислород из воды, нужны особые органы дыхания – **жабры**. Все рыбы дышат жабрами. У разных видов рыб план строения жабр единый. Они состоят из трех частей: жаберной дуги, жаберных тычинок и жаберных лепестков (рис. 72).

Рыба, вытщенная из воды, погибает – задыхается без кислорода. Жабры не приспособлены извлекать кислород из воздуха.



От древних рыб возникли первые наземные позвоночные – земноводные (жабы, лягушки, тритоны). У них впервые появились настоящие легкие, которые образовались не из жабр, а из *плавательного пузыря*. Видимо, некоторые из древних рыб научились использовать его для дыхания. И сейчас есть такие виды рыб, которые могут дышать и с помощью жабр в воде, и с помощью плавательного пузыря на воздухе. Их называют *двоисдышащими*.

Все наземные позвоночные дышат легкими. Но у земноводных они слабо развиты, поэтому лягушки дышат и легкими, и кожей.



Голова рыбы с удаленной жаберной крышкой

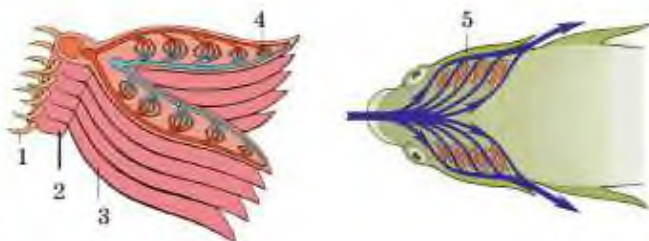


Рис. 72. Строение жабр:

- 1 – жаберные тычинки; 2 – жаберные дуги; 3 – жаберные лепестки;
4 – капилляры в жаберных лепестках; 5 – жаберные крышки

Самые мощные из всех позвоночных животных органы дыхания, видимо, у птиц. Ведь только они могут свободно летать, и им хватает на это энергии. У птиц, как и у всех наземных позвоночных, органы дыхания состоят из легких и *воздухоносных путей*. К ним относятся носовая и ротовая полости, гортань, трахея, бронхи. *Легкие* – это органы дыхания, в которых происходит газообмен: кровь освобождается от углекислого газа и насыщается кислородом. Кроме того, у птиц сформировались еще и *воздушные мешки*. Это выросты окончаний бронхов. Они заполняют пространство между органами, находятся даже внутри крупных костей (рис. 73). Благодаря такому приспособлению у птиц возникает *двойное дыхание*. Его смысл заключается в том, что богатый кислородом воздух проходит сквозь легкие дважды: на вдохе и на выдохе. При вдохе часть воздуха проходит сквозь легкие в воздушные мешки. Газообмен в них не успевает произойти. Другая часть остается в легких и отдает кислород. При выдохе обработанного, насыщенного углекислым газом воздуха легкие получают воздух, который богат кислородом, из воздушных мешков. Эта эффективная система позволяет организму птиц получать столько кислорода, что его хватает на выработку энергии, достаточной для полета.

У воздушных мешков есть еще две полезные функции: они делают тело птицы более легким и охлаждают его, препятствуя пере-



Рис. 73. Органы дыхания птицы

греву. Ведь в полете вырабатывается столько энергии, что температура тела птицы может достигать 42–44°C. А количество дыхательных движений, например у голубя, может возрастать от 26 в покое до 400 в полете.



Трахеи, жабры, легкие, гемолимфа, дыхальца, воздухоносные пути, воздушные мешки, двойное дыхание.



Знание и понимание:

1. Назовите главные органы дыхания водных и наземных позвоночных животных и насекомых.
2. Из каких органов состоит дыхательная система наземных позвоночных? Какой из них считается главным и почему?

Применение:

1. Объясните, почему органами дыхания водных обитателей являются жабры. Каковы их функции?
2. Какие необыкновенные органы дыхания характерны для насекомых и птиц как летающих животных?

Анализ:

1. Проанализируйте роль дыхательной системы в обеспечении способности к полету у птиц и насекомых.
2. Представьте себе, что органы наземного дыхания не возникли бы у животных. Как бы тогда выглядела жизнь на нашей планете?

Синтез:

1. Составьте схему эволюции органов дыхания.
2. Составьте схему прохождения воздуха по органам дыхания для любого наземного позвоночного животного, указав разным цветом направление движения и соответствующий газ.

Оценка:

Отразите взаимосвязь эволюционного развития и функционирования дыхательной и кровеносной систем в виде схемы, таблицы или тезисов (постулатов).

Дискуссия:

Некоторые физики предполагают, что рыба, вытщенная из воды в условиях невесомости, например на космическом корабле, сможет дышать. Обсудите в классе аргументы «за» и «против» этой гипотезы. Каково ваше мнение?



№2. Сравнение органов дыхания беспозвоночных и позвоночных животных. См. с. 238.

Строение и функции воздухоносных путей человека. Центральным органом дыхательной системы человека, как и других наземных позвоночных, являются *легкие*. Кроме них в систему входят *воздухоносные пути*: носовая и ротовая полости, носоглотка, глотка, гортань, трахея и бронхи (рис. 74). Все воздухоносные пути изнутри выстланы слизистой оболочкой, содержащей многочисленные клетки реснитчатого эпителия. Реснички необходимы для того, чтобы с помощью движения в одном направлении удалять твердые пылевые частички.

Носовая полость обильно снабжена кровеносными капиллярами, поэтому даже легкие травмы носа сопровождаются сильным кровотечением. В ней также находятся чувствительные нервные клетки – *обонятельные рецепторы*. Они воспринимают запахи. В носовой полости воздух очищается от пыли и микроорганизмов. За счет большого количества капилляров вдыхаемый воздух принимает температуру тела.

Ротовая полость – запасной путь дыхательной системы, если нос временно не работает (насморк, перелом носа, кровотечение и т. д.).

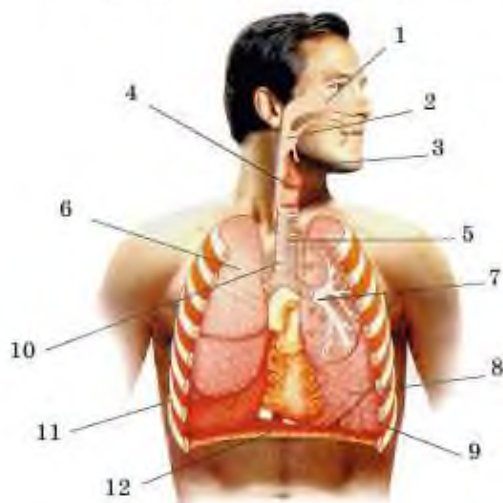
Носоглотка – место соединения ротовой и носовой полостей. Она переходит в глотку – общий отдел дыхательной и пищеварительной систем.

Глотка разделяется на две ветви: одна переходит в пищевод, а другая – в гортань.

Гортань образована хрящами, самый крупный из которых – *щитовидный (кадык, или адамово яблоко, у мужчин)*. Внутри находится

Рис. 74. Дыхательная система:

- 1 – носовая полость;
- 2 – глотка;
- 3 – надгортанник;
- 4 – гортань;
- 5 – трахея;
- 6 – правое легкое;
- 7 – бронхи;
- 8 – левое легкое;
- 9 – межреберные мышцы;
- 10 – хрящевые кольца трахей;
- 11 – ребра;
- 12 – диафрагма



важнейший хрящ – *надгортанник*. Он не пропускает пищу в гортань, направляя ее в пищевод. Чтобы не нарушать работу надгортанника, нельзя говорить во время еды. Кроме хрящей в состав гортани входит *голосовой аппарат*, состоящий из *голосовых связок*. Гортань переходит в трахею.

Трахея состоит из хрящевых полуколец, находится впереди пищевода. Она разветвляется на два бронха.

Бронхи состоят из хрящевых колец. Они разветвляются на более мелкие *бронхиолы*, образуя *бронхиальное дерево* внутри легких.

Легкие – парные органы. Бронхи в легких разветвляются, самые мелкие из них заканчиваются легочными пузырьками – *альвеолами*. Каждая альвеола оплетена сетью мельчайших кровеносных сосудов (капилляров). В них кровь освобождается от углекислого газа и насыщается кислородом. Газообмен происходит через стенки альвеол и мельчайших кровеносных сосудов. Альвеолы делают легкие ячеистыми, сильно увеличивая площадь поверхности, через которую осуществляется газообмен.

Легкие неразрывно соединены с грудной клеткой. Когда межреберные мышцы и диафрагма сокращаются, то увеличивается объем грудной полости. Давление в ней становится ниже атмосферного, и воздух засасывается внутрь. Так происходит вдох. Механизм вдоха похож на закачивание в шприц воздуха, когда мы поршнем увеличиваем объем полости, в которую может попасть воздух. Когда межреберные мышцы и диафрагма расслабляются, автоматически происходит выдох, за счет уменьшения объема грудной полости.

Дыхательный центр находится в продолговатом мозге. Смена вдоха и выдоха управляется мозгом и зависит от количества углекислого газа в крови. Если количество углекислого газа в крови повышается, то подается сигнал межреберным мышцам и диафрагме, происходит вдох. Частота дыхания у человека составляет в покое 16–18 дыхательных движений в минуту.

Защитными дыхательными движениями являются кашель и чихание. Если какое-либо вещество, пылинки или другой объект раздражают слизистую носа или гортани, происходит быстрый выдох. При чихании воздух резко выдыхается через нос, а при кашле – через рот.



Воздухоносные пути, альвеолы, носовая полость, ротовая полость, носоглотка, глотка, гортань, трахея, надгортанник, бронхи, бронхиолы, диафрагма.



Знание и понимание:

1. Охарактеризуйте функции различных органов, составляющих воздухоносные пути.
2. Каково значение межреберных мышц, диафрагмы и нервной системы в процессе дыхания?

Применение:

1. Объясните, почему необходимо стараться дышать носом, особенно в зимнее время года.
2. Как, когда и почему организм понимает, что уже нужно делать вдох? От чего зависит частота и глубина дыхания?

Анализ:

1. Проанализируйте внешнее и внутреннее строение легких и докажите, что оно обеспечивает выполнение возложенных функций.
2. Объясните, как взаимосвязаны строение и функции разных органов в составе воздухоносных путей.

Синтез:

1. Используя дополнительные источники информации, подготовьте сообщение и обсудите, чем отличаются рекомендации Йогов о «равностороннем треугольнике дыхания», дыхательная гимнастика по Бутейко, работа дыхательного аппарата Фролова или другие дыхательные методики.
2. Используя дополнительные источники информации, составьте перечень правил, обеспечивающих наилучшее, на ваш взгляд, дыхание для организма.

Дискуссия:

1. Некоторые ученые объединяют органы дыхания и кровообращения в единую кардиореспираторную систему. Обсудите аргументы «за» и «против» такого подхода. Каково ваше мнение?
2. По мнению многих ученых, гортань человека прекрасно выполняет свои функции, а те, кто часто давится во время еды, с ними не согласны. Оцените, чья точка зрения верна.
3. Некоторые зоопсихологи уверены, что обезьяны не могут говорить не из-за недоразвития мозга, а из-за неудачного строения хрящей гортани. Согласны ли вы с этим мнением? Как вы считаете, можно ли это доказать?

§28. Заболевания органов дыхания человека и их профилактика

Заболевания органов дыхания могут быть вызваны различными причинами: воспалениями, травмами, отравлениями, инфекциями и т. д. Простудные заболевания и грипп – самые распространенные из них. Они ослабляют весь организм и могут стать причиной возникновения других болезней.

Рак легких. Среди причин смертности на втором месте после сердечно-сосудистых стоят онкологические заболевания. Среди них именно рак легких – наиболее частая причина смерти. Это значит, что данное заболевание является самым трудно излечимым онкологическим заболеванием.

Рак легких провоцируют четыре основные причины:

1) курение – попадание в легкие продуктов горения табачного дыма, вызывающих возникновение раковых клеток;

2) попадание в легкие радиоактивных веществ из окружающего воздуха. Это может произойти в зонах радиоактивного заражения, ядерных испытаний или взрывов, при посещении мест с залежами радиоактивных элементов;

3) вдыхание вредных веществ (в основном тяжелых металлов), содержащихся в выхлопных газах автомобилей;

4) попадание в легкие из воздуха отходов вредных производств.



Рис. 75. Легкие курильщика не выглядят здоровыми

Одна из причин возникновения рака легких – курение. Более 70% больных раком легких активно или пассивно курили (рис. 75). Еще 20 лет назад это страшное заболевание возникало в основном у мужчин. Но каждые 10 лет его процент среди женщин увеличивается на 10%. В связи с такой страшной статистикой правительства многих цивилизованных стран ведут борьбу с этой вредной привычкой. Но ответственность за курение лежит прежде всего на каждом человеке лично.

Для профилактики рака легких и других заболеваний органов дыхания достаточно соблюдать несколько простых правил:

- Не курить и не находиться в задымленном табачным дымом помещении.
- Выбирать ежедневные пешие маршруты вдали от магистральных автострад. При большой загруженности автодорог передвигаться в автомобиле с закрытыми окнами.
- Избегать места вредных или радиоактивных выбросов.
- Полноценно питаться, соблюдая баланс употребления витаминов, свежих овощей, фруктов и молочных продуктов.
- Заниматься спортом.

- Как минимум раз в год проходить профилактический медицинский осмотр.

Бронхиальная астма – хроническое воспалительное заболевание бронхов, проявляющееся их резким сужением (спазмом). Внешне приступы этой болезни проявляются в неукротимом непрекращающемся кашле, который может перейти в удушье, если сузившиеся бронхи вообще перестают доставлять кислород к легким. Спровоцировать приступ могут разные факторы. Например, резкий запах, наличие в воздухе пыли, шерсти животных, инфекционные болезни органов дыхания, стрессовая ситуация, применение медицинских препаратов, вызвавших аллергию, физическая нагрузка на холоде и даже резкий перепад атмосферного давления.

У людей, страдающих бронхиальной астмой, чаще всего прослеживается наследственная предрасположенность и аллергическая реакция на какие-либо раздражители. Поэтому для профилактики астмы необходимо избегать их воздействия. Кроме того, закаливание организма и общее укрепление иммунитета повышают сопротивляемость к простудным заболеваниям. Поддержание максимальной чистоты жилища (избегание пыли и домашних животных) и своевременное медицинское обследование и лечение уменьшат количество возможных приступов.

Бронхит – воспаление бронхов (часто и верхних дыхательных путей), вызванное болезнетворными микроорганизмами. При бронхите возникает кашель. Чаще всего бронхит является следствием простудных заболеваний и различных респираторных инфекций. Профилактика бронхита такая же, как и других простудных инфекционных заболеваний органов дыхания.

Грипп – вирусное инфекционное заболевание, передающееся воздушно-капельным путем через органы дыхания. Чаще всего он выражается в нарушении работы верхних дыхательных путей, в общем ослаблении и отравлении всего организма. Выявить возбудителей респираторных инфекций органов дыхания часто сложно. В ослабленный бактериями организм легко проникают вирусы. Такие инфекции часто носят комплексный характер. Опасность именно вирусов заключается в том, что они размножаются с огромной скоростью. Буквально за несколько часов они могут вызвать серьезное повышение температуры и сильное отравление организма ядами, вырабатываемыми в результате их жизнедеятельности. Чтобы снизить риск отравления организма, применяют обильное питье.

Профилактика инфекций заключается в применении средств защиты органов дыхания. Чтобы обезопасить себя от инфекций без при-

менения медицинских профилактических средств, необходимо соблюдать общие правила гигиены, вести здоровый образ жизни и заниматься закаливанием организма. В период всплеска заболеваемости стараться избегать скопления людей, мыть руки и носовую полость с мылом, носить марлевую повязку, чаще проводить влажную уборку помещений с применением дезинфицирующих средств.

Туберкулез – заболевание легких, вызванное туберкулезной палочкой (палочкой Коха). При туберкулезе наблюдается общее ослабление организма. На ранних стадиях – слабость, потеря веса и аппетита, ночной пот. На поздних стадиях – изнурительный кашель. Туберкулез – смертельно опасная инфекция, но при своевременном лечении полностью излечима. Самое главное условие выздоровления – это своевременное обращение за медицинской помощью.

Правила профилактики туберкулеза такие же, как и при профилактике рака легких и гриппа. Главным является полноценное питание, соблюдение правил личной гигиены и исключение контактов с больными людьми. Следует помнить, что и грипп, и бронхит, и туберкулез передаются воздушно-капельным путем (при кашле, чихании, использовании вещей больного) от больных людей здоровым. А туберкулезная палочка может сохранять жизнеспособность в темных, влажных местах в покоящемся состоянии до трех месяцев. Поэтому очень важно соблюдать правила личной гигиены. Проводить тщательную влажную уборку помещений, их проветривание, просушку на солнце не менее трех часов постельных принадлежностей, ковров и т. д.



Рак легких, туберкулез, астма, грипп, бронхит, бронхиальная астма.



Знание и понимание:

1. Назовите заболевания органов дыхания. Какое из них по статистике считается самым опасным?
2. Назовите причины, вызывающие рак легких.

Применение:

1. Почему необходимо соблюдать правила гигиены органов дыхания?
2. Объясните, почему ответственность за потерю здоровья в результате курения лежит, прежде всего, на самом человеке.

Анализ:

1. Проанализируйте и объясните каждое правило гигиены в сохранении здоровья органов дыхания.

2. Проанализируйте, какие меры применяет государство для борьбы с курением. Для этого можете использовать личный жизненный опыт или различные источники информации.

Синтез:

1. Составьте схему заболевания органов дыхания, отразив в ней внешние (образ жизни) и внутренние (наследственность) причины болезни, способы профилактики, симптомы.
2. Объясните, по каким симптомам можно распознать различные болезни органов дыхания. Симптомы каких болезней больше всего совпадают? Как вы думаете, почему?

Оценка:

Оцените значение профилактики болезней органов дыхания для сохранения здоровья и жизни человека и человечества.

Тестовые вопросы

1. Могут жить без кислорода:
а) анаэробы
б) аэробы
в) консументы
г) гетеротрофы
д) автотрофы
2. Причина, по которой растения используют меньше кислорода по сравнению с животными:
а) затрачивают меньше энергии
б) запасают энергию
в) запасают кислород
г) наличие вакуоли
д) минеральное питание
3. Орган дыхания рыб:
а) кожа
б) легочные мешки
в) дыхательные трубочки
г) жабры
д) легкие
4. Место газообмена у рыб:
а) у ворот жабр
б) в лепестках жабр
в) в жаберных дугах
г) в жаберных тычинках
д) в жаберных крышках
5. Легкие впервые появились у:
а) земноводных
б) пресмыкающихся
в) млекопитающих
г) кольчатых червей
д) простейших
6. Организмы с двойным дыханием:
а) птицы
б) рыбы
в) членистоногие
г) земноводные
д) пресмыкающиеся
7. Не относятся к воздухоносным путям:
а) носовая полость
б) гортань
в) трахея
г) легкие
д) бронхи

8. У человека гортань соединяется с:
- а) глоткой
 - б) правым легким
 - в) левым легким
 - г) ротовой полостью
 - д) кончиком языка
9. Зона мозга, где расположен дыхательный центр:
- а) продолговатый мозг
 - б) большие полушария головного мозга
 - в) спинной мозг
 - г) промежуточный мозг
 - д) мозжечок
10. Заболевание дыхательной системы:
- а) туберкулез
 - б) гипертония
 - в) гипотония
 - г) дальтонизм
 - д) гемофилия

§29. Значение выделения продуктов обмена веществ

Значение выделения для организмов. Вы уже знаете, что в цитоплазме любой растительной и животной клетки в результате ее жизнедеятельности накапливаются вредные вещества. Клетки получают их из пищи и окружающей среды, а освобождаются – выделяя их через мембрану. В организмах растений отходы накапливаются в вакуолях или хромопластах осенних листьев, от которых они избавляются в ходе листопада (рис. 76).

Если вредные вещества будут долго оставаться в клетках, тканях или органах, произойдет процесс *самоотравления*. Поэтому организмы стремятся поскорее от них избавиться. За это отвечают органы выделения и дыхания у животных и стареющие части и органы у растений.



Рис. 76. Красота осеннего листопада, воспетая поэтами, – всего лишь способ избавиться от вредных веществ

Органы выделения. У растений нет специальных органов выделения. Эту функцию могут выполнять старые листья или хвоинки, от которых растения избавляются.

У животных все вредные вещества из клеток сбрасываются в межклеточную жидкость и кровь. Главным органом выделения, отвечающим за очищение крови от вредных веществ, являются почки. Вспомогательную функцию выполняет кожа. Часть вредных веществ, перед тем как удалиться почками, должна преобразоваться в печени. Продукты газообмена выводятся из организма в процессе дыхания.

Конечные продукты обмена веществ у животных. Энергию животные получают в процессе разложения белков, жиров и углеводов пищи под действием кислорода в ходе дыхания. Жиры и углеводы состоят из трех элементов: углерода, кислорода и водорода. Поэтому при их разложении (соединении с кислородом) образуются углекислый газ и вода, которые состоят из тех же трех элементов (углерод, кислород, водород).

А в состав белков обязательно входит азот. Поэтому при полном разложении белков образуются конечные (вредные) вещества, содержащие азот: *аммиак, мочевина и мочевая кислота*. У разных групп животных образуется либо одно из этих трех веществ, либо все три, но преобладает какое-то одно. Для человека и других млекопитающих основным азотсодержащим веществом является мочевина.

Углекислый газ выводится у животных через органы дыхания (легкие или жабры), а у растений – через устьица листьев. Вода и содержащиеся азот вредные вещества, а также избыток солей выводятся через органы выделения (почки) – с мочой и через кожу – с потом. Роль печени в этих химических реакциях – сделать вредные вещества менее ядовитыми и доступными для удаления через почки.



Органы выделения, вредные вещества, мочевина.



Знание и понимание:

1. Каково значение выделения для организма?
2. Откуда берутся вредные вещества в организме?

Применение:

1. Объясните, как и почему связаны процессы дыхания, выделения и получения энергии.
2. Попробуйте рассказать о значении разных органов животных, участвующих в процессах избавления от вредных веществ.

Анализ:

1. Проанализируйте процессы выделения у растений и животных. Выявите, чем они схожи и чем отличаются.
2. Объясните, из каких потребляемых организмом веществ какие продукты выделения образуются. Как они удаляются?

Синтез:

1. Составьте схему поступления, преобразования и выделения веществ, обозначив живой организм как овал или круг, а окружающую природу – как пространство вокруг него. Внутри фигуры укажите, в каких органах происходят те или иные процессы.
2. Объясните суть процессов обмена веществ между организмом и окружающей средой.

§30. Особенности выделения у растений

Конечные продукты обмена веществ у растений. В организме растений происходят два важнейших процесса: дыхание и фотосинтез. Вещества, которые образуются в ходе дыхания, расходуется в ходе фотосинтеза, и наоборот (схема 8).

В целом эти два процесса выглядят как обратимые химические реакции. Но на самом деле это не так. Фотосинтез не является «дыханием наоборот» хотя бы потому, что для него необходима энергия света. И происходят эти два процесса в совершенно самостоятельных органоидах клеток. Фотосинтез, например, – в хлоропластах.

Схема 8



Процессы дыхания и фотосинтеза объединяет то, что энергия света, запасенная растениями в виде органических веществ в ходе фотосинтеза, освобождается и используется растениями в ходе дыхания.



Как бы растения ни старались, энергия для их жизненных процессов может извлекаться только из органических веществ. Она не может быть получена напрямую из света. Приведем некоторую аналогию. Всем известно, что уголь дает энергию. Но когда он лежит в виде пластов или расфасован в мешках, он не способен дать энергию. Если его поджечь, то образуется тепловая энергия, которой можно отапливать жилища. А электрическую энергию из природного угля можно получить только на специальных теплоэлектростанциях. Также и из энергии света растения извлекают энергию, которая может превратиться в белки, жиры и углеводы. А уже из этих органических веществ в ходе дыхания извлекается энергия для жизни.

Начальные и конечные продукты фотосинтеза. *Начальными продуктами фотосинтеза являются кислород и водород, образовавшиеся при разложении воды, и энергия, которая образуется при взаимодействии света с хлорофиллом.*

Конечным продуктом фотосинтеза является глюкоза – первичный углевод. Из глюкозы растения в дальнейшем строят другие органические вещества. Но это уже не является процессом фотосинтеза, а скорее реакциями биосинтеза – создания необходимых веществ внутри живого.



Из начальных продуктов фотосинтеза растениями почти не используется только кислород. Он выделяется в атмосферу, что и делает возможным аэробное дыхание. *Водород* соединяется с углекислым газом атмосферы, и образуется конечный продукт – *глюкоза*. А на обеспечение этих реакций тратится *энергия*, образовавшаяся при взаимодействии света с хлорофиллом.

Начальные и конечные продукты дыхания. *Начальными продуктами дыхания можно считать результаты аэробного разложения органических веществ. Эти вещества могут быть очень разнообразными. Так, в клетках работающих мышц животных и человека образуется молочная кислота. В дальнейшем она будет разлагаться под действием кислорода.*



У спортсменов скоростных видов (бег, лыжи, плавание, велоспорт и т. д.) количество молочной кислоты – показатель энергетической выносливости организма. Чем ниже уровень молочной кислоты, тем лучше дыхательная и кровеносная системы справляются с обеспечением клеток кислородом.

У многих микроорганизмов промежуточными продуктами могут быть *уксусная кислота, спирт* и т. д. У растительных клеток промежуточным продуктом дыхания часто является *пировиноградная кислота*

(пируват). В клетках растений и животных эта кислота может превращаться в молочную. Но именно в клетках активно работающих мышц она накапливается.

Обязательными *конечными продуктами* дыхания у всех организмов являются *вода и углекислый газ*. Но если кислородному разложению подвергались только белки, тогда образуются еще и *азотсодержащие соединения*. Они в свою очередь преобразуются печенью и выводятся из организма почками.

Выделительные ткани растений. Хотя у растений нет выделительных органов, у них есть *выделительные ткани* и различные выделительные структуры: млечники, смоляные ходы, нектарники и т. д. Их назначение разнообразно. Так, некоторые растения выделяют горькие или сильно пахнущие вещества, чтобы их не поедали травоядные животные и насекомые. Другие растения, наоборот, выделяют вещества с приятным вкусом и запахом, чтобы привлечь насекомых-опылителей. Третьи растения образуют вещества, которые могут сохраняться про запас.



Млечные трубки, или *млечники*, – это клетки растительных тканей, выделяющие *млечный сок*. Он содержит вещества, которые по виду и структуре напоминают молоко животных. Но иногда он окрашен. Например, у чистотела млечный сок ярко-оранжевого цвета.

Млечный сок растений содержит множество разнообразных веществ. Например, молочко одуванчиков имеет горький вкус. Оно спасает растения от поедания животными. Млечный сок гевеи и некоторых других тропических растений используется для изготовления латекса, каучука, гуттаперчи. К каучуконосам относятся и казахстанские растения тау-сагыз, кок-сагыз, крым-сагыз. Загустевший млечный сок опийного мака используется для изготовления обезболивающих медицинских препаратов и наркотиков. Млечный сок чистотела тоже применяется в медицине.

Еще один вид выделительной ткани растений – *смоляные ходы*. Они представляют собой трубчатые межклетники, в которых накапливаются смолы. Распалагаются они в стволах деревьев, коре, корнях и листьях. Смолы состоят в основном из смоляных кислот, их эфиров и спиртов и т. д. Половина смолоносных растений распространена в тропиках. В условиях нашего климата важное значение имеют растения из семейства сосновых: пихта, сосна, лиственница.

Функция смолы связаны с защитой растений от поедания животными, заражения паразитическими грибами и т. д.



Рис. 77. Цитрусовые имеют не только яркий цвет, но и сильный запах

Раньше смолы массово применялись при изготовлении клеев, лаков, красок и многих других изделий. Сейчас их активно заменяют синтетическими полимерами. Свое значение сохранили в основном канфоль и янтарь.

Часто совместно с природными смолами образуются *эфирные масла*. Эти пахучие вещества вырабатываются эфиромасличными растениями. Ими богата кожура цитрусовых (рис. 77), кора эвкалиптов, листья лавра и другие тропические и субтропические растения. В наших условиях культивируются кориандр (кинза), мята, чабрец, шалфей, розмарин, анис и др. Ученые полагают, что одни эфирные масла помогают растениям отпугивать животных, другие – привлекать их. Но до конца их роль для самих растений не выяснена.

Эфирные масла используются человеком в фармакологии, парфюмерии, кулинарии и т. д. Высоко ценятся розовое, жасминовое, анисовое, укропное, мятное, эвкалиптовое, цитрусовое и другие масла.

Нектарники выделяют нектар для привлечения насекомых-опылителей. Располагаются они чаще в цветках.



Начальные и конечные продукты фотосинтеза, начальные и конечные продукты дыхания, млечный сок, эфирные масла, выделительные ткани.



Знание и понимание:

1. Вспомните органоиды, в которых происходят дыхание и фотосинтез.
2. Какие вещества поглощаются и выделяются в процессе дыхания и фотосинтеза?

Применение:

1. Объясните, какое значение для растений имеют начальные и конечные продукты фотосинтеза.
2. Охарактеризуйте, какое значение для растений имеют начальные и конечные продукты дыхания.

Анализ:

1. В виде схемы изобразите процесс образования и выделения веществ из организма растений.
2. Определите функциональные отличия между выделительными тканями у растений и выделительными органами у животных.

Синтез:

1. Как вы думаете, почему говорят: «Растения являются фабрикой кислорода»?
2. Какое значение имеют выделительные ткани для растений? Что произошло бы, если бы они не сформировались? Были бы последствия этого сравнимы с отсутствием выделительных органов у животных?

Оценка:

Перед крупными соревнованиями, во время серьезных тренировок у спортсменов берут кровь на анализ, чтобы выявить количество молочной кислоты. Оцените, для чего это делается. Как вы считаете, оправдана ли такая система прогноза спортивных результатов? Приведите аргументы «за» и «против».



№8. Исследование особенностей выделения у растений на примере простокв. См. с. 239.

§31. Эволюция выделительной системы животных

Выделительная система животных совершенствовалась в течение длительного времени. У многих морских беспозвоночных нет специальных органов. Выделение у них происходит через поверхность тела.

Простейшие, или одноклеточные животные, осуществляют выделение через *сократительные вакуоли* (рис. 78). Они представляют собой мембранные пузырьки, находящиеся в цитоплазме клеток. В них поступают избытки воды, солей и других ненужных веществ. После того как сократительные вакуоли заполнятся, они сокращаются, выталкивая содержащиеся в них вещества из клетки наружу.

Сократительные вакуоли остаются основными органами выделения и у первых многоклеточных животных: *губок* и *кишечнополостных* (*медузы, кораллы, гидры*).

У типа **Плоские черви** впервые появляются самостоятельные органы выделения: *звездчатые клетки с мерцательным пламенем*. Они впадают в два длинных продольных выделительных канала, которые открываются наружу двумя выделительными порами (рис. 79).

Тип Круглые черви. У аскарид орган выделения – выделительный канал, открывающийся в середине тела одной выделительной порой. По нему вредные вещества выводятся наружу.

У типа **Кольчатые черви** (дождевые черви, пиявки и др.) впервые появляются особые органы выделения – *метанефридии* (выделительные трубочки). Общий план их строения и принципы работы бу-



Рис. 78. Строение инфузории туфельки



Рис. 79. Выделительная система белой планарии



Рис. 80. Выделительная система дождевого червя

дут одинаковыми у всех последующих типов и классов животных (рис. 80).

В каждом сегменте дождевого червя находится пара воронок, концы которых открываются в соседнем сегменте. В последнем сегменте тела воронок нет, так как им некуда открываться. Метанефридии очищают полость тела червя, выводя вредные вещества наружу.

Следующий шаг в эволюции органов выделения – *почки*. Если рассматривать их под микроскопом, выяснится, что они собраны из структур, похожих на метанефридии. Компоненты, из которых состоят почки, стали называть *нефронами*.

У классов типа **Моллюски** функционируют одна (улитки) или две (устрицы, осьминоги) почки.

У классов типа **Членистоногие** наблюдаются серьезные отличия в строении и работе органов выделения. У представителей класса ракообразных они представляют собой парные железы (антенальные и метанефридиальные), расположенные на голове и открывающиеся наружу около усиков или рта. У речного рака основными органами выделения являются *зеленые железы*.



Рис. 81. Внутреннее строение черного таракана

У паукообразных и насекомых специфические органы выделения – *мальпигиевы сосуды* (рис. 81). Это трубочки, один конец которых открывается в кишечник, а другой конец слепо замкнут. Трубочки находятся в полостной жидкости. Клетки, из которых они состоят, способны улавливать вредные вещества из окружающей их гемолимфы и переводить в твердое состояние. Процесс этот направлен на экономию воды, которую

насекомые и паукообразные почти не пьют. Да и обитают они зачастую в условиях дефицита влаги.

У всех **позвоночных** – от рыб до млекопитающих – органы выделения состоят из почек, мочеточников и мочевого пузыря, открывающегося через мочеиспускательный канал в окружающую среду или в клоаку (рис. 82). Форма и размеры почек отличаются у разных классов, но по строению и функциям они схожи.

У птиц нет мочевого пузыря. Его отсутствие облегчает вес птицы. Мочеточники открываются в клоаку – выделения происходят часто, чтобы не накапливать лишний вес. При взлете птицы всегда освобождают клоаку.



Рис. 82. Мочевыделительная система млекопитающих:

- 1 – почка; 2 – почечная вена; 3 – почечная артерия; 4 – мочеточник; 5 – мочевой пузырь; 6 – мочеиспускательный канал



Сократительная вакуоль, почки, нефроны, звездчатые клетки с мерцательным пламенем, метанефридии, зеленые железы, мальпигиевы сосуды.



Знание и понимание:

1. Дайте характеристику сократительным вакуолям, осуществляющим выделение жидкости одноклеточных животных.
2. Опишите звездчатые клетки плоских червей.

Применение:

1. Сопоставьте и дайте сравнительную характеристику строения и функций органов выделения у плоских, круглых и кольчатых червей.
2. Сопоставьте и дайте сравнительную характеристику строения и функций органов выделения у улиток, ракообразных, рыб и млекопитающих.

Анализ:

1. Проанализируйте особенности строения и функционирования компонентов почек – нефронов. Проследите их эволюцию от кольчатых червей до млекопитающих.
2. Обсудите сходство и различия выделительных систем позвоночных и беспозвоночных животных.

Синтез:

1. Нарисуйте опорную схему выделительной системы животных с точки зрения эволюции органов выделения.

2. Обсудите усовершенствование строения выделительной системы у плоских и кольчатых червей, улиток, ракообразных, рыб и млекопитающих.

Оценка:

Оцените значение выделительной системы для организма животных.

Дискуссия:

Предположите иной ход эволюционного развития органов выделения. Представьте себе и обсудите в классе формирование иных выделительных органов, чем ныне существующие.

Тестовые вопросы

- Главный выделительный орган организма:**
 - почки
 - сердце
 - мозг
 - кишечник
 - легкие
- Обезвреживает вредные вещества в организме:**
 - поджелудочная железа
 - надпочечники
 - печень
 - щитовидная железа
 - кишечник
- Совокупность процессов использования и выделения веществ и энергии в организме:**
 - метаболизм
 - онтогенез
 - таксис
 - дискретность
 - трофизм
- Два этапа метаболизма:**
 - онтогенез, филогенез
 - анаболизм, метаболизм
 - транскрипция, трансляция
 - мутация, модификация
 - транспирация, трансформация
- Основные азотсодержащие вещества, которые выводятся из организма млекопитающих и человека:**
 - мочевина
 - мочевая кислота
 - аммиак
 - метан
 - кислород
- Начальный продукт фотосинтеза:**
 - водород
 - глюкоза
 - фруктоза
 - метан
 - сахароза
- Конечный продукт фотосинтеза:**
 - глюкоза
 - кислород
 - водород
 - метан
 - гелий
- Обеспечивает выделение у простейших:**
 - сократительная вакуоль
 - пищеварительная вакуоль

- в) почки
- г) мальпигиевы сосуды
- д) дыхательные трубочки

- г) хитиновые дыхательные трубочки
- д) железы зеленого цвета

9. **Выделительный орган кольчатых червей:**

- а) метанефридии
- б) мальпигиевы сосуды
- в) звездчатые клетки

10. **Структурная единица почек:**

- а) нейрон
- б) нейроглия
- в) нефрон
- г) хромосома
- д) аксон

§32. Движение растений

Особенности движения растений. Вы уже знаете, что клетки растений из-за твердой клеточной стенки не могут сокращаться. Поэтому в отличие от животных растения не имеют мышечных элементов и не способны активно двигаться. Но это не значит, что они вообще никак не перемещаются в пространстве. Растения либо двигаются пассивно (перенос пыльцы и семян ветром), либо совершают движения в виде роста. Они растут в нужном им направлении.

Для чего же передвигаются растения? В первую очередь они стремятся двигаться в направлении более благоприятных условий окружающей среды. Так, все листья растений стремятся уловить максимальное количество света, чтобы лучше фотосинтезировать. Корни, в свою очередь, врастают в почву на оптимальную глубину, чтобы облегчить процесс всасывания воды и растворов полезных веществ.

Двигательные реакции растений делят на две основные группы – тропизмы и таксисы.

Тропизмы (от греч. *τροπος* – поворот, направление) – реакции на определенный раздражитель, выражающиеся в движениях за счет роста клеток, тканей и органов растения по отношению к этому раздражителю. Тропизмы проявляются в изгибе того или иного органа (рис. 83). Формируются тропизмы за счет неравномерного роста клеток и тканей в определенном направлении.



Рис. 83. Проявление тропизма у побегов

Тропизмы бывают положительными и отрицательными. При *положительном тропизме* движение направлено в сторону раздражителя. Рост листьев и побегов в направлении солнечного света называется положительным *фототропизмом* (от греч. *фотос* – свет), а рост побегов вверх – положительным *гелиотропизмом* (от греч. *гелиос* – солнце). Рост главного корня прямо вниз под влиянием земного притяжения называется положительным *геотропизмом* (от греч. *гео* – земля). Рост главного стебля прямо вверх – отрицательный геотропизм.

Растение может стараться расти в сторону от вредного раздражителя. Такое явление называется *отрицательным тропизмом*. Так, например, если в почве есть химическое вещество, неприятное для клеток корня, растение пытается его избежать – расти в другую сторону.

Таксисы – двигательные реакции на определенный раздражитель способных перемещаться организмов, отдельных клеток или внутриклеточных структур. В первую очередь таксисы характерны для животных. Но, учитывая, что существуют подвижные одноклеточные, не являющиеся животными, таксисы характерны и для них. Это могут быть бактерии, одноклеточные водоросли, подвижные половые клетки (сперматозоиды) и т. д.

У растений таксисы характерны для различных одноклеточных и колониальных подвижных водорослей. У высших наземных многоклеточных растений таксисы могут проявляться в перемещении хлоропластов внутри клеток фотосинтезирующей ткани по отношению к направлению движения света.

Не менее совершенная, чем тропизмы, форма движения растений – *настии*. В их основе также лежит явление раздражимости на изменение



Рис. 84. Сосны – светолюбивые растения



Рис. 85. Ландыш –
теневыносливое
растение

факторов внешней среды. Например, открывание и закрывание цветков со сменой дня и ночи, быстрое складывание листьев у мимозы, кислицы, закрывание устьиц, опускание листьев и т. д.

Свет в жизни растений. Главным источником энергии для подавляющего большинства организмов – Солнце. Поэтому свет является одним из важнейших абиотических факторов.

В разных экосистемах растения по-разному приспосабливаются к условиям освещенности. По этому признаку их делят на *экологические группы*. Выделяют светолюбивые и теневыносливые растения. **Светолюбивые растения** не выносят длительного затенения и выбирают открытые пространства. При недостаточной освещенности они плохо развиваются или погибают. К светолюбивым относятся самые разные растения. Например, сосна и ромашка, сахарный тростник и эвкалипт (рис. 84).

Теневыносливые растения выносят некоторое затенение, но хорошо развиваются и под прямыми солнечными лучами. Многие из них предпочитают тенистые овраги, затененные леса. Примерами таких растений могут быть ландыш (рис. 85), кислица.

Приспособление растений к меняющимся условиям освещения проявляется в специфическом расположении листьев и изменениях внутреннего строения листа.



Тропизм положительный и отрицательный, фототропизм, гелиотропизм, геотропизм, таксисы, настии, экологические группы, светолюбивые и теневыносливые растения.



Знание и понимание:

1. Назовите типы передвижения, характерные для растений.
2. Найдите в учебнике информацию, характеризующую связь между движением и раздражением у растений, и поясните ее.

Применение:

1. Как абиотические факторы влияют на движение растений? Поясните, что такое гео-, фото- и гелиотропизм? Для каких органов растений они характерны?
2. Приведите примеры, объясняющие проявление положительных и отрицательных тропизмов у растений.

Анализ:

1. Сопоставьте движение растений и животных, объясните его особенности.
2. Обсудите причины роста корней вниз, роста листьев к свету, движения раскрытых и обращенных к Солнцу соцветий подсолнечника вслед за его перемещением по небосклону.

Синтез:

1. Спрогнозируйте, в какую сторону будут расти растения, если известно направление воздействия фактора на растительный организм.
2. Нарисуйте опорную схему, отразив в ней таксисы, положительные и отрицательные тропизмы и пассивные движения растений.

Оценка:

Оцените движение как жизненно важную для живых организмов необходимость.

Дискуссия:

Можно ли отнести выражение «движение – это жизнь» к растениям? Свой ответ обоснуйте.

§33. Роль света в жизни растений

Значение света как экологического фактора. Свет не только дает энергию в ходе фотосинтеза, но и обеспечивает чередование жизненных процессов: распускание почек, цветение, созревание плодов, листопад.

Вы уже знаете, что длина светового дня – один из самых стабильных показателей на нашей планете. Орбита нашей планеты, как и наклон оси ее вращения, не меняются. Следовательно, не меняется и годовой цикл изменения длины светового дня.

Фотопериодизм как адаптация организмов. За миллиарды лет живые организмы приспособились к этому стабильному показателю. Важнейший фактор, определяющий сезонные изменения живых организмов, – это периодическая смена *длины дня* и *ночи* в течение года. **Фотопериодизм** – это способность живых организмов изменять свои физиологические процессы в зависимости от длины светового дня (рис. 86). Также можно сказать, что фотопериодизм – это способность живых организмов реагировать на изменение протяженности светлого времени суток. Верным будет и утверждение, что все живые организмы, воспринимающие свет, нуждаются в этих изменениях. Явление фотопериодизма носит обязательный и необходимый характер. Оно присуще всему живому за исключением тех существ, кото-



Рис. 86. В отличие от большинства цветов мирабилис предпочитает ночное время для цветения.

рые вообще не воспринимают свет. Например, некоторые бактерии, жители дна океанов, внутриклеточные или внутриорганизменные паразиты, у которых нет свободно живущих стадий и т. д.

Погодные и климатические условия не стабильны. В одни годы весна бывает ранняя и теплая, в другие – поздняя и холодная. То же можно сказать и об остальных временах года. Чтобы как-то снизить возможные потери от резких заморозков, наступающих после весенних потеплений, или от ранних осенних похолоданий, все живые организмы приспособились реагировать не только на температуру воздуха, но и на длину светового дня.



Ученые заметили, что на фотопериодизм реагируют даже те организмы, у которых нет органов зрения. Так, личинки бабочек, зимующие в стадии куколки, превращаются во взрослых особей при определенной длине светового дня. Исследователи в эксперименте поместили куколок в террариум с низкой температурой, но освещение сделали как весной (день прибавлялся и соответствовал апрелю–маю). Из всех куколок появились бабочки, хотя температура окружающей среды была непригодна для жизни. Если бы это был не эксперимент, то бабочки погибли бы.

Приспособление растений к меняющимся условиям освещения. Такие сезонные изменения, как распускание почек, цветение, созревание плодов, листопад, происходят в жизни растений по законам фотопериодизма.

Их изучение носит практическое значение. Например, редис зачастую, не успев сформировать полноценный корнеплод, «уходит в дудку». Растение начинает цвести и формировать семена, и все питательные вещества корнеплода поступают туда. При выращивании ре-

дуса в теплицах растения в любое время года освещают так, как будто это ранняя весна, и получают полноценные корнеплоды. В открытом грунте можно добиться таких же результатов, если укрывать всходы на определенное время темной пленкой. Такой «обман» растений позволяет получать желаемый урожай. С помощью изменений времени и длительности освещения растения можно «убедить» среди зимы, что наступила пора цветения и плодоношения.

Растения длинного и короткого дня. Все дикорастущие растения ученые подразделяют на *растения короткого и длинного дня*.

Например, растения тундры, приспособившиеся к полярному дню и полярной ночи, – это растения длинного дня. Так, *дурнишник* приступает к цветению, когда светлое время суток составляет не менее 21 ч. Иначе в условиях сурового климата цветущее растение рискует попасть под заморозки.

Таким образом, дикорастущие длиннодневные растения распространены в основном в умеренных и приполярных широтах, а короткодневные – в тропических и субтропических.

Классификация биоритмов. *Биоритмы* – периодически повторяющиеся изменения в живых системах, циклические процессы. Они очень разнообразны. Причины у них разные. Некоторые биоритмы вызваны внешними причинами. К ним относятся и явления фотопериодизма (рис. 87). Примером внутренних биоритмов можно считать ритмы сердца.



Рис. 87. Смена времен года ярко иллюстрирует ритмичный характер природы



Фотопериодизм, растения короткого дня, растения длинного дня, биоритмы.



Вопросы и задания

Проведите простой эксперимент. Возьмите два одинаковых комнатных растения. Одно из них поставьте в темное место, а другое оставьте в освещенном месте и наблюдайте. Что вы заметили через несколько дней? Опишите свои наблюдения в тетради, сделайте выводы.

Знание и понимание:

1. Вспомните, что такое фотосинтез. Охарактеризуйте его и сравните понятия «фотосинтез» и «фотопериодизм».
2. Поясните выражение «явление фотопериодизма носит обязательный, необходимый и всеобщий характер». Докажите его на примерах.

Применение:

1. На какие группы делятся растения, приспособившиеся к разной длине светового дня? Приведите примеры.
2. Расскажите о практическом применении фотопериодизма в жизни организмов.

Анализ:

1. Проанализируйте, почему для Казахстана характерны растения короткого дня, а для Якутии – длинного. Какие растения будут характерны для экваториальной Африки, Арктики и юга Южной Америки?
2. Охарактеризуйте различные биоритмы, сгруппировав их по продолжительности от самых коротких к наиболее длительным. Покажите их на примере.

Синтез:

1. Систематизируйте причины возникновения биоритмов.
2. Сделайте выводы о роли света в жизни растений.

Оценка:

Выступите с сообщением о биологических часах, характерных для человека, животных и растений.

§34. Органы движения животных

Органы движения одноклеточных. Одноклеточные обитают в водоемах, влажных местах или внутри других живых организмов. У многих из них органами передвижения являются *жгутики*. Ввинчиваясь в окружающую жидкость подобно винту, жгутик обеспечивает продвижение тела – единственной клетки животного. У подвижных бактерий органы передвижения тоже жгутики (один или множество). У эукариот – чаще один или два жгутика, но бывает и больше, например 8 (рис. 88).



Рис. 88. Многообразие жгутиковых

Еще один орган передвижения простейших – *реснички*. Они очень похожи на жгутики по строению, но значительно короче, и их много.

Третьим и последним способом передвижения одноклеточных являются *ложноножки*. Это временные выросты цитоплазмы клеток, которые образуются в любой части тела (рис. 89).



Рис. 89. Движение амебы

Органы движения беспозвоночных разнообразны. Они зависят от типа животных. У червей впервые появляются самостоятельные мускульные клетки, которые образуют слои из мышц, срастающихся с покровами (кожей). Такую систему называют *кожно-мускульным мешком*.

У моллюсков мышечная система более развита, особенно у головоногих (осьминоги, кальмары, каракатицы).

У членистоногих впервые появляются отдельные пучки мышц. Когда движение совершает какой-то сегмент тела, сокращается строго определенный пучок мышц, а остальные отдыхают и экономят энергию.

Органы движения позвоночных. В целом опорно-двигательная система всех позвоночных схожа. Она состоит из внутреннего скелета – костей и прикрепляющихся к ним мышц. Сокращаясь, мышцы тянут определенные кости на себя.

Строение органов движения обусловлено средой обитания. Так, у рыб, обитающих в воде, органы передвижения – *плавники*. У всех

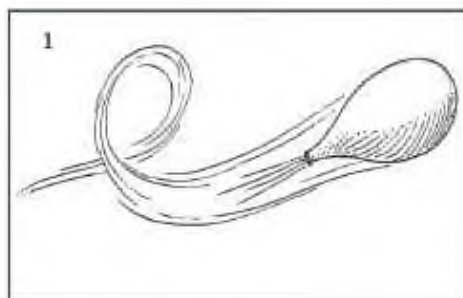


Рис. 90. Реактивное движение: 1 – движение сдувающегося воздушного шарика; 2 – схема движения осьминога

обитателей суши органы передвижения – *лапы* (две или четыре), кроме змей и некоторых ящериц. Органы, позволяющие птицам парить в воздухе, – *крылья*.



Рис. 91. Строение крыла птицы

Взаимосвязь среды обитания и способа передвижения (см. <https://youtu.be/Wik6v21p-G5>). Живые организмы приспособлены к своей среде обитания. Многие обитатели водной среды имеют *плавники*: все рыбы, хвостатые земноводные, китообразные и др. У некоторых придонных рыб парные плавники имеют мясистое основание и служат органами опоры. Иногда парные плавники служат органами активного пла-

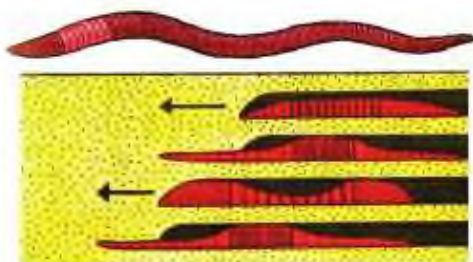


Рис. 92. Попеременно сокращая кольцевые и продольные мышцы, дождевой червь то укорачивает, то удлиняет тело. Таким образом он передвигается

вания, например у скатов. Илйстые прыгуны с помощью грудных плавников могут взбираться на деревья, а летучие рыбы – планировать в воздухе.

Внешне похожи на плавники *ласты*. Они имеются у морских черепах и ластоногих (моржи, тюлени, котики и др.). У пингвинов крылья тоже превращены в покрытые чешуевидными перьями ласты.

Еще один способ передвижения в воде – *реактивное движение*. Если организм набирает в себя воду, а затем выпускает ее с большой силой (струя под давлением), то само тело будет двигаться в противоположном направлении (рис. 90). Так передвигаются медузы, осьминоги, каракатицы и др.

Для передвижения в воздухе используется *машущий* (активный) *полет*. Он осуществляется с помощью крыльев. Это легкая, прочная плоскость, которой можно давить на воздух (рис. 91). Так передвигаются летающие насекомые, птицы и летучие мыши.

Передвигаясь в почве, животные используют копателыные конечности (кроты, насекомые медведки и др.) или все тело – дождевые черви (рис. 92).



Органы передвижения, жгутики и реснички, ложноножки, кожно-мускульный мешок, реактивное движение, плавники, ласты, лапы, крылья, машущий полет.



Знание и понимание:

1. Вспомните, как передвигаются известные вам животные. Какие органы передвижения они используют?
2. Опишите особенности движения нижеприведенных животных:



Применение:

1. Сгруппируйте животных (амеба обыкновенная, эвглена зеленая, инфузория туфелька, дождевой червь, слизень, каракатица, карась, орел) по способам передвижения.
2. Перечислите известные вам органы передвижения, характерные для животных. Укажите, для каких животных они характерны, и в какой среде используются.

Анализ:

1. Обсудите разницу в движениях животных и растений. С чем это связано?
2. Объясните взаимосвязь среды обитания, формы тела и способов движения.

Синтез:

1. Проанализируйте органы движения животных. Докажите, что они адаптированы к среде обитания (плавание, полет).
2. Расположите органы движения животных в их эволюционной последовательности.

Оценка:

1. Используя дополнительный материал, исследуйте сходство в движении у змеи и дождевого червя. В каких средах обитают самые быстро движущие животные? Составьте их рейтинг.
2. Используя дополнительный материал, сравните скорость движения животных и подвижных бактерий, если измерять ее с учетом длины тела организма.

Тестовые вопросы

- 1. Двигательная реакция растений:**
а) гликолиз
б) мутация
в) таксис
г) трансляция
д) модификация
- 2. Тропизмы:**
а) ростовые движения растений
б) ступени обмена веществ
в) вид органондов клетки
г) зона корня
д) индивидуальное развитие
- 3. Наиболее светлюбивое растение:**
а) сахарный тростник
б) шпинат
в) ландыш
г) кислица
д) герань
- 4. Теневыносливое растение:**
а) ландыш
б) сосна
- 5. Реакция организмов на суточный ритм освещения:**
а) гликолиз
б) фотопериодизм
в) анаболизм
г) катаболизм
д) хемосинтез
- 6. Циклические процессы в живых организмах:**
а) биоритм
б) таксис
в) тропизм
г) анаболизм
д) катаболизм
- 7. Временные выросты:**
а) ложноножки
б) реснички
в) ворсинки

- г) жабры
- д) крылья

8. Движение посредством ресничек осуществляет:

- а) обыкновенная амeba
- б) ресничная инфузория
- в) каракатица
- г) саламандра
- д) эвглена

9. Орган передвижения рыб:

- а) плавники
- б) реснички

- в) ворсинки
- г) ложноножки
- д) жгутики

10. Реактивное движение:

- а) осьминоги
- б) амeбы
- в) гидры
- г) белая планария
- д) улитки

§35. Типы нервной системы



Рис. 93. Диффузная, или сетевидная, нервная система гидры

Нервная регуляция и нервная система. Для осуществления слаженной работы органов и систем организма у животных возникла *нервная система*, обеспечивающая *нервную регуляцию*. Она воспринимает внешние и внутренние раздражители, анализирует поступающую информацию и соответственно ей координирует функции организма.

Типы нервных систем. У простейших нервной системы нет. У первых многоклеточных организмов (губки) нервная система еще не сформировалась.

Самой примитивной является *диффузная нервная система*. Нервные клетки как бы беспорядочно разбросаны по всему телу и не образуют скоплений в виде нервных узлов. Поэтому ее называют также *сетевидной* (рис. 93). Такая нервная система характерна для кишечнополостных. Минус этой системы в том, что ответные реакции гидры не очень разнообразны. Одинаковый ответ может быть как на толчок, так и на укол.



У подвижных кишечнополостных, таких как медузы, диффузная нервная система усложняется. Нервные клетки погружаются глубже в тело и начинают скапливаться, образуя *диффузно-узловую нервную систему*.

Лестничная нервная система более совершенна. Она впервые появляется у более развитых плоских червей (рис. 94). Состоит она из головных ганглиев и парных продольных стволов, соединенных перемычками.

Узловая нервная система – итог ее дальнейшего эволюционного усложнения. У дождевого червя она состоит из соединенных между собой парных надглоточных и подглоточных нервных узлов и более мелких узлов брюшной нервной цепочки (рис. 95). Разброс узлов зависит от строения и образа жизни



Рис. 94. Лестничная нервная система планарии

конкретных классов животных. Такая нервная система характерна для современных кольчатых червей, членистоногих, иглокожих и моллюсков.



У улиток хорошо развиты головной нервный узел и узел, контролирующей мышцы ноги. У устриц и других двустворчатых моллюсков головные узлы вообще не развиты, так как у них нет головы. А у осьминогов в связи с активной охотой хорошо развиты органы зрения. Надглоточный нервный узел преобразовался в хорошо развитый *головной мозг*.

Головоногие моллюски – единственные представители беспозвоночных, которые поддаются дрессировке. Отмечено, что осьминоги привыкают к определенным людям, приручаются и ведут себя с ними спокойно и неагрессивно. Интеллектуальные задачи они решают примерно так же хорошо, как и собаки, а навыки при дрессировке у них возникают так же быстро, как у дельфинов. Умственные способности осьминогов намного выше, чем рыб.



Рис. 95. Узловая нервная система дождевого червя



Рис. 96. Нервная система:

- 1 – головной мозг;
- 2 – спинной мозг;
- 3–4 – периферические нервы

Надглоточный нервный узел хуже всего развит у паукообразных. У насекомых нервная система состоит из головного мозга, подглоточного нервного узла и туловищной нервной цепочки.

Трубчатая нервная система представлена нервной трубкой на спинной стороне тела. Она характерна для всех хордовых животных. У примитивных представителей этого типа (ланцетники) она представлена только нервной трубкой. У высокоразвитых хордовых (позвоночные) в передней части нервной трубки сформировался головной мозг. Остальная часть нервной трубки представлена спинным мозгом (рис. 96). От спинного и головного мозга отходят нервы, которые контролируют органы и образуют сплетения в разных частях тела.

Головной мозг всех позвоночных состоит из 5 отделов (рис. 97).



Головной мозг рыбы



Головной мозг лягушки



Головной мозг пресмыкающегося



Головной мозг птицы



Головной мозг млекопитающего

Рис. 97. Эволюция головного мозга позвоночных животных



Нервная регуляция; нервная система: диффузная, диффузно-узловая, лестничная, узловая, трубчатая; нервные узлы, нервная цепочка, окологлоточное нервное кольцо, головной и спинной мозг.



Знание и понимание:

1. Перечислите типы нервной системы и дайте им характеристику.
2. Охарактеризуйте нервную регуляцию. Почему она возникла у животных, а у растений и грибов отсутствует?

Применение:

1. Расположите по мере усложнения данные нервные системы: диффузная, лестничная, трубчатая. Объясните, почему вы их расставили в таком порядке.
2. Соотнесите животных с предложенными характеристиками нервной системы: нервная трубка, подглоточный нервный узел, надглоточный нервный узел, головной мозг, спинной мозг, брюшная нервная цепочка, нервная система отсутствует, сетевидная нервная система.

Анализ:

1. Как вы думаете, почему осьминоги более интеллектуально развиты, чем рыбы, относящиеся к позвоночным животным?
2. Составьте таблицу или схему, отразив в ней тип нервной системы, категорию животных, обладающих ею, среду обитания и их образ жизни.

Синтез:

1. Расположите нервные системы животных по мере их усложнения. Будет ли такой порядок

расположения отражать эволюционную последовательность? Докажите. Сравните и найдите отличия.

2. Охарактеризуйте значение нервной системы для организма. Как вы считаете, могли бы существовать многоклеточные подвижные животные без нервной системы?

Дискуссия:

Многие писатели-фантасты описывали то разумные растения («Властелин колец»), то хищные («День триффидов»). Обсудите, могли ли в ходе эволюции возникнуть растения, обладающие нервной системой. Выскажите аргументы «за» и «против». Представьте себе гипотетические условия (на другой планете или на Земле), при которых это могло бы произойти. Могла ли «нервная система» растений стать совершенной? Какие реальные одноклеточные могли бы претендовать на роль предков таких организмов?

§36. Функции и строение нервной системы

Функции нервной системы. Задача нервной системы – организовать работу отдельных органов и систем так, чтобы их взаимодействие было максимально эффективным. Нервная система управляет работой отдельных органов и систем, превращая их в целостный организм.



Приведем простой пример. Если животное начинает бежать, его мышцам требуется больше энергии. Следовательно, дыхательная и кровеносная системы тоже должны активизироваться, чтобы обеспечить клетки кислородом. Параллельно нужно будет активнее избавляться от образующихся при распаде вредных веществ и лишнего тепла. Активизируется расширение сосудов в коже, ее нагревание и выделение пота. Параллельно учащается дыхание и сердцебиение. Все эти реакции будут осуществляться с участием нервной системы. Очевидно, что без нервной системы слаженно управлять работой органов невозможно.

Строение нервной системы. Все органы нервной системы (спинной и головной мозг и все нервы) состоят из *нервной ткани*. Она не имеет подтипов и состоит из нейронов и нейроглии.

Нейроны – основные клетки нервной ткани. Функции нервной системы выполняют именно нейроны. Они способны реагировать на воздействие, *вырабатывая нервный импульс* – слабый электрический ток, или биологический потенциал.

Нейроны также способны *передавать нервный импульс*. Эта их способность называется *проводимостью*. То есть у нервной ткани есть две основные функции: *возбудимость* и *проводимость*.

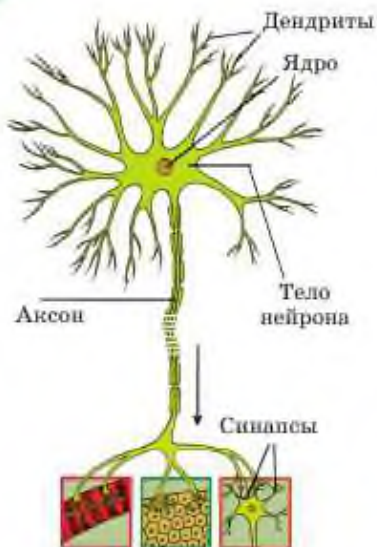


Рис. 98. Строение нейрона

Вспомогательные клетки нервной ткани называются *нейроглияей*. Они защищают, поддерживают и питают нейроны. Их намного больше, чем нейронов. Так, один нейрон могут окружать около тысячи *глияльных клеток*. В отличие от нейронов у них сохраняется способность к делению.

Строение нейрона. Каждый нейрон состоит из тела и отростков (рис. 98). *Тело нейрона* – это центральная часть клетки, в которой находится ядро, цитоплазма и все основные органоиды.

Короткие отростки нейрона называются *дендритами*. Такое название они получили благодаря своему сходству с ветвящимся деревом (от греч. *dendron* – дерево). По ним приходит возбуждение от других клеток.

Длинный одиночный отросток, который отходит от тела клетки, называется *аксоном*. *Аксон* – это гигантский вырост цитоплазмы нейрона, внутри которого находятся мельчайшие органоиды,

а снаружи – мембрана.

У высокоорганизованных животных и человека большинство аксонов покрыто жироподобной оболочкой. Она выполняет ту же роль, что и изоляция на электрических проводах. Скопления аксонов образуют *белое вещество*. Собранные вместе несколько аксонов, помещенные в общую оболочку, называются *нервом*.

Дендриты и тела клеток составляют *серое вещество*. А их скопления вне мозга (в органах) образуют *нервные узлы*.



Особенности функционирования нервной ткани. Клетки нервной ткани не размножаются. Новорожденный ребенок уже имеет то количество нейронов, которое рассчитано на целую жизнь. Но нейроны способны активно расти и разрастаться (ветвиться), образовывать новые контакты с другими клетками. Именно от строения нейронов, а не от их количества зависит функциональная активность мозга. Чем больше человек упражняет память, мышление, воображение, тем активнее тренируется и развивается мозг. Поэтому обучение, как и другие виды умственного труда, а также различные интеллектуальные упражнения направлены на разрастание нейронов головного мозга, улучшение его функционирования. В то же время отсутствие новой информации, бедность сигналов, поступающих в мозг, особенно в растущем организме, приводят к недоразвитию нейронов и ухудшению их функционирования.

Важно всегда помнить, что гибель клеток мозга невосполнима, так как нейроны не способны размножаться. Поэтому нужно всячески избегать вредных воздействий никотина, алкоголя, наркотиков, психологических перегрузок, нарушений сна, неполноценного питания и т. д.



Нервная ткань, нейрон, нервный импульс, нейроглия, дендриты, аксоны, серое и белое вещество.

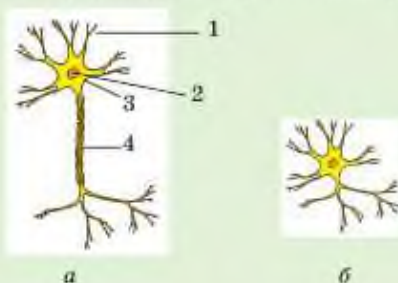


Знание и понимание:

1. Объясните, почему нейроны называют функциональной единицей нервной ткани.
2. Объясните термины: «нервная ткань», «нейрон», «нейроглия», «аксон» и «дендрит».

Применение:

1. Назовите части нейрона, указанные цифрами на рисунке *а*. Какая ошибка допущена при изображении нейрона на рисунке *б*?



2. Систематизируйте факторы, влияющие на нервную систему. Как повлияет на развивающийся молодой мозг отсутствие тренировок памяти и необходимости размышлять? Опишите действие отрицательных и положительных факторов.

Анализ:

1. Обсудите и докажите на примерах особенности функционирования нервной ткани. Чем отличаются строение и функции аксона и дендритов?
2. Охарактеризуйте взаимосвязь и отличия строения, расположения, количества и функций нейронов и нейроглии.

Синтез:

1. Отрадите в виде произвольной схемы порядок появления в эволюции таких свойств, как раздражимость и возбудимость. При этом укажите организмы, для которых они характерны, структуры, обеспечивающие их функционирование, и результаты – типы ответных реакций.
2. Используя дополнительные источники информации, составьте схему, отражающую роль различных факторов, воздействующих на развитие головного мозга человека, учитывая как эволюционные факторы, так и индивидуальные.

Дискуссия:

Известно, что у нервной ткани есть две основные функции: возбудимость и проводимость. Скорость прохождения возбуждения через нерв у человека 100–120 м/с, у лягушек 26 м/с, у рыб 4–5 м/с. С чем связана такая разница? Обсудите значение скорости прохождения возбуждения у животных и людей.

§37. Части нервной системы. Спинной мозг

Части нервной системы. По расположению все органы нервной системы делятся на два отдела: центральный и периферический (схема 9).

Центральный отдел, или *центральная нервная система*, включает в себя главные органы: *спинной* и *головной мозг*. Сокращенно центральную нервную систему обозначают аббревиатурой **ЦНС**. Даже из

Схема 9



названия видно, что управлять работой организма будет именно центр нервной системы – спинной и головной мозг. У высокоорганизованных позвоночных (птицы, млекопитающие) главную роль играет головной мозг. У рыб, земноводных и пресмыкающихся больше функций выполняет спинной мозг.

Периферическая нервная система (ПНС) включает в себя все *нервы* и *нервные узлы* вне спинного и головного мозга. То есть все нервы, отходящие от спинного и головного мозга, и все нервные клетки, находящиеся в органах (в сердце, желудке, мышцах, зубах и т. д.).

Строение спинного мозга. Спинной мозг расположен в спинномозговом канале позвоночника и тянется вдоль всего тела. Костная ткань позвоночника, как надежный панцирь, защищает его от механических повреждений.

Всего в спинном мозге *31 сегмент*. Снаружи спинной мозг окружен тремя оболочками. Они выполняют защитную и опорную функции. Пространство между оболочками, спинным мозгом и внутренней поверхностью позвоночника заполнено *спинномозговой жидкостью*. В головном мозге присутствуют эти же три оболочки и жидкость.

Вдоль всего спинного мозга (внутри, в центре) проходит *спинномозговой канал*. Он также заполнен спинномозговой жидкостью. Она передает кислород, питательные и другие полезные вещества от клеток крови клеткам мозга. А образовавшиеся в клетках мозга вредные вещества вначале попадают в спинномозговую жидкость, а уже потом – в кровь.

Спинномозговой канал окружен серым веществом в виде бабочки (рис. 99). Так выглядят скопления тел и дендритов нейронов спинного мозга. Серое вещество имеет выросты, напоминающие по форме крылья бабочки, они называются *рогами*. Каждый сегмент содержит по два передних (брюшных) и задних (спинных) рога (рис. 100). В грудном и поясничном отделах кроме переднего и заднего формируется еще и по два боковых рога.

Снаружи серое вещество со всех сторон окружено белым веществом. От рогов серого вещества отходят передние и задние *корешки белого вещества*. Брюшные (передние) кореш-

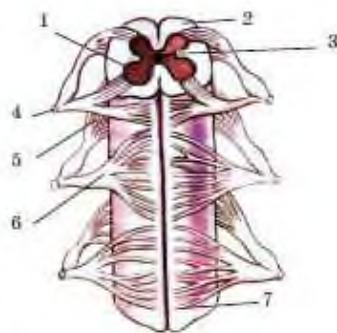


Рис. 99. Строение спинного мозга:

1 – серое вещество; 2 – белое вещество; 3 – спинномозговой канал; 4 – смешанный спинномозговой нерв; 5 – задний корешок (чувствительный); 6 – передний корешок (двигательный); 7 – передняя продольная борозда



Рис. 100. Поперечный срез спинного мозга

ки и рога – двигательные. Они передают нервный импульс (команды) от мозга к мышцам, заставляя их сокращаться и совершать определенные движения. А спинные (задние) корешки и рога – чувствительные. По ним в мозг приходит информация от чувствительных клеток – *рецепторов*.

Проходя через отверстия в позвонках, брюшные и спинные корешки объединяются по два в левые

и правые *смешанные спинномозговые нервы*. По количеству сегментов насчитывается 31 пара спинномозговых нервов.

Функций спинного мозга всего две: проводниковая и рефлекторная. Они чрезвычайно важны для организма.

Проводниковая функция заключается в передаче нервных импульсов между головным мозгом и периферическими нервами, расположенными в органах тела. При повреждении спинного мозга ниже места повреждения наступает паралич и полная потеря чувствительности.

Рефлекторная функция спинного мозга заключается в том, что в сером веществе находятся центры некоторых рефлексов. **Рефлекс** – это ответная реакция организма на воздействие с участием ЦНС. У человека спинной мозг осуществляет простые рефлексы, например коленный.



Центральная и периферическая нервная система, спинной мозг, рецептор, проводниковая и рефлекторная функция, рефлекс.



Знание и понимание:

1. Распределите нервную систему на части по строению и функциям. Какие органы составляют ЦНС и ПНС?
2. Расскажите о строении и расположении спинного мозга. Охарактеризуйте оболочки спинного мозга. Определите их функции.

Применение:

1. Подпишите части спинного мозга на рисунке, указав другим цветом их функции.



2. Заполните таблицу. Установите связь между функциями и частями спинного мозга:

Строение спинного мозга	Функции
Серое вещество	
Белое вещество	
Передние рога	
Задние рога	
Спинальные нервы	

Анализ:

1. Проанализируйте, почему у человека спинной мозг осуществляет наиболее простые рефлексы.
2. Почему при повреждении спинного мозга наступает паралич и полностью теряется чувствительность ниже места повреждения?

Синтез:

1. Объясните, что произойдет, если врач при операции на спинном мозге повредит передние или задние рога.
2. Напишите краткое эссе на тему «Если я стану врачом-невропатологом».

Оценка:

Оцените значение спинного мозга для организма.

Дискуссия:

Сможет ли организм позвоночных животных существовать без рефлексов? Дайте максимально развернутый ответ.

§38. Головной мозг. Кора больших полушарий

Головной мозг – венец эволюции. Это важнейший отдел центральной нервной системы. Он расположен в черепе, кости которого являются его надежной защитой.



Строение головного мозга человека очень сложное. Вы узнаете меньше 1% накопленных по этому вопросу знаний. Количество нейронов в головном мозге составляет астрономическую цифру. Считается, что их примерно столько же, сколько звезд может наблюдать человек. Поэтому мы познакомимся только с самыми общими данными о его строении и функциях.

Эволюция головного мозга у позвоночных происходила таким образом, что более высокоорганизованные животные обладают более развитым мозгом. Процент, который занимает масса мозга относительно тела, достигает своего максимума у приматов: обезьян и человека. Среди всех приматов самый большой и сложно организованный мозг у современного человека (рис. 101). Есть мозг и большей массы, например у слонов. Но стало привычным оценивать степень развития животного, сравнивая массу его мозга относительно массы тела. По этому показателю люди находятся на первом месте.

Серое и белое вещество головного мозга располагается иначе, чем в спинном мозге. Здесь серое вещество находится снаружи, а белое – внутри. Серое вещество как бы покрывает белое. Именно серое вещество образует *передний мозг*. У высокоорганизованных позвоночных он развит лучше других отделов головного мозга. Наиболее совершенный передний мозг у млекопитающих. На нем формируется *кора больших полушарий* (КВП). Передний мозг разделился на два полушария (левое и правое) еще у хрящевых рыб (акулы, скаты). У человека кора больших полушарий представляет собой серое вещество, как бы сжатое в складки: *борозды* и *извилины*. Благодаря коре больших полушарий



Рис. 101. Мозг примата (а) и человека (б)

осуществляется сложное поведение – процессы высшей нервной деятельности: память, мышление, воображение, речь и др. И хотя толщина коры невелика и составляет не более сантиметра, нейроны располагаются в ней очень плотно, образуя множество контактов. В 1 см³ коры может находиться 100 млрд нейронов.

Каждый нейрон коры может образовывать от 1000 до 10 000 контактов с другими клетками. Учитывая количество нейронов, цифра контактов между ними просто астрономическая. Неудивительно, что ни один современный компьютер до сих пор не смог сравниться с работой головного мозга человека.

Доли коры больших полушарий. Глубокими бороздами кора делится на четыре доли: лобную, теменную, височную и затылочную (рис. 102, 103). В каждой из них расположены строго определенные функциональные центры.

Лобная доля очень сложно организована. Она отвечает за высшую нервную деятельность человека. Именно здесь находятся центры мышления, поведения, внимания, воображения. Точно установлено, что именно в лобной доле находится центр речи. Причем у большинства людей речевой центр расположен именно в левом полушарии.

Еще одна важная функция лобной доли – управление сложными движениями. Они формируются у нас в ходе обучения письму и игре на музыкальных инструментах, вышиванию, езде на велосипеде, управления автомобилем или иной техникой, печатания на клавиатуре и т. д.



Рис. 102. Названия на поверхности коры головного мозга

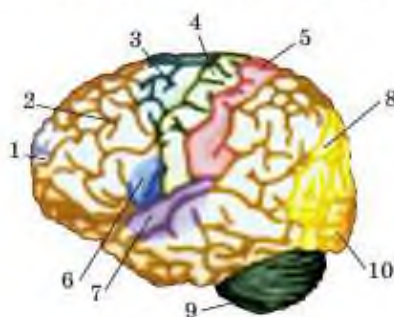


Рис. 103. Зоны коры головного мозга: 1–2 – зоны, ответственные за мышление и поведение; 3 – за точные движения; 4 – двигательная зона (моторная); 5 – основная сенсорная зона (осязание); 6 – речевая зона; 7 – слуховая зона; 8 – зрительное узнавание; 9 – вестибулярная зона (равновесие); 10 – зрение

Теменная доля отвечает за кожно-мышечную чувствительность. Именно сюда поступает информация от рецепторов кожи. Самые чувствительные места нашего организма (пальцы рук, язык, губы) занимают в этой доле больше места, чем, например, спина.

Чувствительная зона теменной доли и двигательная зона лобной доли расположены рядом. Ученые объединяют их в единую функциональную систему.

Височная доля – слуховые центры.

Затылочная доля – место, где расположены зрительные центры.



Для полноценного функционирования головного мозга должны работать не отдельные центры в разных долях коры, а все структуры вместе. Так, например, центр устной речи, находящийся в лобной доле, тесно связан с центром в височной доле, отвечающим за понимание услышанных слов, и со зрительными центрами затылочной доли, отвечающими за чтение – способность складывать слова из увиденных букв, а из слов – предложения. Центр письменной речи тоже находится в лобной доле, но он связан с двигательными центрами, отвечающими за управление мышцами руки при письме. Считается, что формированию центра речи способствовали именно упражнения правой руки – трудовая деятельность.



Передний мозг, кора больших полушарий, борозды, извилины, высшая нервная деятельность, лобная, теменная, височная, затылочная доли.



Знание и понимание:

1. Рассмотрите рисунок. Подпишите доли головного мозга.
2. Какая часть мозга больше других усложнилась в ходе эволюции? Как эти изменения повлияли на свойства и возможности организмов?



Применение:

1. Опишите основные этапы эволюции головного мозга позвоночных.
2. Опишите строение и расположение долей коры больших полушарий.

Анализ:

1. Используя текст учебника, сравните строение головного и спинного мозга человека.
2. Опишите особенности строения и функции долей коры больших полушарий. Представьте данные в виде таблицы.

Синтез:

1. Аргументированно объясните, почему до сих пор не удалось создать полноценный искусственный интеллект.
2. Как вы понимаете крылатое выражение: «Глаза смотрят, а мозг видит»?

Оценка:

Доля людей, пишущих левой рукой, примерно 15% от всего человечества. Считается, что они имеют предрасположенность к литературе и искусству. Попробуйте объяснить, почему.

Дискуссия:

1. Обсудите влияние алкоголя, никотина, наркотиков и отсутствие учебных нагрузок на нервную систему подростка.
2. Как вы думаете, может ли возникнуть сознание у животных, механизмов, растений?

§39. Отделы головного мозга

Головной мозг всех позвоночных животных состоит из пяти отделов: передний, средний, промежуточный, задний и продолговатый (рис. 104). **Передний мозг** – это и есть большие полушария человека.



Рис. 104. Продольный разрез головного мозга

Промежуточный мозг находится сразу под корой больших полушарий. Он управляет важнейшими процессами организма. Им регулируются температура тела, интенсивность обмена веществ, кровяное давление, выделение, сон и бодрствование, эмоции и эмоциональная окраска ощущений, настроение.

Доказано, что в промежуточном мозге расположены отдельные нервные центры. То есть каждая группа нейронов, находящаяся в определенном месте, контролирует один строго определенный процесс. Учеными были выявлены центры, отвечающие за жажду, голод, усиление и замедление работы сердца и кишечника, а также центры боли, агрессивности и страха (находятся рядом); центры удовольствия и т. д.



В экспериментах ученые вживляли в отдельные центры электроды, которые с помощью слабых электрических импульсов активизировали нервные клетки. Стимулируя *центр голода*, можно было заставить сытое животное безудержно есть. Коза со стимулированным *центром жажды* могла выпить больше 10 л воды в сутки. Быки на корриде после стимуляции *центра страха* убегали от тореадоров. Кошки со стимулированным *центром агрессивности* шипели, выгибались дугой и бросались на любой движущийся предмет. Кролики, которым стимулировали *центр терморегуляции*, становились горячее на 3°C. Но если этот центр вообще разрушали, кролики становились холоднокровными, как, например, пресмыкающиеся или земноводные. Крысы, которые нажатием на рычаг могли стимулировать у себя *центр удовольствия*, переставали заниматься чем-либо иным. Такие животные жали на рычаг до 14 тыс. раз за сутки и в конце концов погибали от истощения, так как переставали пить, спать и принимать пищу. В то же время, когда животным вживляли электроды в *центр неудовольствия*, однажды нажав на рычаг, они никогда больше не повторяли этой попытки.

В промежуточном мозге происходит объединение всех видов чувствительности.

Средний мозг расположен между промежуточным мозгом, варолиевым мостом и мозжечком. Он поддерживает мышечный тонус, т. е. его работа очень важна для контроля за положением тела при стоянии и ходьбе. Кошка с поврежденным средним мозгом так сильно напрягает мышцы конечностей, что не может их согнуть. Она способна стоять, но не может ходить.

В среднем мозге находятся также первичные центры зрения и слуха, хотя основную массу информации от этих органов анализируют затылочная и височная доли коры больших полушарий. Средний мозг обеспечивает первичную обработку данных, изменения размеров зрачка, поворот головы на новый звук или появившийся предмет. Такие движения, когда животные или человек поворачиваются в сторону нового раздражителя,

а также напрягаются мышцы, готовые переместить тело к раздражителю или от него, получили название *ориентировочные рефлексы*. Их еще называют *сторожевыми рефлексами*, или рефлексами «Что такое?». Они подготавливают организм к быстрому ответному действию.



В среднем мозге находится важнейший орган, не являющийся частью нервной системы. Это главная железа организма человека – *гипофиз*. Он вырабатывает и выделяет в кровь специальные активные вещества – гормоны. Они образуются в железах внутренней секреции и управляют различными процессами в организме. Например, *адреналин* способен активизировать многие процессы.

Задний мозг состоит из варолиева моста и мозжечка. *Варолиев мост* расположен между продолговатым мозгом и средним мозгом. Он проводит сигналы между выше- и нижележащими отделами. Его функции похожи на работу телевизшки, которая принимает и транслирует сигналы от спинного и продолговатого мозга в мозжечок, в средний и передний мозг, и наоборот.

Мозжечок, как и большие полушария, тоже имеет кору, но только с более мелкими извилинами. Он управляет координацией движений. Впервые кора на мозжечке появляется у птиц в связи со сложностью полета. Если мозжечок повреждается у взрослого человека, то движения постепенно восстанавливаются. Это происходит потому, что кора больших полушарий уже управляла точными движениями вместе с мозжечком. Ее клетки знают, как это делать. Нужно только научиться справляться без мозжечка. Но если этот отдел мозга поврежден у младенца, точные движения никогда не сформируются.

Продолговатый мозг является как бы продолжением спинного мозга. В нем даже серое и белое вещество расположены так же, как и в спинном мозге, т. е. снаружи находится белое вещество,

В продолговатом мозге находятся три важнейших центра: *дыхания*, *сердцебиения* и *пищеварения*. Он управляет сердечными ритмами, сменой вдоха и выдоха (дыхательные рефлексы кашля, чихания), пищеварением (рефлексы глотания, выделения слюны, сокращения желудка, кишечника, а также рвота). При повреждении продолговатого мозга сразу же наступает смерть, так как прекращаются дыхание и сердцебиение.



Передний, промежуточный, средний, задний и продолговатый мозг; варолиев мост, мозжечок, ориентировочные, или сторожевые, рефлексы.



Знание и понимание:

1. Расположите отделы головного мозга в правильном порядке от спинного и выше.



2. Опишите, какие части входят в передний, средний и задний мозг.

Применение:

1. Опишите функции переднего мозга.
2. Какие функции выполняет средний мозг?
3. Опишите части и функции отделов заднего мозга.

Анализ:

1. Опишите особенности строения и функции отделов головного мозга. Представьте данные в виде таблицы или составьте опорную схему «Отделы мозга и их функции».
2. Проанализируйте роль рефлексов продолговатого мозга в поддержании жизни.

Синтез:

1. Обсудите рефлекторную и проводниковую функции отделов мозга. Как вы думаете, можно ли утверждать, в каких из них какая функция преобладает?
2. Предположите, как будет двигаться птица, у которой удален мозжечок.

Оценка:

Оцените значение продолговатого мозга. Почему в результате его повреждения смерть человека наступает мгновенно?

Дискуссия:

Проанализируйте результаты экспериментов в области изучения функций разных отделов головного мозга, отвечающих за жажду, голод, напряженную работу сердца и кишечника, агрессивность, сон, страх; область наслаждения и неудовольствия. Можно ли управлять поведением млекопитающих через воздействие на данные центры? Будет ли это эффективно для человека? Обсудите возможные последствия и перспективы таких воздействий.

§40. Рефлекс и рефлекторная дуга

Рефлекс – это ответная реакция организма на раздражение с участием центральной нервной системы. Рефлексы лежат в основе поведения животных, обладающих нервной системой со сформированным мозгом. Они есть уже у моллюсков и членистоногих.

Рефлексы помогают организмам выживать. Речь идет не только об ответных реакциях в виде движений в ту или иную сторону. Например, при похолодании у теплокровных животных осуществляется ряд рефлекторных реакций, направленных на сохранение тепла (схема 10).

Схема 10



Все эти реакции необходимы, чтобы кожа отдавала меньше тепла в окружающую среду.

Рефлекторная дуга – это путь, по которому проходит нервный импульс при осуществлении рефлекса. Она включает пять отделов (рис. 105):

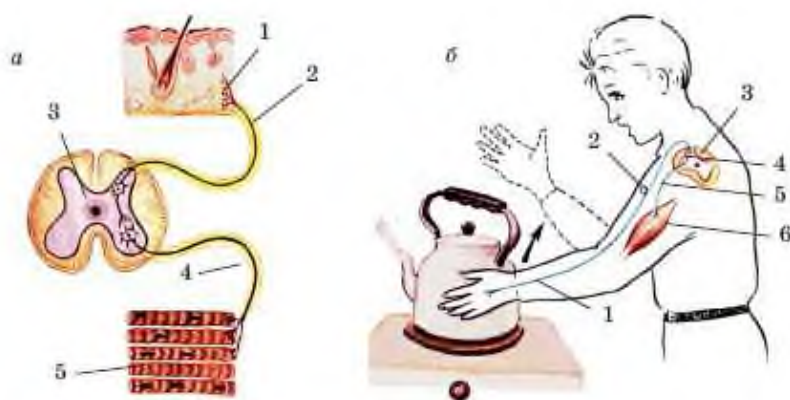


Рис. 105. Звенья рефлекторной дуги:

а – рефлекторная дуга: 1 – рецептор; 2 – чувствительное нервное волокно; 3 – спинной мозг (центральная нервная система, нейроны и их контакты в ЦНС); 4 – двигательное нервное волокно; 5 – мышцы (исполнительный орган); *б* – рефлекторная дуга сгибания руки: 1 – рецептор; 2 – чувствительный нейрон; 3 – спинной мозг; 4 – вставочный нейрон; 5 – двигательный нейрон; 6 – мышца

¹ Эта реакция характерна для млекопитающих и человека. Птицы не имеют потовых желез, поэтому у них такой реакции не происходит.

- 1) рецептор;
- 2) чувствительный (центростремительный) нейрон;
- 3) отдел ЦНС;
- 4) двигательный (центробежный) нейрон;
- 5) рабочий орган.

Рецептор – это первая нервная клетка, в которой нервный импульс возникает от воздействия какого-либо раздражителя или изменения условий окружающей среды. Так, вкусовые рецепторы чувствуют растворимые химические вещества.



Если рецептор, воспринимающий нужный раздражитель, отсутствует, то организм никогда его не почувствует. Данное изменение окружающей среды останется незамеченным. Так, в коре больших полушарий нет болевых рецепторов. Именно это позволяло проводить эксперименты на животных с вживленными электродами. Они не чувствовали боли и дискомфорта от внедренных в мозг проводков.

Чувствительный нейрон передает нервный импульс от рецепторов в мозг. Он несет информацию к ЦНС, за это его еще называют *центростремительным*, так как он действительно «стремится к центру».



Как вы помните, в спинном мозге есть спинные и брюшные корешки серого вещества, переходящие в рога белого вещества. Выйдя из позвоночника, задние и передние рога объединяются в парные спинномозговые нервы – по два из каждого позвонка (левый и правый). Именно задние рога и корешки содержат чувствительные нейроны. По ним информация поступает в мозг – сначала в спинной, затем, если это требуется, – в головной.

В *центральной нервной системе* происходит анализ полученной информации. Несколько нейронов сообщаются между собой через *вставочные нейроны*. То есть за осуществление рефлекса в мозгу отвечают несколько взаимосвязанных нейронов – *нервный центр* данного рефлекса.

Двигательный нейрон передает нервный импульс (команду) от центральной нервной системы к *рабочему (исполнительному) органу*. Его еще называют *центробежным*, т. е. бегущим из центра, от мозга. Ведь именно после того, как нервный импульс пройдет по *центробежному* нейрону, последует ответная реакция – сокращение мышцы или другой видимый ответ.



Как вы, наверное, догадались, именно передние рога и корешки содержат двигательные нейроны. По ним информация поступает от мозга (сначала головного, затем спинного) к рабочим органам – мышцам или железам.

В ответ на полученный нервный импульс рабочий орган совершает действие – ответную реакцию. Если это мышца, она сокращается. Примеры: отдергивание руки от горячего предмета или разгибание колена (коленный рефлекс). Если вместо мышцы рабочим органом была железа, она выделяет секрет. Примерами таких рефлексов могут служить выделение слюны от запаха пищи, выделение слез от прикосновения к глазу, выделение пота в жару.



Рефлекторная дуга, рецептор; чувствительный, двигательный, вставочный нейроны; рабочий орган.



Знание и понимание:

1. Дайте определения понятиям «рефлекс», «рефлекторная дуга».
2. Назовите в правильной последовательности отделы рефлекторной дуги. Сколько их?

Применение:

1. Изобразите все части рефлекторной дуги, указав их название, месторасположение и функции.
2. Опишите роль задействованных структур ЦНС в осуществлении рефлекса.

Анализ:

1. Сгруппируйте рецепторы по раздражителям (функциям). Сделайте вывод о степени важности рецепторов внутри тела и рецепторов в органах чувств.
2. Проанализируйте, какой будет рефлекторная реакция на: а) холод; б) тепло.

Синтез:

1. Качество работы спинного мозга у новорожденных детей врачи проверяют так: проводят пальцем по стопе ребенка и наблюдают, как пальчики распрямляются. У взрослых невропатологи с этой же целью проверяют коленный рефлекс: ударяют резиновым молоточком по сухожилию под коленной чашечкой и наблюдают, как нога распрямляется. Используя свои знания, объясните, какую реакцию увидит врач, если пациент здоров, а какую – если болен. Почему?

Оценка:

Оцените значение каждого из отделов рефлекторной дуги. Напишите на эту тему эссе, указав, как изменится результат при повреждениях каждого из ее отделов.



№9. Коленный рефлекс. См. с. 239.

Классификация рефлексов. Существует множество методик деления рефлексов на группы. Так, по местонахождению нервного центра все рефлексы можно подразделить на *спинномозговые* и *рефлексы головного мозга*.

В зависимости от рецептора, который запускает рефлекс, их можно разделить на зрительные, слуховые, вкусовые, обонятельные, кожные и т. д.

По системам органов рефлексы можно делить на *пищевые* (выделение слюны и желудочного сока, глотание и др.), *дыхательные* (вдох, кашель, чихание), *двигательные* (коленный, отдергивание руки от горячего предмета), *сердечно-сосудистые* (сужение и расширение сосудов, учащение сердцебиения) и т. д. Но самым важным является деление рефлексов на *условные* и *безусловные*.

Безусловные и условные рефлексы (табл. 3). До сих пор мы с вами изучали только самые простые рефлексы. Все они являются безусловными.

Безусловными называют врожденные рефлексы. Они одинаковы у всех организмов одного вида. Безусловные рефлексы позволяют организму выжить в тот момент, когда у него еще нет жизненного опыта. Например, новорожденные младенцы обладают врожденным *сосательным рефлексом*. При прикосновении к коже щек, губ, подбородка матери младенец инстинктивно пытается найти грудь, чтобы получить пищу. Подобный рефлекс характерен для всех млекопитающих.

К безусловным рефлексам относятся поддержание температуры тела, дыхательные рефлексы и др.

Центры безусловных рефлексов могут находиться как в спинном (коленный рефлекс, выделительные рефлексы), так и в головном мозге (вдох – продолговатый мозг, терморегуляция – промежуточный мозг). Все безусловные рефлексы – это генетически заложенная программа поведения. Они помогают выживать, а не приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды, чему служат условные рефлексы.

Условные рефлексы – приобретенные. Они возникают в течение жизни, и у всех особей одного вида они разные. Для их формирования обязательно необходимо сочетание *условного* и *безусловного раздражителей*.

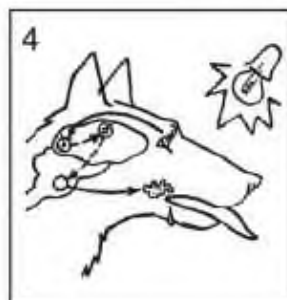
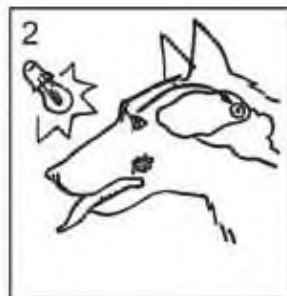
Рис. 106. Рефлексы

1) еда – безусловный раздражитель – вызывает выделение слюны;

2) свет – условный раздражитель – не вызывает выделения слюны;

3) сочетание условного (свет) и безусловного (еда) раздражителей вызывает выделение слюны;

4) после многократного повторения один только условный раздражитель (свет) вызывает выделение слюны



Изучением выработки условных рефлексов у собак занимался академик И. П. Павлов. Он включал свет или звонок и одновременно кормил собаку (рис. 106) или подавал оба сигнала – звуковой и зрительный.

В данном эксперименте безусловный раздражитель – пища. При виде и запахе еды у животного выделяется слюна. Центр безусловного слюноотделительного рефлекса находится в продолговатом мозге. Рабочим органом является слюнная железа. Условный раздражитель – свет и (или) звонок.

После того как сочетание условного и безусловного раздражителей повторилось несколько раз, у собак начинала выделяться слюна уже только на свет или звонок в отсутствие пищи. Следовательно, у собак выработался условный слюноотделительный рефлекс на производимые сигналы.

Условные рефлексы имеют огромное значение. Они помогают животным приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды. Условные рефлексы не существуют бесконечно долго. Без безусловного подкрепления они постепенно угасают. Чтобы условный рефлекс постепенно не исчез, необходимо периодически подкреплять его безусловным раздражителем.

Таблица 3. Сравнительная характеристика рефлексов

Безусловные рефлексы	Условные рефлексы
1. Врожденные	Приобретенные
2. Наследуются	Не наследуются
3. Присущи всем особям одного вида	Присущи отдельным особям (индивидам)
4. Постоянные, не изменяются в течение жизни	Непостоянные, исчезают или вновь появляются
5. Происходят с участием головного и спинного мозга	Осуществляются только при участии коры больших полушарий
6. Поддерживают постоянство внутренней среды организма	Способствуют приспособлению организма к условиям внешней среды
7. Способствуют воспроизведению организмов	Непосредственно не участвуют в размножении
8. Сохраняются у животных с удаленными полушариями мозга	Не сохраняются у животных с удаленными полушариями мозга



Условные и безусловные рефлексы, условные и безусловные раздражители.



Знание и понимание:

1. Перечислите все возможные способы классификации рефлексов.
2. Что такое условные и безусловные рефлексы?

Применение:

1. Назовите характерные особенности и приведите примеры условных рефлексов.
2. Почему условные рефлексы без подкрепления угасают? Обоснуйте рекомендации диетологов принимать пищу в одно и то же время с точки зрения формирования условных рефлексов.

Анализ:

1. Проанализируйте признаки условных и безусловных рефлексов. Какие сходства и различия можно выделить?
2. Составьте схему «Виды рефлексов», используя все возможные подходы к их классификации.

Синтез:

1. Если бы вы видели, как кто-то выложил кирпичную стену, смогли бы вы сделать то же самое?
2. Каким образом молодые пчелы-работницы, не наблюдавшие за работой других пчел над строительством сот, выполняют аналогичную работу?

Оценка:

Оцените роль условных и безусловных рефлексов в выживании организмов.

Дискуссия

Обсудите роль условных рефлексов в формировании привычек человека, воспитании и дрессировке домашних животных. Как вы считаете, где их роль будет решающей?

§42. Рефлекторная природа поведения

Физиологические механизмы генетически заложенного поведения. Как образовались и передаются безусловные рефлексы из поколения в поколение – явление до конца не изученное. Ясно, что все безусловные рефлексы имеют свои нервные центры в ЦНС. Рефлекторные дуги безусловных рефлексов запускаются одинаковыми раздражителями и имеют одинаковые ответные реакции у разных животных одного пола, вида и возраста.¹ За сложные безусловные рефлексы отвечают отделы головного мозга, за упрощенные – спинной мозг.

Для обозначения сложного поведения животных понятие «рефлекс» используют редко. Чаще говорят *генетически заложенное поведение*, или *инстинкт*. Под инстинктом понимают цепь взаимосвязанных безусловных рефлексов. Инстинктивное поведение не заканчивается одной ответной реакцией. Окончание одного безусловного рефлекса как бы влечет за собой другую, следующую реакцию. Так, у некоторых видов птиц, например шалашников, сигналом для образования пар является демонстрация гнездового и прочего материала (ракушки, блестящие камешки и пр.) самцом (рис. 107). Тогда самка образует с ним пару. Затем начинается строительство гнезда. Самка откладывает яйца и высиживает их. А самец заботится о самке или о яйцах (в зависимости от вида птиц). Установлено, что если гнездо находится на земле, самка будет инстинктивно загребать в него и высиживать любые предметы, хоть отдаленно напоминающие яйца: круглые камешки, шарики от пинг-понга и др.

У высокоорганизованных животных поведение меньше контролируется безусловными рефлексами. Доказано, что инстинктивное поведение играет ведущую роль именно у беспозвоночных (возможно, кроме головоногих моллюсков). Подобным образом ведут себя и вы-

¹Сбой в генетической программе поведения иногда возможен. Но чаще всего животные, имеющие такой сбой, погибают либо не оставляют потомства. Поэтому они не могут передать «наследственный сбой» в следующие поколения.



Рис. 107. Шалашник демонстрирует свои подарки самочке

сокоорганизованные животные, такие как общественные насекомые (пчелы и муравьи).



Строительство геометрически правильных сот (рис. 108) вводило некоторых исследователей на мысль о разумности пчел. Но эксперименты показали, что все их сложное поведение – это цепь взаимосвязанных рефлексов и инстинктов. Так, в экспериментах с одиночной дикой пчелой исследователи прокалывали соты. Принесенные запасы пищи постоянно вытекали. Под небольшими сотами уже образовалась сладкая лужица. А пчела, видя все это, продолжала носить туда нектар и не начинала откладывать яйца. Дело в том, что инстинкт таков: сначала она должна увидеть заполненные ею соты, затем отложить яйца, потом закленить соты.

Еще одно доказательство того, что у насекомых генетически заложенное поведение, а не разумная деятельность – отсутствие передачи опыта в следующие поколения. Так, земляные осы строят гнездо, откладывают личинок, снабжают их едой и погибают. Вылупившиеся личинки никогда не видятся со своими родителями, но став взрослыми, они точно повторяют тот же алгоритм действий.

Это, конечно, не значит, что пчелы не умеют приспосабливаться. У них можно выработать и условные рефлексы. Так, в экспериментах в улье с определенным узором помещали соты с медом. И даже если потом этот улей переставляли относительно остальных, пчелы сразу же залетали в него, узнавая по узору. Но если несколько раз подряд соты там отсутствовали, пчелы переставали обращать на него внимание и начинали обыскивать всю территорию в поисках корма.



Рис. 108. Пчелные соты в улье

Возможно, только у млекопитающих, имеющих развитую кору головного мозга с извилинами, генетически заложенное поведение играет второстепенную роль в жизни.

Торможение безусловных рефлексов происходит в том случае, если возникает более

сильный раздражитель. Так, например, слюноотделительный рефлекс прекратится, если рядом с собакой, принимающей пищу, раздастся выстрел. Сильный звук приведет к тому, что в коре больших полушарий возникнет более мощный очаг возбуждения – выработки нервного импульса. А передача по рефлекторной дуге импульса безусловного слюноотделительного рефлекса прекратится.

Физиологический механизм формирования условных рефлексов хорошо изучен и доказан. При сочетании условного и безусловного раздражителей нервный импульс вначале возникает в одном нервном центре, затем – в другом. Сам по себе условный раздражитель (свет или звонок) никак не может привести к выделению слюны. Но безусловный раздражитель (пища) запускает механизм безусловного слюноотделительного рефлекса, ответной реакцией в котором будет выделение слюны.

Возникшие в нервных центрах импульсы от условного и безусловного раздражителей как бы усиливают возбуждение друг друга. А если это уже случалось с ними многократно, то возбуждение одного центра автоматически приведет к возбуждению другого.

Торможение условных рефлексов принято называть *условным торможением*. Его механизм заключается в том, что через определенное время центры условного и безусловного рефлексов перестают совместно возбуждаться, если нет безусловного подкрепления (пищи). Между этими центрами как бы утрачивается связь. Если выделение слюны происходит, а пища не воздействует на рецепторы, то вкусовые, обонятельные, зрительные, слюноотделительный рефлексы как бы не подтверждаются. Условный рефлекс исчезает.

Угасание, или торможение, условных рефлексов имеет огромное значение. Оно позволяет организму избавляться от навыков, которые стали ненужными. Как формирование условных рефлексов, так и их торможение носят приспособительный характер и способствуют выживанию организмов.



Инстинкт, генетически заложенное поведение, условное торможение.



Знание и понимание:

1. Опишите разницу в понятиях «безусловный рефлекс», «условный рефлекс», «инстинкт», «генетически заложенное поведение». Какие из понятий являются синонимами, а какие – нет?
2. В чем разница между простыми безусловными рефлексами и сложным инстинктивным поведением?

Применение:

1. Опишите, какую роль играет инстинктивное поведение у беспозвоночных и позвоночных животных.
2. Назовите причины формирования и торможения безусловных рефлексов.

Анализ:

1. Проанализируйте зависимость отдела ЦНС, осуществляющего рефлекс, от сложности рефлекса. Почему она сформировалась?
2. Проанализируйте роль различных видов рефлексов и инстинктов в сохранении отдельных организмов и видов в целом.

Синтез:

1. На каких видах рефлексов основана дрессировка животных в цирке? Обоснуйте свой ответ.
2. Сделайте сообщение, используя различные источники информации об истории изучения рефлексов.

Дискуссия:

Устройте диспут, обсудите следующее явление. Журавли, выведенные из яиц в инкубаторе и выращенные в неволе, никогда не встречали своих сородичей. Тем не менее при наступлении половой зрелости они верно исполняли брачный танец. А молодые гориллы, никогда не встречавшие своих сородичей, будучи помещенными в общий вольер, не приступали к размножению, пока работники зоопарка не продемонстрировали им фильм, отснятый в дикой природе со сценами ухаживания и спаривания их сородичей.

§43. Отделы нервной системы по выполняемым функциям

Соматическая и вегетативная нервные системы. Как вы знаете, вся нервная система делится на центральную и периферическую. Кроме того, по выполняемым функциям ее также делят на два отдела: соматическую и вегетативную.

Соматическая нервная система управляет опорно-двигательной системой и кожей. Она подчиняется сознанию и воле человека. Центры соматической нервной системы находятся в лобной доле коры больших полушарий. Команды к скелетным мышцам передаются через спинной мозг. По спинномозговым нервам они идут к мышцам. Получив нервный импульс, мышцы сокращаются, и совершается движение.

Вегетативная нервная система управляет всеми внутренними органами, кроме скелетных мышц. В ее подчинении находятся печень, желудок, сердце, легкие и т. д. Она не подчиняется нашему сознанию

(воле), и за это ее называют *автономной*. Мы не можем заставить желудок, сердце или легкие работать быстрее или медленнее. Центры вегетативной нервной системы находятся в промежуточном мозге.

Вся вегетативная нервная система делится на два отдела: симпатическую и парасимпатическую.

Симпатическая нервная система переводит организм в активное состояние. Она учащает сердцебиение, стимулирует дыхание, повышает давление и увеличивает скорость тока крови. В целом активизируется обмен веществ. Происходит расширение зрачков и бронхиол.

Когда организм находится под воздействием импульсов от симпатической нервной системы, происходит угнетение пищеварения и выделения. Так, например, замедляется выделение слюны и желудочного сока, ослабляется сокращение мышц желудка и кишечника.

Парасимпатическая нервная система, наоборот, замедляет сердцебиение и дыхание, понижает скорость тока крови и давление. В целом она ослабляет обмен веществ. Но не весь организм пассивен под влиянием парасимпатической нервной системы. Она усиливает процессы пищеварения и выделения: сокращение кишечника, желудка, мочевого пузыря, выделение слюны и пищеварительных соков.

К каждому органу нашего тела подходят нервы вегетативной нервной системы (рис. 109). *Центры симпатической нервной системы* находятся в спинном мозге – от шейного до поясничного отдела. Именно отсюда и отходят симпатические нервы.

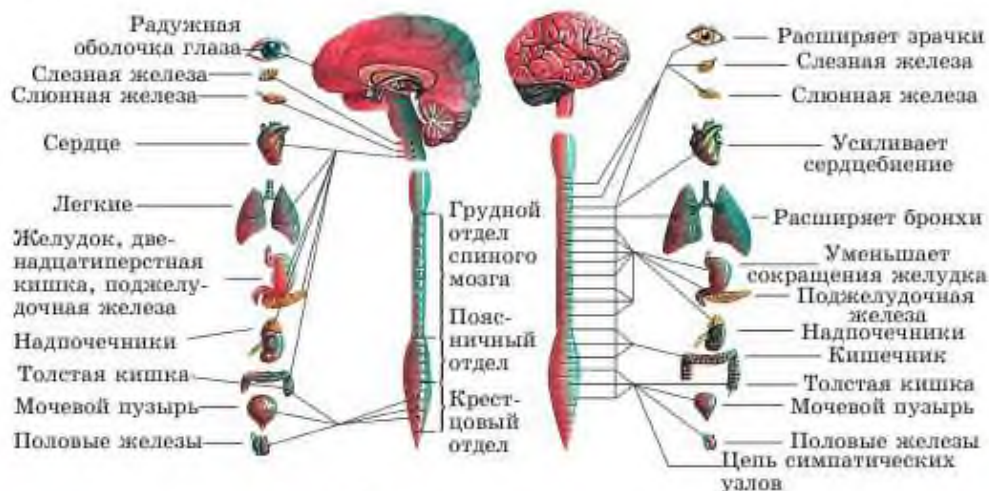


Рис. 109. Вегетативная нервная система

Центры парасимпатической нервной системы находятся в стволе головного мозга и в крестцовом отделе спинного мозга. Отсюда отходят парасимпатические нервы, самый крупный из которых – черепно-мозговой блуждающий нерв.



Соматическая и вегетативная нервная система, симпатическая и парасимпатическая нервная система, блуждающий нерв.



Знание и понимание:

1. На какие отделы делится нервная система по функциям? Укажите роль каждого из них.
2. Какой отдел нервной системы регулирует работу внутренних органов, а какой – мышц скелета?

Применение:

1. Покажите, в каких нервных центрах расположены симпатический и парасимпатический отделы.
2. Уточните влияние парасимпатической и симпатической нервных систем на функции некоторых органов.

Орган, процесс	Симпатические нервы	Парасимпатические нервы
Сердце		
Кровообращение		
Зрачок		
Слюнные железы		
Мышцы кишечника		
Печень		
Потовые железы		
Мочевой пузырь		

Анализ

1. Проанализируйте и объясните, почему к каждому органу подходят и симпатические, и парасимпатические нервы. Можно ли обойтись без этого? При каких условиях?
2. Объясните рисунок.



Синтез:

1. Представьте себе, что и симпатические, и парасимпатические нервы, идущие к сердцу, перерезаны. Как будет оно работать? Как это отразится на организме в целом?
2. Составьте схему или таблицу, отразив расположение центральных и периферических отделов и особенности функционирования отделов соматической, симпатической и парасимпатической нервных систем.

Оценка:

Оцените значимость функций отделов соматической и вегетативной нервных систем для организма.

Дискуссия:

Вставьте недостающие слова в рассказ: «Удав, проглотивший кролика, лежит и переваривает его. Зрачки удава сужены, сердцебиение и дыхание замедлены, но у него активно работает ... , выделяется ... , сокращаются мышцы ... и ...». Обсудите, действие какого отдела нервной системы проиллюстрировано. Докажите это.

§44. Биологические ритмы. Сон

Биологические ритмы человека. Вы уже знаете, что многие явления природы носят циклический характер. Организм человека, как и многих других обитателей нашей планеты, приспособлен к дневной активности, в то время как ночь – период, отведенный для восстановления сил.



Ошибаются те, кто думает, что суточные ритмы – это только чередование сна и бодрствования. Так, замечено, что у большинства людей в определенное время изменяются многие физиологические показатели. Например, в 3 ч ночи у человека самое низкое артериальное давление, а в 7–8 ч утра самое низкое содержание сахара в крови. В 9 ч утра сердце работает на полную мощность, а в 16 ч повышается содержание сахара в крови. Поэтому важно учитывать периодически повторяющиеся изменения активности организма.

Для человека характерны не только суточные ритмы. К биоритмам также можно отнести сердцебиение (фазы сердечного цикла), смену вдоха и выдоха и т. д.

Сон как физиологическое состояние. Сон – физиологическое состояние мозга и организма, при котором значительно снижается двигательная активность и почти полностью прекращается способность реагировать на внешние раздражители. Сон характерен для всех видов

птиц и млекопитающих. Он является естественным состоянием, которое должно сменять состояние бодрствования.

Полноценный сон – обязательное условие нормальной работы головного мозга. В экспериментах на добровольцах без сна люди максимально могли выдержать не более 6 сут. При этом у них расстраивалась память, рассеивалось внимание, снижался интеллект и начинались непрекращающиеся головные боли.

Сон быстрый и медленный. Многие воспринимают сон как единое состояние. На самом деле все время сна можно условно разделить на два важнейших вида: *фазу медленного сна* и *фазу быстрого сна* (табл. 4).

Во время *медленного сна* тело расслаблено. Мышцы не напряжены. Сердцебиение и дыхание замедлены по сравнению с состоянием бодрствования, а дыхание еще и поверхностное. В целом немного снижается давление крови и обмен веществ. Температура тела тоже понижается (именно поэтому во сне мы часто чувствуем, что замерзли). Но кровоснабжение мозга и потребление кислорода нейронами почти не меняются. В коре больших полушарий основная часть нейронов не вырабатывает нервных импульсов.

В фазе медленного сна отдыхает тело, т. е. мышцы, как скелетные, так и сердечная. В целом организм пассивен. Он восстанавливает силы для дневной двигательной активности.

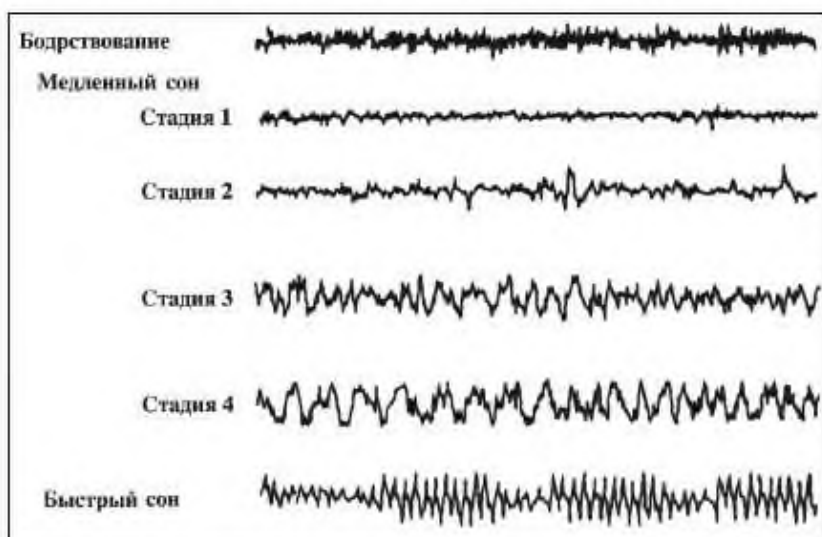


Рис. 110. На электроэнцефалограмме здорового взрослого человека зафиксирована биоэлектрическая активность мозга на разных стадиях сна

Во время *быстрого сна* все происходит наоборот. В коре больших полушарий усиливаются процессы возбуждения. На электроэнцефалограмме видно, что во время быстрого сна активность мозга отличается от ее состояния во время бодрствования (рис. 110). В этот период мозг даже более активен, чем во время бодрствования. Именно в это время человек и видит сны. Если человека разбудить в фазе быстрого сна, он будет помнить сон и сможет о нем рассказать.

В фазе быстрого сна у человека может учащаться сердцебиение, дыхание, повышаться обмен веществ и как следствие – температура тела. За это фазу быстрого сна называют еще *парадоксальной* – необычной. Также часто наблюдается мышечная активность. Глаза под веками вращаются. Млекопитающие могут шевелить во сне ушами, двигать носом, усами.



По данным некоторых исследователей, обычный человек во сне может перевернуться с боку на бок за одну ночь около 300 раз.

Таблица 4. Сравнительная характеристика фаз сна

Медленный сон	Быстрый сон
Сердцебиение замедляется, дыхание поверхностное	Сердцебиение, дыхание учащаются
Обмен веществ и температура понижаются	Обмен веществ и температура повышаются
Мышечные сокращения не происходят	Мышцы могут сокращаться
Примерный процент от времени сна 80–85%	Примерный процент от времени сна 15–20%
Восстановление работоспособности мышц, сердца, органов тела	Восстановление работоспособности мозга; осмысление, переработка, запоминание информации

Сновидения. Какова же физиологическая роль для организма быстрого сна и сновидений, в частности? Известно, что если лишить организм фазы быстрого сна, мозг не отдохнет. То есть без быстрого сна работоспособность нейронов коры больших полушарий не восстанавливается. В экспериментах с добровольцами людей постоянно будили, как только они начинали приближаться к фазе быстрого сна. Такие

испытываемые постоянно ощущали себя невыспавшимися, хотя спали по 12–14 ч в сутки. Их работоспособность не восстанавливалась даже после 20 ч медленного сна. Следовательно, для восстановления и полноценной работы мозга жизненно необходим быстрый сон.



В сновидениях человек видит только те предметы, события, явления или образы, о которых уже имеет какое-либо представление. Даже совершенно фантастические события в сновидениях человека обусловлены его фантазией. По мнению И. П. Павлова, сновидения – «нереальные сочетания реальных событий». То есть сны – это отражение наших дневных переживаний, мыслей, чувств, эмоций. Во сне происходит фантастичное преобразование знакомых вещей и образов. Например, человек, живший в средние века, вряд ли смог бы увидеть во сне сотовый телефон или компьютер.

По мнению большинства физиологов, сон вообще и сновидения в частности – обязательные процессы, необходимые для переработки дневной информации, ее переосмысления и запоминания. Известны факты, когда ученым во сне приходило решение задач, с которыми мозг не справлялся в состоянии бодрствования. Так, Д. И. Менделеев увидел свою Периодическую систему элементов во сне. Но не нужно забывать, что он кропотливо работал над ее созданием наяву и только потом увидел ее во сне. Если бы он не был профессионалом в данной области, даже увидев систему во сне, он вряд ли смог бы ее понять и объяснить человечеству.



Сон быстрый и медленный.



Знание и понимание:

1. Перечислите несколько любых биоритмов. Объясните, чем они вызваны.
2. Что такое сон? Назовите фазы сна.

Применение:

1. Перечислите отличия быстрого и медленного сна.
2. Объясните, какую физиологическую роль играют фазы быстрого и медленного сна для организма.

Анализ:

1. Проанализируйте описанные в параграфе мнения ученых о сновидениях.
2. Составьте схему, отражающую влияние сна на состояние и работоспособность организмов.

Синтез:

1. На какой фазе сна возникают сновидения? Какое определение понятию «сновидение» вы бы дали до и после прочтения параграфа?
2. Проведите собственное исследование разных источников информации и на их основе дайте рекомендации людям, вынужденным трудиться в ночное время.

Оценка:

Оцените значимость сна для жизнедеятельности человека и высших животных.

Дискуссия:

Обсудите высказывание А. Шопенгауэра: «Жизнь и сновидения – страницы одной и той же книги».

§45. Гигиена сна и работоспособность

Работоспособность – это эффективное выполнение определенной целенаправленной деятельности. При нулевой работоспособности человек вообще не может выполнять какую-либо работу. При этом главная проблема – сохранять работоспособность в течение необходимого времени.

Снижение работоспособности проявляется в утомлении – заметном ослаблении внимания и памяти, неспособности сосредоточиться. *Утомление* – временное состояние, оно исчезает после короткого перерыва или смены деятельности. *Усталость* – накопившееся утомление. Она проявляется в таких реакциях человека, как угнетение, раздражительность, потеря работоспособности.

Часто, когда человек занят любимым делом, он не замечает утомления, пока оно не разовьется в усталость. Разница в том, что усталость в отличие от утомления невозможно преодолеть усилием воли. Если постоянно, изо дня в день ее преодолевать, наступает *переутомление* – сбой в работе систем органов: сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной, пищеварительной и др.

Неорганизованная и чрезмерная работа приводит к быстрому переутомлению. Сохранить работоспособность на долгие годы можно только при правильном чередовании труда и отдыха, смене деятельности и соблюдении режима дня.

Стадии работоспособности (рис. 111). Закономерное изменение работоспособности наблюдается как на протяжении рабочего дня, так и в течение рабочей недели. Первый ее период – *вработываемость* (вхождение в работу). В это время работоспособность еще не самая высокая. При тяжелой физической работе этот период занимает примерно 20–25 мин, а при работе средней тяжести – час-полтора. При выполнении творческого, умственного труда он может длиться до 2 ч, в течение которых работоспособность постепенно повышается. Второй период – *оптимальная работоспособность*. Появляющиеся к его

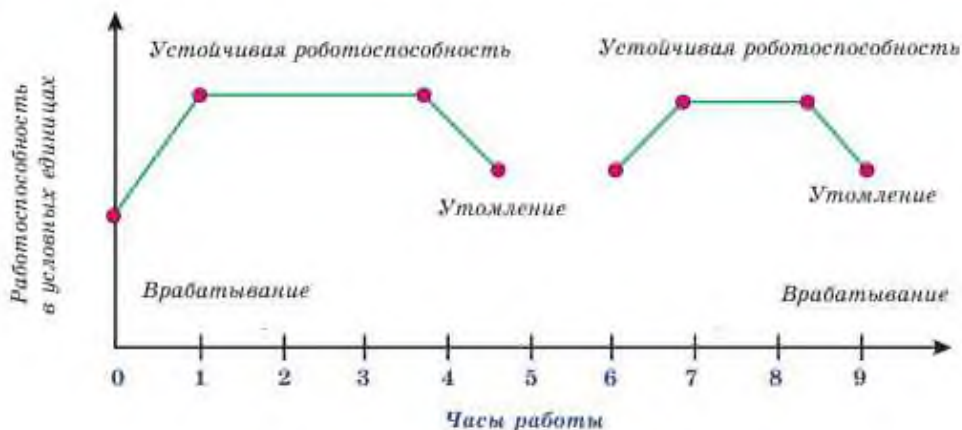


Рис. 111. Стадии работоспособности

к концу признаки утомления еще не сказываются на работоспособности. Третий период — *истощение*. В это время наблюдается снижение работоспособности. И никакие волевые усилия не способны сохранить ее на максимальном уровне. По мере нарастания утомления трудовая деятельность прекращается: требуется отдых для восстановления сил.

Социологи и экономисты выяснили, что самая высокая работоспособность проявляется в течение первого часа рабочего дня. Она сохраняется таковой на протяжении 1,5–3 ч. Именно поэтому на многих предприятиях проводят обязательные физкультминутки за 1–1,5 часа до обеда и за 1–2 ч до окончания рабочего дня. Это поддерживает высокую работоспособность. В школе эти функции выполняет большая перемена. Также замечено, что самыми эффективными рабочими днями являются вторник, четверг и первая половина пятницы.



Резко повышает работоспособность интерес к делу, к процессу труда. Вы, наверное, замечали, что при выполнении любимой работы многие люди часами сохраняют высокую работоспособность. Часто эти занятия не связаны с профессиональной деятельностью и называются *хобби* (увлечение). У многих людей профессиональная деятельность и увлечения совпадают.

Стоит отметить, что на работоспособности сказываются и другие обстоятельства: цель работы, настрой самого человека, чувство ответственности. Так, во время Великой Отечественной войны хирурги в прифронтовых госпиталях могли делать по 200 операций в день. И при этом их работоспособность оставалась высокой. Так же самоотверженно работали и труженики тыла на оборонных предприятиях и в колхозах. А ведь многие из них были несовершеннолетними.

Сон – способ снятия суточной усталости. Под гигиенически полноценным понимается сон, имеющий достаточную для возраста продолжительность, с точно установленным временем засыпания и пробуждения. Новорожденные дети спят 20–22 ч в сутки. С возрастом продолжительность сна у человека снижается (табл. 5).

Таблица 5. Рекомендуемая продолжительность сна детей и подростков, ч

Возраст	Первые месяцы жизни	1 год	2–3	4–5	6–7	8–10	11–12	13–16	17–18
Время	20–22	16–17	14–15	13	12	11	10	9	8,5

Сокращение продолжительности сна у детей на 2–4 ч и более резко отрицательно сказывается на функциональном состоянии мозга. Снижаются работоспособность, сопротивляемость организма различным инфекциям. Быстрее наступает утомление. Потребность детей в сне часто зависит и от состояния здоровья, и от физического развития. Поэтому, устанавливая определенную продолжительность сна, следует также учитывать и индивидуальные особенности. Нужно приучать себя вставать и ложиться в одно и то же время.

У человека легко образуются условные рефлексы на обстановку сна. Условным раздражителем становится время отхода ко сну. Вид часов со стрелками, показывающими это время, уже способствует засыпанию. Условным раздражителем становится также весь комплекс процедур, входящих в вечерний туалет (душ, чистка зубов, переодевание). Перед сном следует исключить возбуждающие игры, усиленную умственную работу. Время после ужина должно протекать в спокойной обстановке, исключающей сильное возбуждение нервной системы. Лучше всего перед сном на 20–30 мин выйти на прогулку. Ужин должен быть легким, не позднее 2–1,5 ч до сна. Шоколад, кофе и крепкий чай употреблять на ночь не рекомендуется. Свежий, прохладный воздух в помещении способствует более быстрому засыпанию и глубокому сну. Хорошо, когда спальные помещения перед сном проветриваются.



Работоспособность, вработываемость, усталость, утомление, переутомление, истощение.



Знание и понимание:

1. Дайте характеристику понятиям «работоспособность», «усталость», «утомление», «переутомление».
2. Дайте характеристику стадиям работоспособности, указав их очередность, продолжительность в течение дня и недели, факторы, влияющие на их продолжительность.

Применение:

1. Какие рекомендации вы дали бы учащимся, чтобы повысить их работоспособность: 1) в течение урока; 2) в течение учебного дня; 3) в течение учебной недели; 4) в течение учебного года? Возможно ли их применить в реальной школе?
2. Уточните влияние биоритмов на работоспособность (учебу). Составьте наиболее рациональный распорядок дня школьника.

Анализ:

1. Проанализируйте взаимосвязь между работоспособностью и увеличением или уменьшением времени сна.
2. Составьте схему по факторам, влияющим на работоспособность отрицательно и положительно.

Синтез:

1. Сделайте памятку о гигиене сна.
2. Объясните влияние на работоспособность:
 - бессонницы;
 - отсутствия интереса к работе;
 - безответственности;
 - ориентированности на результат, а не на процесс работы;
 - интереса к процессу работы, а не ее результату.

Оценка:

1. Выясните, сколько человек может прожить без сна, еды, воды. Оцените необходимость сна для жизнедеятельности человека.
2. Оцените роль воли и чувства ответственности, обеспечивших высочайшую, запредельную работоспособность граждан страны во время Великой Отечественной войны.

§46. Режим дня, гигиена умственного труда

Режим дня школьника. *Режим дня* – это рациональное распределение времени на все виды деятельности и отдыха в течение суток.

Он необходим, чтобы обеспечить высокую работоспособность на протяжении всего периода бодрствования.

Строится режим на основе *биологических ритмов* функционирования организма. Подъем работоспособности отмечается с 11 до 13 ч. Второй период подъема – с 16 до 18 ч. Но его продолжительность и интенсивность более низкая.

Основные элементы режима дня школьника

1. Учебные занятия в школе и дома.
2. Активный отдых с максимальным пребыванием на свежем воздухе.
3. Регулярное и достаточное питание.
4. Физиологически полноценный сон.
5. Деятельность по индивидуальному выбору.

Ученые-физиологи, педиатры и врачи-гигиенисты многие годы исследуют влияние различных условий на формирование организмов детей и подростков. Один из медицински допустимых вариантов режима дня школьников приводится в табл. 6.

Таблица 6. Режим дня школьника

Вид занятий и отдыха	Возраст школьника			
	7–9 лет	10 лет	11–13 лет	14–17 лет
Подъем	7.00	7.00	7.00	7.00
Утренняя зарядка, водные процедуры, уборка постели, туалет	7.00–7.30	7.00–7.30	7.00–7.30	7.00–7.30
Утренний завтрак	7.30–7.50	7.30–7.50	7.30–7.50	7.30–7.50
Дорога в школу	7.50–8.20	7.50–8.20	7.50–8.20	7.50–8.20
Занятия в школе	8.30–12.30	8.30–13.30	8.30–14.00	8.30–14.00
Горячий завтрак в школе	около 11 ч.	около 11 ч.	около 11 ч.	около 11 ч.
Обед	13.00–13.30	14.00–14.30	14.30–15.00	14.30–15.00
Послеобеденный сон или отдых	13.30–14.30	–	–	–
Прогулка или игры и спортивные занятия на воадухе	14.30–16.00	14.30–17.00	15.00–17.00	15.00–17.00

Полдник	16.00– 16.15	17.00– 17.15	17.00– 17.15	17.00–17.15
Приготовление домашних заданий	16.15– 17.30	17.15– 19.30	17.15– 19.30	17.15–20.00
Прогулка на свежем воздухе	17.30– 19.00	–	–	–
Ужин и свободные занятия (чтение, музыкальные занятия, ручной труд, помощь семье, занятия иностранным языком и пр.)	19.00– 20.00	19.30– 20.30	19.30– 21.00	Для 14–15 лет: 20.00–21.30 Для 16–17 лет: 20.00–22.00
Приготовление ко сну (чистка одежды, обуви, гигиенические процедуры)	20.00– 20.30	20.30– 21.00	21.00– 21.30	22.00–22.30
Сон	20.30– 7.00	21.00– 7.00	21.30– 7.00	Для 14–15 лет: 22.00–7.00 Для 16–17 лет: 22.30–7.00

Ознакомившись с содержанием таблицы, вы должны понимать, что данный режим дня носит общий характер. В частности, он не учитывает, например, занятия в музыкальной или художественной школе, которые многие школьники посещают параллельно с общеобразовательной. В нем также не учитывается ситуация школьников, занимающихся серьезной спортивной подготовкой. На время, проводимое школьниками на соревнованиях и различных сборах, режим, разумеется, должен быть иным. Но приведенные в таблице данные следует изучить, чтобы опираться на них в целом. А корректировать – по мере необходимости и в зависимости от конкретных обстоятельств.



Режим дня, гигиена труда, смена деятельности.



Знание и понимание:

1. Опишите влияние правильного режима дня на работоспособность.
2. Опишите и оцените свои действия между подъемом и ночным сном.

Применение:

1. Объясните значимость в режиме дня: сна, полноценного питания, прогулок на свежем воздухе, занятий любимым делом.
2. Перечислите условия, необходимые для полноценного сна.

Анализ:

1. Проанализируйте основные элементы режима дня школьника. Какова роль каждого из них?
2. Проанализируйте необходимость смены физического и умственного труда.

Синтез:

1. Составьте режим дня взрослого человека и ученика. Есть ли отличия между режимом дня взрослого человека и ученика? Осмыслите их.
2. Составьте прогноз изменений и трудностей при нарушении режима дня у школьника.

Дискуссия:

Обсудите значение режима дня для учащихся.

§47. Способы улучшения памяти.

Влияние негативных факторов на работу нервной системы

Способы улучшения памяти. В настоящее время разработано и на практике используется немало количество разнообразных систем и методик влияния на память человека в целях ее улучшения. Ниже мы приведем несколько из них.

**Упражнения на каждый день**

Как физические упражнения укрепляют мышцы и улучшают здоровье, так и упражнения для мозга усиливают связи между клетками мозга, создают новые связи и улучшают память.

Увлекательный способ улучшения памяти – это решение задач и головоломок, например разгадывание sudoku или собирание пазлов. Такие игры укрепляют память, так как приходится определять связь между объектами и создавать ассоциации.

Мозг человека легко сохраняет информацию, но для ее восстановления необходимо создавать следственные связи, соединяющие эту информацию с другими элементами памяти. Таким образом, создание новых связей в процессе игры помогает тренировать мозг.

Повседневные действия

Здесь все дело в наблюдательности. Можно проговаривать свои действия вслух, использовать все органы чувств. Поначалу этот метод может показаться глупым, но он работает!

Обращая внимание на повседневные действия, которые не регистрируются в памяти каким-либо из органов чувств, мозг может использовать сигнал

от других органов чувств. Суть этого метода – в практике концентрации на ежедневных текущих заданиях.

Визуализация

Ключевой составляющей для возможности извлечения из памяти деталей является их визуальная связь с другими деталями. Мозгу проще вспомнить картинку, чем неинтересные буквы или цифры. Это очень простая техника, но она требует практики.

Визуализируется то, что необходимо представить, чтобы запомнить. Чтобы избавиться от необходимости запоминать большое количество слов, их заменяют образом. Используя воображение, можно вспомнить фильм, даже эпизоды в мельчайших деталях. Это мощный инструмент для улучшения памяти. Связывая картинку, иллюстрирующую информацию, в осмысленную последовательность, можно создать свое кино.

Образная память гораздо сильнее словесной. Добавляя зрительные элементы к информации, требующей запоминания, можно заметно облегчить ее воспроизведение. Здесь важна тренировка.

Советы и предупреждения

Игры для развития памяти и тесты – отличный способ укрепить связи между клетками мозга, создать новые связи и улучшить память. Более того, это увлекательное и продуктивное занятие.

Связи между клетками мозга обновляются каждый день, когда мы узнаем новое или приобретаем опыт. И это хорошо, потому что всегда есть способы усилить эти связи и таким образом улучшить память.

Негативные факторы, влияющие на нервную систему. Клетки мозга нежные и легкоранимые, они наиболее чувствительны к большинству ядов, в том числе и к алкоголю. Малейшее содержание алкоголя в крови вначале вводит их в состояние наркоза, затем вызывает их отравление, а при хроническом алкоголизме часть мозговых клеток погибает. В результате нарушается работа мозга, страдают процессы памяти, внимания, мышления. Таким образом, употребление *алкоголя* ослабляет функции нервной системы и тормозит работу коры головного мозга.

Алкоголь вредно влияет на все органы. Он уменьшает содержание в крови гемоглобина, разрушает эритроциты, снижает эффективность витаминов, повреждает слизистую оболочку пищевода и желудка. Также нарушается обмен веществ, происходит ожирение сердечной мышцы и ослабление сердечной деятельности. Особенно чувствителен к алкоголю организм молодых людей. Даже малые дозы его вызывают отравление и пр.



Степень опьянения зависит от концентрации алкоголя в организме. Чем выше концентрация, тем более неуправляемым становится человек. При постоянном употреблении алкоголя человек заболевает *алкоголизмом*. Доказано, что 50% преступлений связано с употреблением алкоголя.

Дети алкоголиков нередко появляются на свет с выраженными физическими недостатками и психическими расстройствами. Борьба с алкоголизмом – это проблема как социальная, так и медицинская.

Курение тоже отрицательно влияет на высшую нервную деятельность. *Никотин*, содержащийся в табаке, – сильнейший яд. Он пагубно действует на головной мозг, снижает память, внимание, вызывает быструю утомляемость, приводит к преждевременному старению. Курение особенно опасно в молодом возрасте. Ни одна сигарета не проходит бесследно. Чем раньше человек начал курить, тем больший вред он наносит своему здоровью.

Еще более опасно для здоровья человека и всего общества употребление *наркотиков*. Наркотические вещества отравляют мозг. У человека, употребляющего наркотики, разрушаются все производные высшей нервной деятельности – мышление, память, внимание и даже речь. Он теряет волю и способность отвечать за свои поступки. Особенно опасны наркотики синтетического происхождения. Известны случаи, когда их разовое применение приводило к неизлечимому безумию. Во многих странах производство наркотиков и торговля ими строго караются законом, вплоть до применения смертной казни.

Основной показатель здоровья человека – нормальная высшая нервная деятельность. Главное условие профилактики ее нарушений –



Рис. 112. Эти и многие другие продукты способствуют улучшению памяти

поддержание здорового образа жизни. Достижение этого невозможно без занятий спортом и правильного питания (рис. 112). Для молодежи спорт – средство общения, физического совершенствования и укрепления здоровья.



Здоровый образ жизни, никотин, алкоголь, наркотики.



Знание и понимание:

1. Опишите положительные факторы, влияющие на работу нервной системы.
2. Опишите отрицательное воздействие негативных факторов, влияющих на работу нервной системы.

Применение:

1. Объясните значимость положительных факторов и оцените последствия их влияния на работу нервной системы.
2. Объясните значимость отрицательных факторов и оцените последствия их влияния на работу нервной системы

Анализ:

1. Проанализируйте методики улучшения памяти, выявите их физиологические механизмы. Как, по-вашему, процесс «повторения», «восприятия нового» и «установления связей – ассоциаций» связан с ветвлением нейронов?
2. Проанализируйте необходимость ведения здорового образа жизни для каждого гражданина и населения страны в целом.

Синтез:

Используя дополнительные источники информации, проанализируйте законодательство нескольких стран относительно курения и употребления алкоголя, наркотиков. Как вы думаете, с чем это связано?

Оценка:

Составьте прогноз и оцените перспективы развития государства, все граждане которого будут вести здоровый образ жизни.

Тестовые вопросы

1. Организм с сетевидной нервной системой:
 - а) гидра
 - б) тритон
 - в) озерная лягушка
 - г) амея
 - д) барсук
2. Нервная система состоит из надглоточного и подглоточного узлов и брюшной нервной цепочки:
 - а) узловая
 - б) сетевидная
 - в) лестничная
 - г) диффузная
 - д) трубчатая

3. **Нервная система состоит из нервной трубки у:**
а) простейших
б) кишечнополостных
в) кольчатых червей
г) хордовых животных
д) плоских червей
4. **Система, регулирующая процессы в различных органах:**
а) нервная
б) опорно-двигательная
в) пищеварительная
г) дыхательная
д) репродуктивная
5. **Задачи нервной системы:**
а) регуляция работы отдельных органов и организма в целом
б) деление половых клеток
в) обеспечение обмена веществ
г) выделение биологически активных веществ
д) обеспечение газообмена
6. **Основная клетка нервной системы:**
а) тромбоцит
б) эритроцит
в) лейкоцит
г) нефрон
д) нейрон
7. **Основная функция нервной ткани:**
а) возбудимость и проводимость
б) сократимость и утомляемость
в) двигательная
г) репродуктивная
д) восприимчивость и раздражимость
8. **Короткие отростки нейронов:**
а) дендриты
б) аксоны
в) нейроглия
г) нефроны
д) остеодиты
9. **Скопление аксонов:**
а) белое вещество
б) серое вещество
в) слизистая оболочка
г) звездчатые клетки
д) мозговая жидкость
10. **Количество сегментов спинного мозга:**
а) 12
б) 28
в) 31
г) 34
д) 10

Раздел 10. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ

§48. Роль ДНК в наследовании признаков

Наследственность и изменчивость – это общие свойства всех живых организмов. **Наследственность** – это способность организмов быть похожими на своих предков. **Изменчивость** – это свойство живых организмов отличаться от своих предков. Оба эти свойства присущи абсолютно всем формам жизни, начиная с одноклеточных бактерий и заканчивая цветковыми растениями и высокоорганизованными млекопитающими.

Хотя эти два понятия являются важнейшими научными терминами в биологии, вы, наверняка, и так имеете о них представление, исходя из собственного опыта. Всем известно, что от собаки рождаются детеныши, похожие на родителей. Но щенки при этом могут отличаться от одного или обоих родителей по цвету, росту, повадкам и т. д.

Если вы занимались выращиванием растений, то замечали те же закономерности. Из семян подсолнечника не вырастет хлопчатник или свекла.

В многолетних семьях у братьев и сестер всегда есть определенное сходство, но всегда есть и различия. Дети непременно чем-то будут похожи на своих родителей и в то же время чем-то обязательно будут отличаться.

Даже вирусы, больше похожие на крупные молекулы и не проявляющие свойств живого вне клеток, тоже обладают и наследственностью, и изменчивостью. Обеспечивает эти два чудесных свойства молекула ДНК.

ДНК – нуклеиновая кислота. Это вещество наследственности. Полное ее название – *дезоксирибонуклеиновая кислота*. Молекула ДНК огромна. Ее строение очень сложное. Вы познакомитесь с ним в следующих курсах биологии.

Молекула ДНК выглядит, как *двойная спираль* из двух переплетенных цепей (рис. 113). Структурную модель ДНК (двойную спираль) предложили ученые **Дж. Уотсон** и **Ф. Крик** (рис. 114) при содействии **М. Уилкинса** в 1953 г. За это выдающееся открытие они получили Нобелевскую премию (1962).



Рис. 113. Молекула ДНК (фрагмент)



Рис. 114. Ученые Дж. Уотсон и Ф. Крик

Строение, химический состав и обусловленные ими свойства молекулы ДНК очень сложные. Для их понимания понадобятся знания по химии и физике, которых у вас пока нет. Самое главное, что вы должны уяснить сейчас, сводится к нескольким положениям:

1. ДНК – химическое вещество, которое обязательно есть в составе любой живой клетки.

2. ДНК (или похожее на нее вещество РНК) обязательно есть даже в неклеточных формах жизни – вирусах.

3. В ДНК записана вся наследственная информация организма. У многоклеточного организма (слон, дуб) все его клетки содержат одинаковые молекулы ДНК. Неважно, какие это клетки: мышц, корня или листа стебля.

4. Чем более близкородственны организмы, тем больше похож состав их молекул ДНК. Но у организмов одного вида и даже у близких родственников ДНК не будет абсолютно одинаковой¹.

5. ДНК не только сохраняет наследственную информацию, но и переносит ее в следующие поколения при размножении. Неважно, размножается одна клетка или целый организм. Размножение без ДНК невозможно.

¹Исключение составляют однояйцевые близнецы. Они имеют абсолютно одинаковую ДНК, так как образовались из одной клетки.

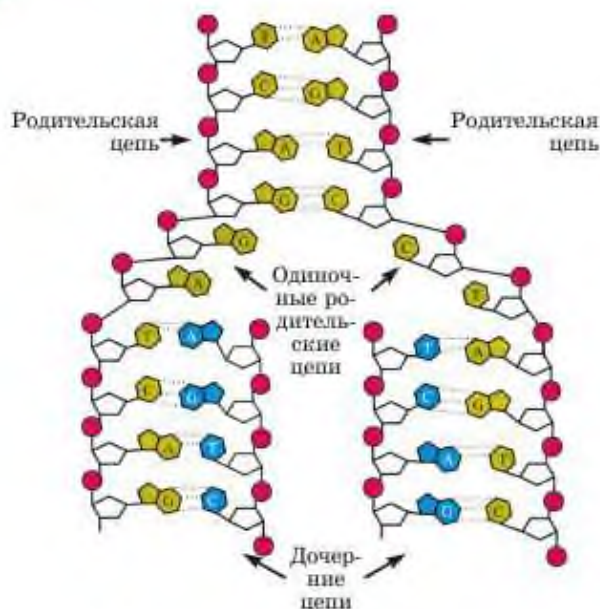


Рис. 115. Самоудвоение ДНК: зеленым показаны имеющиеся части, а синим – вновь образующиеся

6. ДНК способна самоудваиваться (рис. 115). Благодаря этому процессу в организме она никогда не заканчивается. Перед каждым размножением образуется точная копия имеющейся молекулы ДНК. Она попадает в следующее поколение клеток.

7. Частицы ДНК могут изменяться. Такие изменения называются *мутациями*. Если они происходят, меняются какие-либо наследственные свойства организмов.



Рис. 116. Хромосома состоит из ДНК и белков

8. ДНК – химическое вещество. Из него состоят структуры – тельца, отвечающие за наследственность. Их называют *хромосомами* (рис. 116). Они находятся в ядре клеток, а у бактерий – в цитоплазме.

Наследственная информация. Это словосочетание очень часто используют журналисты, философы или психологи, не вникая в его биологический смысл. Чтобы понять, что такое наследственная информация, необходимо вспомнить химический состав клетки. Как вы помните, в состав любой живой клетки входят белки, жиры и углеводы. Самыми сложными из них являются белки. *Наслед-*

ственная информация – это инструкция по производству белков организма, записанная в ДНК.



ДНК есть в каждой клетке организма, поэтому в каждой клетке записано, как делать все белки. Так, даже в ДНК клеток костей записан план создания белков мозга, и наоборот. Хотя белки, нужные клеткам мозга, в костях никогда не образуются, и наоборот.



Наследственность, изменчивость, ДНК, нуклеиновая кислота, наследственная информация.



Знание и понимание:

1. Как вы понимаете свойства живого: наследственность и изменчивость?
2. Можно ли из семечка подсолнечника вырастить свеклу? Ответ обоснуйте.

Применение:

1. Что такое ДНК? Какие видимые в микроскоп тельца в ядре клеток состоят из этого вещества?
2. Кто и в каком году открыл структуру молекулы ДНК? Дайте полное название данного сложного вещества.
3. Опишите функции ДНК, Что такое мутации? Как связаны функции ДНК и мутации с понятиями изменчивости и наследственности.

Анализ:

1. Что такое наследственная информация?
2. Составьте схему основных положений о ДНК.

Синтез:

1. Опишите органические вещества, которые входят в состав клеток. Используя дополнительные источники информации и материал учебника, покажите, как все они взаимосвязаны.
2. Порассуждайте о том, как данная поговорка связана с темой урока: «Если от плохого родится хороший, то нет ему подобного. Если от хорошего родится плохой, то нет против него лекарства».

Оценка:

1. Щенок унаследовал от одного из родителей цвет и размер, а от другого – характер. Предположите, почему так произошло.
2. Возможно ли, что ребенок ученого пойдет по его стопам, а ребенок военного обязательно станет патриотом? Будет ли это зависеть только от химического состава клеток? Аргументируйте свои предположения.

§49. ДНК, гены и хромосомы. Их организация

ДНК → гены → хромосома. ДНК – сложное химическое вещество. Хромосомы – мельчайшие органоиды, которые находятся в ядрах эукариотных клеток. Их можно увидеть и сфотографировать в электрон-



Рис. 117. Различные типы хромосом, находящихся в ядре

ном микроскопе (рис. 117). Хромосомы имеют палочковидную форму. Состоят они из ДНК, так же как гвозди, например, состоят из железа.

Ген – это участок молекулы ДНК, в котором записана наследственная информация об одном белке. Ген является как бы кусочком хромосомы. Гены в хромосомах не видны даже в самый совершенный микроскоп, потому что никаких физических структур, отделяющих один ген от другого, не существует. Между генами находится только особое сочетание компонентов ДНК. Поэтому определить, где один ген заканчивается, а другой ген начинается, можно только химическими или молекулярно-биологическими методами.

Можно сказать, что гвоздь состоит из железа. А можно также сказать, что гвоздь состоит из стержня и шляпки. Оба эти утверждения верны и не противоречат друг другу. Так как железо – это химическое вещество, а стержень и шляпка являются частями целого гвоздя. Точно так же соподчиняются понятия *ДНК* → *гены* → *хромосомы*. ДНК – это химическое вещество, из которого состоят хромосомы. А гены – это части хромосомы, из которых она состоит.

Количество генов в хромосоме огромно (рис. 118). У человека всего 46 хромосом, а белков в организме более миллиона. Каждый ген находится у нас в организме в двух экземплярах: один – от отца, а другой – от матери. Получается, что в 23 хромосомах будет находиться более миллиона генов. Все хромосомы человека не одинаковы по размерам и форме. Одни из них длиннее и содержат больше генов, другие короче и генов в них поменьше. И все-таки в любой хромосоме содержится множество генов.

Иногда ученые-генетики говорят: «Один ген – один признак». Это устаревшее утверждение. Существуют признаки, которые контролируются только одним геном. Но гораздо чаще для развития признаков должно сработать множество генов. Поэтому правильнее было бы говорить: «Один ген – один белок».



Рис. 118. Число генов, вовлеченных в развитие и функционирование органов и тканей человека [Сойфер, 1998]

Модель ДНК представлена Дж. Уотсоном и Ф. Криком в развернутом состоянии. Но в реальных хромосомах в таком виде она находиться не может. Как же удастся поместить ДНК хромосом внутри ядра? На самом деле это просто. Так же, как легко поместить в карман 100-метровую нитку, намотанную на катушку. Вы когда-нибудь задумывались, какой длины нить намотана на катушке? А ведь пока она в таком скрученном состоянии, ее можно спрятать даже в кулаке. Конечно, хромосома – это не катушка с ниткой, но принцип «упаковки» ДНК в хромосоме схожий.

В состав хромосомы входят не только ДНК, но и белки. Они укладываются в хромосоме в виде шариков (катушек), на которые наматывается ДНК. Дальше эти шарики собираются в структуру, укладываясь группами. Затем эти структуры из уложенных шариков с намотанными на них витками ДНК объединяются и образуют непосредственно хромосому (рис. 119).

Таким образом, правильнее будет говорить, что хромосома состоит из молекулы ДНК и белков. Часто используется такая формулировка: «Хромосома – это молекула ДНК в белковой оболочке».

Но ДНК не механически удерживается на белках. Между веществами в составе хромосомы существуют химические взаимодействия.

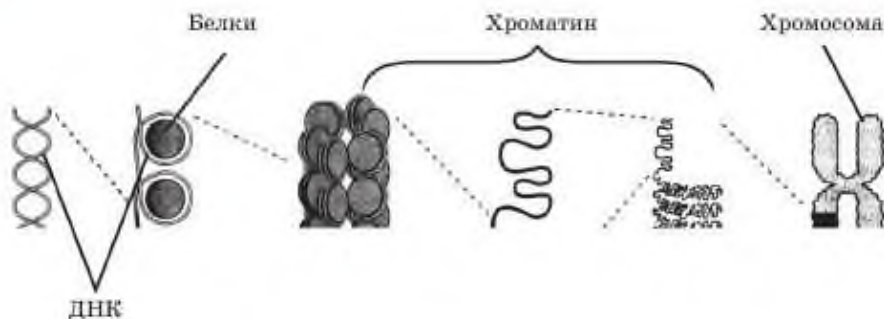


Рис. 119. Последовательность укладки ДНК в хромосоме

Для обозначения соединения, образующего хромосомы и состоящего из ДНК и белков, используется термин *хроматин*. Самое верное определение будет звучать так: *хромосома состоит из хроматина*.



Ген, хромосома, хроматин.



Знание и понимание:

1. Где расположены органеллы клетки – хромосомы? Из каких веществ они состоят?
2. Какую форму имеет хромосома? Каковы ее функции?

Применение:

1. В каком порядке можно расставить понятия: «ген», «хромосома», «хроматин», «ДНК», «белки»?
2. Объясните сходство и отличия в понятиях: «ген», «хромосома», «хроматин», «ДНК», «белки».

Анализ:

Объясните, как вы понимаете выражение: «Один ген – один признак».

Синтез:

1. Гвоздь состоит из железа. При этом он состоит из шляпки и стержня. Но эти качества описывают разные его аспекты. Выявите закономерность и на ее основе сопоставьте понятия: «ген», «хромосома», «ДНК», «хроматин».
2. Составьте схему, в которой будет отражено соподчинение понятий: ДНК, белки в составе хромосом, гены, хромосома, хроматин.

Оценка:

Известно, что общая длина всех 46 хромосом одной клетки человека составляет 2 см. Обсудите, как помещаются эти 2 см внутри ядра клетки, не видимой без микроскопа.

Дискуссия:

Используя интернет-ресурсы, найдите ответы на заинтересовавшие вас вопросы относительно строения, свойств и функций молекулы ДНК. Обратите внимание своих одноклассников на найденные вами интересные факты.

§50. Признаки наследственные и приобретенные

Изменчивость – общее свойство живых организмов отличаться от своих родителей (предков). Все признаки, имеющиеся у организма, можно подразделить на *наследственные* и *ненаследственные* (приобретенные). Наследственные признаки организм получает от предков через ДНК, гены, хромосомы. Ненаследственные изменения организм приобретает под воздействием окружающей среды. При определенных условиях они могут стать наследственными.

Схема 11



Проанализировав схему, становится ясно, что под воздействием окружающей среды могут возникать как ненаследственные признаки – *модификации*, так и наследственные изменения, которых не было ни у кого из предков, – *мутации*.

Модификационная (ненаследственная) изменчивость – это вид изменчивости, которая зависит от прямого воздействия окружающей среды (рис. 120). Так, в горах растения и животные низкорослые. Это позволяет им сохранять белки, жиры и углеводы и избегать потерь энергии при переохлаждении. Такой признак, как низкий рост у животных, выросших в суровых климатических условиях или под влиянием плохого кормления, не является наследственным признаком.



Рис. 120. У стреловидная листья, погруженные в воду, имеют лентовидную форму, а торчащие над водой – стреловидную



Явление ненаследственной изменчивости хорошо наблюдать у генетически одинаковых организмов – однояйцевых близнецов. Так, в США в младенческом возрасте в разные семьи были удочерены две девочки – однояйцевые близнецы. Одна из них провела детство и юность в южных штатах, а другая – в северных. В возрасте двадцати одного года они встретились. Тогда стало заметно, что у сестры-южанки на лице были ярко выражены устойчивые веснушки. В то же время у ее сестры, выросшей на севере, веснушки полностью отсутствовали. Не вызывает сомнения, что ген «веснучатости» был у обеих сестер. Но степень его внешнего проявления оказалась в зависимости от условий окружающей среды. При большом количестве ультрафиолета, попадавшего на кожу сестры, проживавшей на юге, его оказалось достаточно для проявления веснушек. А при недостаточном количестве веснушки не проявились.

В целом *модификационная изменчивость повышает шансы особей на выживание*, так как носит приспособительный характер. Она *не затрагивает гены, хромосомы, ДНК* и поэтому не передается потомству.



Признаки, возникающие в результате тренировок, никак не могут передаваться по наследству. Ведь человек учится чему-либо, будь то спорт, игра на музыкальных инструментах, чтение, письмо, вождение автомобиля или работа на компьютере. Он тренирует свои органы: мышцы, мозг, сердце, легкие. Но при этом никакого влияния на гены, ДНК или хромосомы не оказывается.

Мутациями называют внезапные изменения генетического материала, влияющие на какой-либо признак. Для того чтобы возникло совершенно новое свойство, которым не обладал ни один из предков, должна произойти мутация.

Вспомним, что же является генетическим материалом. Это ДНК и состоящие из нее гены и хромосомы. Как же они меняются? Это явление часто происходит при воздействии радиации, сильных химических веществ, электрического поля, рентгеновского излучения и т. д. Мутации, возникающие под воздействием природных факторов, будут примером *наследственных признаков, приобретенных под воздействием окружающей среды*.

Клетка заботится о сохранении своего наследственного материала. Но мутации все же случаются, хотя происходят они нечасто.

Из-за мутаций появляются совершенно новые признаки или свойства, которых не было ни у кого из предков. Если эти изменения полезны, организм получает преимущество перед своими немутантными собратьями. Он имеет больше шансов выжить и передать эту полезную мутацию потомству. Если мутация вредная, то особь либо погибает, либо ее потомство будет малочисленным.

Поиск полезных мутаций имеет большое практическое значение для получения новых улучшенных сортов растений и пород домашних животных.

Наследственные, или генетические, признаки – это признаки, формирующиеся под влиянием заложенной в ДНК наследственной информации. К таким признакам относятся цвет глаз и волос, владение левой или правой рукой, кудрявость волос, ямочка на подбородке, предрасположенность к различным заболеваниям и мн. др.

Изучением закономерностей передачи наследственных признаков следующим поколениям и их проявлением занимается наука *генетика*.



Изменчивость, мутация, модификация, генетические признаки, генетика.



Знание и понимание:

1. Опишите явление не наследственной изменчивости.
2. Дайте информацию о типах изменчивости.

Применение:

1. Поясните термины: «мутации», «модификации», «наследственность», «изменчивость», «наследственная изменчивость», «ненаследственная изменчивость».
2. Приведите примеры наследственных и ненаследственных изменений. Каково значение модификаций для организма?

Анализ:

1. Можно ли утверждать, что влияние окружающей среды приводит только к какому-то одному типу изменчивости?
2. Сравните засуху или отсутствие пищи и радиацию как факторы окружающей среды, влияющие на наследственность.

Синтез:

1. Проанализируйте типы изменчивости, найдите сходство и отличия между ними и оформите ответ в виде таблицы.
2. Используя дополнительные источники информации, докажите на примерах, что мутации могут быть как вредными, так и полезными.

Оценка:

Объясните и оцените высказывание: «Процесс развития жизни на Земле – это не что иное, как процесс постепенного накопления полезных мутаций. Он непрерывно длится в течение миллионов поколений живых существ».



№3. Исследование наследственных и ненаследственных признаков организма человека. См. с. 240.

Клеточный цикл. Неотъемлемым свойством всего живого является способность к размножению. Она обеспечивается делением клеток. Жизнь клетки от появления на свет до образования дочерних клеток называется *клеточным циклом*. Всю жизнь клетки можно условно поделить на 2 периода: подготовку к делению – *интерфазу* и сам процесс деления.

Перед каждым делением клеток происходит удвоение числа их хромосом. В основе этого процесса лежит способность молекулы ДНК к самоудвоению, или самокопированию (см. рис. 115). В результате в дочерних клетках оказывается такое же количество хромосом, как и в материнской клетке.

Количество хромосом у разных видов организмов. Как вы знаете, без ДНК клетки не способны размножаться. Количество, размеры и форма хромосом одинаковы не только во всех клетках одного многоклеточного организма, но и у всех организмов одного вида. Это важный показатель, по которому ученые различают внешне абсолютно одинаковые виды. Так, например, отличили два разных вида мышей-полевков, которые внешне совсем не различались (рис. 121). Если количество хромосом разное, значит, это разные виды. Тогда они не могут скрещиваться.

От количества хромосом не зависят какие-то свойства организмов. В природе встречаются низкоорганизованные виды с большим количеством хромосом и, напротив, высокоорганизованные виды с меньшим количеством хромосом (табл. 7). Обратите внимание на количество хромосом у человека.

Таблица 7. Число хромосом у животных и растений

Человек	46	Голубь	80
Шимпанзе	48	Сазан	104
Домашняя собака	78	Таракан	48
Овца	54	Сосна	24
Комнатная муха	12	Перец	48

Процессы размножения клеток и организмов. Клетки размножаются делением. Независимо от того, многоклеточные это организмы или одноклеточные, их клетки способны делиться. Существуют два ос-

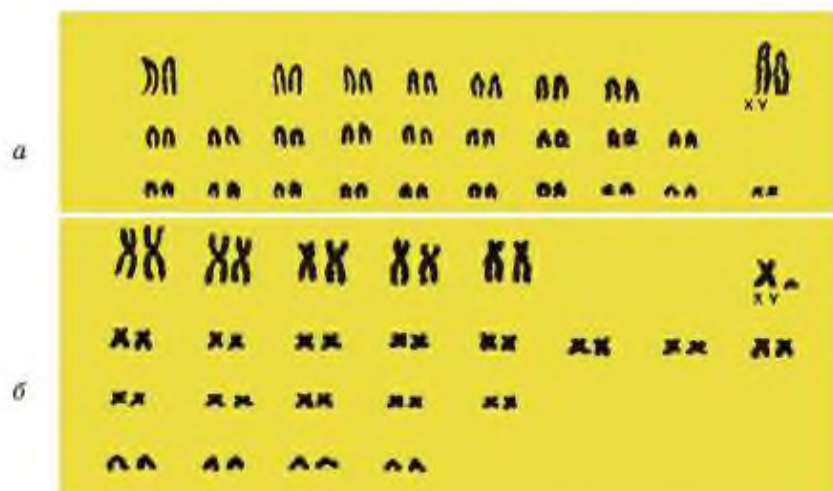


Рис. 121. Хромосомные наборы видов-двойников: восточноевропейской полевки (а) – $2n=54$ и обыкновенной полевки (б) – $2n=46$

новных способа клеточного деления: митоз и мейоз. Выделяют также два основных способа размножения организмов: половой и бесполой. Эти понятия четко соотносятся между собой. В основе бесполого размножения и роста организмов лежит митоз. В основе полового размножения организмов – мейоз.

Типы деления клеток. Митоз – это способ деления клеток, когда из одной материнской образуются 2 дочерние клетки, и количество хромосом в них не изменяется. Если митозом поделится клетка, содержащая 10 хромосом, в результате этого процесса образуются 2 дочерние клетки по 10 хромосом в каждой.

Митозом размножаются все клетки тела растений и животных при росте. Данным способом размножаются и все клетки зародышей. При размножении одноклеточных организмов возникают два новых существа. Например, две амебы из одной.

Мейоз – это способ деления клеток, при котором набор хромосом в дочерних клетках уменьшается в 2 раза. Все клетки, из которых состоит тела живых организмов, называются *соматическими* (от греч. *soma* – тело). Им противопоставляется понятие половых клеток – *гамет*. Митоз – способ деления соматических клеток. В данном случае из одной материнской образуются 4 дочерние клетки с уменьшенным в 2 раза набором хромосом. Мейоз – это способ образования половых

ТИПЫ РАЗМНОЖЕНИЯ КЛЕТОК

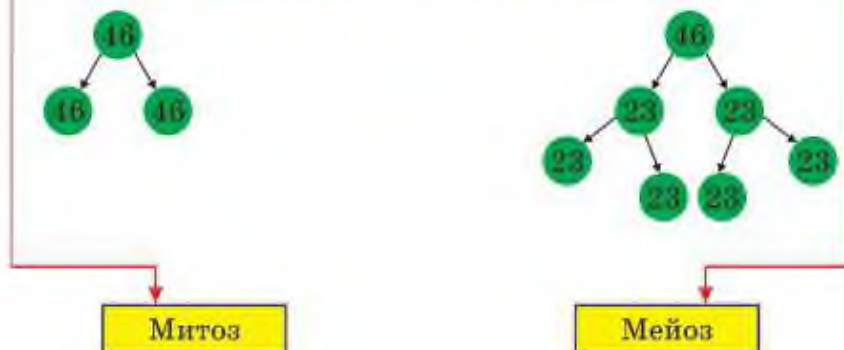


Рис. 122. Типы размножения клеток

клеток. Если клетка, содержащая 10 хромосом, поделилась мейозом, в результате этого процесса образуются 4 дочерние клетки по 5 хромосом в каждой. Так выглядят процессы митоза и мейоза в клетках человека (рис. 122).

Типы размножения организмов. Для большинства эукариот характерен половой процесс. Новая особь образуется в результате слияния двух половых клеток – гамет: женской яйцеклетки и мужского сперматозоида. *Гаметы* – половые клетки с одинарным набором хромосом. Процесс слияния гамет называется *оплодотворением*. В результате него образуется *зигота* – оплодотворенная яйцеклетка. В зиготу попадают и хромосомы сперматозоида, и хромосомы яйцеклетки.

Количество хромосом – это *хромосомный набор*. У человека клетки тела содержат 46 хромосом, а половые клетки – по 23 хромосомы. Все люди появляются из зиготы, которая содержит 23 хромосомы отца, попавшие туда из ядра сперматозоида, и 23 хромосомы матери, которые содержались в ядре яйцеклетки. Поэтому набор в 46 хромосом называется *двойным*. А в гаметах набор хромосом *одинарный*.

Все клетки тела человека содержат двойной набор хромосом. Когда же наступает период полового созревания, образуются половые клетки – гаметы: у девушек – яйцеклетки, а у юношей – сперматозоиды. И у юношей, и у девушек гаметы образуются из клеток половых желез, содержащих по 46 хромосом. В гаметах должно оказаться по 23 хромосомы. Такой процесс образования из одной 46-хромосомной клетки четырех клеток, содержащих по 23 хромосомы, и называется *мейозом*.



Митоз, мейоз, клеточный цикл, интерфаза, оплодотворение, зигота, гамета.



Знание и понимание:

1. Опишите особенности двух типов размножения клеток и двух типов размножения организмов.
2. Дайте определение понятиям: «митоз», «мейоз», «клеточный цикл», «интерфаза».

Применение:

1. Сравните способы деления клеток по следующим признакам: какие клетки делятся, сколько образуется дочерних клеток, количество хромосом в них, какой способ размножения этот тип деления клеток обеспечивает.
2. Как образуется зигота и хромосомный набор в ней?

Анализ:

1. Как взаимосвязаны процессы полового и бесполого размножения, митоз и мейоз, одинарный и двойной наборы хромосом, гаметы и зигота? Соотнесите эти понятия в виде схемы.
2. Проанализируйте процессы митоза и мейоза. Найдите сходство и отличия. Оформите в виде таблицы.

Синтез:

1. Клетка печени животного содержит 68 хромосом. Это двойной или одинарный набор хромосом? Докажите.
2. Определите, какое количество молекул ДНК будет в клетках упомянутого выше организма в следующих ситуациях: а) клетка перед делением; б) клетка после митоза; в) клетка после мейоза; г) клетка зародыша; д) гамета; е) зигота.

Оценка:

Оцените биологический смысл размножения, мейоза и митоза для живых организмов.

Тестовые вопросы

1. **Наследственность:**
 - а) способность организма походить на родителей
 - б) свойство организма отличаться от родителей
 - в) обмен веществ с окружающей средой
 - г) саморегуляция организма
 - д) реакция организма на раздражение внешней среды
2. **Вещество наследственности, состоящее из двух спирально закрученных цепей:**
 - а) ДНК
 - б) РНК
 - в) АТФ
 - г) АДФ
 - д) т-РНК

3. Кислота, хранящая всю наследственную информацию организма:
- а) РНК
 - б) глюкоза
 - в) ДНК
 - г) АТФ
 - д) белок
4. Открытие, которое совершили Дж. Уотсон, Ф. Крик и М. Уилкинс:
- а) структурная модель ДНК
 - б) строение РНК
 - в) роль ядра в клетке
 - г) законы генетики
 - д) клеточная теория
5. Белки состоят из:
- а) аминокислот
 - б) нуклеотидов
 - в) глюкозы
 - г) моносахаридов
 - д) фруктозы
6. Часть молекулы ДНК, в которой записан один белок:
- а) ген
 - б) геном
 - в) спора
 - г) ангота
 - д) бластомер
7. Состоит из хроматина:
- а) хромосома
 - б) вакуоль
 - в) спора
 - г) циста
 - д) планула
8. Наследственные изменения, отсутствовавшие у родителей:
- а) мутация
 - б) модификация
 - в) миграция
 - г) метаморфоза
 - д) митоз
9. Вид изменчивости, связанный с прямым влиянием окружающей среды на организм:
- а) мейоз
 - б) геномная мутация
 - в) генная мутация
 - г) хромосомная мутация
 - д) модификация
10. Изменения генетического материала, передающиеся потомкам:
- а) терминация
 - б) транскрипция
 - в) мутация
 - г) модификация
 - д) трансляция
11. Жизнь клетки от ее появления до образования следующих молодых клеток:
- а) клеточный цикл
 - б) клеточная теория
 - в) клеточная инженерия
 - г) клеточная химия
 - д) обмен веществ в клетке
12. Подготовительный этап, предшествующий делению:
- а) интерфаза
 - б) профазы
 - в) телофаза
 - г) метафаза
 - д) анафаза
13. Вещество хромосом:
- а) ДНК
 - б) РНК
 - в) АТФ
 - г) НАДФ
 - д) АДФ

- 14. Количество хромосом в организме человека:**
- а) 48
 - б) 46
 - в) 23
 - г) 104
 - д) 84
- 15. Способы деления клетки:**
- а) делеция, инверсия
 - б) мутация, модификация
 - в) транскрипция, трансляция
 - г) анаболизм, катаболизм
 - д) митоз, мейоз
- 16. Способ деления клетки, при котором число хромосом уменьшается вдвое:**
- а) амитоз
 - б) митоз
 - в) мейоз
 - г) бластула
 - д) гастрюла
- 17. Деление соматических клеток:**
- а) митоз
 - б) мейоз
 - в) модификация
 - г) мутация
 - д) редукционное деление
- 18. Процесс образования половых клеток:**
- а) амитоз
 - б) митоз
 - в) мейоз
 - г) мутация
 - д) модификация
- 19. Гамета:**
- а) половая клетка
 - б) нервная клетка
 - в) костная клетка
 - г) клетка крови
 - д) мышечная клетка
- 20. Набор хромосом в гамете:**
- а) гаплоидный
 - б) диплоидный
 - в) двойной
 - г) триплоидный
 - д) тетраплоидный

§52. Бесполое и половое размножение растений

Формы размножения организмов. Размножение – общее свойство живых организмов воспроизводить себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни. Живые существа размножаются разными способами, которые делятся на две большие группы: бесполое и половое размножение (схема 12).

Схема 12



Бесполое размножение – тип размножения организмов, в котором не участвуют гаметы, т. е. половые клетки.

Половое размножение – тип размножения организмов, в котором обязательно участвуют гаметы.

Особенности бесполого и полового размножения принципиальны. Самым главным их отличием является распределение наследственного материала – ДНК и (или) хромосом у потомства.

Бесполое размножение – это наиболее древний способ. Так размножались самые первые живые организмы – одноклеточные прокариоты (бактерии). И до сих пор все бактерии в основном размножаются бесполом путем – простым делением клетки надвое.

В бесполом размножении всегда участвует одна материнская особь. Это может быть клетка, если речь идет об одноклеточных. Наследственная информация, полученная потомством при бесполом размножении, точно копирует материнскую.

Половое размножение – это наиболее прогрессивный, более молодой способ размножения. В ядре гаметы находится одинарный набор хромосом, который должен быть дополнен вторым набором, полученным из другой гаметы. Образование гамет – обязательное условие полового процесса.



Для оплодотворения не всегда нужны две особи, есть исключения в виде *гермафродитизма* и *партогенеза*. Об этих частных случаях полового размножения речь пойдет далее.

Биологическое значение бесполого и полового размножения. При бесполом размножении каждый организм способен оставить потомство. Недостаток бесполого размножения – *пониженная изменчивость*, т. е. все потомки похожи на своего единственного предка.

При половом размножении все потомки отличаются друг от друга (рис. 123). У потомства есть шансы получить наилучшее сочетание наследственных признаков, которые были не только у родителей, но и у разных предков.



Рис. 123. Потомки отличаются от своих родителей



Бесполое и половое размножение.



Знание и понимание:

1. Объясните, для чего нужно размножение.
2. Дайте определение терминам: «зигота», «гермафродитизм», «гамета».

Применение:

1. Опишите, какие условия необходимы для бесполого размножения. Приведите примеры известных вам бесполой способов размножения комнатных растений.
2. Опишите, какие условия обязательны для полового размножения.

Анализ:

1. Нарисуйте схему «Бесполое и половое размножение».
2. Проанализируйте процесс полового размножения.

Синтез:

1. Дайте общее описание бесполого размножения у растений, простейших, кишечнополостных, круглых червей.
2. Приведите примеры бесполого размножения.

Оценка:

Объясните значение полового и бесполого размножения в природе.

Характеристика вегетативного размножения. *Вегетативное размножение* – один из способов бесполого размножения, при котором организмы размножаются частями своего тела или отдельными органами. Причем части, которые отделились от материнского организма и дали начало новому живому существу, самые обыкновенные. Они не содержат каких-то особых структур, т. е. не были подготовлены именно к размножению.

Вегетативное размножение возникла у первых многоклеточных организмов. При этом способе потомки полностью копируют материнский организм. За это их часто называют клонами. Ведь в дочерние организмы при *клонировании* попадают клетки, содержащие полную копию ДНК материнской особи. *Клоны* – организмы, возникшие из любых неспециализированных (не половых) частей тела другого организма.

Вегетативное размножение частями тела характерно для всех видов лишайников и некоторых грибов. У животных к вегетативному размножению можно отнести *фрагментацию* – распад на части (фрагменты) у морских звезд (рис. 124) или некоторых червей, а также почкование кишечнорастных.

Вегетативное размножение у растений – это размножение их вегетативными органами: черенками, листьями, усам и т. д. Существуют следующие способы вегетативного размножения (рис. 125):

- 1) размножение с помощью видоизмененных побегов (корневища, клубни, луковицы, усы-столоны);
- 2) размножение частями вегетативных органов (стебли, листья, корни);
- 3) размножение прививкой (почки).



Рис. 124. Восстановление морской звезды из одного луча

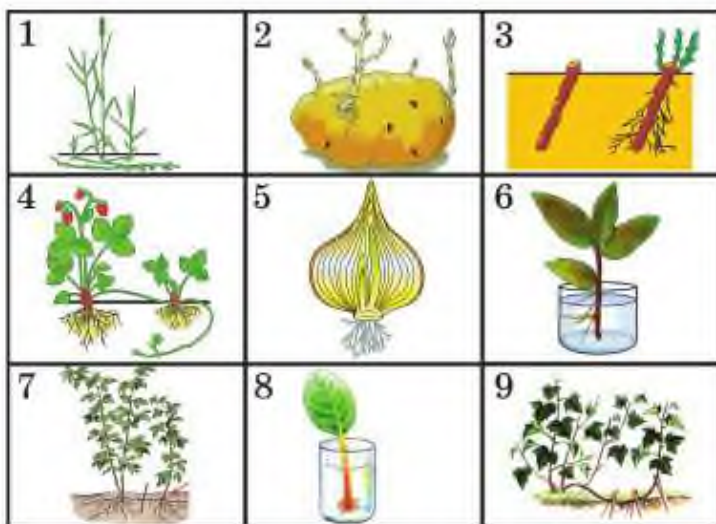


Рис. 125. Органы вегетативного размножения: 1 – корневище пырея; 2 – столоны картофеля; 3 – черенок смородины; 4 – усы земляники; 5 – луковица лука; 6 – листовой черенок фикуса; 7 – корневые отпрыски малины; 8 – лист фиалки; 9 – отводки смородины

Использование вегетативного размножения в растениеводстве. Вегетативное размножение используют в разных целях:

- получение новых гибридных сортов растений, которые сочетают в себе качества организмов, не поддающихся скрещиванию половым путем;
- получение генетически однородных (чистых линий) ценных растений;
- размножение тех сортов, которые не поддаются качественному размножению половым путем;
- проведение экспериментов по «клоновому отбору».

Черенкование – способ вегетативного размножения частями побега, содержащими на себе почки. Так размножаются деревья: тополь, ива, верба и др. Из кустарников – смородина, крыжовник, виноград. Из декоративных растений – розы, а из комнатных растений – традесканция и циперус.



Если срезать 20 веток (черенков) с куста смородины и получить из них 20 самостоятельных растений, все они будут генетически одинаковы. Ставя над ними эксперименты по режиму полива, внесению удобрений и т. д., можно точно установить, при каких условиях будет получен наилучший урожай.

Все растения, размножающиеся черенками, можно размножать и стеблевыми отводками. Для получения отводка ветку пригибают к земле и прикапывают. Оказавшись в почве, почки этой части стебля образуют придаточные корни. Это и есть сформированный отводок. Теперь его можно отделять от материнского растения и пересаживать.

Существует большое количество сортов плодово-ягодных культур, которые были созданы с помощью прививки. **Прививка** – пересадка части одного растения на другое. Можно прививать теплолюбивый сорт на холодоустойчивый или наоборот. Так были получены некоторые сорта яблонь, способные расти в условиях Северного, Восточного, Центрального Казахстана и даже Сибири и Дальнего Востока. Можно на выносливый дикий сорт привить культурный сорт с хорошими вкусовыми качествами и получить выносливое растение с нормальными вкусовыми качествами.

Прививку производят чаще всего двумя способами: черенком и глазком. При **прививке черенком** (рис. 126, 1–3) срезанную с одного растения ветку (привой) прививают на ветку другого растения (подвой). Ее вставляют как раз на уровне кольца камбия, между корой и древесиной, и плотно приматывают.

При **прививке глазком** (рис. 126, 4) срезают небольшую овальную часть ветки с почкой (привой). Почка и называется глазком. На коре другого растения (подвой) делают Т-образный разрез. Вставляют туда глазок и плотно приматывают его. Во всех этих случаях есть шансы, что клетки камбия, начав размножаться, объединят части двух растительных организмов. У получившегося гибрида разные ветви растения будут содержать разные хромосомы. А внутри тела такого организма будут взаимодействовать вещества разных сортов или видов. Иногда такое сочетание приводит к неповторимым вкусовым качествам.



Методы биотехнологии – это размножение растений тканями. Для этого берут клетки образовательной ткани растения, например с верхушки почки, и помещают их на питательную среду. Здесь в стерильных условиях размно-

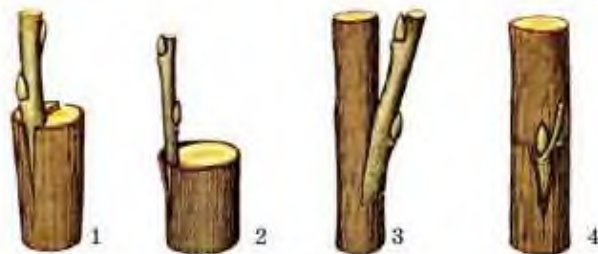


Рис. 126. Прививка черенком и глазком

жаются несколько поколений клеток. Они становятся похожи на клетки основной ткани и называются *каллусом*. Именно каллус образуется на камбии при прививке. Он объединяет привой и подвой. После получения нужного количества каллуса его обрабатывают специальными веществами – растительными гормонами. И тогда на этой однородной массе клеток начинает образовываться маленькое дочернее растение (иногда отдельная почечка или придаточные корни). Так можно получить новые сорта растений, клетки которых не содержат вирусных частиц.



Вегетативное размножение, клонирование, фрагментация, черенкование, прививка, каллус.



Знание и понимание:

1. Назовите растения, которые можно размножать вегетативными способами. Какие именно способы применяют для конкретных растений? Опишите их.
2. Объясните, когда и как возникло вегетативное размножения, его генетические особенности.

Применение:

1. Рассмотрев рас. 125, составьте список растений, которые размножаются своими органами.
2. Назовите, какие органы могут размножаться вегетативным способом, опишите каждый из них.

Анализ:

1. Начертите схему «Способы вегетативного размножения».
2. Рассмотрите рисунок. Какой процесс на нем изображен?



Синтез:

1. Перечислите, в чем заключается различие между двумя способами прививки.
2. При каком из способов прививки, по вашему мнению, больше шансов того, что растения приживутся? Ответ обоснуйте.

Оценка:

Оцените значение следующих явлений: 1) вегетативное размножение в природе; 2) прививка для получения растений с нужными качествами; 3) размножение тканями.

№10. Способы вегетативного размножения растений. См. с. 241.



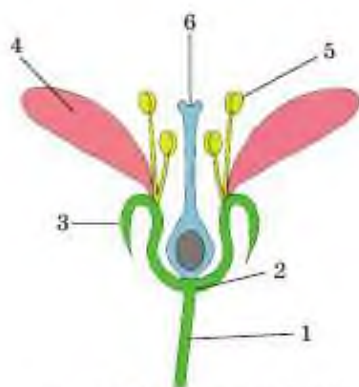


Рис. 127. Строение цветка:
1 – цветоножка; 2 – цветоложе;
3 – чашелистик; 4 – лепесток;
5 – тычинка; 6 – пестик



Рис. 128. Мужские и женские цветки кукурузы

Опыление и оплодотворение у растений. Органом полового размножения у цветковых растений является *цветок*. Он состоит из главных и вспомогательных частей. Главные части цветка – *пестик* и *тычинки*. Образовавшаяся в тычинках пыльца содержит мужские половые клетки. А в пестике находятся женские половые клетки. Верхняя часть пестика называется *рыльцем*.

Вспомогательные части цветка – *цветоножка*, *цветоложе*, *чашелистики* и *лепестки* (рис. 127).

Опыление – это процесс попадания пыльцы с пыльников на рыльце пестика. После опыления происходит оплодотворение – слияние половых клеток (гамет).

Раздельнополые и обоеполые цветки. У некоторых растений цветки содержат только пестики или только тычинки. Такие цветки называются *раздельнополыми*. Они могут быть только женскими – *пестичными* или только мужскими – *тычиночными*. Например, у кукурузы на верхушке стебля образуются мужские тычиночные цветки, а в центре стебля – женские, собранные в початок (рис. 128).

И все-таки у большинства растений цветки имеют и пестики, и тычинки. Вспомните тюльпаны, розы, цветки яблони, абрикоса, вишни или груши. В цветках этих растений есть и пестик (или множество пестиков, как у розы), и тычинки. Такие цветки называются *обоеполыми*.

Перекрестное опыление и самоопыление у растений. При перекрестном опылении пыльца одного цветка попадает на рыльце



Рис. 129. Типы опыления

пестика другого цветка. При самоопылении пыльца попадает из тычинок на рыльце пестика внутри одного цветка.

Несмотря на то что большая часть растений имеет цветки, процесс самоопыления в природе встречается нечасто. Из хорошо известных вам видов растений самоопыляемыми являются горох посевной, арахис (земляной орех) и пшеница.

Большинство растений, которые мы часто видим вокруг себя, являются перекрестноопыляемыми.

Способы перекрестного опыления. Растения хорошо приспособлены к процессу опыления (рис. 129). Рыльца пестиков устроены так, чтобы пыльца именно этого вида растений могла легко на него приземлиться и задержаться. Сама пыльца неровная, поэтому ей нетрудно удержаться на рыльце пестика. Цветки вырабатывают большое количество пыльцы, а способы опыления бывают разными.

Ветроопыление – процесс переноса пыльцы с помощью ветра. У ветроопыляемых растений много сухой и легкой пыльцы.

Насекомоопыление – процесс переноса пыльцы с помощью насекомых. У таких растений пыльца шероховатая и липкая. Цветки обычно имеют крупные красивые лепестки яркого цвета, сильный запах и сладкий нектар. Все это привлекает главных опылителей растений.

Перекрестное опыление осуществляется также с помощью других животных, в том числе птиц, например колибри, и млекопитающих (летучие мыши, грызуны и др.).



Опыление с помощью воды бывает у водных растений – лилий, кувшинок. Пыльца таких растений имеет воздушные полости, чтобы не тонуть, а скользить по водной глади. Лепестки расположены так, что образуют своеобразный «водоворот», направляющий плывущую пыльцу к рыльцу пестика.

Неважно, каким способом произошло опыление. После его успешного завершения должен последовать процесс оплодотворения.



Перекрестное опыление, самоопыление, цветок, пестик, тычинки, рыльце, ветроопыление, насекомоопыление.



Знание и понимание:

1. Дайте определение опылению и оплодотворению. Каков их порядок? Обязателен ли он? В чем заключается различие между ними?
2. Выясните, какие части цветка участвуют в опылении и оплодотворении, роль каждого из них.

Применение:

По рисунку расскажите об этом виде опыления.



1. Сравните обоеполые и раздельнополые цветки. Всегда ли обоеполые цветки способны к самоопылению?
2. Объясните значение опыления для растений.

Анализ:

1. Покажите разницу между обоеполыми и раздельнополыми цветками.
2. Проанализируйте и установите зависимость особенностей строения пыльца, частей цветка от вида опыления.

Синтез:

1. Составьте схему «Типы опыления».
2. Можно ли по виду цветка догадаться, каким способом он опыляется? Ответ обоснуйте.

Оценка:

1. Считаете ли вы, что самоопыление можно генетически приравнять к бесполому размножению? Ответ аргументируйте.
2. Докажите, что наибольшее количество видов растений, опыляющихся перекрестно, является свидетельством того, что это более прогрессивный путь.

§55. Особенности двойного оплодотворения у цветковых растений

Образование и расположение гамет у растений. Основные части цветка, участвующие в образовании плодов, – тычинки и пестик. В них образуются гаметы.

Тычинка – мужской орган. Каждая тычинка состоит из двух частей: тычиночной нити и пыльника. *Тычиночная нить* приподнимает *пыльник* так, чтобы он был на оптимальной высоте. В пыльнике образуется пыльца, состоящая из сотен тысяч пыльнок.

Пестик – женский орган. Он состоит из трех частей: рыльца, столбика и завязи. *Рыльце* – место для улавливания пыльцы. Можно сказать, что оно выполняет роль посадочной площадки для пыльцы, содержащей мужские половые клетки. Именно строение рыльца облегчает процесс опыления. *Столбик* соединяет рыльце и завязь. Расширенная нижняя часть пестика – *завязь*. Внутри нее образуется яйцеклетка.

Двойное оплодотворение у цветковых растений. Его суть в том, что происходит одновременное слияние двух пар половых клеток.

Как вы помните, половые клетки содержат одинарный набор хромосом. У растений гаплоидные клетки (с одинарным набором хромосом) образуются и находятся внутри тычинок и пестиков. Это предшественники гамет, из которых впоследствии образуются яйцеклетки и спермии (рис. 130).

Формирование спермиев. Зрелая пыльца покрыта оболочкой. Она содержит генеративную и вегетативную клетки. После опыления начинается процесс прорастания пыльцы в пыльцевую трубку. Эту роль выполняет *вегетативная клетка*. Пыльцевая трубка продвигается внутри столбика от рыльца пестика к завязи.

В это время находящаяся в пыльцевой трубке *генеративная клетка* делится надвое, образуя два спермия. Именно они – готовые мужские гаметы с одинарным набором хромосом. Им предстоит участвовать в процессе двойного оплодотворения.

Процессы, происходящие в завязи пестика. Женские половые клетки находятся внутри завязи пестика – в *зародышевом мешке*. После нескольких последовательных делений в зародышевом мешке образуются яйцеклетка с *одинарным набором* (гаплоидным) хромосом и центральная клетка с *двойным набором* (диплоидным) хромосом.

В момент оплодотворения один из спермиев попадает в яйцеклетку, а второй – в диплоидную центральную клетку. В резуль-



Рис. 130. Двойное оплодотворение

тате слияния из яйцеклетки и спермия образуется зигота. Она содержит двойной набор хромосом: один – от отцовской клетки (спермий), другой – от материнской (яйцеклетка).

Из центральной клетки и второго спермия образуется *эндосперм* – запас питательных веществ семени. Набор хромосом в эндосперме будет *тройным* (триплоидным). В него попадает один отцовский набор хромосом из спермия и два материнских набора хромосом из центральной клетки.

Из оболочек *семязачатка*, внутри которого находится зародышевый мешок, образуется кожура семени. А из стенок завязи пестика образуется плод, внутри которого будут находиться семена.

Значение двойного оплодотворения. Прежде всего оно позволяет растениям экономить белки, жиры и углеводы, накапливающиеся в семени. Цветковые не тратят энергию на синтез питательных веществ, если нет гарантии в том, что зародыш образовался. Кроме того, без двойного оплодотворения у цветковых не формируются семена. Если несвоевременные заморозки погубили гаметы или дождь во время цветения смыл пыльцу, плодов и семян не будет.

В целом двойное оплодотворение у цветковых растений способствовало их прогрессу и позволило им занять господствующее положение на планете.



Партеногенез – это процесс развития зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки. При этом способе размножения не происходит оплодотворения. Отцовский организм в размножении не участвует. Примерами могут служить одуванчики, многие сорта табака и свеклы, некоторые виды орхидей. При партеногенезе, как и при вегетативном размножении, потомство однообразно. Наверное, вы замечали, что одуванчики очень похожи между собой. А астры – их близкие родственники – очень разнообразны и по цвету, и по форме.



Тычинки, тычиночная нить, пыльник, пестик, рыльце, столбик, завязь, генеративная и вегетативная клетки, зародышевый мешок, эндосперм, семязачаток, зигота, завязь, партеногенез.



Знание и понимание:

1. Опишите органы размножения цветковых растений.
2. Что такое двойное оплодотворение? Почему его так называют?

Применение:

1. Рассмотрите рисунок. Каким образом происходит процесс двойного оплодотворения?
2. Отрадите в виде схемы процесс двойного оплодотворения и его результаты.

Анализ:

1. Соотнесите понятия: пыльцевая трубка, спермий №1, спермий №2, зигота.
2. Соотнесите понятия: оболочка семязачатка, центральная клетка, вегетативная клетка, яйцеклетка, генеративная клетка, стенка завязи, триплоидный эндосперм, кожура семени, плод.

Синтез:

В чем смысл двойного оплодотворения? Какие преимущества оно дает растениям?

Оценка:

Оцените партеногенез с генетической точки зрения. Можно ли его приравнять к бесполому размножению? Ответ аргументируйте.



§56. Понятие индивидуального развития организмов

Онтогенез – это индивидуальное развитие организма с момента зарождения до конца жизни. Для человека началом онтогенеза является оплодотворение, т. е. возникновение зиготы, из которой впоследствии разовьется зародыш.

Весь процесс онтогенеза можно разделить на 2 больших периода: эмбриогенез и постэмбриогенез.

Эмбриогенез – развитие эмбриона или стадии личинки у многих беспозвоночных, рыб и земноводных. Для живородящих эмбриогенез оканчивается рождением; для пресмыкающихся, птиц и яйцекладущих млекопитающих – вылуплением из яйца; для цветковых растений – прорастанием семени. Эмбриогенез включает несколько стадий (рис. 131):

1. **Зигота** – оплодотворенная яйцеклетка.

2. **Дробление** – быстрый митоз, в результате которого оплодотворенное яйцо, не увеличиваясь в размерах, делится на все более мелкие клетки – **бластомеры**. По совокупному размеру они почти такие же, как зигота.

3. **Бластула** – однослойный зародыш, результат дробления зиготы. Клетки этого многоклеточного зародыша еще одинаковы. Если они отделятся друг от друга, то появятся однояйцевые близнецы.

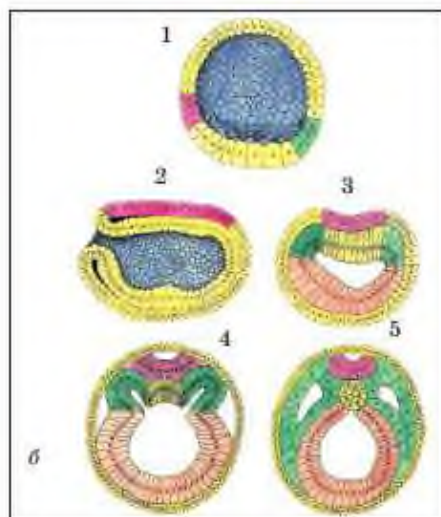
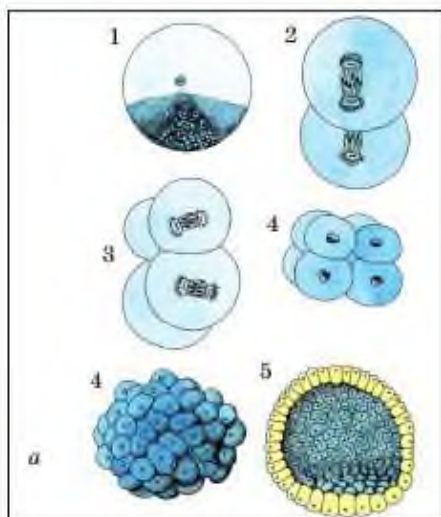


Рис. 131. Стадии развития зародыша.

a: 1 – зигота; 2 – стадия двух бластомеров (после первого митоза); 3 – стадия четырех бластомеров (после второго митоза); 4 – стадия средней бластулы (процесс дробления); 5 – поздняя бластула

б: 1 – бластула (однослойный зародыш); 2, 3 – гастрюла; 4 – нейрула; 5 – поздняя нейрула

4а. Гастрюла ранняя – двухслойный зародыш на ранней стадии, когда появляются отличия у клеток. На этой стадии зародыш состоит из двух слоев разных клеток: наружного – *эктодермы* и внутреннего – *энтодермы*. Поэтому раннюю гастрюлу называют *двухслойным зародышем*.

4б. Гастрюла поздняя. По мере развития образуется и третий зародышевый листок – *мезодерма*. Так что поздняя гастрюла – *трехслойный зародыш*.

5. Нейрула – стадия развития зародыша, присущая только хордовым. В этот период образуется нервная трубка, развивается спинной и головной мозг.

6. Органогенез – процесс образования зачатков органов. Каждый из органов закладывается и формируется в строго определенном месте из строго определенных групп клеток. На его развитие влияют не только молекулы ДНК, в которых заложена наследственная информация, но и окружающие ткани, клетки, их химические вещества.

Постэмбриогенез – это развитие организма после рождения до половозрелости.



Онтогенез, эмбриогенез, зигота, дробление, бластула, гаструла, нейрула, органогенез, постэмбриогенез.



Знание и понимание:

1. Дайте определение понятиям «онтогенез», «эмбриогенез», «постэмбриогенез».
2. Назовите этапы онтогенеза разных организмов. Чем отличается окончание эмбриогенеза у растений, рыб, пресмыкающихся и высших млекопитающих? Опишите особенности защиты зародыша этих животных от внешней среды.

Применение:

1. Поставьте все стадии онтогенеза млекопитающего в верной последовательности. Укажите все стадии эмбриогенеза.
2. Опишите особенности стадий эмбриогенеза. Отрадите их в виде таблицы.

Анализ:

1. Проанализируйте отличия ранней и поздней гаструлы. Соотнесите эти отличия с признаками кишечноротовых и плоских червей. Какие стадии будут для них характерны?
2. Как отличается эмбриогенез растений, одноклеточных и многоклеточных, позвоночных и беспозвоночных животных? Опишите различия.

Синтез:

1. Докажите, что стадия нейрулы не характерна для беспозвоночных животных.
2. Как вы думаете, на какой стадии развития зародыша следует брать клетки, чтобы: 1) получить идентичный организм (клон); 2) вырастить необходимый орган; 3) вырастить необходимую ткань?

Оценка:

1. Выясните, на какой стадии развития зародыша могут возникать однояйцевые близнецы. Докажите и объясните, почему их возникновение на следующей стадии невозможно.
2. Используя интернет-ресурсы, выясните, что такое криобиология. Как она связана с разработкой методов хранения и накопления биологических объектов (крови, тканей, органов и т. д.), с выведением морозостойчивых сортов растений. Какая научная и практическая деятельность ведется в этом направлении в нашей стране?

§57. Прямой и непрямой типы онтогенеза у животных

Типы онтогенеза у животных. У животных выделяют два типа онтогенеза: прямое и непрямое развитие.

При *прямом развитии* организм после эмбриогенеза похож на взрослое животное. Конечно, детеныш будет отличаться меньшими размерами тела, некоторые его органы будут еще не вполне сформированы. Но внешне будет похож на взрослую особь. Прямое развитие

характерно для всех позвоночных животных, кроме земноводных, миног и некоторых рыб, например двоякодышащих. Из многоклеточных беспозвоночных прямое развитие характерно для дождевых червей, брюхоногих и головоногих моллюсков; речного рака и всех паукообразных.

При *непрямом развитии* животное, перешедшее к постэмбриогенезу, сильно отличается от взрослого организма. У таких видов есть стадия личинки. Обычно личинки отличаются от взрослого организма не только внешне. Какие-то из их органы могут иметь иное строение и по-другому функционировать. Они могут обитать в иной среде и питаться иной пищей, чем их взрослые сородичи.

Непрямое развитие характерно, например, для многих паразитических червей. Их личинки могут находиться в телах разных организмов. Так, печеночный сосальщик на ранней стадии живет в теле улитки, а взрослый червь обитает в печени коровы (рис. 132).

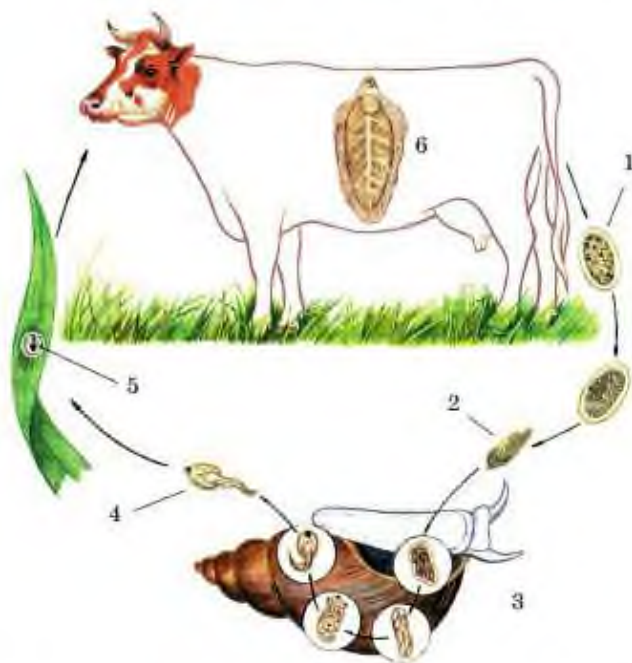


Рис. 132. Цикл развития печеночного сосальщика: 1 – яйцо; 2 – свободноплавающая личинка; 3 – развитие личинки в теле промежуточного хозяина – малого прудовика; 4 – новое поколение свободноплавающих личинок; 5 – инцистированная на траве личинка; 6 – половозрелая форма в печени животного

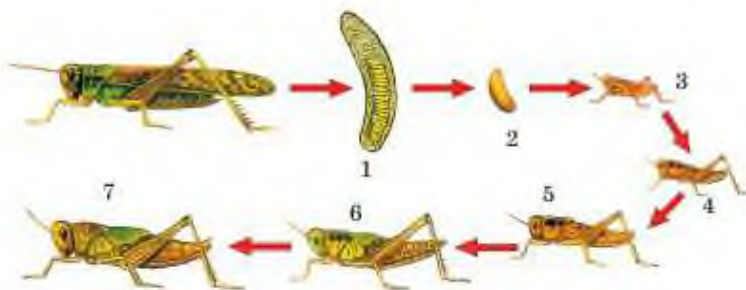


Рис. 133. Неполный метаморфоз азиатской саранчи:
1 – яйца в кубышке; 2 – яйцо; 3–7 – личинки разных возрастов

Особенности размножения и развития насекомых. По типу развития всех насекомых делят на две большие группы:

1. Насекомые с полным превращением (полный метаморфоз) – жуки, бабочки, мухи, комары, пчелы и др.
2. Насекомые с неполным превращением (неполный метаморфоз) – богомолы, кузнечики, тараканы, вши и др.

При **полном превращении** (непрямое развитие) вылупившаяся из яйца личинка совсем не похожа на взрослое насекомое. Так, гусеницы не похожи на бабочек, а безглазые и безголовые личинки мух больше похожи на червей. Чтобы стать взрослым насекомым, эти личинки должны впасть в покоящуюся стадию – *куколку*. Пока животное находится в стадии куколки, оно не двигается, не питается; происходит полная перестройка его органов. Например, формируются крылья, усики, органы зрения и т. д. Это уже не просто рост – увеличение размеров тела. Таким образом, развитие насекомых с полным превращением включает в себя четыре стадии: *яйцо* → *личинка* → *куколка* → *взрослое насекомое*.

Неполное превращение – аналог прямого развития. Оно включает в себя три стадии: *яйцо* → *личинка* → *взрослое насекомое* (имаго) (рис. 133). Вылупившиеся из яйца насекомые похожи на взрослых. Только у них, как правило, недоразвиты крылья и усики и совсем не сформированы половые органы.

Биологический смысл развития с полным превращением заключается в том, что такой способ позволяет уменьшить пищевую конкуренцию между взрослыми и молодыми особями одного вида.

Часто личинки насекомых с полным превращением питаются другой пищей. Так, гусеницы бабочек питаются листвой, а взрослые особи –

нектаром. Личинки майского жука питаются корнями трав, кустарников и деревьев, обитая три года в почве. А взрослые жуки – листьями. Личинки комаров обитают в воде и питаются мелкими водными беспозвоночными, а взрослые кровососущие комары – кровью крупных стадных животных и человека. Комары-звонцы вообще не питаются. У них ротовой аппарат не развит.



Развитие прямое и непрямое, метаморфоз (превращение) полный и неполный, яйцо, личинка, куколка, взрослое насекомое (имаго).

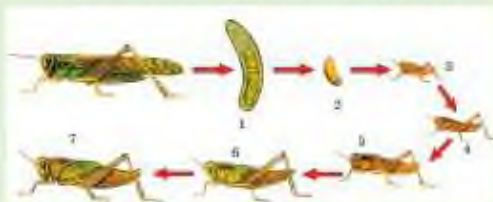


Знание и понимание:

1. Дайте определение понятиям «онтогенез», «прямое развитие», «метаморфоз».
2. Объясните, как влияет среда обитания на эмбриогенез ящерицы, крысы, рыбы, лягушки, голубя. Опишите особенности защиты зародыша этих животных от влияния внешней среды.

Применение:

1. Этапы развития какого насекомого вы видите на рисунке? Определите тип его онтогенеза. Опишите основные этапы развития.



2. Определите, какой тип развития насекомого показан на рисунке. Нарисуйте схему, изображающую все этапы.



Анализ:

1. Сравните строение ротового аппарата, способы потребления пищи и ее типы взрослой бабочки и личинки. Проанализируйте, какое биологическое значение это имеет.

2. Как отличается онтогенез одноклеточных и многоклеточных? Возможен ли метаморфоз у одноклеточных? Докажите.

Синтез:

1. Составьте список насекомых с полным метаморфозом и неполным.
2. Выстройте в верной последовательности и систематизируйте этапы развития: личинка, куколка, имаго, яйцо, личка.

Дискуссия:

Обсудите биологическое значение полного метаморфоза.



№4. Сравнение типов онтогенеза у животных. См. с. 241.

§58. Характеристика онтогенеза растений

Этапы онтогенеза растений. Весь онтогенез цветковых растений, так же как и онтогенез животных, можно поделить на эмбриогенез и постэмбриогенез. При семенном размножении эмбриогенез начинается с момента оплодотворения яйцеклетки, а заканчивается – в момент прорастания семени.

Традиционно онтогенез растений подразделяют на четыре–пять этапов.



В разных источниках приводятся разные стадии онтогенеза растений: деление, рост, размножение, старение. Одни исследователи выделяют такие периоды, как эмбриональный, ранний, зрелости, размножения, старости. Другие авторы подразделяют онтогенез растений на периоды: скрытый (покоящиеся семена), догенеративный (от появления проростка до первого цветения), генеративный (от первого до последнего цветения) и старения (от последнего цветения до гибели растения).

Мы воспользуемся самой популярной классификацией онтогенеза семенных растений.

1. **Эмбриогенез** характеризуется интенсивным размножением клеток. При многократном делении оплодотворенной яйцеклетки формируется многоклеточный зародыш. Он состоит из зародышевых клеток корешка, стебелька и почечки. А деление оплодотворенной центральной клетки приводит к формированию эндосперма (запаса питательных веществ). Эмбриогенез заканчивается прорастанием зародыша.

2. **Первая стадия постэмбриогенеза** включает в себя процесс прорастания зародыша семени и превращения его в самостоятельный

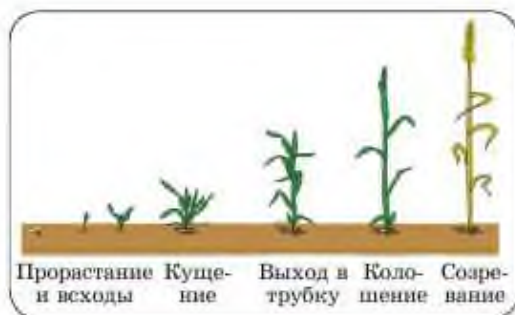


Рис. 134. У пшеницы (однолетнее растение) все жизненные фазы проходят за один теплый сезон, а хвойное растение арча, растущее в наших горах, живет около 1000 лет

организм. Как только проросток начинает питаться самостоятельно, а не за счет веществ, накопленных в семени, эта стадия считается завершенной.

Но, по мнению некоторых исследователей, эту стадию не стоит рассматривать как отдельную, самостоятельную. Ее объединяют со следующей стадией и включают в период *молодое растение*.

3. Стадия роста, или молодого растения, – это период жизни растения до начала первого цветения. Эта стадия заканчивается формированием генеративных органов: цветков у цветковых или шишек у хвойных.

4. Стадия взрослого растения (рис. 134), или *зрелости*, – это период полового размножения. Она начинается с первого опыления и оплодотворения и заканчивается последним урожаем – формированием последних семян (плодов).

5. Стадия старения начинается с того момента, когда растение уже перестает цвести и образовывать семена и плоды. Рост клеток в нем сильно замедляется. Известно, что растения растут всю жизнь, но в последней стадии количество погибающих клеток начинает превосходить количество образующихся молодых клеток. Так постепенно ткани и органы изнашиваются, приходят в негодность и перестают функционировать.



Онтогенез растений; стадии: эмбриогенез, постэмбриогенез, молодое растение, взрослое, старое.



Знание и понимание:

1. Вспомните, что такое онтогенез.
2. Расскажите о влиянии условий внешней среды на онтогенез растений.
3. Перечислите этапы онтогенеза растений.

Применение:

1. Назовите стадии онтогенеза растений по рисунку. Дайте им характеристику.



2. Нарисуйте схему онтогенеза растений.

Анализ:

1. Найдите отличия между онтогенезом у растений и животных.
2. Сделайте обзор факторов, влияющих на онтогенез растений.

Синтез:

1. Систематизируйте изменения в организмах растений на разных этапах онтогенеза. Укажите появление новых органов растений на определенном этапе.
2. Сравните онтогенез у хвойных и культурных цветковых растений.

Дискуссия:

Выявите самые уязвимые периоды онтогенеза. Важно ли агротехникам знать об онтогенезе растений? Выскажите свои предположения по изучению онтогенеза растений.

§59. Рост растений

Особенности роста растений. Рост растений, как и онтогенез, имеет свои особенности. Так, в фазах жизненного цикла, предшествующих генеративной стадии, у растений наблюдается самый интенсивный рост. С началом полового размножения рост вегетативных органов в целом замедляется. Это происходит потому, что значительная

часть питательных веществ начинает уходить на формирование семян и плодов.

Еще одна особенность – периодичность интенсивного роста (весенне-летний период) и относительного покоя (в осенне-зимний период). Такая закономерность присуща всем растениям Северного полушария. Также в состоянии покоя находятся, например, сухие семена до начала прорастания.

Процессы в организмах растений сильно зависят от условий окружающей среды. Одним из внешних *факторов роста* растений является температура. Для каждого вида растений существует свой температурный оптимум роста и развития. *Температурный оптимум* – это такая температура, при которой рост растения максимальный. Для большинства растений Казахстана он будет в диапазоне 25⁰–35⁰С. Кроме того, важнейшим внешним фактором, влияющим на рост растения, является *обеспечение водой*. Если в фазе интенсивного роста растение испытывает недостаток в воде, то у него формируется множество мелких клеток, т. е. клетки почти не снижают интенсивности размножения, но при этом не растягиваются, не растут. И растение в целом серьезно отстает в росте. Это происходит потому, что для формирования цитоплазмы полноценных клеток требуется вода. Вода необходима и для фотосинтеза, в ходе которого образуются органические вещества растений.

Рост растений. Органы растений способны расти благодаря наличию образовательных тканей. Рост стебля в толщину обеспечивает камбий. Его клетки активно размножаются весной и летом, пока на дереве есть листья. В зимний период рост прекращается. Клетки камбия, как и все растение, переходят в состояние покоя. Благодаря чередованию сезонов года в стеблях древесных растений формируются годовичные кольца.



По толщине и форме годовичных колец можно судить о природно-климатических условиях периода, в который они формировались. Так, если годовичное кольцо толстое и ровное, то климат был теплым и влажным. Если кольцо узкое, то лето было холодным или засушливым. Если с одной стороны дерева все кольца уже, а с другой шире – скорее всего с узкой стороны находилось препятствие, мешавшее нормальному формированию дерева. Это могло быть здание, другое, более крупное, дерево, валун или скала. Если же все кольца с одной стороны чуть-чуть шире, чем с другой, скорее всего это указание на стороны света. Более узкий слой древесины образуется с северной стороны. Но это при условии, что именно с северной стороны на растение воздействовали неблагоприятные условия, например, поступал более холодный воздух, дул ветер и т. д.

У некоторых растений вообще нет камбия, и у стебля не формируется древесина. Например, у всех представителей класса однодольных: злаковых и лилейных. К злакам относятся камыш, бамбук, рис, кукуруза, пшеница, ячмень, овес и др. К лилейным – тюльпан, лилия, нарцисс, лук, чеснок, ландыш, гиацинт и др. Среди однодольных вообще нет настоящих деревьев, только пальмы. Но у пальм ствол либо полый, либо заполнен рыхлыми основными тканями, а не древесиной.

Скорость роста зависит от многих условий. При недостатке света, тепла, воды и полезных элементов в почве рост растения будет замедлен. Но кроме внешних факторов на скорость роста важнейшее влияние оказывает генетическая информация, которой обладает каждый живой организм. Так, некоторые виды бамбука при хороших условиях могут вырасти на 50–100 см в сутки (рис. 135). Самое медленно растущее дерево – дион съедобный из Мексики. За год это дерево высотой 9,9 см выросло всего на 0,76 мм. Ему уже 120 лет.



Рис. 135. Бамбук



Рост растений, факторы роста, температурный оптимум, обеспечение водой.



Знание и понимание:

1. Сравните процессы роста животных и растений. Объясните, в чем заключается разница.
2. Расскажите о тканях, которые участвуют в росте растения. Вспомните, где они расположены. Какие у них функции?

Применение:

1. Рассмотрите рисунок. О чем могут рассказать годовичные кольца?
2. Почему у некоторых растений не образуется древесина?



Анализ:

1. Докажите в ходе опытов, что вода необходима для роста растений. Объясните ее значимость для растений. Объясните, почему вода одинаково необходима, например, для всех видов зерновых.
2. С помощью эксперимента объясните, что тепло необходимо для развития растений. Объясните, почему для разных видов семян растений необходим разный температурный режим.

Синтез:

1. Сформулируйте, за счет чего растение увеличивается в толщину.
2. Систематизируйте функции боковых и верхних почек.

Оценка:

Гульнар очень удивилась, когда увидела, что бабушка срезала верхние части посаженных растений. Для чего бабушка это сделала? Почему городские озеленители проводят обрезку деревьев?



№11. Подсчет годичных колец. См. с. 234.

Тестовые вопросы

1. **Свойство, обеспечивающее непрерывность жизни:**
 - а) размножение
 - б) раздражимость
 - в) изменчивость
 - г) обмен веществ
 - д) дыхание
2. **Половой процесс, при котором происходит обмен ДНК между клетками двух бактерий:**
 - а) конъюгация
 - б) конвергенция
 - в) мутация
 - г) модификация
 - д) транспирация
3. **Вегетативное размножение:**
 - а) половой процесс
 - б) конъюгация
 - в) обмен генетическим материалом
 - г) размножение неспециализированными органами или частями тела
 - д) способ размножения прокариот
4. **Орган полового размножения цветковых растений:**
 - а) цветок
 - б) стебель
 - в) лист
 - г) корень
 - д) почка
5. **Одна из основных частей цветка:**
 - а) пестик
 - б) чашечка
 - в) цветоложе
 - г) лепесток
 - д) цветоножка
6. **Вспомогательная часть цветка:**
 - а) тычинка

- б) пестик
 - в) завязь
 - г) венчик
 - д) пыльник
7. Процесс попадания пыльцы на рыльце пестика:
- а) опыление
 - б) оплодотворение
 - в) деление
 - г) образование почек
 - д) линька
8. Пыльца растений, которая распространяется животными:
- а) имеет колючие выросты
 - б) имеет полости с воздухом
 - в) легкая
 - г) многочисленная
 - д) мелкая и сухая
9. Части тычинки:
- а) нить и пыльник
 - б) чашечка и венчик
 - в) почка и семя
 - г) столбик и завязь
 - д) рыльце и столбик
10. Процесс развития семени из неоплодотворенной яйцеклетки растений:
- а) онтогенез
 - б) партеногенез
 - в) деление
 - г) линька
 - д) почкование
11. Индивидуальное развитие:
- а) онтогенез
 - б) филогенез
 - в) партеногенез
 - г) гаметогенез
 - д) конъюгация
12. Онтогенез начинается с:
- а) появления зиготы
 - б) дробления зиготы
 - в) образования органов
 - г) образования двухслойного зародыша
 - д) образования зародышевых листков у плода
13. Эмбриогенез и постэмбриогенез – это этапы:
- а) филогенеза
 - б) онтогенеза
 - в) мутации
 - г) модификации
 - д) метаболизма
14. Постэмбриональное развитие:
- а) органогенез
 - б) гастрюла
 - в) бластула
 - г) жизнь до рождения
 - д) жизнь после рождения
15. Не относится к этапам эмбриогенеза:
- а) дробление
 - б) нейрула
 - в) гастрюла
 - г) бластула
 - д) клонирование
16. Однослойный зародыш:
- а) бластула
 - б) гастрюла
 - в) нейрула
 - г) органогенез
 - д) филогенез
17. Этап развития, свойственный только хордовым:
- а) нейрула
 - б) бластула
 - в) гастрюла

- г) зигота
- д) дробление

18. Развитие с полным превращением:

- а) мухи
- б) кузнечики
- в) тараканы
- г) богомолы
- д) саранча

19. Развитие с неполным превращением:

- а) мухи

- б) комары
- в) пчелы
- г) саранча
- д) бабочки

20. Личинка бабочки:

- а) имаго
- б) наяда
- в) трохофора
- г) финна
- д) гусеница

§60. Форма бактерий

Общие черты строения бактерий. Бактериальные клетки имеют общий план строения. Они состоят из оболочки, цитоплазмы и кольцевой молекулы ДНК, плавающей внутри клетки (рис. 136). Если у бактерий имеются органы передвижения, то это всегда жгутики. Их количество может быть разным – от одного до множества.



Оболочка клетки бактерий может состоять из двух или трех структур. Как минимум она состоит из мембраны и находящейся снаружи клеточной стенки. Причем клеточная стенка большинства бактерий, в отличие от растительной, состоит не из целлюлозы. В ее состав входит вещество, не встречающееся у других групп организмов (муреин). Кроме этих двух обязательных слоев у многих бактерий снаружи клеточной стенки находится еще и слизистая капсула.

Жизненные формы бактерий. Безъядерные бактериальные клетки могут быть в активном состоянии или находиться в виде спор в покоящейся стадии. Споры бактерий никогда не участвуют в размножении. Они служат для переживания неблагоприятных условий. В состоянии споры некоторые бактерии могут выдерживать очень низкие температуры (до -270°C). Жизнеспособность споры некоторых видов бактерий способны сохранять более 10 тыс. лет.

Бактерии никогда не бывают многоклеточными, но могут образовывать колонии клеток. *Колонии* – это форма объединения клеток одной группы организмов. Внутри колонии клетки

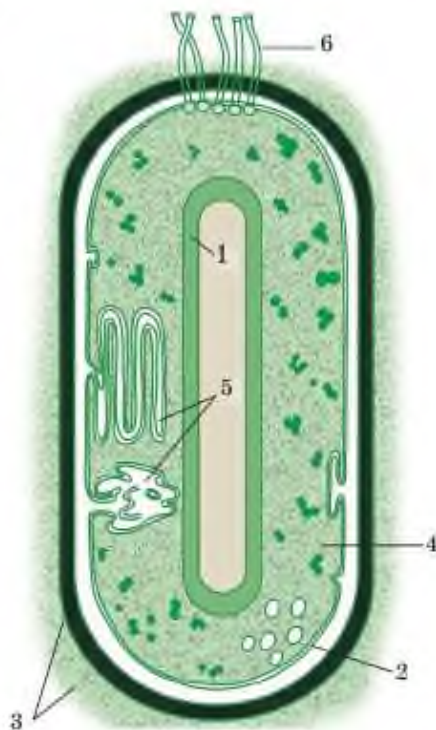


Рис. 136. Строение бактериальной клетки:

1 – кольцевая ДНК; 2 – мембрана; 3 – клеточная стенка и слизистая капсула; 4 – цитоплазма; 5 – впячивания мембраны; 6 – жгутики



Рис. 137. Форма бактерий

могут выделять общее межклеточное вещество, но они не функционируют как целостный организм. Часто колонии бактерий видны невооруженным глазом в виде налета, слизи или пленок.

Разнообразие бактерий по форме. Форма бактериальных клеток очень разнообразна (рис. 137). И все-таки можно выделить четыре основные группы:

1. **Шаровидные бактерии** – это *кокки*. Они часто образуют колонии.



Сами колонии тоже делятся на группы в зависимости от того, какую форму они приобретают. Если клетки колонии соединены последовательно одна за другой в цепочку, то такая колония называется *стрептококком*. Если колония состоит только из двух попарно соединенных бактерий, она называется *диплококком*. Если колония состоит из четырех клеток, то это *тетракокк (тетрада)*. Если колония состоит из нескольких клеток, соединенных в виде грозди винограда, она называется *стафилококком*.

2. **Палочковидные бактерии** называют *бациллами*. Это довольно распространенная форма бактерий. Такой является безобидная бактерия гниения – сенная палочка. К ним относятся и возбудители опасных инфекций: столбнячная палочка, палочка Коха. Кишечная палочка – бактерия, многие штаммы которой являются безопасными симбионтами кишечника человека.

3. **Извитые бактерии** – это *спириллы* и *спирохеты*. Спириллы имеют форму спирально извитых палочек, а спирохеты винтообразно за-

кручены. Представителями такой формы могут быть и безопасные обитатели водоемов, и возбудители тяжелых инфекционных заболеваний.

4. Бактерии **в форме запятой** называются **вибрионами**. Они имеют всего один шагб. Их клетка часто сужена с одного конца и расширена с другого. Примером бактерий с такой формой может служить возбудитель холеры – *холерный вибрион*.

Как вы поняли из вышесказанного, форма клеток бактерий не определяет их образ жизни и значение. Бактерии разной формы могут быть болезнетворными или полезными, вредными или симбионтами.



Бактерии, споры, колонии клеток; шаровидные, палочковидные, извитые и бактерии в форме запятой.



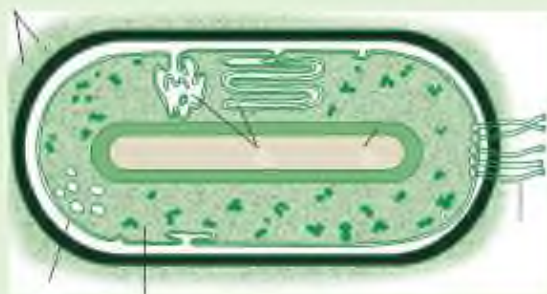
Подумайте и ответьте на вопрос: «Бактерии – наши друзья или враги?».

Знание и понимание:

1. Прочитайте текст параграфа. Опишите строение бактерии, сравните с клеткой растения. Найдите различия между ними.
2. Сформулируйте выводы о роли спор для бактерий.

Применение:

1. Рассмотрите рисунок. Подпишите части бактерии.



2. Выясните, на каких поверхностях находится больше всего бактерий: (мобильный телефон, деньги, грязные руки и т. д.). Обоснуйте свои высказывания.

Анализ:

1. Докажите, что бактерии являются представителями прокариот. Проанализируйте их органеллы.
2. Юные натуралисты, исследуя исток горной реки, русло в долине и устье реки в городе, доказали, что вода в городе самая грязная. Проанализируйте, по какой причине городская вода настолько загрязнена.

Синтез:

1. Рассмотрите рисунок. Разделите изображенных бактерий на виды и напишите их названия.



2. Найдите на рисунке бактерии, способные к движению. Сделайте вывод, по какой причине они получили свое название.

Оценка:

Убедите окружающих в том, что для бактерии отдельный организм – это целая Вселенная.



№12. Исследование внешнего вида бактерий сенной палочки. См. с. 243.

§61. Значение бактерий

Распространение бактерий. На планете очень сложно обнаружить места, где не встречались бы бактерии. Наибольшее их количество находится в верхнем 15-сантиметровом слое почвы. Меньше всего бактерий в воздухе на высоте более 5 км.

Бактерии встречаются повсеместно. Множество бактерий встречается на покровах организмов, как живых, так и мертвых. Они обитают на дне океанов до 10 км и в почве на глубине 5 м. Живые бактерии встречаются в горячих (около 100°C) источниках. Обнаружены они были и на поверхности ледников. В экспериментах споры земных бактерий выдерживали холод космического пространства ниже 200°C.

Значение бактерий огромно и разнообразно. Условно их можно разделить на полезных и вредных. Но следует помнить, что зачастую одни и те же бактерии могут приносить как вред, так и пользу.

1. Именно бактерии, первые живые организмы на нашей планете, дали начало эукариотным клеткам и всем одноклеточным. Из этого следует, что бактерии – прародители всего живого на Земле.

2. Благодаря первым фотосинтезирующим бактериям – цианобактериям – на Земле сформировалась кислородная атмосфера. Почти полмиллиарда лет, до появления растений, они обеспечивали пищей все другие организмы, не способные к фотосинтезу.



Отрицательное значение нынешних фотосинтезирующих бактерий заключается в том, что они вместе с некоторыми водорослями могут вызывать порчу воды – цветение водоемов. Также они могут стать причиной заиливания прудов, загрязнения арыков и т. д.

3. Благодаря особым бактериям, способным усваивать некоторые элементы из неживой природы, все живые организмы получают их. Так, жизненно необходимым элементом является азот. А без участия свободноживущих *азотфиксирующих бактерий* и *клубеньковых бактерий*, живущих в симбиозе с высшими растениями, это было бы невозможно. Как вы помните, без азота не могут образовываться ни белки, ни нуклеиновые кислоты. К счастью, клубеньковые бактерии предпочитают обитать на корнях многих бобовых растений, вступая с ними в симбиоз. Поэтому бобовые и сами богаты белком. Кроме того, они обогащают азотом почвы, на которых произрастают, делая их благоприятными и для других растений.

4. Бактерии гниения и почвенные бактерии (рис. 138) обеспечивают уничтожение отмерших остатков, их превращение в перегной. Без жизнедеятельности этих бактерий и плесневых грибов наша планета уже давно была бы завалена трупами животных и отмершими частями растений, например опавшими листьями и обломанными ветками. На Земле уже не осталось бы мест, пригодных для обитания. Возвращая элементы в неживую природу, эти бактерии делают их вновь доступными для живого. Так они осуществляют круговорот веществ в природе. Кроме того, бактерии способствуют образованию почв.



Рис. 138. Бактерии гниения



Но эти же бактерии портят продукты, разрушают бумагу, кожу, древесину, уничтожая таким образом ценные древние рукописи, памятники истории и т. д.

5. Молочнокислые бактерии, как и некоторые грибы, используются человеком при производстве многих продуктов питания: айрана, кумыса, кефира, творога, курта (рис. 139). Без них невозможно производство сыров, йогуртов, а также квашение капусты. Эти же бактерии используются и в кормопроизводстве при силосовании (заквашивании) сочных кормов.



Рис. 139. Продукты, приготовленные с использованием бактерий



Отрицательное действие этих бактерий заключается в скисании молока и порче кисло-молочных продуктов.



Но именно уксуснокислые бактерии портят вино, вызывая его скисание и превращая его в уксус.

Отрицательное значение бактерий – они вызывают опаснейшие инфекционные заболевания, которые сопровождались массовой гибелью людей в прошлом и остаются тяжелыми и в наши дни.



Фотосинтезирующие, клубеньковые и азотфиксирующие бактерии; бактерии гниения, почвенные, молочнокислые, винные и уксуснокислые.



Знание и понимание:

1. Назовите места обитания бактерий.
2. Объясните, почему бактерий называют древними «предками» всего живого на Земле.

Применение:

1. Рассмотрите рисунок и опишите то, что вы видите. Сформулируйте основные функции клубеньковых бактерий.
2. Определите роль молочнокислых бактерий в пищевой промышленности.



Анализ:

1. Рассмотрите рисунок и объясните, какие изменения происходят с яблоком. Проанализируйте, какая существует взаимосвязь между этими изменениями и бактериями.



2. Докажите на примерах пользу бактерий гниения. Предположите, что происходило бы на Земле, если бы не было бактерий гниения.

Синтез:

1. Систематизируйте бактерии по критериям:
 - а) по типу питания;
 - б) по обмену веществ.
2. Сделайте комплексный подход к проблемам человечества, которые можно решить с помощью бактерий. Озвучьте свои заключения в виде выводов.

Оценка:

Запишите свои мысли об огромной роли мельчайших организмов на Земле.



№13. Исследование производства йогурта и сыра. См. с. 243.

§62. Способы борьбы с патогенными бактериями

Патогенные, т. е. болезнетворные, микроорганизмы – это одноклеточные животные (простейшие), одноклеточные грибы, бактерии, которые способны вызывать заболевания. Современная медицина располагает множеством доступных средств, с помощью которых можно уничтожить этих возбудителей. На поверхностях неживых объектов используются *дезинфицирующие* (обеззараживающие) средства. К ним относятся многие моющие вещества, растворы хлора, солей или кислот, спирты и т. п., вызывающие гибель микробов.

Средства, с помощью которых патогены уничтожаются на теле человека при лечении ран, называются *антисептиками*. К ним относятся спирт, борная кислота, растворы йода и зеленки (бриллиантовой зелени), перекись водорода и т. д. Внутри организма патогены уничтожаются *антибиотиками*.



Рис. 140. Дезинфекция помещений



Человечество всегда стремилось научиться бороться с болезнями. Но с развитием медицины, появлением больниц и госпиталей в XVIII–XIX вв. резко возросла смертность среди пациентов. Это происходило потому, что врачи того времени не применяли обеззараживающих средств, не обрабатывали ими свои руки и инструменты. Широко применять дезинфицирующие и антисептические средства стали с середины XIX в. Огромная заслуга в этом принадлежит венгерскому акушеру И. Земмельвейсу, русскому военному хирургу Н. И. Пирогову, основателю микробиологии французскому ученому Л. Пастеру и английскому хирургу Дж. Листеру.

Но еще с древнейших времен исследователями во всем мире делались попытки истребить возбудителей болезней. Так, древнегреческие и древнеримские врачи применяли для обработки ран уксус и растворы соли. А в Казахстане применяли окуривание помещений дымом адраспана. Народная мудрость наделила эту процедуру мистическими свойствами, превратив ее в оберегающий ритуал. Современными микробиологами точно доказаны бактерицидные свойства дыма ядовитой травы адраспан (гармалы обыкновенной).

Если велика вероятность появления опасных микроорганизмов в определенном помещении, необходимо проводить его дезинфекцию (рис. 140). Существуют многочисленные пути заражения и меры профилактики распространенных бактериальных инфекций (табл. 8).

Таблица 8. Перечень распространенных бактериальных заболеваний и меры их профилактики

№	Болезнь	Пути заражения (примечания)	Меры профилактики
1	Ангина	Воздушно-капельный, через посуду и контакт с вещами больного	Марлевые повязки, влажная уборка с дезинфицирующими средствами и проветривание помещений, изоляция больных
2	Туберкулез		
3	Ковьюнктивит	Инфекция, физические (например пыль) и химические раздражения	Исключить засорение поверхности глаза во время пыльных бурь, работы с цементом, песком, опилками и т. д.

4	Холера	Через воду, пищу, грязную посуду и руки, мух и т. д.	При вспышках использовать только безопасную (кипяченую, стерилизованную или бутилированную) воду, мыть все овощи и фрукты водой, подкисленной уксусом или лимонной кислотой
5	Брюшной тиф		Использовать только безопасную воду, тщательно мыть все овощи и фрукты и т. д.
6	Бруцеллез	При уходе за больными животными и при употреблении в пищу инфицированных мясных и молочных продуктов	Не употреблять непроваренное и непрожаренное мясо, нестерилизованные молочные продукты. Изготавливать айран, творог, курт и т. д. только из пастеризованного или кипяченого молока
7	Сибирская язва	От больных животных, через воду, почву, продукты животноводства	Не забивать животных на мясо без санкции ветврача
8	Ботулизм	Использование в пищу продуктов, зараженных анаэробными бактериями, живущими в почве	Не употреблять сомнительные консервы из овощей, грибов и рыбы, непотрошеную копченую рыбу
9	Столбняк	Заражение при порезах анаэробной бактерией, живущей в почве	Если при порезе, например, был контакт с почвой, кроме обработки раны антисептиками нужно обязательно обратиться к врачу

О том, как влияют на бактерий антибиотики и антисептические средства, вы узнаете в ходе лабораторной работы.



Патогенные организмы, дезинфекция, антисептики, антибиотики.



Знание и понимание:

1. Опишите строение бактерий и их форму. Дайте краткую характеристику.
2. Перечислите основные инфекционные заболевания, возбудителями которых являются бактерии.

Применение:

1. Систематизируйте меры профилактики бактериальных заболеваний.
2. Докажите обоснованную взаимосвязь между способом распространения инфекции и мерами ее профилактики.

Анализ:

1. Обсудите способы заражения и распространения бактериальных болезней. Приведите в виде выводов меры их профилактики.
2. Обсудите пословицу: «Чистота – залог здоровья». Составьте брошюру с правилами профилактики бактериальных заболеваний.

Синтез:

1. Используя дополнительные источники информации, дополните табл. 8 другими бактериальными инфекциями, которые вы считаете наиболее распространенными и опасными.
2. Используя дополнительные источники информации, сделайте сообщение о научных и медицинских достижениях ученых и врачей, внедривших антисептические средства. Сообщите об этом своим одноклассникам.

Оценка:

Оцените, как могла сложиться судьба человечества, если бы не были открыты антисептики?

Дискуссия:

Обсудите, как бактериальные или другие инфекционные болезни могут повлиять на неокрепший детский организм.



№14. Исследование применения антибиотиков, антисептиков и дезинфицирующих средств. См. с. 244.

§63. Особенности строения вирусов

Строение и жизнедеятельность вирусов. Вирусы состоят из нуклеиновой кислоты и оболочки. По строению нуклеиновые кислоты вирусов могут быть разнообразными. Одни вирусы содержат ДНК, другие – РНК.

Оболочка вирусов обязательно состоит из белковых частиц. Она может иметь форму правильного многоугольника, шаровидную, палочковидную и др. (рис. 141). У

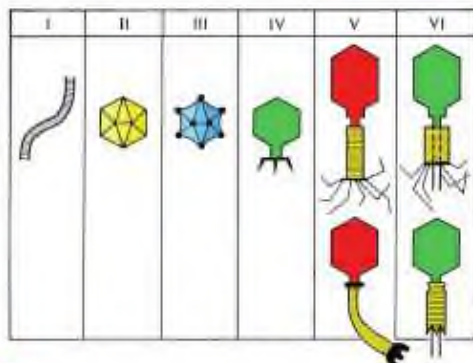


Рис. 141. Разнообразие форм вирусов

крупных вирусов поверх белков могут находиться части мембраны клеток-хозяев.

Вирусы паразитируют на растениях, животных, людях и даже на бактериях. Обычно они способны заражать клетки только определенных организмов. Вирусы, поражающие бактерий, называют *бактериофагами*.

Вирус проявляет себя как живой организм только внутри пораженной им клетки. Пока вирус находится вне клетки, он не питается, не передвигается, не растет, не размножается и не проявляет других свойств живого.

Этапы заражения вирусом можно представить следующим образом:

1. Присоединение вируса к мембране клетки-хозяина.

2. Выпрыскивание своей нуклеиновой кислоты в цитоплазму клетки-хозяина. Белковая оболочка вируса всегда остается снаружи зараженной клетки.

3. Нуклеиновая кислота вируса должна встроиться в хромосому клетки-хозяина.

4. С этого момента собственные гены клетки хозяина перестают функционировать. Клетка тратит энергию и использует собственные вещества только для того, чтобы производить частицы вируса.

5. Когда в клетке накапливается достаточное число вирусных частиц, возможно, около сотни, происходит их сборка. То есть нуклеи-

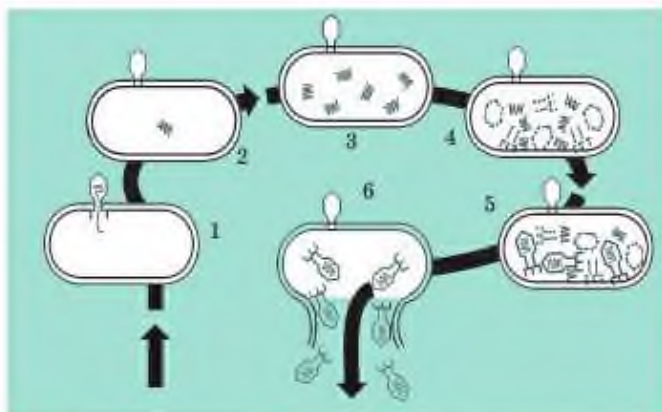


Рис. 142. Схема проникновения бактериофага в клетку бактерии:

1 – вирус прилип к клетке; 2 – выпрыскивание вирусом своей нуклеиновой кислоты в клетку; 3 – снаружи клетки осталась белковая оболочка вируса, а внутри клетки уже стали образовываться новые частицы нуклеиновой кислоты вируса; 4 – образование оболочек вируса; 5 – из нуклеиновой кислоты и оболочек собираются целые вирусы; 6 – разрыв клеточной оболочки, выход вирусов

новая кислота обволакивается в оболочку, образуя функциональные вирусы.

6. Готовые вирусы покидают клетки хозяина, которые погибают, так как исчерпали все свои ресурсы. А вирусы поражают новые клетки. Особенно легко это происходит в многоклеточном организме, где поблизости множество новых клеток-хозяев (рис. 142).

Избегайте вредных внешних воздействий. Стресс, радиоактивное и другие излучения, курение ослабляют организм человека и делают его более уязвимым для вирусов. Помните о том, что ведение здорового образа жизни является мощным фактором в предупреждении многих заболеваний, в том числе и вирусных.



Вирусы, бактериофаги, нуклеиновая кислота, белковая оболочка.



Знание и понимание:

1. Опишите строение вирусов.
2. Дайте краткую характеристику жизнедеятельности вирусов. Почему их называют внутриклеточными паразитами?

Применение:

1. Систематизируйте меры профилактики бактериальных заболеваний.
2. Сравните вирусы и бактерии по следующим пунктам: а) особенности строения; б) роль в биосфере; в) значение для человека; г) уникальность жизнедеятельности.

Анализ:

1. Обсудите возможные пути заражения и распространения вирусных болезней.
2. Обсудите пословицу: «Чистая вода – для хвори беда». Какова взаимосвязь между смыслом пословицы и наличием вирусов и бактерий в природе?

Синтез:

1. Сопоставьте материал учебника с другими источниками информации и составьте таблицу, аналогичную табл. 8, посвященную вирусам.

Оценка:

- Обобщите полученные знания и ответьте на вопросы:
- Можно ли найти вирусам применение?
 - Можно ли получать от них пользу?

Дискуссия:

Как вы думаете, могут ли возникнуть паразиты у вирусов? Ответ обоснуйте и обсудите с одноклассниками.

Тестовые вопросы

- 1. Орган передвижения бактерий:**
 - а) жгутики
 - б) жабры
 - в) плавники
 - г) ложноножки
 - д) реснички
- 2. Покоящаяся форма бактерий:**
 - а) спора
 - б) циста
 - в) финна
 - г) бластомер
 - д) зигота
- 3. Шаровидные бактерии:**
 - а) кокки
 - б) бациллы
 - в) эмбрионы
 - г) спириллы
 - д) вибрионы
- 4. Колония бактерий из четырех клеток:**
 - а) бацилла
 - б) стрептококк
 - в) стафилококк
 - г) тетракокк
 - д) диплококк
- 5. Бактерии в виде запятой:**
 - а) спирохеты
 - б) вибрионы
 - в) кокки
 - г) бациллы
 - д) стафилококки
- 6. Спириллы:**
 - а) бактерии в виде запятой
 - б) шаровидные бактерии
 - в) изогнутые бактерии
 - г) бактерии в виде грозди
 - д) бактерии в виде палочек
- 7. Вещества, подавляющие рост бактерий и других микроорганизмов:**
 - а) антигены
 - б) антибиотики
 - в) аминокислоты
 - г) моносахариды
 - д) полисахариды
- 8. Бактериофаг:**
 - а) вирус, уничтожающий бактерий
 - б) бактерий, уничтожающие вирусы
 - в) болезнетворные бактерии
 - г) клубеньковые бактерии
 - д) вещества, уничтожающие вирусы
- 9. Возбудители инфекционных болезней:**
 - а) вирусы
 - б) синезеленые водоросли
 - в) цианобактерии
 - г) почвенные бактерии
 - д) клубеньковые бактерии
- 10. Болезнь, передающаяся при лечении заболевших животных или при употреблении их молока и мяса:**
 - а) бруцеллез
 - б) болотная лихорадка
 - в) холера
 - г) ботулизм
 - д) столбняк

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Лабораторная работа №1. Исследование местной экосистемы (на примере школьного участка)

Цель работы: научиться описывать компоненты экосистемы.

Оборудование: линейка, лупа, воздушный термометр, заостренная палочка.

Задания для выполнения:

1. Выберите наиболее однородный участок природы на пришкольной территории.

2. Опишите компоненты неживой природы, представленные в данной экосистеме по плану:

- почва (цвет);
- структура почвы (глинистая или песчаная);
- погодно-климатические условия (температура, влажность, наличие осадков или росы); состояние воздуха (загрязненность, запыленность).

3. Рассмотрите живые компоненты данной экосистемы, опишите их. Сколько видов различных растений вы насчитали? Есть ли знакомые вам виды? С какими из растений вас познакомил учитель? Какова средняя, максимальная и минимальная высота травянистых растений в данной экосистеме? Встречаются ли вам животные? Если да, то какие?

4. Рассмотрите с помощью лупы поверхность почвы. Неглубоко копните почву заостренной палочкой. Рассмотрите ее через лупу. Опишите, что вы наблюдаете.

5. Есть ли искусственные компоненты в описываемой экосистеме? Осуществляется ли ее полив, внесение в почву удобрений, посадка культурных растений?

6. Определите, к какому типу (естественному или искусственному) можно отнести рассматриваемую вами экосистему. Сделайте выводы о взаимосвязи компонентов экосистемы. Все ли они необходимы? К каким изменениям в экосистеме приведет исчезновение каждого из ее компонентов?

Моделирование №1. Построение пищевых цепей и сетей

Задание:

Смоделируйте пищевые цепи и сети условной экосистемы:
травя, кустарники, деревья, грибы, дождевые черви, повилика, крот, мышь, кузнечик, бабочка, сокол, воробей, лисица, синица, заяц, сова.

Лабораторная работа №2. Исследование свойств и значения воды для живых организмов

Цель работы: на основе опытов убедиться в некоторых свойствах воды, сделать выводы об их значении для организмов.

Оборудование: вода, кубики льда, водный термометр, пробирка, горелка, листок бумаги 5×5 см, монеты разного достоинства, стеклянная капиллярная трубка, мерный стакан или колба с широким горлом, чашка Петри.

Задания для выполнения:

1. Наполните емкость водой, опустите в нее кубик льда. Что вы наблюдаете? Что легче – лед или вода? Каково значение этого свойства для организмов?

2. Налейте воду в пробирку, нагрейте ее до кипения. Под наблюдением учителя измерьте температуру кипящей воды. Определите время ее остывания до комнатной температуры. Какие выводы можно сделать о теплоемкости воды? Каково ее значение для живых организмов?

3. Опустите в колбу или стакан с водой капиллярную трубку. Что вы наблюдаете? Что произойдет, если вы закроете свободный конец трубки пальцем и вытащите ее из стакана? Какое свойство воды вы наблюдали? Каково его значение для организмов?

4. Прилейте воду в чашку Петри. Осторожно положите на поверхность воды листок бумаги 5×5 см. Что вы наблюдаете? Осторожно положите в центр листка монетку самого маленького достоинства. Что вы наблюдаете? Попробуйте заменить монетку на другую, более тяжелую.

– Какие выводы можно сделать о силе поверхностного натяжения воды?

– В каких из поставленных экспериментов вы наблюдали явление когезии и адгезии молекул воды?

– Каково значение этих свойств воды для живых организмов?

Лабораторная работа №3. Исследование наличия углеводов, белков и жиров в продуктах питания

Цель работы: на основе опытов убедиться в наличии органических веществ в продуктах питания.

Оборудование и материалы: вода, раствор йода, перекись водорода, фильтровальная бумага, мерный стакан или колба с широким горлом, набор пробирок, продукты питания (мясо, картофель, семена

подсолнечника, пшеницы, любые другие продукты в небольших количествах).

Задания для выполнения:

1. Разотрите в ступке и всыпьте в отдельные пробирки семена растений. Измельчите (порежьте кусочками) картофель, мясо и другие имеющиеся твердые продукты. Их и жидкие продукты поместите в отдельные пробирки. Каждый эксперимент потребует наличия продуктов в пробирках, так что сделайте как минимум по четыре пробирки с каждым продуктом.

2. Приготовьте в пробирке светло-коричневый раствор йода. При взаимодействии раствора йода с углеводами крахмала проявляется синеватый цвет. Прилейте раствор йода в пробирки с различными продуктами. Сделайте выводы, в каких из продуктов есть крахмал и где его больше.

3. При взаимодействии перекиси водорода с определенными белками в течение 1–2 мин образуется обильная пена. Прилейте перекись водорода в пробирки с различными продуктами. Сделайте выводы, в каких из продуктов есть взаимодействующие с перекисью белки и где их больше.

4. Признаком наличия белков может быть образование пены в водном растворе, если пробирку взболтать. Прилейте воду в пробирки с различными продуктами и взболтайте ее. Сделайте выводы, в каких из продуктов есть белки.

5. Сверните кусочек фильтровальной бумаги пополам. Выложите каждый из исследуемых продуктов внутрь импровизированного конвертика из фильтровальной бумаги и подавите на него пестиком ступки. Удалите продукт. Видны ли на фильтровальной бумаге масляные пятна? Сделайте выводы, в каких из продуктов есть жиры и где их больше.

6. Сделайте общие выводы о наличии органических веществ в различных продуктах питания.

Лабораторная работа № 4. Исследование внутреннего строения стебля

Лабораторная работа № 11. Подсчет годичных колец

Цель работы: рассмотреть внутреннее строение древесного стебля и посчитать годичные кольца.

Оборудование и материалы: поперечные срезы стволов различных деревьев, лупа.

Задания для выполнения:

1. Рассмотрев с помощью увеличительного стекла срезы стволов деревьев различной толщины, найдите годовичные кольца. Определите, в каком слое стебля они образованы. Подсчитав кольца, назовите возраст каждого дерева.
2. Рассмотрев ширину кольца (широкое, узкое), расскажите о погодных условиях, повлиявших на рост растений.
3. Просмотренные срезы стволов сравните с рисунком в учебнике.

Лабораторная работа №5. Исследование зон корня

Цель работы: исследовать зоны корня на примере образовательной ткани в зоне роста корня.

Оборудование и материалы: проростки пшеницы и гороха, микроскоп, увеличительные приборы и др.

Задания для выполнения:

1. Путем сравнения корней проростков гороха и пшеницы определите, к какой корневой системе они относятся.
2. Рассмотрев корни молодых проростков пшеницы через увеличительное стекло, определите корневые зоны.
3. Найдите зону корня с корневыми волосками и определите размер участка, занимаемый ею.
4. Приготовьте препарат из верхушки корня. (Разрез продольный.) Изучите его под микроскопом.
5. Обратите внимание на строение клеток зоны деления и зоны роста. Чем они отличаются? Зарисуйте их.
6. Нарисуйте корневой чехлик и сравните с рисунком в учебнике.

Примечание: для приготовления микропрепарата необходимо отрезать верхушку корня (5 мм), добавить капельку воды и накрыть покровным стеклом.

Лабораторная работа №6. Исследование факторов, влияющих на процессы фотосинтеза

Цель работы: убедиться в наличии факторов, влияющих на процессы фотосинтеза.

Оборудование и материалы: комнатные растения 2–6 шт. (герань, стрелolist или др.), желательно одновозрастные, размножен-

ные вегетативным способом и близкие по размеру (площади листьев); спирт, йод, светонепроницаемая бумага или темное помещение, температурная камера (если таковая имеется), мука.

Задания для выполнения:

Для успешного проведения данной работы растения заранее помещаются в разные условия.

1. Для демонстрации влияния роли света одно растение остается в хорошо освещенном месте с достаточным поливом. Несколько его листьев густо обсыпают мукой (следить, чтобы при осыпании мука досыпалась вновь). Листья другого растения либо закрываются светонепроницаемой бумагой, либо все растение ставится в помещение без света на 1–2 недели. Третье растение, находящееся в помещении с хорошим освещением, подвергается минимальному поливу 5–10 дней так, чтобы не вызвать его гибели и необратимых процессов. Четвертое и (или) пятое растение может быть помещено в температурную камеру с низкими (3–4°C) и (или) высокими (60–65°C) температурами на 3–7 дней, оставаясь хорошо освещенным и с достаточным поливом.

2. Листья растений, помещенных в разные условия, нагреваются на водяной бане в спиртовом растворе для удаления хлорофилла. Затем они помещаются в раствор йода (4–5 капель на 10 мл воды). Крахмал, образовавшийся в ходе фотосинтеза, при взаимодействии с раствором йода даст голубой (синий) цвет.

3. Пронаблюдайте интенсивность окрашивания листьев растений, помещенных в разные условия. Данные запишите в виде таблицы:

Условия жизнедеятельности растений	Нормальное освещение и увлажнение	Нормальное освещение, минимальное увлажнение	Отсутствие освещения, нормальное увлажнение	Листья плотно обсыпаны мукой	Температура	
					низкая	высокая
Интенсивность окрашивания (наличие крахмала)						

4. Ответьте на вопросы:

- Почему по количеству крахмала можно судить об интенсивности процесса фотосинтеза?
- Листья какого растения оказались полностью лишены крахмала?
- Воздействие какого природного фактора имитирует мука на листьях?

5. Сделайте выводы о влиянии различных факторов на процесс фотосинтеза.

Лабораторная работа № 7. Исследование дыхания растений

Цель работы: убедиться в наличии дыхания у растений.

Оборудование: комнатные растения (герань, стрелolist или др.), желательного одного возраста, размноженные вегетативным способом и близкие по размеру (площади листьев), темный шкаф, 2 стеклянных колокола, 2 подносы, 2 сосуда с известковой водой, 2 маленькие свечки, пуговицы, спички.

Задания для выполнения:

Для успешного проведения данной работы необходимо хорошо политые растения установить на подносы вместе с сосудами, наполненными известковой водой. Накрывать каждый из подносов прозрачным стеклянным колоколом. Затем их помещают в разные условия: один из них остается в хорошо освещенном месте, а другой ставится в шкаф или помещение без света на 5–7 дней. Все это время колокола не поднимаются и полив не осуществляется.

1. Пронаблюдайте, как изменится вид известковой воды.

2. Установите маленькие свечи на пуговицы. Зажгите свечи и осторожно поместите их на подносы к растениям под стеклянные колокола так, чтобы контакт с окружающим воздухом был минимальным. Для этого аккуратно приподнимите колокол с одной стороны, чтобы образовалась щель, в которую вошла бы горизонтально повернутая свечка на пуговице. Затем разместите свечу вертикально и быстро опустите колокол.

3. Пронаблюдайте, какая из свечей горит ярче и дольше. Данные наблюдений запишите в виде таблицы:

Исследуемый признак	Условия жизнедеятельности растений	
	С освещением	Без освещения
Цвет и прозрачность известковой воды		
Интенсивность и время горения свечи		

4. Ответьте на вопросы:

- Почему результаты опытов отличаются? Как это связано с процессом фотосинтеза?
- Выделение какого газа вызывает помутнение известковой воды?

– Какой газ необходим для поддержания горения? Почему и как его количество отличалось у растений, оказавшихся в разных условиях?

5. Сделайте общие выводы по результатам лабораторной работы.

Моделирование №2. Сравнение органов дыхания беспозвоночных и позвоночных животных

Задание:

Соотнесите группы организмов и их органы дыхания. Заполните таблицу:

Название типа или класса	Представители	Номер дыхательной системы
Простейшие		
Паукообразные		
Насекомые		
Рыбы		
Земноводные		
Пресмыкающиеся		
Птицы		
Млекопитающие		



Лабораторная работа №8. Исследование особенностей выделения у растений на примере проростков

Цель работы: убедиться в том, что проростки выделяют вещества.

Оборудование и материалы: 50 семян культурных растений (злаковых – овес, пшеница, ячмень или бобовых – горох, фасоль и др.), чашка Петри, 2 пластиковых стаканчика, вата или фильтровальная бумага, 2 поллитровые банки, 2 пробирки с известковой водой.

Задания для выполнения:

Для успешного проведения данной работы имеющиеся 50 семян делят на две части по 25 шт. Одну часть семян помещают в чашку Петри на влажную вату или фильтровальную бумагу, смоченную водой. Ждут 1–3 дня, когда проростки проклюнутся. После этого в один обрезанный пластиковый стаканчик помещают пророщенные семена. Снова смачивают их водой так, чтобы она не покрывала поверхность семян. В другой обрезанный стаканчик – сухие семена. Стаканчики вместе с пробирками, наполненными известковой водой, в одиночных штативах помещают под поллитровые банки. Через 5–7 дней можно осуществлять наблюдение.

1. Пронаблюдайте, как изменился вид известковой воды.
2. Ответьте на вопросы:
 - Почему результаты опытов отличаются?
 - Как это связано с процессом прорастания семян?
 - Выделение какого вещества вызывает помутнение известковой воды?
 - Об интенсивности какого процесса, происходящего у прорастающих семян, это свидетельствует?
3. Сделайте общие выводы по результатам лабораторной работы.

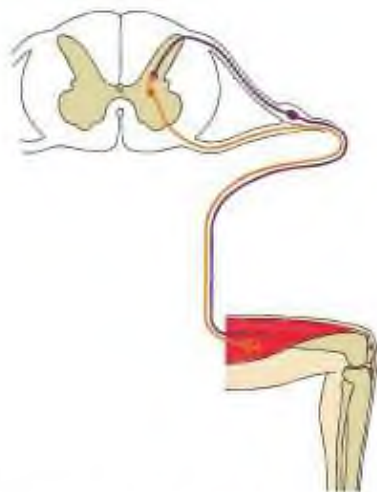
Лабораторная работа №9. Коленный рефлекс

Цель работы: с помощью школьного врача продемонстрировать механизм коленного рефлекса.

Оборудование: стул, медицинский молоточек.

Задания для выполнения:

1. Посадить одного из учеников на стул. Предложить ему положить ногу на ногу.
2. Резиновым молоточком слегка прикоснуться (стукнуть) в области сухожильной связки чуть ниже коленной чашечки. Под воздей-



**Рефлекторная дуга
коленного рефлекса:**

- 1 – коленный сустав (рецепторы);
- 2 – чувствительный нейрон;
- 3 – спинной мозг (нервный центр);
- 4 – двигательный нейрон; 5 – мышцы

ствием удара возбуждение передается мышцам, и нога поднимается, колено разгибается.

3. Схематично изобразите рефлекторную дугу наблюдаемого вами коленного рефлекса и опишите, где расположен каждый из ее отделов.

**Моделирование №3. Исследование наследственных и
ненаследственных признаков организма человека**

Задание:

Распределите признаки, характерные для человека, поделив их на наследственные и ненаследственные:

Наследственные признаки	Ненаследственные признаки

Цвет глаз
 Цвет волос
 Цвет рубашки
 Цвет кожи
 Цвет брюк
 Форма носа
 Рост
 Длина ног
 Длина волос

Длина ногтей
 Волнистость волос
 Наличие веснушек
 Умение рисовать
 Умение петь (музыкальный слух)
 Умение говорить
 Умение вышивать
 Наличие родинок
 Наличие шрамов

Лабораторная работа № 10. Способы вегетативного размножения растений

Цель работы: изучить способы вегетативного размножения.

Оборудование и материалы: комнатные растения, листья фиалки, луковицы лука, чеснока или тюльпана, почва, песок или мелкие камешки, цветочные горшки, садовый нож, банки.

Задания для выполнения:

1. С комнатных растений – колеуса, пеларгонии, бальзамина и других – срежьте черенки, на которых оставьте не более 3–4 листьев. Отделите листик с черешком от фиалки. Возьмите луковицу или зубок чеснока, которые предварительно были поставлены в воду на 3–7 дней.

2. Подготовьте цветочные горшки с песком на дне (2–3 см) и плодородной почвой сверху.

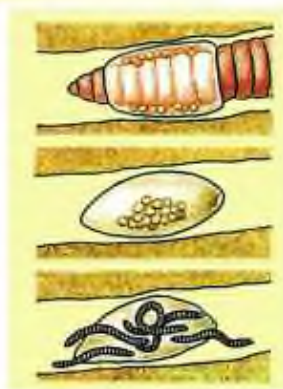
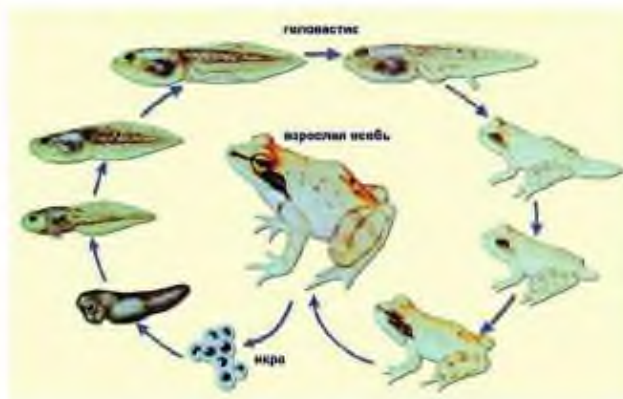
3. Увлажните почву и посадите в разные горшки черенок, луковицу, зубок чеснока. Чтобы почвенная влага не испарялась, черенок можно закрыть перевернутой банкой. В этом случае через 2–3 дня банку нужно убирать на некоторое время для проветривания. При хорошем уходе черенки могут укорениться и без использования стеклянной банки.

Моделирование № 4. Сравнение типов онтогенеза у животных

Задание:

Определите, онтогенез каких животных изображен на данных рисунках. Укажите в таблице, к каким типам онтогенеза относятся данные изображения.

Животное	Полное превращение	Неполное превращение



Лабораторная работа №12. Исследование внешнего вида бактерий сенной палочки

Цель работы: убедиться в особенностях строения сенной палочки.

Оборудование и материалы: колба, сено, ватная пробка, микроскоп, синие чернила, лупа, стеклянная палочка, предметное стекло, покровное стекло, пипетка.

Задания для выполнения:

Культура сенной палочки готовится заранее, до проведения лабораторной работы. В колбу с водой поместите немного сена для получения сенной палочки. Для уничтожения других бактерий закройте колбу ватной пробкой и кипятите в течение 30 мин. При кипячении сенная палочка не погибает.

2. Отфильтруйте полученный осадок и оставьте раствор на несколько дней при комнатной температуре (20–25°C). Через некоторое время бактерии сенной палочки начнут размножаться. Вскоре их будет так много, что поверхность воды покроется сплошной пленкой из бактерий.

3. Чтобы рассмотреть сенную палочку, налейте в пробирку немного воды и смешайте ее с пробой, взятой стеклянной палочкой с пленчатой поверхности раствора. Добавьте в пробирку с сенной палочкой 2–3 капли синих чернил, затем капните окрашенный раствор с бактериями на предметное стекло. Накройте покровным стеклом. Под микроскопом будут видны бесцветные сенные палочки, а вокруг – синий раствор.

4. Зарисуйте увиденное, составьте описание.

Лабораторная работа №13. Исследование производства йогурта и сыра

Учитель выполняет работу, демонстрируя ее, либо учащиеся выполняют ее дома.

Цель работы: убедиться в роли молочнокислых бактерий в производстве йогурта и сыра.

Оборудование: цельное пастеризованное или кипяченое молоко, йогурт или йогуртовая закваска, ампула бифидобактерий, 5–10 мл кефира, термостат, химическая посуда (колбы или пробирки), вата, ампула стерильной воды для инъекций, водяная баня.

Задания для выполнения:

Для успешного проведения данной работы необходимо за сутки до нее разлить молоко по промаркированным пробиркам или мелким (50–100 мл) колбам. Одну из пробирок оставить без закваски, в три другие добавить закваску разных типов: йогурта, кефира, культур бифидобактерий. Объем закваски должен быть в пределах 10% от объема молока. Затем мелкие колбы или пробирки закрыть ватными пробками и поместить на сутки в термостат с температурой 50°C. Через сутки материал будет готов для исследования.

1. Как изменилось молоко в каждой из 4 пробирок (колб)? Определите консистенцию, запах, цвет. Опишите их.

2. Рассмотрите под микроскопом содержимое каждой из 4 пробирок (колб), разбавленное стерильной водой. Опишите, что вы наблюдаете.

3. Поместите пробирки (колбы) на водяную баню и прогревайте не менее 10 мин. В каких пробирках произошло створаживание массы? Определите вкус створоженной массы после остывания.

4. Учитывая, что творожная масса является основой для производства сыра, предположите, могли ли появиться отличия у сыра как конечного продукта, полученного из разных творожных масс? Если да, то какие?

5. Сделайте выводы о причинах отличий содержимого разных пробирок, учитывая, что изначально в них находилось одинаковое молоко, помещенное в одинаковые условия.

Лабораторная работа №14. Исследование применения антибиотиков, антисептиков и дезинфицирующих средств

Цель: исследовать воздействие антибиотиков, антисептиков и дезинфицирующих средств на бактерии.

Оборудование и материалы: сенная палочка, приготовленная заранее; колба, сено, ватная пробка, 6 пробирок, микроскоп, синие чернила, раствор пенициллина, йод, зеленка, хлорка, жидкое мыло, лупа, стеклянная палочка, предметное стекло, покрывное стекло, пипетка.

Задания для выполнения:

1. Культура сенной палочки готовится заранее (см. лабораторную работу №12).

2. Налейте в пробирку немного воды и смешайте ее с пробой, взятой стеклянной палочкой с пленчатой поверхности раствора. Получившийся раствор разделите на 6 пробирок. В первую пробирку добавьте 2–3

капли йода, во вторую – зеленки, в третью – хлорки, в четвертую – пенициллин, в пятую – жидкое мыло. В шестую пробирку ничего не добавляйте. В пробирки с сенной палочкой добавьте по 2–3 капли синих чернил, кроме пробирок с зеленкой и йодом. Затем капните окрашенный раствор с бактерией на предметное стекло. Накройте покровным стеклом. Поочередно рассмотрите содержимое каждой из 6 пробирок под микроскопом.

3. Опишите, что вы видите в каждой из пробирок. Сделайте выводы, опираясь на ваши знания, материал учебника и наблюдения.

4. Сравните свои результаты с аналогичными виртуальными лабораторными работами, используя Интернет.

А

- Адаптация** (от лат. *adaptatio* – приспособление) – приспособление организмов к изменяющимся условиям существования.
- Аксон** – удлинённый одиночный отросток нервной клетки (нейрона), проводящий нервные импульсы от тела клетки к другим нервным клеткам или к иннервируемым органам. Пучки аксонов образуют нервные волокна.
- Алкоголизм** – хроническое заболевание, обусловленное систематическим употреблением спиртных напитков.
- Анализаторы** – системы чувствительных нервных образований, воспринимающие и анализирующие различные внешние и внутренние раздражения.
- Анаэробы** (от греч. *ан* – отрицательная частица, *аэр* – воздух и *биос* – жизнь) – организмы, способные жить и развиваться при отсутствии в среде свободного кислорода.
- Антибиотики** – органические вещества, образуемые микроорганизмами и обладающие способностью убивать или подавлять развитие других микроорганизмов.
- Антисептика** – метод предупреждения заражения ран и лечения инфицированных ран воздействием на патогенные микробы химическими (антисептические средства) или биологическими методами.
- Аорта** – главная артерия кровеносной системы позвоночных.
- Аппарат** – совокупность органов человека, животного или растения, выполняющих какую-либо особую функцию организма (пищеварительный аппарат и др.).
- Ареал** – область распространения каких-либо растений или животных.
- Артерии** – кровеносные сосуды, несущие обогащенную кислородом (артериальную) кровь от сердца ко всем органам и тканям. Лишь легочные артерии несут венозную кровь от сердца к легким.
- Аэробы** (от греч. *аэр* – воздух + *биос* – жизнь) – организмы, способные жить и развиваться только при наличии в среде свободного кислорода.

Б

- Бактерии** (от греч. *бактерион* – палочка) – микроорганизмы, не имеющие оформленного ядра.
- Бактерицидность** – свойство химических веществ, физических (температура, ионизация и др.) и биологических факторов вызывать гибель бактерий.
- Беспозвоночные** – многочисленная группа животных, не имеющих позвоночника (простейшие, губки, иглокожие, моллюски, насекомые, пауки, раки и др.).
- Бесполое размножение** – способ размножения организмов без участия половых клеток.
- Биологические ритмы, биоритмы** – циклические колебания интенсивности и характера биологических процессов и явлений.
- Биологические часы** – условный термин, указывающий на способность человека и животных ориентироваться во времени.

* Словарь подготовлен в редакции корпорации «Атамұра».

Биосфера – область распространения жизни на Земле (верхняя часть литосферы, гидросфера и нижняя часть атмосферы).

Биотоп – участок водоема или суши с однотипными условиями обитания.

Биоценоз – совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, совместно населяющих участок суши или водоема.

Бронхи – воздухопроводящие пути наземных позвоночных, отходящие от трахен.

Бронхиолы – конечные мельчайшие разветвления бронхов в легочных дольках. Не содержат хрящей, переходят в альвеолярные ходы легких.

В

Вакуоль (от лат. *вакуус* – пустой) – полость в цитоплазме растительных и животных клеток. Она ограничена мембраной и заполнена клеточным соком и другими соединениями. Выполняет функции пищеварения, выделения и др.

Варолиев мост – часть ствола мозга (между продолговатым и средним мозгом), входящая в состав заднего мозга.

Вегетативная нервная система – часть нервной системы, регулирующая деятельность внутренних органов и систем – кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, размножения и др., обмен веществ и функциональное состояние тканей организма (возбудимость, работоспособность и др.). Делится на симпатическую и парасимпатическую нервные системы.

Вегетативное размножение – образование новой особи из части родительской. Один из способов бесполого размножения.

Вегетативные органы растений – части тела высших растений, выполняющие основные функции питания и обмена веществ с внешней средой.

Вены – кровеносные сосуды, несущие насыщенную углекислотой, продуктами обмена веществ, гормонами и другими веществами (венозную) кровь от органов и тканей к сердцу (исключая легочные и пупочную вены, которые несут артериальную кровь).

Вид – основная структурная единица в системе живых организмов.

Витамины (от лат. *vita* – жизнь) – органические вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма человека и животных.

Возбудимость – способность живых клеток, органов и целостных организмов воспринимать воздействия раздражителей и отвечать на них реакцией возбуждения.

Возбуждение – реакция живых клеток на воздействия различных факторов внутренней и внешней среды.

Воздушные корни – придаточные корни, возникающие у растений на надземных побегах высоко над землей и служащие для поглощения влаги из воздуха.

Г

Газообмен – совокупность процессов обмена газов между организмом и окружающей средой.

Гамета (от греч. *гаметес* – супруг, *гамете* – супруга) – половая клетка животных или растений.

Гаплоидный – одинарный набор хромосом.

Гемоглобин – красный железосодержащий пигмент крови.

- Генеративные органы растений** (от лат. *генераре* – рождать, производить) – репродуктивные органы; выполняют функцию полового размножения.
- Генетика** – наука о законах наследственности и изменчивости живых организмов и методах управления ими.
- Гермафродитизм** (от *гермафродитос* – мифическое обоеполое существо, сын древнегреческих богов Гермеса и Афродиты) – наличие признаков мужского и женского пола у одной и той же особи.
- Гигиена** – область медицины, изучающая влияние условий жизни и труда на здоровье человека и разрабатывающая меры профилактики заболеваний, сохранения здоровья и продления жизни.
- Гипоталамус** – отдел промежуточного мозга; высший центр регуляции вегетативных функций организма и размножения.
- Гипофиз** – железа внутренней секреции, расположенная у основания головного мозга.
- Гликоген** – полисахарид, образованный остатками глюкозы. Основной запасной углевод человека и животных.
- Годичные кольца** у растений – зоны прироста древесины.
- Головастик** – личинка бесхвостых земноводных.
- Гормоны** – биологически активные вещества, выделяемые железами внутренней секреции. Оказывают целенаправленное действие на другие органы и ткани.
- Гортань** – начальный отдел дыхательного горла у позвоночных (кроме рыб).
- Гуморальная регуляция** – один из механизмов координации процессов жизнедеятельности в организме, осуществляемый через жидкие среды (кровь, лимфу, тканевую жидкость) с помощью биологически активных веществ.

Д

- Двойное оплодотворение** – тип полового процесса, свойственный только цветковым растениям.
- Дезинсекция** – комплекс мер по уничтожению вредных членистоногих – переносчиков возбудителей болезней (комары, мухи, вши, клещи и др.), сельскохозяйственных вредителей и др.
- Дезинфекция, обеззараживание** – уничтожение возбудителей инфекционных болезней человека и животных во внешней среде специальными средствами.
- Деление** – форма размножения некоторых организмов и многих клеток, входящих в состав тела многоклеточных.
- Дендрит** – короткий ветвящийся отросток нейрона.
- Диплоидный** – двойной набор хромосом.
- Дихотомия** (от греч. *диза* – на две части и *томе* – сечение) – деление целого на две части, затем каждой части снова на две и т. д.
- Древесина** – вторичная ксилема. Накапливается в течение всей жизни растения и состоит из годичных колец прироста.
- Дыхательная система** – совокупность органов, обеспечивающих газообмен между организмом и внешней средой.

Ж

Жабры – органы газообмена водных животных.

Железы – органы животных и человека, вырабатывающие и выделяющие специальные вещества (потовые, слюнные, молочные железы и др.).

З

Завязь – нижняя утолщенная полая часть пестика в цветке растений.

Задний мозг – часть головного мозга, включающая варолиев мост и мозжечок.

Заказник – временно охраняемая территория с ограниченным использованием природных ресурсов.

Заповедник – особо охраняемая территория, где запрещены все виды хозяйственной деятельности.

Зародышевый мешок – центральная часть семязачатка цветковых растений, в которой развивается яйцеклетка и происходит двойное оплодотворение.

Зигота – клетка, образующаяся в результате слияния гамет разного пола; оплодотворенное яйцо.

Зоологический парк, зоопарк – научно-просветительное учреждение, в котором содержатся в неволе (в клетках, вольерах) или полувольно (на больших огороженных площадях) дикие животные.

Зрительные бугры – то же, что *таламус*.

И

Иммунитет – невосприимчивость организма по отношению к возбудителям болезней или определенным ядам.

Истинист – совокупность сложных, наследственно обусловленных актов поведения; сложный безусловный рефлекс.

Инфекция – заражение; проникновение в организм болезнетворных микроорганизмов.

К

Камбий – слой клеток образовательной ткани, за счет которой осуществляется утолщение стеблей и корней растений.

Капилляры – мельчайшие сосуды, пронизывающие органы и ткани животных с замкнутой кровеносной системой.

Кровеносная система – система сосудов и полостей, по которым происходит циркуляция крови.

Ксилема – водопроводящая ткань сосудистых растений. См. также *древесина*.

Л

Лейкопласты – бесцветные пластиды в клетках растений.

Листорасположение – порядок размещения листьев на стебле.

Личинка – стадия индивидуального развития многих животных, отличная по строению и образу жизни от взрослых форм.

Лишайники – организмы, образованные симбиозом гриба и водоросли. Часто их относят к низшим растениям.

Луб – вторичная флоэма.

М

- Мальпигиевы сосуды** – выделительные органы паукообразных, многоножек и насекомых.
- Межклетники** – полости или межклеточные пространства, которые возникают в органах растений при разъединении соседних клеток, их разрыве и последующем отмирании или при растворении группы клеток.
- Мембрана** (от лат. *membrana* – кожа) – тонкая оболочка, обладающая избирательной пропускной способностью.
- Меристема** – образовательная ткань растений, долго сохраняющая способность к делению и возникновению новых клеток.
- Метаболизм** – то же, что *обмен веществ*.
- Метаморфоз** (от греч. *метаморфозис* – превращение) – глубокое преобразование строения организма, в процессе которого личинка превращается во взрослую особь.
- Механические ткани** – опорные ткани растения, обеспечивающие его прочность.
- Митохондрии** (от греч. *митос* – нить, ниточка + *хондрос* – зерно, гранула) – палочковидный и нитевидный внутриклеточный органоид, который состоит из двух мембран.
- Млечники, млечные трубки** – клетки некоторых цветковых растений, содержащие в вакуолях млечный сок.
- Мозжечок** – отдел головного мозга, часть заднего мозга.
- Мутации** – возникающие естественно или вызываемые искусственно изменения наследственных свойств организма в результате перестроек и нарушений в его генетическом материале – хромосомах и генах.

Н

- Наследственность** – свойство живых существ передавать свои основные признаки и качества потомству.
- Нейроглия, глия** – совокупность вспомогательных клеток нервной ткани; заполняет пространство между нейронами и мозговыми капиллярами.
- Нейрон** – нервная клетка.
- Нервная система** – совокупность отдельных нейронов и других структур нервной ткани, объединяющая деятельность всех органов и систем организма.

О

- Обмен веществ, метаболизм** – совокупность протекающих в организме химических превращений, обеспечивающих его рост, жизнедеятельность, воспроизведение, постоянный контакт и обмен с окружающей средой.
- Однодомные растения** – мужские (тычиночные) и женские (пестичные) цветки находятся на одном растении.
- Одноклеточные** – организмы, тело которых состоит из одной клетки.
- Однополые цветки** – цветки, в которых есть тычинки и нет пестиков (мужские, тычиночные) или есть пестики и нет тычинок (женские, пестичные).
- Околоплодник** – стенка плода растений, защищающая семена.
- Околоцветник** – совокупность покровных листочков цветка, окружающих тычинки и плодолистики.

Онтогенез – индивидуальное развитие организма от зарождения до конца жизни.

Оплодотворение – слияние мужской половой клетки с женской, приводящее к образованию зиготы, которая дает начало новому организму.

Опыление – перенос пыльцы с пыльников на рыльце пестика (у цветковых) или на семяпочку (у голосеменных).

Организм (от греч. *органон* – живое тело) – живое тело, живое существо.

П

Паразиты (от греч. *паразитос* – нахлебник) – виды, живущие за счет других организмов.

Парасимпатическая нервная система – часть вегетативной нервной системы. Замедляет и ослабляет работу органов.

Паренхима у растений – основная ткань.

Передний мозг – передний отдел головного мозга (большие полушария) и промежуточный мозг.

Пестик – основная часть цветка, участвующая в образовании плода.

Пигмент – красящее вещество, обуславливающее окраску растительных и животных тканей.

Пластиды – органоиды растительной клетки.

Половое размножение – форма размножения организмов, при которой новый организм развивается обычно из зиготы.

Почкование – тип бесполого размножения.

Проводящие ткани – растительные ткани, служащие для передвижения по растению питательных веществ. По ксилеме от корней к листьям передвигаются вода и растворенные в ней минеральные вещества из почвы, по флоэме от листьев к другим органам (корням, почкам, цветкам, плодам) – вещества, синтезируемые в листьях, главным образом продукты фотосинтеза.

Прокариоты – организмы, клетки которых не имеют ограниченного мембраной ядра.

Простейшие – животные, организм которых состоит из одной клетки или колонии клеток.

Р

Размножение, репродукция – свойство воспроизведения себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни.

Регенерация – восстановление организмом утраченных или поврежденных органов и тканей.

Репродуктивные органы – органы растений и животных, выполняющие функции размножения.

Рефлексы – реакции организма, осуществляемые нервной системой в ответ на воздействие внешних или внутренних раздражителей.

Рефлекторная дуга – совокупность нервных образований, участвующих в осуществлении рефлекса.

Рецепторы – специальные чувствительные образования, воспринимающие и преобразующие раздражения из внешней и внутренней среды в специфическую активность нервной системы.

С

- Секрeция** (от лат. *секрeцио* – отделение) – образование и выведение веществ из клетки во внешнюю среду.
- Семязачаток, семязпочка** – многоклеточное образование семенных растений, из которого развивается семя.
- Сердцевина** – центральная часть в стебле или корне семенных растений. Состоит из рыхлой паренхимной запасющей ткани.
- Симпатическая нервная система** – часть вегетативной нервной системы. Переводит организм в активное состояние.
- Синтез** – получение сложных химических веществ путем соединения простых веществ или элементов.
- Систематика** – раздел биологии, задачей которого является описание и обозначение всех существующих и вымерших организмов, а также их классификация по группам различного ранга.
- Ситовидные трубки** – проводящие элементы флоэмы.
- Соединительная ткань** – ткань животного организма; выполняет опорную, трофическую (пищевую) и защитную функции.
- Соцветие** – часть побега растения, несущая цветки.
- Сперматозоид** – зрелая гаплоидная мужская половая клетка животных и многих растений.
- Спермий** – безжгутиковая гаплоидная мужская половая клетка у семенных растений. Активно не двигается.
- Споры** – специализированные клетки грибов и растений, служащие для размножения и расселения.
- Ствол головного мозга** – часть головного мозга. Включает средний, задний (исключая мозжечок) и продолговатый мозг.

Т

- Таламус, зрительные бугры** – основная часть промежуточного мозга.
- Таллом** – вегетативное тело водорослей, грибов, лишайников, некоторых мхов. Не делится на стебель, лист, корень и не имеет настоящих тканей.
- Торможение** – активный нервный процесс, результатом которого является ослабление или подавление процесса возбуждения.
- Транспирация** – испарение воды растением.
- Трахеи** – воздухоносные дыхательные трубочки у некоторых беспозвоночных.
- Трахеиды** – мертвые толстостенные клетки растительной ткани ксилемы. Выполняют водопроводящую и опорную функции.
- Трахея** – часть дыхательных путей у наземных позвоночных. Расположена между гортанью и бронхами.
- Тычинки** – мужской генеративный орган цветка.

У

- Углеводы, сахара** – природные органические соединения, компоненты всех без исключения живых организмов. Первичные продукты фотосинтеза. Составляют существенную часть нашего пищевого рациона.

Условные рефлексы – индивидуально приобретенные системные приспособительные реакции, формируются на основе безусловных рефлексов.

Устьице – микроскопическое отверстие в коже листьев и травянистых стеблей растений. Регулирует газообмен и испарение.

Ф

Ферменты – белковые вещества, присутствующие во всех живых клетках.

Фитофаги – животные, питающиеся растениями.

Флоэма – ткань растений, осуществляющая транспорт продуктов фотосинтеза от листьев к местам потребления и отложения в запас.

Фотосинтез – образование клетками высших растений, водорослями и некоторыми бактериями органических веществ при участии энергии света.

Х

Хитин – основной компонент наружного твердого покрова ракообразных, насекомых и других членистоногих. Содержится в оболочках грибов и некоторых зеленых водорослей.

Хлоропласты – зеленые пластиды растительной клетки, в которых осуществляется фотосинтез.

Хлорофилл – зеленый пигмент растений, с помощью которого они улавливают энергию солнечного света и осуществляют фотосинтез.

Хромопласты – пластиды с красной, оранжевой и желтой окраской. Содержатся в клетках плодов, лепестков, в осенних листьях, реже – в корнеплодах (морковь).

Хромосомы – органеллы клеточного ядра. Являются носителями генов и определяют наследственные свойства клеток и организмов.

Ц

Целлюлоза, клетчатка – главная составная часть клеточных стенок растений, обеспечивающая прочность и эластичность растительных тканей.

Центральная нервная система (ЦНС) – основной отдел нервной системы, представленный спинным и головным мозгом.

Циста (от лат. *cistis* – пузырь) – форма существования одноклеточных простейших.

Цитоплазма (от греч. *цитос* – сосуд, клетка + *плазма* – образование) – бесцветное зернисто-слизистое внеядерное вещество.

Ч

Череп – скелет головы.

Черепномозговые нервы – парные нервы, отходящие от передней (нижней) поверхности ствола головного мозга.

Членистоногие – тип беспозвоночных. Основные признаки – членистые конечности, сегментированное тело, хитинизированный наружный скелет.

Э

Эволюция – необратимое историческое развитие живой природы.

Экзодерма (от греч. *экзо* – снаружи, вне + *дерма* – кожа) – один или несколько слоев плотно сожнутых клеток первичной коры корня.

Эктодерма (от греч. *эктос* – снаружи, вне + *дерма* – кожа) – наружный слой клеточной оболочки.

Эмбрион – то же, что зародыш животных и человека.

Эндемики – виды животных и растений, встречающиеся только в определенном географическом районе.

Энтодерма (от греч. *энтос* – внутри + *дерма* – кожа) – внутренний слой стенки тела у кишечнополостных, а также внутренний слой зародыша.

Эукариоты – организмы, клетки которых содержат оформленные ядра.

Эфирные масла – пахучие вещества, вырабатываемые специальными клетками эфиромасличных растений.

Ю

Юность – период жизни после отрочества до зрелости, в который происходит накопление и развитие жизненных сил организма.

Я

Ядро – обязательная часть клетки у многих одноклеточных и всех многоклеточных организмов.

Ядрышко – плотное тельце внутри ядра большинства клеток эукариот.

Яйцеклетка, яйцо – женская половая клетка,

СПИСОК

электронных образовательных и информационных ресурсов

1. testent.ru/index/podgotovka_k... Официальный сайт, на котором представлена сжатая информация по любой теме школьного курса биологии в кратком изложении, пригодная для подготовки к контролю знаний.

2. <http://sbio.info/> – Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека учебных материалов, занимательная биология, фотогалерея. Полный курс биологии для абитуриентов и старшеклассников. Освещение актуальных вопросов и новейших достижений в сфере биологии.

Например:

<http://sbio.info/list.php?c=orgmnogoklet> – раздел «Царство Животные. Многоклеточные».

3. <http://multiring.ru/course/biology/content/index.html#.VcNdWfntlBc> – Онлайн-учебник. Курс «Открытая Биология 2.6». Предназначен для учащихся и преподавателей общеобразовательных учреждений – средних школ, лицеев, гимназий, колледжей.

Он может быть использован для самостоятельного изучения биологии и для подготовки в вузы.

4. <http://www.biolog188.narod.ru> – В помощь моим ученикам: сайт учителя биологии Позднякова Алексея Петровича. Материалы по вопросам изучения биологии в школе: полные конспекты уроков по ботанике, зоологии, анатомии, общей биологии. Мультимедийные пособия, видеофрагменты для уроков. Экзаменационные билеты с примерными ответами. Ссылки и методические разработки для учителей.

Например:

<http://www.biolog188.narod.ru/anatomia.htm> – Раздел «Зоология».

5. <http://www.filin.vn.ua/> – Иллюстрированная энциклопедия животных online: млекопитающие, птицы, рептилии и амфибии, рыбы, членистоногие, беспозвоночные.

6. <http://vcell.ndsu.nodak.edu/animations/> – англоязычный ресурс Virtual Cell Animation Collection. Виртуальная клетка: анимации.

Анимированные изображения различных процессов, происходящих в клетке: дыхание, транспорт веществ через мембрану, транскрипция, трансляция и др.

7. <http://testbio.pro/> – Тесты по биологии онлайн. На сайте публикуются авторские онлайн-тесты по биологии, предназначенные для школьников, абитуриентов и студентов вузов биологического и медицинского профиля. Качество тестов (профильный уровень) гарантировано профессиональной квалификацией и авторитетом их создателей.

Тесты распределены по четырем основным разделам биологии (общая биология, анатомия и физиология человека, зоология и ботаника), которые соответствуют тематике экзаменационных вопросов на биологическом факультете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Учебное издание

**Соловьева Алина Робертовна
Ибраимова Бакыт Тасбулатовна
Алина Жапбигуль Адильхановна**

БИОЛОГИЯ

Учебник для 7 класса общеобразовательной школы

Заведующий редакцией *Н. Жиенгалиев*
Редакторы *В. Старицина, Н. Огнева*
Художественный редактор *З. Аульбекова*
Технический редактор *О. Рысалиева*
Корректор *И. Кротов*
Компьютерная верстка *Е. Козловой*

ИБ № 075

Сдано в набор 12.04.2017. Подписано в печать 05.07.2017. Формат 70×90^{1/16}.

Бумага офсетная. Гарнитура «SchoolBook». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 18,72. Уч.-изд. л. 17,38; Тираж 40 000 экз. Заказ № 2611.

ТОО «Корпорация «Атамұра», 050000, г. Алматы, пр. Абылай хана, 75.

ТОО «Полиграфкомбинат» Республика Казахстан.

050002, г. Алматы, ул. М. Мағатаева, 41.