

Биология

Готовые домашние задания

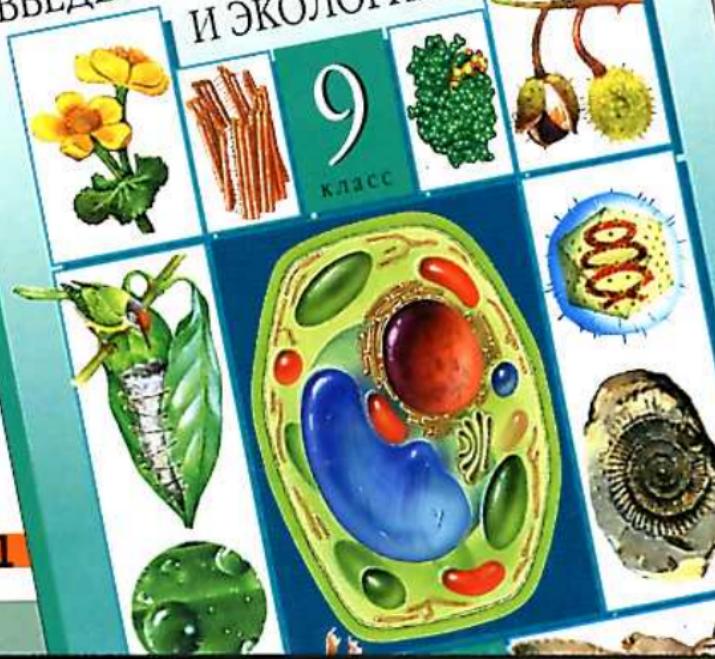
*Правильные
ответы*

на вопросы учебника

А. А. Каменский, Е. А. Криксунов,
В. В. Пасечник

Биология

ВВЕДЕНИЕ В ОБЩУЮ БИОЛОГИЮ
И ЭКОЛОГИЮ



ДРОФА

Готовые Домашние Задания

В. В. Пасечник, Т. М. Ефимова, Г. Г. Швецов

БИОЛОГИЯ

**Правильные
ответы
на вопросы учебника**

А. А. Каменского, Е. А. Криксунова,
В. В. Пасечника
**«Введение в общую биологию
и экологию. 9 класс»**



д р о ф а
Москва · 2007

УДК 373.167.1:57
ББК 28.0я72
П19

Пасечник, В. В.

П19 Правильные ответы на вопросы учебника А. А. Каменского, Е. А. Криксунова, В. В. Пасечника «Биология. Введение в общую биологию и экологию. 9 класс» / В. В. Пасечник, Т. М. Ефимова, Г. Г. Швейцов. — М. : Дрофа, 2007. — 184, [8] с. — (Готовые домашние задания).

ISBN 978-5-358-03051-0

Пособие содержит ответы на вопросы к параграфам учебника А. А. Каменского, Е. А. Криксунова, В. В. Пасечника «Биология. Введение в общую биологию и экологию. 9 класс». Оно облегчит выполнение домашних заданий и повторение пройденного материала при подготовке к экзаменам, а при вынужденных пропусках занятий поможет самостоятельно разобраться в учебном материале.

Пособие адресовано учащимся 9 классов, изучающим биологию по данному учебнику.

УДК 373.167.1:57
ББК 28.0я72

ISBN 978-5-358-03051-0

©ООО «Дрофа», 2007

Предисловие

Дорогие девятиклассники!

Вы держите в руках пособие «Готовые домашние задания». В нем приведены ответы на вопросы к параграфам учебника А. А. Каменского, Е. А. Криксунова и В. В. Пасечника «Биология: Введение в общую биологию и экологию. 9 класс».

Ответы на вопросы даны в основном в объеме содержания параграфов. Порядок их изложения соответствует расположению параграфов в учебнике и последовательности заданных после них вопросов.

Рекомендуем сначала прочитать параграф, самим сформулировать ответ на один из поставленных после него вопросов. Затем сравнить свой ответ с ответом, приведенным в пособии, внести необходимые дополнения и корректиды. Потом перейти к ответу на следующий вопрос.

Авторы выражают надежду, что это пособие облегчит вам выполнение домашних заданий и повторение изученного, подготовку к экзаменам, а при вынужденных пропусках занятий поможет самостоятельно разобраться в учебном материале.

Введение

1. Биология — наука о жизни

Вопрос 1. Что изучает биология?

Биология изучает жизнь во всех ее проявлениях: строение, функционирование живых организмов, их поведение, взаимоотношения друг с другом и окружающей средой, а также индивидуальное и историческое развитие живого.

Вопрос 2. Почему современную биологию считают комплексной наукой?

Современная биология представляет собой систему наук, каждая из которых глубоко и детально исследует свой предмет. Так, обособились биологические науки, изучающие животных (зоология), растения (ботаника), бактерий (микробиология), вирусы (вирусология). Строение организмов исследует морфология, функционирование живых систем — физиология,

наследственность и изменчивость — генетика. Но главное, что знания, получаемые каждой из этих наук, объединяются, взаимно дополняются, обогащаются и проявляются в виде биологических законов и теорий, которые носят всеобщий характер.

Современная биология не может развиваться обособленно от других наук. Каждый процесс или явление, характерное для живых систем, исследуется комплексно, с привлечением новейших знаний других научных областей. Поэтому в настоящее время происходит интеграция биологии с химией (биохимия), физикой (биофизика), астрономией (космическая биология).

Таким образом, современная биология возникла в результате дифференциации и интеграции разных научных дисциплин и является комплексной наукой.

Вопрос 3. Какова роль биологии в современном обществе?

Значение биологии в современном обществе заключается в том, что она служит теоретической базой многих наук. Биологические знания используются в различных сферах человеческой жизни.

Получение качественной сельскохозяйственной продукции невозможно без

использования биологических знаний о строении и функционировании растительного и животного организмов, законов их взаимодействия с окружающей средой, особенностей природных и искусственных экосистем, биологических методов борьбы с вредителями сельского хозяйства.

Наука биология определяет развитие современной медицины. Открытия, сделанные в физиологии, биохимии и генетике, дают возможность правильно поставить диагноз больному, подобрать эффективное лечение. Получение новых лекарственных препаратов, витаминов, биологически активных веществ позволит решить проблему профилактики многих болезней.

Селекционеры, благодаря знаниям законов наследственности и изменчивости, создают новые высокоурожайные сорта культурных растений, высокопродуктивные породы домашних животных, формы микроорганизмов, применяемые в пищевой промышленности, производстве коров, фармацевтике.

Биологические знания используют в технике, они являются теоретической базой ряда производств пищевой, легкой, микробиологической и других отраслей промышленности. Развивается новое направление производства — биотехнология, позволяющее в скором времени ре-

шить такие проблемы, как производство продуктов питания, поиск новых источников энергии.

Решение проблемы рационального использования биологических ресурсов, охраны природы и окружающей среды возможно только с применением биологии.

2. Методы исследования в биологии

Вопрос 1. Какова основная цель науки?

Основная цель науки — изучить и познать окружающий мир.

Вопрос 2. Что такое научный метод? В чем его основной принцип?

Научный метод — это совокупность приемов и операций, используемых при построении системы научных знаний.

Основной принцип научного метода — ничего не воспринимать на веру. Любое утверждение либо опровержение чего-либо следует проверить.

Вопрос 3. Что такое научный эксперимент?

Научный эксперимент — это один из методов познания, при помощи которого в специально создаваемых и контролируемых условиях исследуются явления. Непременным условием эксперимента является то, что он должен сопровождаться

контрольным опытом, условия которого отличаются от условий эксперимента только одним фактором.

Отличительной особенностью научного эксперимента служит возможность его повторения другими исследователями.

Вопрос 4. Какой факт может считаться научным?

Научный факт — это результат, полученный в ходе неоднократных наблюдений и экспериментов. Научный факт является отправной точкой научного исследования.

Вопрос 5. Чем гипотеза отличается от закона или теории?

Гипотеза — научное предположение, объясняющее причины данной совокупности явлений. Если гипотеза выдерживает проверку эмпирическими методами, она приобретает статус закона. *Закон* (естественный закон, или закон природы) описывает неизменные регулярности, которые происходят в природе. Свойствами закона являются периодичность и всеобщность какого-либо класса явлений, т. е. необходимость их возникновения при определенных, точно формулируемых условиях.

Совокупность нескольких законов, относящихся к одной области познания, называют *теорией*. Часто термины «закон» и «теория» употребляются как равнозначные.

Вопрос 6. Какова роль прикладных и фундаментальных исследований в науке?

Фундаментальные научные исследования позволяют понять законы, которые лежат в основе развития природы.

Прикладная наука занимается теми исследованиями, которые находят применение на практике, в различных сферах человеческой деятельности. Так, биологические знания являются базой для практических достижений в медицине, сельском хозяйстве, промышленности, решении экологических проблем.

3. Сущность жизни и свойства живого

Вопрос 1. Почему очень сложно дать определение понятия «жизнь»?

Точное определение понятия «жизнь» дать очень сложно, так как для живых организмов характерен ряд признаков, отсутствующих у неживых систем. Но среди этих признаков нет ни одного, который был бы отмечен только у живого. Например, рост характерен не только для живых существ, но и для минералов.

Вопрос 2. В чем различие химической организации живых организмов и объектов неживой природы?

В состав живого входят те же химические элементы, что составляют и тела неживой природы. Однако их количественное соотношение в живой и неживой природе различно. Так, в земной коре первые четыре места по распространённости занимают кислород, кремний, алюминий и натрий.

Основу живых систем составляют углерод, водород, кислород, азот, а также фосфор и сера. Для них характерно образование водорастворимых соединений, что позволяет им накапливаться в живых организмах. Способность атомов углерода соединяться между собой в длинные цепи и при этом образовывать химические связи и с другими элементами обеспечивает создание сложных органических молекул, подчас имеющих огромную молекулярную массу. Это белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты и другие органические соединения, наряду с неорганическими составляющие живое вещество.

Вопрос 3. Почему живые организмы называют «открытыми системами»?

Для поддержания упорядоченности биосистемы и экосистемы обмениваются

с окружающей средой веществом и энергией. Следовательно, живые системы — открытые системы. В результате обменных процессов происходит непрерывное обновление большинства элементов живой системы.

Вопрос 4. Чем различаются процессы обмена у живых организмов и в неживой природе?

Обмен веществ — характерное свойство живых организмов, заключающееся в потреблении живой системой веществ из окружающей среды и выделении в нее различных продуктов жизнедеятельности. Но это явление встречается и в неживой природе. При горении из воздуха поглощается кислород и используются органические вещества, например уголь. При этом в окружающую среду выделяются разнообразные соединения.

Главное отличие обмена веществ в живой природе — возможность осуществлять реакции синтеза высокомолекулярных соединений и их распада.

Вопрос 5. Какова роль изменчивости и наследственности в развитии жизни на нашей планете?

Наследственность — свойство организмов передавать признаки своего строения, функционирования и развития по-

томкам, из поколения в поколение. *Изменчивость* — способность живых систем приобретать новые признаки и свойства. Эти два свойства живого тесно взаимосвязаны и играют огромную роль в развитии жизни на Земле. Изменения в генетическом материале приводят к появлению у организмов новых признаков, их сочетания определяют степень приспособленности особи в конкретных условиях. Поэтому изменчивость является поставщиком разнообразного материала для отбора наиболее жизнеспособных особей, которые затем передадут признаки своего строения и развития по наследству. Это ведет к возникновению новых видов организмов.

1. Уровни организации живой природы

Глава 1. Молекулярный уровень

1.1. Молекулярный уровень: общая характеристика

Вопрос 1. Какие процессы исследуют ученые на молекулярном уровне?

На молекулярном уровне изучаются важнейшие процессы жизнедеятельности организма: его рост и развитие, обмен веществ и превращение энергии, хранение и передача наследственной информации, изменчивость.

Вопрос 2. Какие элементы преобладают в составе живых организмов?

В составе живого организма насчитывают более 70—80 химических элементов, однако преобладают углерод, кислород, водород и азот.

Вопрос 3. Почему молекулы белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов рассматриваются как биополимеры только в клетке?

Молекулы белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов являются *полимерами*, так как состоят из повторяющихся мономеров. Но лишь в живой системе (клетке, организме) эти вещества проявляют свою биологическую сущность, обладая рядом специфических свойств и выполняя множество важнейших функций. Поэтому в живых системах такие вещества называют *биополимерами*. Вне живой системы эти вещества теряют свои биологические свойства и не являются биополимерами.

Вопрос 4. Что понимается под универсальностью молекул биополимеров?

Свойства биополимеров зависят от числа, состава и порядка расположения составляющих их мономеров. Возможность изменения состава и последовательности мономеров в структуре полимера позволяет существовать огромному разнообразию вариантов биополимеров, независимо от видовой принадлежности организма. У всех живых организмов биополимеры построены по единому плану.

1.2. Углеводы

Вопрос 1. Какой состав и строение имеют молекулы углеводов?

Молекулы углеводов состоят из атомов углерода, водорода и кислорода, причем соотношение водорода и кислорода в них 2 : 1, как в молекуле воды. Именно по этой причине эти вещества получили свое название «углеводы».

Вопрос 2. Какие углеводы называются моно-, ди- и полисахаридами?

Моносахариды — это углеводы, в состав которых входит от трех до шести атомов углерода. Из шестиуглеродных сахаров известны глюкоза, фруктоза, галактоза, из пятиуглеродных сахаров — рибоза и дезоксирибоза. Последние входят в состав нукleinовых кислот.

Дисахариды состоят из двух молекул моносахаридов. Например, сахароза (тростниковый сахар) состоит из молекул глюкозы и фруктозы. Из дисахаридов известны также малтоза (солодовый сахар) и лактоза (молочный сахар). И моно- и дисахариды растворимы в воде и сладки на вкус.

Полисахариды — сложные сахара, состоящие из множества мономеров, которыми являются моносахариды. К полисахаридам относятся крахмал, целлюлоза, гликоген и другие.

харидам относятся крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин. Целлюлоза — линейный полимер, состоящий из множества молекул глюкозы. Крахмал и гликоген также состоят из глюкозы, только имеют разветвленную структуру.

Вопрос 3. Какие функции выполняют углеводы в живых организмах?

1. Энергетическая функция. Углеводы — основные источники энергии в клетке. При полном расщеплении 1 г глюкозы высвобождается 17,6 кДж энергии.

2. Запасающая функция. Крахмал и гликоген используются клетками растений и животных для запасания энергии.

3. Структурная функция. Целлюлоза и хитин обеспечивают прочность клеточных стенок растений и грибов. Некоторые сложные полисахариды, состоящие из двух типов простых сахаров, входят в состав сухожилий, хрящей, вещества кожи, придавая этим тканям прочность и эластичность.

4. Защитная функция. Хитин является защитным компонентом тканей животных.

5. Рецепторная функция. Некоторые углеводы служат рецепторами в составе клеточных мембран и обеспечивают узнавание клетками друг друга при взаимодействии.

1.3. Липиды

Вопрос 1. Какие вещества относятся к липидам?

Липиды — обширная группа органических соединений, включающая жиры и жироподобные вещества. Они малорастворимы в воде, но хорошо растворяются в эфире, бензине, хлороформе и некоторых других растворителях. Большинство липидов состоит из высокомолекулярных кислот и трехатомного спирта глицерина.

Вопрос 2. Какое строение имеет большинство липидов?

Выделяют липиды простые и сложные. Молекулы простых липидов состоят из остатков жирных кислот и спиртов. К этой группе относятся жиры.

Комплексы липидов с молекулами других веществ, например белков и углеводов, относят к группе сложных липидов.

Вопрос 3. Какие функции выполняют липиды?

1. Энергетическая функция. Она заключается в том, что жиры, как наиболее распространенные липиды, служат ценным источником энергии. При их расщеплении выделяется энергии в два раза больше, чем при расщеплении такого же количества глюкозы.

2. Защитная функция. В организме животных и человека жировая ткань предохраняет внутренние органы организма от повреждений при падениях и ударах. А так как жировая ткань плохо проводит тепло, то липиды защищают организм от переохлаждения, что особенно важно для обитателей районов с холодным климатом.

3. Структурная функция. В клетке липиды выполняют структурную (строительную) функцию: они входят в состав клеточных мембран — тонких плотных пленок, которыми «одеты» все клетки и большинство внутриклеточных органоидов.

4. Регуляторная функция. Многие гормоны являются производными липидов.

5. Запасающая функция. Запасы жира в подкожной клетчатке млекопитающих животных позволяют им переживать неблагоприятные периоды, связанные с недостатком корма и воды.

Животные, обитающие в пустынях, значительную часть необходимой для жизнедеятельности воды получают благодаря расщеплению в организме жиров.

Вопрос 4. Какие клетки и ткани наиболее богаты липидами?

Наиболее богаты липидами клетки жировой ткани у животных.

Велика концентрация липидов в семенах некоторых растений, таких как подсолнечник, лен, арахис. А у отдельных видов растений липиды в больших количествах содержатся в плодах. Особенно богаты жирами плоды тропического растения авокадо.

1.4. Состав и строение белков

Вопрос 1. Какие вещества называются белками или протеинами?

Белки, или протеины, представляют собой биологические полимеры, мономерами которых являются аминокислоты.

Все аминокислоты имеют аминогруппу ($-\text{NH}_2$) и карбоксильную группу ($-\text{COOH}$) и различаются строением и свойствами радикалов. Аминокислоты связаны между собой пептидными связями, поэтому белки называют еще полипептидами.

Вопрос 2. Что такое первичная структура белка?

В молекуле белка аминокислоты связаны друг с другом пептидной связью между атомами углерода и азота. Последовательность аминокислот в составе по-

липептидной цепи является *первой структурой белка*.

Вопрос 3. Как образуются вторичная, третичная и четвертичная структуры белка?

Вторичная структура белка формируется при образовании водородных связей между —CO— и —NH— группами. При этом полипептидная цепь закручивается в спираль.

Спираль может приобретать конфигурацию глобулы, так как между радикалами аминокислот в спирали возникают разнообразные связи. Глобула — третичная структура белка.

Если несколько глобул объединяются в единый сложный комплекс, то возникает четвертичная структура. Например, гемоглобин крови человека образован четырьмя глобулами.

Вопрос 4. Что такое денатурация белка?

Нарушение природной структуры белка называется *денатурацией*. Под действием ряда факторов (химических, радиоактивных, температурных и др.) может разрушиться четвертичная, третичная и вторичная структуры белка. В случае, если действие фактора прекращается, белок может восстановить свою структуру. Если же действие фактора нарастает, разру-

шается и первичная структура белка — полипептидная цепь. Это уже необратимый процесс — восстановить структуру белок не может.

Вопрос 5. По какому признаку белки делятся на простые и сложные?

Простые белки состоят исключительно из аминокислот. В состав сложных белков могут входить другие органические вещества: углеводы (тогда они называются гликопротеинами), жиры (липопротеины), нуклеиновые кислоты (нуклеопротеины).

1.5. Функции белков

Вопрос 1. Чем объясняется многообразие функций белков?

Многообразие функций белков объясняется многообразием их строения. Как известно, в состав белков может входить 20 видов аминокислот. Но различное сочетание аминокислотных остатков в молекуле полипептида (число их наименований и последовательность) обеспечивает огромное разнообразие белков. Кроме того, белки могут иметь пространственную структуру молекулы. Все это способствует тому, что белки выполняют множество функций.

Вопрос 2. Какие функции белков вам известны?

1. Строительная (пластическая) функция. Белки являются структурным компонентом биологических мембран и органоидов клетки, а также входят в состав опорных структур организма, волос, ногтей, сосудов.

2. Ферментативная функция. Белки служат ферментами, т. е. биологическими катализаторами, ускоряющими скорость биохимических реакций в десятки и сотни миллионов раз. Примером может служить амилаза, расщепляющая крахмал до моносахаридов.

3. Сократительная (двигательная) функция. Ее выполняют особые сократительные белки, обеспечивающие движение клеток и внутриклеточных структур. Благодаря им перемещаются хромосомы при делении клетки, а жгутики и реснички приводят в движение клетки простейших. Сократительные свойства белков актина и миозина лежат в основе работы мышц.

4. Транспортная функция. Белки участвуют в транспорте молекул и ионов в пределах организма (гемоглобин переносит кислород из легких к органам и тканям, альбумин сыворотки крови участвует в транспорте жирных кислот).

5. Защитная функция. Она заключается в предохранении организма от повреждений и вторжения чужеродных белков и бактерий. Белки-антитела, вырабатываемые лимфоцитами, создают защиту организма от чужеродной инфекции, тромбин и фибрин участвуют в образовании тромба, тем самым помогая организму избежать больших потерь крови.

6. Регуляторная функция. Ее выполняют белки-гормоны. Они участвуют в регуляции активности клетки и всех жизненных процессов организма. Так, инсулин регулирует уровень сахара в крови и поддерживает его на определенном уровне.

7. Сигнальная функция. Белки, встроенные в мембрану клетки, способны менять свою структуру в ответ на раздражение. Тем самым передаются сигналы из внешней среды внутрь клетки.

8. Энергетическая функция. Она реализуется белками крайне редко. При полном расщеплении 1 г белка способно выделяться 17,6 кДж энергии. Однако белки для организма — очень ценное соединение. Поэтому расщепление белка происходит обычно до аминокислот, из которых строятся новые полипептидные цепочки.

Вопрос 3. Какую роль играют белки-гормоны?

Белки-гормоны регулируют активность клетки и всех жизненных процессов организма. Так, в организме человека соматотропин участвует в регуляции роста тела, инсулин поддерживает на постоянном уровне содержание глюкозы в крови.

Вопрос 4. Какую функцию выполняют белки-ферменты?

Ферменты являются биологическими катализаторами, т. е. ускорителями химических реакций в сотни миллионов раз. Ферменты обладают строгой специфичностью по отношению к веществу, вступающему в реакцию. Каждая реакция катализируется своим ферментом.

Вопрос 5. Почему белки редко используются в качестве источника энергии?

Мономеры белков аминокислоты — ценнейшее сырье для построения новых белковых молекул. Поэтому полное расщепление полипептидов до неорганических веществ происходит редко. Следовательно, энергетическая функция, заключающаяся в выделении энергии при полном расщеплении, выполняется белками довольно редко.

1.6. Нуклеиновые кислоты

Вопрос 1. Какое строение имеет нуклеотид?

Нуклеотид включает в себя три компонента: азотистое основание, углевод, которым является пятиуглеродный сахар (дезоксирибоза или рибоза), и остаток фосфорной кислоты. Азотистых оснований четыре: у ДНК это аденин, гуанин, цитозин, тимин. У РНК — те же, но вместо тимина — урацил.

Вопрос 2. Какое строение имеет молекула ДНК?

ДНК представляет собой полинуклеотид — полимер, мономерами которого служат нуклеотиды.

Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, соединенных водородными связями. Водородные связи образуются между соответствующими парами азотистых оснований (между аденином и тимином — две, а между цитозином и гуанином — три водородные связи). Таким образом, по структуре ДНК напоминает веревочную лестницу, спирально закрученные перекладины которой образованы парами азотистых оснований. Такую структуру, своюственную только молекулам ДНК, называют *двойной спиралью*.

Вопрос 3. В чем заключается принцип комплементарности?

Пары азотистых оснований аденин — тимин и гуанин — цитозин строго соответствуют друг другу и называются дополнительными или комплементарными (от лат. *complementum* — дополнение) друг другу. Между аденином одной полинуклеотидной цепи и тимином другой возникают две водородные связи, а между цитозином и гуанином — три. Согласно принципу комплементарности, число гуаниловых равно числу цитидиловых, а число адениловых — числу тимилиловых оснований.

Вопрос 4. Что общего и какие различия в строении молекул ДНК и РНК?

Общее в нуклеиновых кислотах то, что их молекулы являются полинуклеотидами.

Различий между ДНК и РНК несколько. Вот самые главные из них:

1) молекула ДНК двуцепочечная, а молекула РНК — одноцепочечная и меньших размеров;

2) нуклеотид ДНК включает углевод дезоксирибозу, а в нуклеотиде РНК в качестве пятиуглеродного сахара присутствует рибоза;

3) у молекулы РНК вместо азотистого основания тимина находится урацил.

Вопрос 5. Какие типы молекул РНК вам известны? Каковы их функции?

Типы молекул РНК:

1) *рибосомные* РНК (рРНК). Они входят в состав рибосом и участвуют в формировании активного центра рибосомы, где осуществляется синтез белка;

2) *транспортные* РНК (тРНК). Они транспортируют аминокислоты к месту сборки белковой молекулы;

3) *информационные, или матричные* РНК (иРНК). Они копируют информацию о структуре белка с ДНК, расположенной в ядре, и переносят ее к рибосомам, где эта информация реализуется в полипептид.

1.7. АТФ и другие органические соединения клетки

Вопрос 1. Какое строение имеет молекула АТФ?

Молекула аденоциантифосфорной кислоты (АТФ) по своей структуре напоминает один из нуклеотидов молекулы РНК. АТФ включает три компонента: аденин, пятиуглеродный сахар рибозу и три остатка фосфорной кислоты, соединенных между собой особыми макроэргическими связями. При разрыве макроэргической

связи выделяется в четыре раза больше энергии, чем при расщеплении других химических связей.

Вопрос 2. Какую функцию выполняет АТФ?

АТФ является универсальным источником энергии для всех реакций, протекающих в клетке. Энергия выделяется в случае отделения от молекулы АТФ остатков фосфорной кислоты при разрыве макроэргических связей. Если отделяется один остаток фосфорной кислоты, то АТФ переходит в АДФ (аденозиндифосфорную кислоту). При этом выделяется 40 кДж энергии. При отделении второго остатка фосфорной кислоты выделяется еще 40 кДж энергии, а АДФ переходит в АМФ (аденоzinмонофосфат). Выделившаяся энергия используется клеткой.

Вопрос 3. Какие связи называются макроэргическими?

Макроэргическими называются связи между остатками фосфорной кислоты, так как при их разрыве выделяется большое количество энергии (в четыре раза больше, чем при расщеплении других химических связей).

Вопрос 4. Какую роль выполняют в организме витамины?

Витамины — сложные биоорганические соединения различной химической природы. Большая часть витаминов поступает в организм животных и человека с растительной и животной пищей. Часть из них может синтезироваться самим организмом. Некоторые витамины синтезируются микрофлорой кишечника.

Для нормальной жизнедеятельности организма витамины необходимы в малых количествах, однако роль их в процессах обмена веществ чрезвычайно важна. Например, витамин D регулирует обмен кальция и фосфора в организме человека, витамин K участвует в синтезе протромбина и способствует нормальной свертываемости крови.

При отсутствии какого-либо витамина у человека наблюдается авитаминоз, при недостаточном поступлении в организм — гиповитаминоз. Витамины традиционно делят на жирорастворимые (A, D, E и др.) и водорастворимые (C, PP, витамины группы B).

1.8. Биологические катализаторы

Вопрос 1. Какие вещества называются катализаторами?

Вещества, которые изменяют скорость химической реакции, оставаясь к концу

ее неизменными, называются *катализаторами*.

Вопрос 2. Какую роль играют ферменты в клетке?

Ферменты — биологические катализаторы, ускоряющие химические реакции в живой клетке. Молекулы одних ферментов состоят только из белков, другие включают белок и соединение небелковой природы (органическое — кофермент или неорганическое — ионы различных металлов). Ферменты строго специфичны: каждый фермент катализирует определенный тип реакций, в которых участвуют определенные виды молекул субстратов.

Вопрос 3. От каких факторов может зависеть скорость ферментативных реакций?

Скорость ферментативных реакций во многом зависит от концентрации фермента, природы вещества, температуры, давления, реакции среды (кислой или щелочной).

У многих ферментов при определенных условиях, например в присутствии молекул некоторых веществ, изменяется конфигурация активного центра, что позволяет им обеспечивать наибольшую ферментативную активность.

Вопрос 4. Почему большинство ферментов при высокой температуре теряет каталитические свойства?

Высокая температура среды, как правило, вызывает денатурацию белка, т. е. нарушение его природной структуры. Поэтому при высокой температуре большинство ферментов утрачивает свои каталитические свойства.

Вопрос 5. Почему недостаток витаминов может вызвать нарушения в процессах жизнедеятельности организма?

Многие витамины входят в состав ферментов. Поэтому недостаток в организме витаминов ведет к ослаблению активности ферментов в клетках, а следовательно, может вызвать нарушения в процессах жизнедеятельности.

1.9. Вирусы

Вопрос 1. Какое строение имеют вирусы?

Простые вирусные частицы (например, вирус табачной мозаики) состоят из нукleinовой кислоты (ДНК или РНК), заключенной в капсид — белковую оболочку. Некоторые более сложные вирусы (вирус герпеса, гриппа и др.) могут содержать мембрану, построенную из липидов и белков, углеводы и ряд ферментов.

Вопрос 2. На основании чего вирусы относят к живым организмам?

Вирусы представляют собой простейшую форму жизни на Земле и занимают пограничное положение между неживой и живой материей.

Так как вирусы обладают наследственностью и изменчивостью, а также способностью к размножению, их можно отнести к живым организмам. Кроме того, в состав вируса входят нуклеиновые кислоты и белки, свойственные именно живым организмам.

Вопрос 3. Какие особенности отличают вирусы от других живых организмов?

Вирусы имеют ряд особенностей, которые отличают их от других живых организмов. Во-первых, они не имеют клеточного строения, не растут, не обмениваются с окружающей средой веществом и энергией, не способны самостоятельно синтезировать белки. Многие из вирусов имеют форму кристаллов.

Во-вторых, вирусы начинают проявлять свойства живого организма, только попав в клетку про- или эукариот. В клетке хозяина они начинают размножаться, реализовывать свойства наследственности и изменчивости.

Внедряясь в клетку, вирусы изменяют обмен веществ в ней, блокируют ее собст-

венную ДНК и направляют всю ее деятельность на производство вирусной нуклеиновой кислоты и вирусных белков. В конечном итоге клетка погибает, а размножившиеся вирусы готовы к заражению новых клеток. Таким образом, паразитизм вирусов проявляется на генетическом уровне.

Глава 2. Клеточный уровень

2.1. Основные положения клеточной теории

Вопрос 1. Кто разработал клеточную теорию?

Клеточную теорию сформулировали в середине XIX в. немецкие ученые Теодор Шванн и Матиас Шлейден. Они суммировали результаты многих известных к тому времени открытий. Основные теоретические выводы, получившие название клеточной теории, Т. Шванн изложил в своей книге «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений» (1839). Главная идея книги — ткани растений и животных состоят из клеток. Клетка — единица строения живых организмов.

Вопрос 2. Почему клетку назвали клеткой?

Голландский ученый Роберт Гук, используя свою конструкцию увеличитель-

ного прибора, наблюдал тонкий срез пробки. Его поразило то, что пробка оказалась построенной из ячеек, напоминавших пчелиные соты. Эти ячейки Гук назвал клетками.

Вопрос 3. Какие свойства объединяют все клетки живых организмов?

Клетки обладают всеми признаками живого. Они способны к росту, размножению, обмену веществ и превращению энергии, обладают наследственностью и изменчивостью, реагируют на внешние раздражители.

2.2. Общие сведения о клетках.

Клеточная мембрана

Вопрос 1. Каковы функции наружной мембранны клетки?

Наружная клеточная мембрана состоит из двойного липидного слоя и молекул белков, часть которых расположена на поверхности, а некоторые пронизывают оба слоя липидов насквозь.

Наружная клеточная мембрана выполняет защитную функцию, отделяя клетку от внешней среды, препятствует повреждению ее содержимого.

Кроме того, наружная клеточная мембрана обеспечивает транспорт веществ

внутрь клетки и из нее, позволяет клеткам взаимодействовать между собой.

Вопрос 2. Какими способами различные вещества могут проникать внутрь клетки?

Сквозь наружную клеточную мембрану вещества могут проникать несколькими способами.

Во-первых, через тончайшие каналы, образованные молекулами белков, могут проходить внутрь клетки ионы веществ, имеющие небольшие размеры, например ионы натрия, калия, кальция.

Во-вторых, в клетку могут попасть вещества путем фагоцитоза или пиноцитоза. Таким путем обычно проникают пищевые частицы.

Вопрос 3. Чем пиноцитоз отличается от фагоцитоза?

При пиноцитозе выпячивание наружной мембранны захватывает капельки жидкости, а при фагоцитозе — твердые частицы.

Вопрос 4. Почему у растительных клеток нет фагоцитоза?

При фагоцитозе в том месте, где пищевая частица прикасается к наружной мемbrane клетки, образуется втягивание, и частица попадает внутрь клетки, окру-

женная мембраной. У растительной клетки поверх клеточной мембранны имеется плотная непластичная оболочка из клетчатки, что препятствует фагоцитозу.

2.3. Ядро

Вопрос 1. Каковы функции ядра клетки?

В ядре содержится вся информация о процессах жизнедеятельности, росте и развитии клетки. Эта информация хранится в ядре в виде молекул ДНК, входящих в состав хромосом. Поэтому ядро координирует и регулирует синтез белка, а следовательно, все процессы обмена веществ и энергии, протекающие в клетке.

Вопрос 2. Какие организмы относятся к прокариотам?

Прокариоты — это организмы, клетки которых не имеют оформленного ядра. К ним относят бактерии, синезеленые водоросли (цианобактерии) и археи.

Вопрос 3. Как устроена ядерная оболочка?

Ядерная оболочка состоит из двух мембран (наружной и внутренней), пронизанных порами. Через поры различные вещества могут проникать в ядро и обратно. Наружная мембрана имеет многочисленные выступы, связывающие ядро с цитоплазмой клетки.

Вопрос 4. Что собой представляет хроматин?

Хроматин представляет собой нити ДНК. Перед делением клетки он соединяется с белками, наматываясь на них, и образует хромосомы.

Вопрос 5. Каковы функции ядрышек?

Ядрышки — участки ДНК, которые отвечают за синтез молекул РНК и белков, использующихся клеткой для построения рибосом.

Вопрос 6. Из чего состоит хромосома?

Хромосома представляет собой молекулу ДНК, соединенную с особым белком, придающим ей компактность.

Вопрос 7. Где располагаются хромосомы у бактерий?

Строго говоря, хромосомы у бактерий отсутствуют. Кольцевая ДНК, называемая бактериальной «хромосомой», располагается у бактерий в центральной части цитоплазмы клетки.

Вопрос 8. Что такое кариотип?

Кариотипом называется определенный набор хромосом, характерный для данного вида организмов. Кариотип характеризуется не только числом хромо-

сом, но и их размерами, формой, расположением центромера.

Вопрос 9. Как называется набор хромосом в соматических клетках?

Как правило, соматические клетки содержат двойной набор хромосом, который называется *диплоидным*.

Вопрос 10. Какой набор хромосом в гаметах?

Гаметы содержат только по одной хромосоме каждого вида, т. е. имеют одинарный набор хромосом, который называется *гаплоидным*.

Вопрос 11. Какой гаплоидный набор хромосом в клетках рака, если диплоидный равен 118?

Если диплоидный набор хромосом в клетках равен 118, то гаплоидный будет в два раза меньше — 59.

Вопрос 12. Может ли диплоидный набор содержать нечетное число хромосом?

Диплоидный набор хромосом может содержать нечетное количество хромосом. Существуют организмы, у которых в соматических клетках имеется только одна половая хромосома. Например, у некоторых насекомых (клопы, кузнечики) самки гомогаметны (XX), а самцы имеют только одну половую хромосому (XO).

2.4. Эндоплазматическая сеть. Рибосомы. Комплекс Гольджи

Вопрос 1. Чем образованы стенки эндоплазматической сети и комплекса Гольджи?

Стенки эндоплазматической сети и комплекса Гольджи образованы однослойной мембраной.

Вопрос 2. Назовите функции эндоплазматической сети.

Эндоплазматическая сеть (ЭПС) образует транспортную систему клетки. На гладкой ЭПС осуществляется синтез жиров и углеводов. На шероховатой (гранулярной) ЭПС происходит синтез белков за счет работы рибосом, прикрепленных к мембранам ЭПС.

Вопрос 3. Какую функцию выполняют рибосомы?

Основная функция рибосом — синтез белка.

Вопрос 4. Почему большинство рибосом расположены на каналах эндоплазматической сети?

Вероятно, белки, синтезируемые рибосомами, расположенными на каналах эндоплазматической сети, сразу же транспортируются к тому месту, где они необходимы.

Вопрос 5. Почему аппарат Гольджи чаще расположена вблизи от ядра клетки?

Основная функция аппарата Гольджи — накапливание веществ, которые синтезирует клетка. Эти вещества важны для основных процессов жизнедеятельности клетки, особенно при ее делении. В результате этого процесса образуются дочерние клетки, которым нужен запас органических веществ, играющих роль строительного материала и энергетических ресурсов. Это и объясняет расположение аппарата Гольджи вблизи ядра клетки.

Вопрос 6. Почему в эритроцитах аппарат Гольджи отсутствует?

Эритроциты представляют собой специализированные клетки крови, выполняющие газотранспортную функцию. Зрелые эритроциты имеют постоянную форму, не растут и не делятся. Поэтому они не содержат аппарата Гольджи.

2.5. Лизосомы. Митохондрии. Пластиды

Вопрос 1. Где формируется лизосома?

Лизосомы — мембранные структуры, содержащие множество активных ферментов, участвующих в расщеплении высокомолекулярных соединений: белков, липидов, углеводов. Лизосомы образуют-

ся в комплексе Гольджи, куда поступают и где накапливаются ферменты.

Вопрос 2. Какова функция митохондрий?

Митохондрии — клеточные структуры, покрытые двойной мембраной. На внутренней мемbrane, имеющей многочисленные выросты, расположено огромное количество ферментов, принимающих участие в синтезе АТФ. Следовательно, главная функция митохондрий — обеспечение клетки энергией за счет синтеза АТФ.

Вопрос 3. Какие виды пластид вы знаете?

Различают три вида пластид — лейкопласты, хромопласты и хлоропласты.

Лейкопласты — бесцветные пластиды, которые располагаются в органах растений, недоступных для солнечного света (например, в корневищах, клубнях). На свету в них образуется хлорофилл.

Хромопласты — пластиды, содержащие желтый, оранжевый, красный и фиолетовый пигменты. Они расположены в основном в плодах и лепестках цветков, что придает этим органам растений соответствующую яркую окраску.

Хлоропласты — зеленые пластиды, содержащие хлорофилл и участвующие в фотосинтезе.

Вопрос 4. Чем отличается каждый вид пластид от другого?

Пластиды разных видов отличаются друг от друга наличием или отсутствием тех или иных пигментов. В лейкопластах пигменты отсутствуют, в хлоропластах содержится зеленый пигмент, а в хромопластах — красный, оранжевый, желтый и фиолетовый пигменты.

Вопрос 5. Почему граны в хлоропласте расположены в шахматном порядке?

Граны в хлоропластах расположены в шахматном порядке для того, чтобы не загораживать друг друга от солнечных лучей. Солнечный свет должен хорошо освещать каждую грану, тогда фотосинтез будет протекать более интенсивно.

Вопрос 6. Что будет, если лизосома в одной из клеток внезапно разрушится?

При внезапном разрыве мембранны, окружающей лизосому, содержащиеся в ней ферменты попадают в цитоплазму и постепенно разрушают всю клетку.

Вопрос 7. В чем сходство митохондрий и пластид?

Во-первых, сходство митохондрий и пластид заключается в том, что они имеют двухмембранное строение.

Во-вторых, эти органоиды содержат собственные молекулы ДНК, поэтому способны самостоятельно размножаться, независимо от деления клетки.

В-третьих, можно отметить, что и в тех и в других синтезируется АТФ (в митохондриях — при расщеплении белков, липидов и углеводов, а в хлоропластах — за счет превращения солнечной энергии в химическую).

2.6. Клеточный центр. Органоиды движения. Клеточные включения

Вопрос 1. Каковы функции клеточного центра?

Клеточный центр выполняет функцию формирования внутреннего скелета клетки (цитоскелета). Цитоскелет представляет собой сеть микротрубочек, пронизывающих цитоплазму, поддерживающих форму клетки, обеспечивающих движение органоидов клетки, а также работу специализированных органоидов движения — ресничек и жгутиков.

Клеточный центр обеспечивает также и нормальное деление клетки. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам делящейся клетки и образуют веретено деления, благодаря которому из одной материнской впоследствии образуются две дочерние клетки.

Вопрос 2. Где расположены центриоли?

Центриоли представлены цилиндриками, образованными множеством микротрубочек. Центриоли, расположенные под прямым углом друг относительно друга, находятся вблизи от ядра и образуют клеточный центр.

Вопрос 3. Каковы функции центриолей в клетке?

Центриоли входят в состав клеточного центра и обеспечивают нормальное деление клетки. Перед ее делением центриоли расходятся к полюсам, образуя веретено деления клетки.

Вопрос 4. В чем сходство и различие между ресничками и жгутиками?

У органоидов движения клетки много общего. Реснички и жгутики являются специализированными органоидами движения клетки, они образованы микротрубочками. В основании и жгутика, и реснички лежит базальное тельце, которое укрепляет их в цитоплазме клетки. Механизм движения ресничек и жгутиков одинаков, в его основе лежит скольжение микротрубочек друг относительно друга. Сходство этих органоидов движения заключается также и в том, что на их работу расходуется энергия АТФ.

Различаются реснички и жгутики размерами. Жгутики в несколько раз длиннее ресничек. Кроме того, реснички, изгибаясь волнообразно, обеспечивают клетке плавное, медленное передвижение. Жгутик же осуществляет вращательные движения, что позволяет клетке активно перемещаться.

Вопрос 5. Назовите примеры клеточных включений.

Временные образования в клетке называют *клеточными включениями*. К ним относятся гранулы крахмала, гликогена или белка, мелкие капли жира, кристаллы солей.

2.7. Различия в строении клеток эукариот и прокариот

Вопрос 1. Какие признаки примитивности прокариот по сравнению с эукариотами вы можете назвать?

У прокариот отсутствуют ядро и хромосомы. Наследственная информация прокариот представлена единственной молекулой ДНК, которая замкнута в виде кольца и расположена в цитоплазме.

Рибосомы у прокариот очень мелкие. А органоидов, окруженных мембрана-

ми (эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, пластиды), прокариоты и вовсе не имеют. В эукариотической клетке эти структуры предназначены для синтеза разнообразных соединений. В силу их отсутствия у прокариот реакции обмена веществ протекают на выступах клеточной мембранны.

Среди прокариот много анаэробов, т. е. организмов, не использующих кислород. Это тоже следует отметить как признак примитивности, так как при кислородном расщеплении органических веществ выделяется много больше энергии, чем при анаэробном расщеплении.

Прокариоты в большинстве своем размножаются бесполым путем, половой процесс, основанный на обмене генетической информацией, у них встречается редко.

Вопрос 2. Для чего бактериям споры?

Споры у бактерий формируются при наступлении неблагоприятных условий. При этом содержимое клетки сжимается, вокруг него образуется плотная оболочка. В таком виде бактерии способны выдерживать высокие и низкие температуры, сухость воздуха, переноситься с помощью воды и ветра на дальние расстояния.

2.8. Ассимиляция и диссимиляция. Метаболизм

Вопрос 1. Почему Солнце — главнейший источник энергии на Земле?

Для синтеза органических веществ всем организмам необходима энергия. Основным источником первичных органических соединений на планете являются растения. Растения используют для их синтеза энергию Солнца. Другие живые существа обеспечиваются питанием, а следовательно, и энергией за счет веществ, полученных растениями. Таким образом, именно Солнце является главным источником энергии.

Вопрос 2. Почему ассимиляция невозможна без диссимиляции, и наоборот?

Процесс ассимиляции характеризуется образованием новых, необходимых клетке соединений. Для синтеза каких-либо веществ нужны затраты энергии. Энергия образуется за счет постоянного распада запасенных при ассимиляции сложных органических веществ. Совокупность реакций распада веществ клетки, сопровождающихся выделением энергии, называют диссимиляцией. Таким образом, при диссимиляции энергия образуется, а при ассимиляции она расходуется на создание

новых соединений. Эти два взаимосвязанных процесса, протекающих в клетке, невозможны один без другого.

Вопрос 3. Могли бы какие-либо живые существа выжить на Земле, если бы Солнце погасло?

Солнце является источником энергии для растений, которые благодаря хлорофиллу синтезируют органические вещества. Животные, грибы и бактерии используют эту органику для получения энергии АТФ, затрачиваемой ими для синтеза необходимых соединений, построения клеток. Без солнечной энергии они не смогли бы существовать.

Однако некоторые бактерии в качестве источника энергии используют энергию, выделяющуюся при окислении ими неорганических соединений (аммиака, соединений серы и др.). Микроорганизмы, обмен веществ которых не зависит от солнечной энергии, вполне могли бы выжить, если бы Солнце погасло.

2.9. Энергетический обмен в клетке

Вопрос 1. В каких клетках АТФ больше всего?

Наибольшее содержание АТФ в клетках, в которых велики затраты энергии. Это клетки печени и поперечнополосатой мускулатуры.

Вопрос 2. Во сколько раз клеточное дыхание эффективнее гликолиза в энергетическом плане?

В процессе гликолиза из одной молекулы глюкозы образуются две молекулы трехуглеродной пировиноградной кислоты и две молекулы АТФ.

В результате полного кислородного расщепления двух молекул трехуглеродной кислоты синтезируется 36 молекул АТФ. Следовательно, клеточное дыхание эффективнее гликолиза в 18 раз.

Вопрос 3. Каков КПД гликолиза; клеточного дыхания?

КПД гликолиза составляет 40%, а клеточного дыхания — около 55%.

2.10. Питание клетки

Вопрос 1. За счет чего получают энергию автотрофы?

Автотрофами называют организмы, способные создавать все необходимые им органические соединения. Энергию для синтеза органических соединений автотрофы получают за счет солнечного света (*фотоавтотрофы*) или за счет химических превращений минеральных веществ (*хемотрофы*).

Вопрос 2. За счет чего получают энергию гетеротрофы?

Гетеротрофами называются живые организмы, неспособные к самостоятельному синтезу нужных органических соединений и использующие для питания белки, жиры и углеводы, произведенные другими видами. При окислении органических веществ в клетках гетеротрофов выделяется энергия, которая используется ими для процессов жизнедеятельности.

Вопрос 3. Какие черты делают эвглену зеленую похожей на животное и на растение?

Эвглена зеленая при недостатке освещения питается готовыми органическими соединениями. Эта особенность роднит ее с животными. В светлое время эвглена способна к фотосинтезу, чем сходна с растениями.

2.11. Фотосинтез и хемосинтез

Вопрос 1. Сколько глюкозы, синтезируемой в процессе фотосинтеза, приходится на каждого из 4 млрд жителей Земли в год?

Если учесть, что за год вся растительность планеты производит около 130 000 млн т сахаров, то на одного жите-

ля Земли (при условии, что население Земли составляет 4 млрд жителей) их приходится 32,5 млн т.

Вопрос 2. Откуда берется кислород, выделяемый в процессе фотосинтеза?

Кислород, поступающий в атмосферу в процессе фотосинтеза, образуется из воды в результате ее разложения под действием энергии солнечного света. Этот процесс называют *фотолизом*.

Вопрос 3. В чем смысл световой фазы фотосинтеза; темновой фазы?

Во время световой фазы, во-первых, солнечная энергия превращается в энергию химических соединений (образуются богатые энергией молекулы АТФ). Эта энергия расходуется на синтез глюкозы в темновую фазу. Во-вторых, образуются атомы водорода, необходимые для продуцирования сахаров в темновой фазе.

В-третьих, кислород, являющийся побочным продуктом реакций, выделяется в атмосферу.

Во время темновой фазы из углекислого газа воздуха и атомов водорода, образованных в световой фазе, синтезируется шестиуглеродный сахар глюкоза.

Вопрос 4. Почему для высших растений необходимо присутствие в почве хемосинтезирующих бактерий?

Растениям необходимы для нормального роста и развития минеральные соли, содержащие такие элементы, как азот, фосфор, калий. Хемосинтезирующие бактерии способны превращать недоступные для растений соединения азота и фосфора в доступную для растений форму. Например, нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак до азотистой кислоты, а другие виды бактерий окисляют азотистую кислоту до азотной. В почве эти кислоты, взаимодействуя с неорганическими соединениями, образуют соли, являющиеся важнейшими компонентами минерального питания растений.

2.12. Гетеротрофы

Вопрос 1. В чем различие между сапрофитами и паразитами?

Отличие сапрофитных организмов от паразитических заключается в том, что сапрофиты питаются мертвой органикой, а паразиты используют для питания ткани и соки живых организмов.

Вопрос 2. Может ли бактерия питаться голозерным путем?

Голозойное питание включает три этапа: поедание, переваривание и высасывание переваренных веществ. Для этого необходимо захватывать питательные вещества, а бактериальная клетка покрыта плотной оболочкой, не позволяющей ей образовывать ложноножки для захвата пищи. Для переваривания пищи необходимы особые органоиды, которых у бактерий нет. Поэтому гетеротрофные бактерии являются сапрофитами или паразитами.

2.13. Синтез белков в клетке

Вопрос 1. Что такое транскрипция?

Транскрипция — процесс копирования генетической информации с участка ДНК на РНК. Начинается транскрипция с деспирализации участка ДНК и разрыва водородных связей между комплементарными основаниями обеих полипептидных цепей. Затем на основе одной из цепочек ДНК по принципу комплементарности строится молекула РНК (к аденину одной цепи ДНК присоединяется урацил РНК, а против гуанина ДНК встает цитозин РНК). Таким образом, информация о последовательности нуклеотидов какого-либо гена ДНК «переписывается» в последовательность нуклеотидов РНК.

Вопрос 2. Что такое трансляция?

Трансляция — процесс реализации информации о белке, содержащейся в иРНК, в конкретный белок.

Трансляция начинается со вступления молекулы иРНК на рибосому. В активном центре рибосомы одновременно может находиться два триплета иРНК. Именно к ним присоединяются тРНК с прикрепленными аминокислотами (антикодоны этих тРНК комплементарны триплетам иРНК). Между двумя аминокислотами возникает пептидная связь. Затем одна из тРНК отсоединяется, оставляя дипептид на второй тРНК. Рибосома тем временем скачком перемещается на один триплет иРНК. В активном центре оказывается новый триплет, к нему согласно принципу комплементарности присоединяется антикодон третьей тРНК с новой (третьей) аминокислотой, которая пептидной связью соединяется со второй. Образуется трипептид. Далее процесс трансляции повторяется в том же порядке. Постепенно формируется полипептид.

Вопрос 3. Где происходят транскрипция и трансляция?

Транскрипция у эукариот осуществляется в ядре, а трансляция — в цитоплазме на рибосомах.

Вопрос 4. Что такое полисома?

Полисомой называют множество рибосом, синтезирующих один и тот же белок, закодированный в данной мРНК.

Вопрос 5. Почему в различных клетках какого-либо организма «работает» только часть генов?

Разным клеткам организма необходимы разные белки. Поэтому в каждой клетке реализуется только та часть генетической информации, которая отвечает за синтез именно этих белков.

Вопрос 6. Может ли существовать клетка, неспособная к самостоятельному синтезу веществ?

В процессе жизнедеятельности органические вещества клетки постепенно разрушаются, особенно это касается белков — обязательных компонентов мембранных структур. Поэтому в период активного функционирования каждая клетка обязательно должна самостоятельно синтезировать необходимые ей вещества. Тем не менее существование клетки, неспособной к самостоятельному синтезу веществ, возможно. Это специализированные клетки, например эритроциты. Эти клетки в зрелом состоянии живут ограниченное время (у человека — около 120 суток) и отмирают по мере старения.

2.14. Деление клетки. Митоз

Вопрос 1. В чем биологическое значение митоза?

Биологическое значение митоза состоит в том, что в результате этого способа деления образуются клетки с наследственной информацией, которая идентична информации материнской клетки.

Митоз обеспечивает процессы роста и развития организма, восстановления утраченных клеток и тканей, а также лежит в основе бесполого размножения растений, животных, грибов, бактерий.

Вопрос 2. Какие фазы включает в себя митоз?

Митоз включает четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

Во время профазы основные процессы происходят в ядре клетки. Хромосомы утолщаются и укорачиваются за счет спирализации ДНК, становятся видимыми в микроскоп. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных друг с другом в области центромеры. Ядрышко постепенно исчезает. Образуется веретено деления. Ядерная оболочка разрушается.

Метафаза характеризуется тем, что хромосомы, состоящие из двух хроматид, располагаются в центре клетки, в плос-

кости экватора. Нити веретена от разных полюсов прикрепляются к центромерам каждой из хромосом.

Анафаза начинается с того, что каждая хромосома расщепляется на две хроматиды, которые расходятся по направлению к полюсам клетки.

В телофазу дочерние хромосомы, образовавшиеся из хроматид, достигают полюсов клетки. Составляющая их ДНК начинает деспирализовываться, появляется ядрышко. Вокруг каждой группы дочерних хромосом образуется ядерная оболочка. Телофаза завершается разделением цитоплазмы и образованием двух одинаковых клеток.

Вопрос 3. Что такое редупликация ДНК?

Редупликацией называется удвоение молекулы ДНК в период интерфазы. Под воздействием фермента водородные связи между комплементарными азотистыми основаниями разрываются. Нити, составляющие двойную спираль ДНК, расходятся. Из свободных нуклеотидов согласно принципу комплементарности достраиваются вторые цепи образовавшихся нитей ДНК. В результате из одной материнской молекулы возникают две идентичные дочерние молекулы ДНК.

Вопрос 4. Что происходит в интерфазу для подготовки деления клетки?

Во время интерфазы идет интенсивная подготовка клетки к делению, которая заключается в следующем:

- происходит редупликация ДНК;
- увеличивается число многих органоидов, в том числе митохондрий, центриолей и других;
- синтезируется и запасается АТФ, которая необходима для процессов последующего деления.

Вопрос 5. В какой фазе происходит деление цитоплазмы клетки?

Разделение цитоплазмы клетки осуществляется на последнем этапе ее деления, в телофазу.

Глава 3. Организменный уровень

3.1. Бесполое размножение организмов

Вопрос 1. Какие виды бесполого размножения вы можете назвать?

Бесполое размножение характеризуется тем, что в нем участвует лишь одна родительская особь и совершенно идентичные материнской дочерние особи.

В природе существуют несколько видов бесполого размножения. Это деление

клетки надвое, деление тела на несколько частей, почкование, спорообразование и вегетативное размножение.

Вопрос 2. Почему гидры размножаются бесполым путем только в благоприятных условиях?

Бесполое размножение (почкование) наблюдается у гидры в благоприятный период жизни, когда достаточно пищи. Поскольку основным клеточным механизмом, лежащим в основе бесполого размножения, является митоз, то дочернее поколение оказывается точной копией материнской особи. Таким образом, в благоприятных условиях, т. е. в условиях, к которым вид приспособлен, бесполое размножение дает возможность быстро увеличить численность вида, причем особями, для которых данные условия также благоприятны. С другой стороны, они быстро растут, питаются той же пищей, что и родители, и способны сразу же составить им конкуренцию. Выдержать эту конкуренцию можно только при благоприятных условиях.

Вопрос 3. Перечислите способы вегетативного размножения у высших растений.

Вегетативное размножение высших растений может осуществляться стеблем, который укладывают горизонтально и при-

жимают к земле. Получаются отводки, ими легко размножать смородину и крыжовник. Частью стебля — черенком — размножают большую часть комнатных растений, таких как традесканция, фуксия, фикус и др. Клубнику размножают усами, картофель и топинамбур — клубнями, ирис — корневищами, тюльпаны, нарциссы, лук — луковицами. Усы, корневища, луковица, клубень — видоизменения стебля.

Кроме этого, высшие растения размножают листьями (фиалки) и листовыми черенками (бегонии), корнями (малина) и корневыми клубнями, которые являются видоизмененными корнями (георгин).

Вопрос 4. В чем недостаток бесполого размножения?

При бесполом размножении не происходит увеличения генетического разнообразия потомков: все они идентичны материнским особям. Это значит, что при изменении условий, в которых обитает вид, на менее благоприятные возникает угроза существованию этого вида.

3.2. Половое размножение организмов

Вопрос 1. В чем преимущество полового размножения перед бесполым?

При половом размножении, которое осуществляется путем слияния двух половых клеток гамет, происходит обмен генетической информацией родителей. В результате появляется разнообразное по своим признакам потомство, которое может превосходить родителей по жизнеспособности, в том числе при изменении условий среды.

Вопрос 2. Каких животных называют гермафродитами?

Гермафродиты — обоеполые животные, в организме которых продуцируются и женские, и мужские гаметы.

Вопрос 3. Как устроен сперматозоид?

Сперматозоид представляет собой мелкую клетку, состоящую из головки, шейки и хвоста. В головке различают акросому — видоизмененный комплекс Гольджи, содержащий ферменты для растворения оболочки яйцеклетки при оплодотворении, ядро и небольшую часть цитоплазмы. В шейке находятся митохондрии, в которых происходит синтез АТФ, необходимой для движения, и центриоли, служащие для колебания жгутика (хвоста). Хвост образован микротрубочками, он обеспечивает активное перемещение сперматозоида в жидкой среде.

Сперматозоид, как и яйцеклетка, имеет гаплоидный набор хромосом.

Вопрос 4. Из каких стадий состоит мейоз?

Мейоз — тип деления клеток, при котором происходит уменьшение (редукция) в два раза числа хромосом. Поэтому мейоз называют еще и редукционным делением.

Мейоз включает два последовательных деления. Каждое из этих делений состоит из тех же фаз, что и митоз: профаза, метафаза, анафаза и телофаза. В результате первого деления (а ему предшествует редупликация ДНК в хромосомах) из одной материнской образуются две дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом. Каждая из хромосом в этих клетках состоит из двух хроматид.

После второго деления каждая из образовавшихся гаплоидных клеток делится надвое по типу митоза (но без предварительной редупликации ДНК), в результате чего всего образуется четыре гаплоидные клетки.

Вопрос 5. Сколько клеток из одной образуется при мейозе? Сколько в них хромосом?

При мейозе из одной материнской клетки образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом. У мужских особей все четыре клетки созревают в сперматозиды. В женской особи из образовавшихся четырех клеток лишь одна становится полноценной яйцеклеткой. При слиянии гап-

лоидных яйцеклетки и сперматозоида в оплодотворенной клетке восстанавливается диплоидный набор хромосом.

3.3. Оплодотворение

Вопрос 1. Почему наружное оплодотворение требует большого числа сперматозоидов?

Наружное оплодотворение наблюдается у рыб и амфибий, гаметы которых выбрасываются в воду, где происходит их слияние друг с другом. Для успешного оплодотворения факторы окружающей среды должны быть оптимальными: требуется определенная температура, соленость, давление воды, отсутствие хищников. Однако в реальности такие условия складываются далеко не всегда. Например, как молоки, так и икра рыб могут быть съедены хищными рыбами, унесены течением, возможно негативное влияние низкой или чрезчур высокой температуры воды. Поэтому, чтобы вероятность встречи мужской и женской половых клеток оказалась высокой, при наружном оплодотворении возникает необходимость не только в большом количестве сперматозоидов, но и яйцеклеток.

Вопрос 2. Что такое зигота?

Зигота — клетка, образовавшаяся в результате слияния двух гамет. С зиготы

начинается развитие зародыша. Поэтому зиготу называют еще одноклеточной стадией развития организма.

Вопрос 3. Почему на суше невозможно наружное оплодотворение?

Оплодотворение — процесс слияния двух половых клеток (гамет), которые способны существовать только в жидкой среде: либо внутри организма, либо в воде. Кроме того, только жидкая среда позволяет сперматозоиду активно передвигаться, чтобы достичь яйцеклетки.

3.4. Индивидуальное развитие организмов. Биогенетический закон

Вопрос 1. Чем начинается и чем заканчивается эмбриональный период развития?

Эмбриональный период развития начинается с образования оплодотворенной яйцеклетки — зиготы и длится до рождения организма или его выхода из яйцевых оболочек.

Вопрос 2. Чем начинается и чем заканчивается постэмбриональный период развития?

Постэмбриональный период начинается рождением (например, у млекопитающих) или выходом организма из яйцевых

оболочек (например, у пресмыкающихся, птиц) и длится до конца его жизни.

Вопрос 3. Какие системы органов образуются из эктодермы; энтодермы; мезодермы?

Из эктодермы — наружного зародышевого листка — формируются нервная система (головной и спинной мозг, нервы), органы зрения, обоняния и слуха, эпителиальные покровы тела (кожа, ногти, волосы, сальные и потовые железы) организма.

Энтодерма — внутренний зародышевый листок — дает начало пищеварительной, дыхательной и частично — выделительной системам органов, железам внутренней секреции.

Из мезодермы — третьего зародышевого листка — развивается опорно-двигательная (кости, хрящи, мышцы), сердечно-сосудистая, половая системы органов, а также почки.

Вопрос 4. Приведите примеры животных с прямым и непрямым развитием.

Прямое постэмбриональное развитие наблюдается у пресмыкающихся, птиц и млекопитающих и характеризуется тем, что при рождении или выходе из яйца появляется организм, по своему строению сходный со взрослой особью.

При непрямом постэмбриональном развитии из яйца выходит личинка, которая по своему строению, способу передвижения и питания значительно отличается от взрослого организма. Поэтому для достижения стадии половой зрелости необходима сложная перестройка особи, которая выражается в исчезновении одних и возникновении других органов. Непрямое развитие характерно для кишечнополостных, плоских и кольчатых червей, ракообразных, насекомых, земноводных.

Вопрос 5. В чем значение биогенетического закона?

Биогенетический закон, сформулированный Ф. Мюллером и Э. Геккелем, позволяет использовать данные эмбриологии для воссоздания хода исторического развития вида.

3.5. Закономерности наследования признаков, установленные Г. Менделем. Моногибридное скрещивание

Вопрос 1. Каких правил придерживался Г. Мендель при проведении своих опытов?

Г. Мендель разработал методику проведения опытов над растительными гибридами. Суть этой методики сводилась к следующему. Во-первых, для проведения опытов Г. Мендель удачно выбрал объект исследования — садовый горох, растение

самоопыляемое, с коротким периодом созревания, что очень удобно для анализа потомства.

Во-вторых, Г. Мендель использовал чистые линии садового гороха, представляющие собой различные сорта, отличающиеся каким-либо признаком и не смешивающиеся в природных условиях.

В-третьих, экспериментатор выбирал для наблюдения не множество, а лишь одну пару признаков гороха. В одних случаях он выяснял наследование окраски горошин (желтой или зеленой), в других — их формы (гладкой или морщинистой) и т. д.

В-четвертых, для получения большой выборки для анализа результатов опытов Мендель скрещивал одновременно не одну пару растений, а несколько родительских пар.

В-пятых, Г. Мендель вел подсчет потомства, которое появлялось в результате каждого скрещивания. Эта математическая обработка результатов опытов позволила ему выявить закономерности наследования признаков.

Вопрос 2. Почему для опытов Г. Менделя был удачным выбор гороха?

Горох садовый — растение, не требующее каких-то особых условий выращивания, с коротким периодом созревания, по-

зволяющим собирать урожай несколько раз в году. У гороха множество сортов, отличающихся друг от друга хорошо заметными признаками. Кроме того, это растение самоопыляемое, что очень важно для проведения опытов по скрещиванию. Экспериментатор может удалить тычинки у цветка одного растения, а опылить его пыльцой совершенно другого экземпляра.

Вопрос 3. Какие гены называются аллельными?

Гены, отвечающие за проявление одного и того же признака (например, окраски семян) и расположенные в одном и том же локусе (участке) гомологичных хромосом, называют *аллельными*.

Вопрос 4. Чем гомозиготный организм отличается от гетерозиготного?

Гомозиготные организмы содержат в гомологичных хромосомах два одинаковых аллельных гена. У гетерозиготных организмов аллельные гены различны, например, один определяет появление желтой окраски семян, а другой — зеленой.

Вопрос 5. В чем суть гибридологического метода?

Гибридологический метод, предложенный Грегором Менделем, предусматривает скрещивание родительских пар, отли-

чающихся между собой рядом признаков, и последующий учет соотношений комбинаций этих признаков у потомков.

Вопрос 6. Сформулируйте закон чистоты гамет.

Закон чистоты гамет можно сформулировать следующим образом: при образовании половых клеток (гамет) в каждую из них попадает один ген из пары аллельных генов, так как лишь одна хромосома из пары гомологичных хромосом в процессе мейоза попадает в гамету.

Во времена Г. Менделя не были открыты процессы деления клеток, хромосомы и гены, однако гениальность чешского экспериментатора заключалась в том, что гипотезу чистоты гамет он сформулировал на основе анализа своих опытов. Гены Мендель называл *элементами наследственности*. Он утверждал, что в каждой соматической клетке этих элементов по два (говоря современным научным языком, два аллельных гена), а в половую клетку попадает лишь один наследственный элемент из пары.

Вопрос 7. Что такое моногибридное скрещивание?

Моногибридным называют скрещивание родительских пар, отличающихся между собой лишь по одному признаку (окраске цветка, форме семян и т. д.).

Вопрос 8. Какой признак называется доминантным; рецессивным?

Доминантным называют такой признак из пары, который у гибридов подавляет проявление другого.

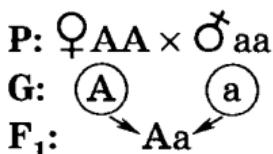
Рецессивный признак — это признак, подавляемый доминантным.

Одну пару признаков обозначают какой-либо буквой алфавита: доминантный — прописной (A), а рецессивный — строчной (a).

Вопрос 9. В чем суть правила единообразия гибридов первого поколения? Проиллюстрируйте свой ответ схемой.

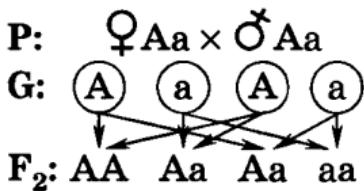
Гибриды первого поколения, полученные от двух чистых линий (гомозиготных организмов, отличающихся между собой одной парой признаков), оказываются единообразными и имеют признак одного из родителей. Так, гибриды первого поколения от скрещивания гороха с желтыми и зелеными семенами имели желтые семена.

A — желтый цвет семян, a — зеленый цвет семян.



Вопрос 10. Сформулируйте правило расщепления. Нарисуйте схему скрещивания гибридов первого поколения.

При скрещивании между собой гибридов первого поколения (двух гетерозиготных организмов) в потомстве наблюдается расщепление по вариантам анализируемого признака в отношении 3 : 1. То есть во втором поколении, помимо растений с желтыми семенами (доминантный признак), появляются экземпляры с зелеными семенами (рецессивный признак), их количество составляет $\frac{1}{4}$ от общего числа потомков.



3.6. Неполное доминирование.

Генотип и фенотип.

Анализирующее скрещивание

Вопрос 1. Какое расщепление по фенотипу происходит во втором поколении при неполном доминировании?

При неполном доминировании во втором поколении происходит расщепление потомства в отношении 1 : 2 : 1 как по ге-

нотипу ($AA : Aa : Aa : aa$), так и фенотипу ($\frac{1}{4}$ особей несет доминантный признак, для $\frac{2}{4}$ характерно неполное проявление доминантного признака и $\frac{1}{4}$ — рецессивный признак).

Вопрос 2. Что такое фенотип?

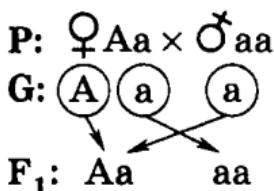
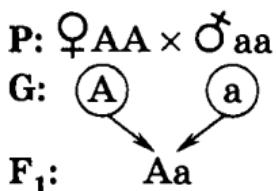
Фенотип — совокупность всех признаков организма на определенной стадии онтогенеза.

Вопрос 3. Всегда ли по фенотипу можно определить генотип?

По фенотипу далеко не всегда можно определить генотип. Например, растение с желтыми семенами может иметь генотип AA (гомозиготная особь) или Aa (гетерозиготный организм). Точно определить генотип можно у организма с проявлением рецессивного признака и в том случае, если экспериментатор уверен, что этот признак подавляемый. Например, зная, что у гороха зеленый цвет семян является рецессивным, можно утверждать, что генотип у растения с зелеными семенами — aa .

Для определения искомого генотипа используется анализирующее скрещивание. При этом особь с неизвестным гено-

тиром скрещивают с организмом, гомозиготным по рецессивному гену (aa), а затем анализируют полученное потомство. Если все потомки единообразны, то искомый генотип особи AA , если половина гибридов имеет доминантный, а половина — рецессивный признак, то в скрещивании участвовал гетерозиготный организм (Aa).



Вопрос 4. Исходно зная генотип, можно ли предсказать фенотип?

Если экспериментатор знает, какой из пары аллельных генов доминантный, а какой — рецессивный, если известен тип доминирования (полное или неполное), то по генотипу можно предсказать фенотип.

Рассмотрим моногибридное скрещивание. Например, ген A определяет черную окраску шерсти у собак, а — коричневую, доминирование полное, т. е. доминантный ген полностью подавляет рецессивный. В этом случае животные с генотипом AA или Aa будут черными, а с генотипом aa — коричневыми.

Если же ген А определяет красную окраску венчика цветка ночной красавицы, а — белую и имеет место неполное доминирование, то у потомков с генотипом АА будут красные цветки, с генотипом aa — белые, а гетерозиготные особи будут иметь розовый (промежуточный) оттенок.

Вопрос 5. Зная фенотип, можно ли угадать генотип?

Угадать генотип при известном фенотипе нельзя (за исключением генотипа особи с рецессивным признаком), а вычислить, используя анализирующее скрещивание, можно.

3.7. Дигибридное скрещивание. Закон независимого наследования признаков

Вопрос 1. Как вы думаете, часто ли в природе встречается дигибридное скрещивание?

Если экспериментатор выбирает для последующего анализа две пары признаков и скрещивает между собой организмы, четко различающиеся по этим двум признакам, то он осуществляет дигибридное скрещивание. На самом деле каждый организм — носитель множества разнообразных признаков. В природе никто не отбирает признаки для анализа. И говорить

о том, насколько часто в природе происходит дигибридное скрещивание, неправильно.

Вопрос 2. Сколько видов гамет образуется у гибридов первого поколения при дигибридном скрещивании?

При скрещивании гибридов первого поколения при дигибридном скрещивании у каждого из родителей образуется четыре вида гамет. Это происходит потому, что гены, отвечающие за эти признаки, расположены в разных парах гомологичных хромосом. При мейозе в каждую гамету попадает одна хромосома из пары. Хромосомы (а следовательно, и гены) могут комбинироваться в разных сочетаниях. Две пары хромосом дают четыре варианта сочетаний генов: АВ, Ав, аВ, ав.

3.8. Сцепленное наследование признаков. Закон Т. Моргана. Перекрест

Вопрос 1. Что собой представляют хромосомы?

Хромосомы — особые, интенсивно окрашивающиеся структуры ядра, хорошо различимые в микроскоп при делении клетки, являющиеся носителями генетического материала. Каждая хромосома содержит молекулу ДНК, соединенную

с особым белком, придающим ей компактность. Участки ДНК, в которых записана информация о первичной структуре белка, называют *генами*. В каждой хромосоме содержится множество генов.

Функция хромосом — точное распределение наследственной информации при делении клетки.

Вопрос 2. Почему не всегда соблюдается правило независимого наследования признаков Г. Менделя?

Независимое наследование признаков наблюдается лишь тогда, когда гены, отвечающие за рассматриваемые признаки, расположены в разных парах гомологичных хромосом. В этом случае эти гены попадают в разные гаметы.

Когда гены, определяющие анализируемые признаки, расположены в одной хромосоме, то они попадают в одну гамету. В этом случае имеет место сцепленное наследование.

Вопрос 3. Когда происходит перекрест? В чем его суть и биологическое значение?

В профазе первого деления мейоза гомологичные хромосомы сближаются и соединяются по всей длине (конъюгируют). В этот момент происходит обмен участками гомологичных хромосом. Образуются

перекомбинированные хромосомы с новыми сочетаниями генов. Это явление обмена генами в процессе мейоза между двумя гомологичными хромосомами носит название *перекреста*. Его биологическое значение состоит в увеличении разнообразия комбинаций генов, а следовательно, и особей с различными сочетаниями признаков.

3.9. Взаимодействие генов

Вопрос 1. Какие виды взаимодействия аллельных генов вы знаете?

Полное доминирование. Этот тип взаимодействия аллельных генов сводится к тому, что доминантный ген полностью подавляет действие рецессивного. При скрещивании чистых линий (двух гомозиготных организмов), различающихся между собой парой признаков, все потомки первого поколения будут единообразными и иметь признак одного из родителей. Например, при скрещивании чистых линий гороха (с желтыми и зелеными семенами) все растения первого поколения имели желтые семена, так как ген, отвечающий за желтую окраску, был доминантным.

При скрещивании двух потомков первого поколения (двух гетерозиготных орга-

низмов) во втором поколении наблюдается расщепление в отношении 1 : 2 : 1 по генотипу и 3 : 1 — по фенотипу.

Неполное доминирование. Данный тип взаимодействия аллельных генов характеризуется тем, что доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного гена, в результате у гетерозиготных организмов наблюдается промежуточное проявление признака. Например, при скрещивании чистых линий ночной красавицы (с белыми и красными цветками) все первое поколение обладало розовыми цветками, что подтверждает характер неполного доминирования. Во втором поколении, полученном при скрещивании гетерозигот с розовой окраской венчика, наблюдалось расщепление в отношении 1 : 2 : 1 по генотипу и по фенотипу ($\frac{1}{4}$ цветков были красными, $\frac{2}{4}$ — розовыми и $\frac{1}{4}$ — белыми).

Кодоминирование (независимое проявление). Это особый тип взаимодействия аллельных генов, при котором в случае образования гетерозиготы каждый из аллельных генов вызывает в фенотипе проявление контролируемого им признака. Примером кодоминирования служит наследование групп крови человека по системе АВО. Антигены групп крови определяют три гена Ia I_b I_O, причем Ia I_b являются доминантными, I_O — рецессив-

ным геном. Сочетание каких-либо двух аллелей из трех возможных определяет группу крови человека. Причем если в зиготе оказываются два доминантных гена Ia I_b, то каждый из них проявляет свое действие.

| Группа крови (фенотип) | Возможные генотипы |
|---------------------------|---|
| O | I _a I _a |
| A | I _a I _b , I _a I ₀ |
| B | I _b I _b , I _b I ₀ |
| AB | I _a I _b |

Вопрос 2. Чем доминирование отличается от эпистаза?

Доминирование (полное и неполное) сводится к тому, что взаимодействуют два аллельных гена, один из которых — доминантный (например, A) — всегда в той или иной степени подавляет рецессивный ген (a). При эпистазе взаимодействуют нейтральные гены, при этом один (например, W) подавляет проявление другого (например, Y).

Пример: W — определяет белую окраску тыкв, w — окрашенные плоды; Y — желтую окраску, y — зеленую окраску плода.

В результате скрещивания родительских особей с белыми WWYY и зелеными плодами все гибриды первого поколения будут иметь белые плоды WwYy, так как ген W подавляет ген Y.

Вопрос 3. Как вы думаете, физическая выносливость человека определяется одним или многими генами?

Физическая выносливость человека определяется множеством признаков. Физически выносливым человеком можно назвать того, кто способен выдержать серьезные нагрузки, благодаря хорошо функционирующему дыхательной и сердечно-сосудистой системам, развитому и натренированному опорно-двигательному аппарату, уравновешенной нервной системе, помогающей контролировать физические нагрузки и распределять силы, и многим другим признакам. Такие возможности человека определяет не один, а множество генов.

3.10. Генетика пола.

Сцепленное с полом наследование

Вопрос 1. От чего зависит пол ребенка у человека — от хромосом яйцеклетки или хромосом сперматозоидов?

Хромосомный набор человека составляет 46 хромосом, из которых 44 являются

неполовыми хромосомами (аутосомами) и на принадлежность к полу не влияют, а 2 — половыми хромосомами, то или иное сочетание которых определяет пол ребенка.

У женщины половые хромосомы представлены одинаковыми Х-хромосомами (XX), у мужчин половые хромосомы различны: помимо Х-хромосомы содержится еще и Y-хромосома (XY). Поэтому в любой яйцеклетке всегда находится одна Х-хромосома из двух, а в сперматозиде — или X-, или Y-хромосома. Пол ребенка зависит от того, каким сперматозидом будет оплодотворена яйцеклетка. Если он окажется с Y-хромосомой, то рождается мальчик, полный кариотип которого — 44 + XY.

Вопрос 2. Сколько аутосом у дрозофилы; у человека?

Аутосомы — неполовые хромосомы, одинаковые у женской и мужской особи. У дрозофилы их три пары, а у человека — двадцать две. Полный набор хромосом дрозофилы — 6 + XX (XY), человека — 44 + XX (XY).

Вопрос 3. Какие признаки называют сцепленными с полом?

Признаки, определяемые генами, расположенными в половых хромосомах, на-

зывают *сцепленными с полом*. Так, в X-хромосоме находится ген, отвечающий за нормальную свертываемость крови. Этот ген (его обозначают буквой Н) — доминантный и подавляет проявление рецессивного гена (h), определяющего пониженную свертываемость крови. При попадании X-хромосомы с рецессивным геном h в мужской организм действие гена обнаруживается в виде страшного заболевания — гемофилии, выражющейся в неспособности крови к свертыванию.

3.11. Закономерности изменчивости: модификационная изменчивость. Норма реакции

Нет вопросов после параграфа.

3.12. Закономерности изменчивости: мутационная изменчивость

Вопрос 1. В чем основные различия между модификациями и мутациями?

Модификационная изменчивость — фенотипическая, т. е. не затрагивает генотипа. Поэтому модификации не передаются из поколения в поколение. Если фактор, ее вызывающий, прекращает свое действие, то через какое-то время модификация может исчезнуть. Мутационная из-

менчивость представляет собой изменения генотипа, возникающие под влиянием факторов внешней и внутренней среды, относится к генотипической, т. е. мутации передаются из поколения в поколение.

Модификации носят адаптивный характер: благодаря им организм приспособливается к изменившимся условиям среды. Например, загар, образующийся при избыточной инсоляции, служит защитой глубоких слоев кожи и других органов и тканей от сильного ультрафиолетового излучения. Это происходит благодаря пигменту меланину, который на солнце образуется в коже в больших количествах. Мутации же далеко не всегда являются полезными. Часто они вредны для организма и снижают жизнеспособность особи.

Модификации носят групповой характер: в одинаковых условиях все особи одного вида изменяются сходным образом. Кроме того, зная, какой фактор действует на группу организмов одного вида, можно предположить, в каком направлении произойдут изменения. Мутации возникают внезапно, ненаправленно, один и тот же мутаген у разных организмов может вызвать разные мутации.

Вопрос 2. Какие мутации вы знаете?

Генные, или точечные, мутации затрагивают структуру гена, т. е. происходит нарушение последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. Например, нарушение в последовательности нуклеотидов АГГЦЦА может быть связано с потерей (АГ_ЦЦА), с добавлением (АГГТЦЦА) или заменой (АГТЦЦА) одного из них.

Результатом генных мутаций является образование нового белка. Даже один измененный нуклеотид может оказать большое влияние на жизнеспособность организма. Если новый белок, появившийся при участии мутантного гена, будет сильно отличаться по своей структуре и свойствам от первоначального, организм может погибнуть. Несущественные изменения в белке не отразятся на жизнеспособности особи.

Хромосомные мутации связаны с изменением структуры хромосом. Структура хромосомы изменяется при нарушении порядка расположения в ней генов. Так, правильная последовательность A-B-C-D-E-F при утрате участка может превратиться в A- -C-D-E-F, а при внезапном удвоении — в A-B-C-D-C-D-E-F. Могут быть и другие изменения.

Число хромосом также подвержено изменениям. В этом случае имеют место так называемые ***геномные мутации***.

Геном — совокупность генов, характерных для гаплоидного набора хромосом в организме определенного вида. Если число хромосом удваивается, утраивается, т. е. увеличивается на целые хромосомные наборы, то речь идет о полипloidии (от греч. *poly*plos — многократный, *eidos* — вид). Возникает ***полиплоидия*** в результате нарушения расхождения хромосом в мейозе.

Хромосомный набор может увеличиваться или уменьшаться на одну, две и более хромосом. Такие мутации, как правило, влекут за собой нарушения в строении и функционировании жизненно важных систем органов. Болезнь Дауна — классический пример подобной мутации: у людей с таким заболеванием в 21-й паре три хромосомы.

Вопрос 3. Чем можно искусственно увеличить число мутаций?

Число и многообразие мутаций можно увеличить, используя мутагены. К ***мутагенам*** — факторам, вызывающим мутации, относят в первую очередь ионизирующее излучение. Радиация увеличивает число мутаций в сотни раз. Мутагенами

являются также ультрафиолетовая радиация, различные химические соединения, в том числе токсичные для организма вещества.

Вопрос 4. Какие мутации встречаются чаще — полезные или вредные?

Так как мутации — нарушения отрегулированного в течение миллионов лет естественным отбором генотипа, то в основном они вредны для организма, даже нередко приводят к гибели особи. Иногда мутации могут быть выгодны организму в определенных условиях. Например, на островах часты сильные ветры, и летающие насекомые часто гибнут. В этих условиях благодаря мутациям появились бескрылые формы, которые оказались в более выгодных условиях, чем насекомые с крыльями.

3.13. Основы селекции. Работы Н. И. Вавилова

Вопрос 1. Почему теоретической основой селекции является генетика?

Селекция — наука о методах создания новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов с полезными для человека признаками. Известно, что

свойства живых организмов обусловлены их нормой реакции на основе определенного генотипа и подвержены модификационной и наследственной изменчивости. Поэтому развитие селекции основано на закономерностях генетики.

Вопрос 2. Почему большинство культурных растений погибнет без человека?

Новые сорта растений, штаммы бактерий, породы животных, выведенные в результате селекции, сильно отличаются от исходных диких видов. Дело в том, что человек отбирает те признаки, которые удовлетворяют его потребности в получении хорошего урожая, мясной или молочной продукции и т. д. Но в условиях дикой природы часто эти качества организмов оказываются вредными, резко снижающими их жизнеспособность. Среди сортов культурных растений много таких, которые созданы путем искусственного мутагенеза и обладают свойствами, ценными для человека, но при этом требуют особого ухода и специальной агротехники выращивания. Выведены сорта культурных растений, плоды которых не имеют семян, в искусственных условиях эти культуры размножают лишь вегетативным путем.

Вопрос 3. Почему центры многообразия культурных растений совпадают с теми местами, где располагались великие цивилизации?

Именно там, в местах естественного произрастания, человек производил первичный отбор и размножение наиболее продуктивных разновидностей растений. Все это, в совокупности с благоприятными природными условиями, могло стать причиной укрепления и дальнейшего развития поселений человека. И, как следствие, мы можем указывать на эти центры многообразия культурных растений как на места, где располагались великие цивилизации.

3.14. Основные методы селекции растений, животных и микроорганизмов

Вопрос 1. Перечислите методы селекционной работы.

Основные методы селекции включают отбор, гибридизацию, полиплоидию, искусственный мутагенез.

Искусственный отбор — отбор человеком наиболее ценных в хозяйственном отношении особей животных и растений с целью получения от них потомства с желательными признаками. Искусственный отбор является важнейшим мето-

дом селекции и основным фактором, обусловившим многообразие пород домашних животных и сортов культурных растений.

Гибридизация — естественное или искусственное скрещивание особей, отличающихся по своим признакам и относящихся к разным сортам, породам, штаммам, видам. В результате гибридизации получают гибриды.

Гибриды образуются путем объединения наследственного материала генотипически разных организмов и характеризуются новыми признаками или новыми их сочетаниями.

В селекции проводят и скрещивание организмов, относящихся к разным видам или даже родам. В этих случаях имеет место *отдаленная гибридизация* — довольно сложный процесс, так как у организмов, относящихся к разным видам и тем более к разным родам, различный генетический материал (число и строение хромосом). Очень часто такое скрещивание приводит к образованию бесплодных (стерильных) гибридов, не дающих потомства. Однако благодаря кропотливой работе ученых-селекционеров получены межродовые гибриды, способные размножаться.

Искусственный мутагенез — метод селекции, основанный на воздейст-

вии на организмы мутагенов, вызывающих различные мутации. На основе этих мутаций часто создаются новые сорта и штаммы. В качестве мутагенов обычно используют ультрафиолетовое и рентгеновское облучение, воздействие нейтронами или химическими веществами. Особенно широко искусственный мутагенез используют при выведении новых штаммов микроорганизмов.

Полиплоидия — получение полиплоидов, т. е. организмов, у которых число хромосом увеличено в два, три и более раз. Этот процесс осуществляется путем воздействия на делящуюся клетку различными факторами, прерывающими расхождение хромосом к полюсам. В результате действия химических веществ, ионизирующего излучения, высокой или низкой температуры деление клетки нарушается, и она становится, например, тетрапloidной ($4n$). Полиплоиды обладают большей урожайностью, богаче питательными веществами и более устойчивы к неблагоприятным факторам среды.

Вопрос 2. Чем массовый отбор отличается от индивидуального?

Массовый отбор характеризуется тем, что его проводят только по фенотипу, т. е. с учетом лишь совокупности призна-

ков организма. Из потомства берут особей с нужными признаками и снова скрещивают их между собой. Массовый отбор обычно применяют для перекрестно опыляемых растений и для животных. Направлен этот отбор на поддержание данной породы или определенного сорта на заданном хозяйственном уровне.

При индивидуальном отборе выбирают отдельную особь и при последующих самоопылении у растений или близкородственных скрещиваниях у животных выводят чистые линии. Чистые линии — группы генетически однородных (гомозиготных) организмов — являются ценным материалом селекции.

Вопрос 3. Что такое гетерозис?

Гетерозис проявляется в повышенной мощности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами. При скрещивании родительских форм, принадлежащих к разным породам или сортам (к разным чистым линиям), у гибридов первого поколения наблюдается явление, называемое *гетерозисом*.

Гетерозис проявляется в том, что гибриды обладают выдающимися качествами (большим ростом, весом, устойчивостью к заболеваниям и т. п.) по сравнению с родительскими формами. Главная причина

гетерозиса заключается в том, что у гетерозигот, коими являются гибриды первого поколения, в фенотипе не обнаруживаются вредные рецессивные аллели генов.

Глава 4. Популяционно-видовой уровень

4.1. Критерии вида

Вопрос 1. Что такое вид?

Видом называют совокупность организмов, характеризующихся общностью происхождения, обладающих наследственным сходством всех признаков и свойств и способных к бесконечному воспроизведению самих себя при скрещивании.

Вопрос 2. Какие критерии вида вам известны?

Критериями вида называют характерные признаки и свойства, по которым одни виды отличаются от других. Не существует абсолютного критерия вида. Различные критерии только в совокупности дают возможность отличить один вид от другого.

Морфологический критерий — сходство внешнего и внутреннего строения организмов.

Физиологический критерий — сходство всех процессов жизнедеятельности,

и прежде всего сходство размножения, что определяет возможность получения потомства при скрещивании.

Генетический критерий — характерный для каждого вида набор хромосом, их размеры, форма, состав ДНК.

Экологический критерий — место вида в природных сообществах организмов, его специализация, наборы факторов внешней среды, необходимых для существования вида.

Географический критерий — область распространения вида в природе (ареал).

Исторический критерий — общность предков, единая история возникновения и развития вида.

Вопрос 3. Сколько видов обитает на нашей планете?

Ученые предполагают, что Землю населяет примерно в три раза больше видов, чем зарегистрировано на сегодняшний день, вероятно, эта цифра составляет 4—5 млн.

4.2. Популяции

Вопрос 1. Что такое популяция?

Популяция — это группа организмов одного вида, обладающих способностью свободно скрещиваться и неограниченно

долго поддерживать свое существование в данном районе.

Вопрос 2. Почему биологические виды существуют в форме популяций?

Существование биологических видов требует соответствующих условий и необходимых для поддержания жизни ресурсов. Подходящие для того или иного вида условия формируются в пространстве как бы в виде отдельных «островков». Виды заселяют эти подходящие им «островки» и потому распространены по территории не равномерно, а отдельными группами — популяциями.

Вопрос 3. Какие свойства могут характеризовать популяцию как группу организмов?

Популяцию как группу организмов характеризуют свойства, которые нельзя применить к отдельным организмам. Эти свойства еще называют *демографическими показателями*. Среди них можно назвать: *обилие* (общее число организмов), *рождаемость* (скорость прироста численности), *смертность* (скорость сокращения численности в результате гибели особей), *возрастной состав* (соотношение численности разновозрастных особей).

Вопрос 4. В чем состоит практическое значение изучения популяций? Приведите примеры.

Изучение популяций важно для прогнозирования происходящих в них изменений и их регулирования. Например, при заготовках древесины очень важно знать скорость восстановления леса, чтобы правильно планировать интенсивность рубок. Аналогична ситуация с популяциями животных, которые используются человеком для получения пищевого или пушного сырья.

Практически значимо с медико-санитарной точки зрения изучение популяций мелких грызунов — носителей возбудителя опасного для человека заболевания — чумы.

4.3. Биологическая классификация

Вопрос 1. Какова цель классификации организмов?

Развитие биологической науки привело к накоплению огромного фактического материала о различных объектах живой природы. Поэтому основной целью классификации организмов является создание единой системы описания биологических видов, которую принимали бы к использованию во всех странах мира.

Вопрос 2. Что такое двойное название видов?

Двойное название видов — это система описания систематического положения биологического вида. Она существует уже около 200 лет. Эта система была создана шведским натуралистом Карлом Линнеем, который использовал для названия организмов латынь — традиционный научный язык средневековья. Первое в названии вида слово представляет собой название рода, а второе — видовой эпитет.

Вопрос 3. Что называют систематическими категориями?

Систематические категории — это название групп, в которые объединяют организмы по сходству строения и степени родства в систематике. Например: *вид, род, семейство, отряд, класс, тип, царство*.

Виды объединяются в роды, роды объединяются в семейства, семейства — в отряды, отряды — в классы, классы — в типы, типы — в царства. Каждая из категорий отражает сходство все более и более общих характеристик организмов. Такие системы, в которых высшие категории последовательно включают в себя более и более низкие категории, называются *иерархическими*.

Вопрос 4. Почему современная классификация называется естественной?

Современная классификация называется естественной, так как она основывается на многих признаках организма, отражает степень родства с другими организмами и позволяет предсказывать наличие у него тех или иных свойств в зависимости от систематического положения.

Глава 5. Экосистемный уровень

5.1. Сообщество, экосистема, биогеоценоз

Вопрос 1. Какие из известных вам сообществ и экосистем имеют более или менее четкие границы?

Относительно четкие границы имеет биогеоценоз. Граница биогеоценоза устанавливается, как правило, по границе растительного сообщества (фитоценоза) — важнейшего у компонента биогеоценоза. Например, ельник-кисличник.

Особенно четкие границы характерны для искусственных ценозов — агроценозов.

Вопрос 2. Можно ли считать сообществом все популяции птиц, населяющие лесной массив?

Популяции птиц, населяющие лесной массив, нельзя считать сообществом, так

как этим термином называют совокупность популяций всех видов растений и животных, длительное время сосуществующих в определенном пространстве и представляющих собой определенное экологическое единство.

Вопрос 3. Какие факторы неживой природы влияют на растительный и животный мир сообщества?

На растительный и животный мир сообщества влияют такие факторы неживой природы, как температура, влажность, давление, физические свойства и химический состав среды обитания, особенности рельефа, солнечная радиация и др.

5.2. Состав и структура сообщества

Вопрос 1. Какие факторы увеличивают видовое богатство сообщества?

Видовое разнообразие сообщества зависит от следующих факторов:

1) географическое положение (при движении с севера на юг в Северном полушарии Земли, и наоборот, в Южном островная фауна обычно беднее, чем на материке, причем она тем беднее, чем меньше остров и чем более он удален от материка);

2) климатические условия (в районах с мягким устойчивым климатом, с обильными и регулярными осадками, без сильных заморозков и сезонных колебаний температур видовое богатство выше, чем в районах, находящихся в зонах сурового климата);

3) длительность развития (чем больше времени прошло с момента образования сообщества, тем выше его видовое богатство).

Вопрос 2. Какое значение имеют редкие виды?

Для поддержания жизни редких видов требуются строго определенные сочетания различных факторов окружающей среды (температуры, влажности, состава почв, определенных видов пищевых ресурсов и др.), что во многом зависит от нормального функционирования экосистемы. Редкие виды обеспечивают высокий уровень видового разнообразия и являются лучшими показателями (индикаторами) состояния сообщества в целом.

Вопрос 3. Какие свойства сообщества характеризует разнообразие видов?

Разнообразие видов — показатель благополучия сообщества или экосистемы в целом, так как его уменьшение часто

указывает на неблагополучие гораздо раньше, чем изменение общего числа живых организмов.

Разнообразие видов — признак устойчивости сообществ, т. е. чем больше разнообразие, тем более устойчивым является сообщество к внезапным изменениям условий окружающей среды. Это связано с тем, что в случае исчезновения какого-либо вида его место займет другой вид, близкий по специализации к выбывшему из сообщества.

Вопрос 4. Что такое пищевая цепь и пищевая сеть? В чем их значение?

Разные виды организмов в сообществе тесно связаны друг с другом пищевыми связями. Для любого сообщества можно составить схему всех пищевых взаимосвязей — *пищевую сеть*. Пищевая сеть состоит из нескольких *пищевых цепей*. Простейший пример пищевой цепи: растение — растительноядное насекомое — насекомоядная птица — хищная птица.

По каждой из пищевых цепей, образующих пищевую сеть, передаются вещества и энергия, т. е. осуществляется вещественно-энергетический обмен. Реализация всех связей в сообществе, в том числе пищевых, способствует поддержанию его целостности.

5.3. Потоки вещества и энергии в экосистеме

Вопрос 1. Какую роль в сообществе играют автотрофные организмы, какую — гетеротрофные?

Автотрофные организмы в сообществе производят (продуцируют) первичное биологическое (органическое) вещество и запасают в нем энергию. От этих веществ косвенно зависят все остальные элементы природного сообщества — гетеротрофы, которые усваивают, перестраивают и разлагают готовые органические вещества. Осуществление автотрофами и гетеротрофами своих функций в природном сообществе обеспечивает осуществление круговорота веществ и потока энергии в природе.

Вопрос 2. Какому правилу подчиняется изменение скорости потока энергии по пищевой цепи?

При перемещении энергии по пищевой цепи с одного уровня на другой скорость ее потока (т. е. количество энергии, перешедшей с одного трофического уровня на другой в единицу времени) резко снижается. Подсчитано, что на любой трофический уровень поступает около 10% энергии предыдущего уровня. Поэтому общее число трофических уровней редко превышает три-четыре.

Вопрос 3. Что такое перевернутая пирамида численности?

Пирамиды численности отражают только собственно численность организмов на каждом трофическом уровне, но не скорость самовозобновления организмов. Если скорость размножения популяции жертвы высока, то даже при низкой численности такая популяция может быть достаточным источником пищи для хищников, имеющих более высокую численность, но низкую скорость размножения. По этой причине пирамиды численности могут быть перевернутыми. Примеры перевернутой пирамиды численности:

- на одном дереве может жить и кормиться множество насекомых;
- в водных экосистемах первичные продуценты (фитопланктон) быстро делятся и поддерживают большую численность их потребителей (зоопланктона), которые имеют длительный цикл воспроизведения.

Вопрос 4. Назовите виды животных и растений, занимающих смежные трофические уровни и находящихся в единой пищевой цепи.

Единую пищевую цепь образуют виды животных и растений, занимающие смежные трофические уровни. Например, одну цепь могут составлять: крапива (продуцент) — тля (консумент первого порядка)

ка) — личинка божьей коровки (консумент второго порядка) — синица (консумент третьего порядка). Другой пример: фитопланктон — зоопланктон — плотва — щука.

5.4. Продуктивность сообщества

Вопрос 1. Будет ли устойчивым сообщество, если продукция одного трофического уровня превысит пищевые потребности организмов следующего уровня? Какие процессы могут происходить в этих случаях?

В сообществе, сохраняющем устойчивое состояние, фактическая продукция данного трофического уровня должна покрывать пищевые потребности организмов следующего уровня; в противном случае общий запас биологического вещества данного трофического уровня будет неуклонно снижаться из-за выедания.

Если продукция одного трофического уровня превысит пищевые потребности организмов следующего уровня, то дальнейшее развитие событий (процессов) зависит от того, о каком трофическом уровне идет речь. Если это продуценты — автотрофные растения, то, вероятно, будет иметь место накопление отмерших частей этих растений (типичные примеры: заиливание водоемов, образование торфя-

ников и т. п.). Если это консументы I порядка, то в случае увеличения их численности произойдет выедание ими основных пищевых объектов (продуцентов) и, как следствие, начнется гибель растительноядных животных из-за недостатка пищи.

Вопрос 2. Будет ли сохраняться неизменной величина популяции, если хищники за год выедают такое количество животных, биомасса которых равна по величине их общей годовой продукции?

Если хищники за год выедают такое количество животных, биомасса которых равна по величине их общей годовой продукции, то численность популяции этих животных вполне может оставаться неизменной. Подобные взаимоотношения между популяциями, когда продукция данного трофического уровня покрывает пищевые потребности следующего уровня, является важнейшим условием существования сообщества, сохраняющего устойчивое состояние.

5.5. Саморазвитие экосистемы

Вопрос 1. В чем заключается главная особенность экологической сукцессии?

Главная особенность экологической сукцессии состоит в том, что изменения

сообщества всегда происходят в направлении, возвращающем его к равновесному состоянию, т. е. каждая стадия сукцессии представляет собой определенное сообщество с преобладанием тех или иных видов и жизненных форм. Они сменяют друг друга, пока не наступит состояние равновесия.

Вопрос 2. В чем различия между первичной и вторичной сукцессией? Приведите примеры.

Сукцессия, которая начинается на лишенном жизни месте (например, на вновь образовавшейся песчаной дюне), называется первичной сукцессией. Термин «вторичная сукцессия» относится к сообществам, которые развиваются на месте уже существовавшего ранее сформированного сообщества.

Как пример первичной сукцессии можно назвать поселение накипных и листоватых лишайников на камнях. Со временем выделения лишайников образуют на каменистом субстрате некое подобие почвы, где поселяются все более высокоорганизованные растения — кустистые лишайники, зеленые мхи, травы и другие растения.

Примером вторичной сукцессии являются изменения, происходящие после

раскорчевки и запашки площадей, занятых прежде лесом (если, конечно, распаханный участок оставлен и впоследствии не обрабатывается), или после порубки леса, устройства пруда и т. д.

Вопрос 3. Назовите главные типы сукцессионных изменений.

Сукцессия — это последовательная смена одних сообществ другими на определенной территории.

Различают первичную и вторичную сукцессию.

Сукцессия, которая начинается на лишенном жизни месте (скалах, обрывах, наносах рек, сыпучих песках), называется *первичной*.

Вторичная сукцессия начинается в том случае, если в уже сложившихся сообществах частично нарушены установившиеся взаимосвязи (в результате вырубки, пожара, вспашки и т. д.), т. е. носит восстановительный характер.

Вопрос 4. Какими факторами определяется продолжительность сукцессии?

Продолжительность сукцессии определяется:

— исходной структурой сообщества, т. е. типом сукцессии — первичная она или вторичная (первая более длительная);

— периодическими изменениями климата, т. е. бури, засухи, пожары могут не только замедлить или прервать сукцессию, но и возвратить систему в начальное состояние.

Глава 6. Биосферный уровень

6.1. Биосфера. Среды жизни

Вопрос 1. Назовите основные особенности жизни организмов в водной среде, в наземно-воздушной среде, в почве.

Особенности жизни организмов в водной среде, наземно-воздушной среде и в почве определяются физическими и химическими свойствами этих сред жизни. Эти свойства оказывают значительное влияние на действие других факторов неживой природы — стабилизируют сезонные колебания температуры (вода и почва), постепенно изменяют освещенность (вода) или полностью ее исключают (почва) и т. п.

Вода — плотная по сравнению с воздухом среда, обладающая выталкивающей силой и являющаяся хорошим растворителем. Поэтому многие организмы, обитающие в воде, характеризуются слабым развитием опорных тканей (водные растения, простейшие, кишечнополостные

и т. п.), особыми способами передвижения (парение, реактивное движение), особенностями дыхания и приспособлениями к поддержанию постоянства осмотического давления в клетках, образующих их тела.

Плотность воздуха гораздо ниже плотности воды, поэтому у наземных организмов сильно развиты опорные ткани — внутренний и наружный скелет.

Почва — это верхний слой суши, преобразованной в результате жизнедеятельности живых существ. Между частицами почвы имеются многочисленные полости, которые могут быть заполнены водой или воздухом. Поэтому почву населяют как водные, так и воздуходышащие организмы.

Вопрос 2. Какие приспособления выработались у организмов к обитанию в водной среде?

Водная среда является более плотной, чем воздушная, что определяет приспособления к передвижению в ней.

Для активного перемещения в воде необходимы обтекаемая форма тела и хорошо развитая мускулатура (рыбы, головоногие моллюски — кальмары, млекопитающие — дельфины, тюлени).

Планктонные организмы (парящие в воде) имеют приспособления, повышаю-

щие их плавучесть, такие как увеличение относительной поверхности тела за счет многочисленных выростов и щетинок; уменьшение плотности за счет накопления в теле жиров, пузырьков газа (одноклеточные водоросли, простейшие, медузы, мелкие раки).

Для организмов, живущих в водной среде, характерны также приспособления к поддержанию водно-солевого баланса. Пресноводные виды имеют приспособления для удаления избытка воды из организма. Этому, например, служат выделительные вакуоли у простейших. В соленой воде, напротив, приходится защищать организм от обезвоживания, что достигается повышением концентрации солей в теле.

Еще один способ поддерживать свой водно-солевой баланс — это перемещение в места с благоприятным уровнем солености.

И наконец, постоянство водно-солевой среды организма обеспечивают непроницаемые для воды покровы (млекопитающие, высшие раки, водные насекомые и их личинки).

Растениям для жизни необходима световая энергия Солнца, поэтому водные растения обитают только на тех глубинах, куда способен проникнуть свет (обычно не более 100 м). С увеличением глубины обитания в клетках растений изменяется со-

став пигментов, принимающих участие в процессе фотосинтеза, что позволяет улавливать проникающие в глубину части солнечного спектра.

Вопрос 3. Как организмы избегают отрицательного влияния низких температур?

При низких температурах существует опасность остановки обмена веществ, поэтому у организмов выработались особые механизмы приспособления к его стабилизации.

Наименее приспособлены к резким колебаниям температуры растения. При резком понижении температуры ниже 0 °С вода в тканях может превратиться в лед, который способен их повредить. Но растения способны выдерживать небольшие отрицательные температуры путем связывания свободных молекул воды в комплексы, неспособные к образованию кристаллов льда (например, путем накапливания в клетках до 20—30% сахаров или жирных масел).

При постепенном понижении температуры в процессе сезонных климатических изменений в жизни многих растений наступает период покоя, сопровождающийся либо частичным или полным отмиранием наземных вегетативных органов (травянистые формы), либо временным прекращением или замедлением основ-

ных физиологических процессов — фотосинтеза и транспорта веществ.

У животных наиболее надежной защитой от низких температур окружающей среды является теплокровность, но ею обладают не все. Можно выделить следующие пути приспособлений животных к низким температурам: химическую, физическую и поведенческую терморегуляцию.

Химическая терморегуляция связана с увеличением теплопродукции при понижении температуры путем интенсификации окислительно-восстановительных процессов. Этот путь требует расхода большого количества энергии, поэтому животным в суровых климатических условиях необходимо большее количество пищи. Этот вид терморегуляции осуществляется рефлекторно.

Многие холоднокровные животные способны поддерживать оптимальную температуру тела за счет работы мышц. Например, шмели в прохладную погоду разогревают тело дрожью до 32—33 °С, что дает им возможность взлетать и кормиться.

Физическая терморегуляция связана с наличием у животных специальных покровов тела — перьевого или волосяного, которые благодаря своей структуре образуют воздушную прослойку между телом

и окружающей средой, так как известно, что воздух является отличным теплоизолятором. Кроме того, многие животные, обитающие в суровых климатических условиях, накапливают подкожный жир, также обладающий термоизоляционными свойствами.

Поведенческая терморегуляция связана с перемещением в пространстве с целью избегания неблагоприятных для жизнедеятельности температур, созданием убежищ, скучиванием в группы, изменением активности в разное время суток или года.

Вопрос 4. В чем состоят основные особенности организмов, использующих тела других организмов как среду обитания?

Условия жизни внутри другого организма характеризуются большим постоянством по сравнению с условиями внешней среды, поэтому организмы, находящие себе место в теле растений или животных, часто полностью утрачивают органы и системы, необходимые свободноживущим видам (органы чувств, органы передвижения, пищеварения и т. п.), но при этом у них возникают приспособления для удержания в теле хозяина (крючки, присоски и т. п.) и эффективного размножения.

6.2. Средообразующая деятельность организмов

Вопрос 1. В чем проявляется воздействие живых организмов на среду обитания?

В результате воздействия живых организмов на среду обитания могут изменяться ее физические и химические свойства (газовый состав воздуха и воды, структура и свойства почвы и даже климат местности).

Вопрос 2. Какие виды воздействия живых организмов на среду вам известны?

Виды воздействия живых организмов на среду:

1) механическое (изменение механического состава почвы, фильтрация воды и воздуха, перемещение веществ);

2) физико-химическое (изменение химического состава воды, воздуха, почвы, термических, электрических и других характеристик).

Вопрос 3. Какова роль растений в жизни нашей планеты?

Важнейший процесс, происходящий в зеленых растениях, это фотосинтез. Благодаря ему растения производят первичные органические вещества и поставляют в атмосферу кислород, необходимый для

дыхания как самим растениям, так и огромному количеству других организмов, включая человека.

Кроме того, поглощая и испаряя воду, растения оказывают влияние на водный режим их местообитаний. Наличие растительности способствует постоянному увлажнению воздуха. Растительный покров смягчает суточные колебания температуры у поверхности земли (под пологом леса или травы), а также колебания влажности и порывы ветра, оказывает воздействие на структуру и химический состав почв.

6.3. Круговорот веществ в биосфере

Вопрос 1. Какие типы организмов играют основную роль в поддержании круговорота биогенных элементов?

Биогенными называют находящиеся в экосистеме и необходимые для ее жизни элементы — макротрофные и микротрофные. Они постоянно связываются, входя в состав биомассы экосистемы, что снижает их количество, остающееся в среде экосистемы. Если бы организмы не разлагались благодаря деятельности редуцентов (гетеротрофных организмов), то запас питательных веществ исчерпался бы и жизнь экосистемы прекратилась. Поэтому можно утверждать, что именно реду-

центы играют основную роль в поддержании круговорота биогенных элементов.

Вопрос 2. Существует ли строгая связь между биомассой, или продуктивностью, вида и его значением в поддержании функционирования сообщества?

Строгой связи между биомассой, или продуктивностью, вида и его значением в поддержании функционирования сообщества не существует. Популяции многих организмов накапливают и удерживают биогенные вещества, необходимые для поддержания жизни, играя тем самым роль «посредника» в обмене веществ между живой и неживой природой.

Например, моллюски, фильтруя воду и извлекая оттуда мелкие организмы и их остатки, захватывают и удерживают большое количество фосфора. Несмотря на то что роль моллюсков в пищевых цепях прибрежных морских сообществ невелика (они не образуют плотных скоплений с высокой биомассой, их пищевая ценность невысока), эти организмы имеют первостепенное значение как фактор, позволяющий сохранить плодородие той зоны моря, где они обитают.

Аналогична ситуация с бобовыми растениями, которые благодаря клубеньковым бактериям, живущим на их корнях, способствуют фиксации в почве азота.

2. Эволюция органического мира

Глава 7. Основы учения об эволюции

7.1. Развитие эволюционного учения. Ч. Дарвин

Вопрос 1. Как Ж. Б. Ламарк объяснял многообразие видов и приспособленность организмов к конкретным условиям среды?

Ж. Б. Ламарк понимал эволюцию как процесс прогрессивных изменений от одной формы к другой, от простого к сложному. Согласно его идеи, все биологические виды (их многообразие), включая человека, произошли от других видов.

Теория Ламарка основывалась на наследовании приобретенных свойств, полезных для данного организма и являющихся приспособлениями к конкретным условиям среды. Он полагал, что определенные органы или системы органов у животных и растений в процессе их жизнедеятельности упражняются и совер-

шествуются, и эти усовершенствования закрепляются в следующих поколениях.

Вопрос 2. В чем состоят основные положения учения Ч. Дарвина?

1. Организмы изменчивы. Невозможно найти двух полностью тождественных кроликов, волков, ящериц или иных принадлежащих к одному виду животных или растений.

2. Различия между организмами, хотя бы частично, передаются по наследству.

3. Теоретически при благоприятных условиях любые организмы могут размножаться настолько, что в состоянии заполнить Землю, однако такого не случается, так как многие особи погибают, не успев произвести потомство.

4. Те организмы, которые располагают полезными свойствами, имеют большую вероятность выжить по сравнению с другими. Выжившие передают эти свойства своему потомству. Следовательно, эти свойства закрепляются в череде последующих поколений.

Вопрос 3. На каких фактах Дарвин основывал доказательства своей теории?

Факты, на которых Дарвин основывал доказательства своей теории:

- 1) островные растения и животные резко отличаются от близких видов на континенте;
- 2) близкие виды на разных островах различаются по облику, размерам тела, жизненным привычкам на фоне разнообразных условий их обитания;
- 3) найдены ископаемые остатки гигантских ленивца и броненосца, существенно превосходивших размерами своих родственников, все еще населяющих Центральную и Южную Америку;
- 4) сохранение сумчатых и яйцекладущих именно в Австралии, где они оказались в изоляции, а в других местах земного шара вымерли;
- 5) различия между разными породами одного и того же вида одомашненных животных, которые порой даже более значительны, чем между разными видами диких животных;
- 6) каждый организм способен продуцировать больше потомков, чем их может выжить, и только ограниченное количество из них выживает и оставляет свое потомство.

Вопрос 4. Какие факты позволяют говорить о борьбе за существование? Как проявляется эта борьба в природе?

Живые организмы стремятся размножиться в геометрической прогрессии и

теоретически любой организм может заполнить Землю очень быстро.

Фактически этого никогда не случается, так как жизненные ресурсы ограничены и достаются лишь немногим — тем, кто может одержать победу в борьбе за жизнь, или *борьбе за существование*.

Внутривидовая борьба за существование проявляется у разных видов, прежде всего, в конкуренции за кормовые ресурсы и полового партнера. Как правило, прямому столкновению особей препятствуют различные приспособления, среди которых следует выделить метки, обозначающие индивидуальный участок: пение певчих птиц, оставление паучих выделений и т. п. Нарушение границ индивидуального участка нередко сопровождается боями. Реже встречается прямое взаимодействие, например каннибализм.

Межвидовая борьба наиболее ярко проявляется в конкурентных отношениях между видами, занимающими сходную нишу жизни. Типичный пример — взаимоотношения черной и серой крыс. Кроме того, иногда к межвидовой борьбе относят взаимоотношения между хищником и жертвой, паразитом и хозяином. Причем такого рода взаимодействия, как правило, идут на пользу обоим видам, и чем древнее связь, тем более эффектив-

ным является взаимное приспособление и, как следствие, происходит сопряженное эволюционное развитие.

7.2. Изменчивость организмов

Вопрос 1. Что такое изменчивость организмов?

Изменчивостью называют свойство организмов приобретать новые признаки, отличающие их от других организмов того же вида. Изменчивость затрагивает все свойства организмов: черты строения, окраску, физиологию, особенности поведения и пр.

Вопрос 2. Какие виды изменчивости вам известны?

Различают две основные формы изменчивости — ненаследственную и наследственную (генетическую).

Вопрос 3. Что такое наследственная изменчивость популяции? Почему генофонд популяции изменяется во времени?

Наследственная изменчивость популяции — важнейшее свойство этой надорганизменной системы, которое заключается в том, что популяция в целом

способна приобретать признаки, отличающие ее от других популяций того же вида.

Генофонд — сумма всех генотипов, представленных в популяции. Он является важнейшим показателем генетического состава всей популяции. Генофонд популяции изменяется во времени в связи с изменчивостью генотипов и в результате естественного отбора.

Вопрос 4. Какие факты могут служить доказательством приспособительного (адаптивного) характера изменений генофона?

Одним из примеров, доказывающих приспособительный характер изменений генофона популяции, может служить так называемый индустриальный механизм у бересовой пяденицы.

Окраска крыльев этой бабочки имитирует окраску коры берез, на которых эти сумеречные бабочки проводят светлое время суток.

В популяциях, обитающих в индустриальных районах, со временем стали преобладать ранее крайне редкие темные бабочки, а белые, напротив, стали редкими. В генофонах этих популяций изменилась частота аллелей, определяющих соответствующую покровительственную окраску.

7.3. Генетическое равновесие в популяциях и его нарушения

Вопрос 1. Какие изменения генофонда позволяют делать вывод о происходящих в популяции эволюционных изменениях?

О происходящих в популяции эволюционных изменениях можно судить по изменениям внешнего строения организмов, особенностей их поведения и образа жизни и в конечном итоге — по лучшей приспособленности популяции к данным условиям внешней среды. Происходящие изменения являются следствием возрастаания в генофонде частот одних генов и снижения частот других.

Вопрос 2. Что такое генетическое равновесие? В каких условиях оно возможно?

Генетическое равновесие — состояние генофонда популяции, при котором наблюдается постоянство частот аллелей различных генов. Оно возможно только в условиях слабого давления естественного отбора, когда популяция живет изолированно.

Вопрос 3. Какие факторы являются причиной нарушения генетического равновесия в условиях, когда естественный отбор не действует?

Помимо естественного отбора к нарушению генетического равновесия в популяции приводят следующие факторы:

- 1) неслучайный подбор партнеров при спаривании, свойственный некоторым животным;
- 2) потеря некоторых редких видов, например из-за гибели их носителей (чем меньше численность популяции, тем большее влияние оказывают случайные факторы на ее генофонд);
- 3) разделение популяции на две неравные части некими неожиданно возникшими естественными или искусственными барьерами;
- 4) перенесение популяцией какой-либо катастрофы, приведшей к гибели большей ее части.

7.4. Борьба за существование и естественный отбор

Вопрос 1. В чем состоит действие естественного отбора?

Естественный отбор в природе происходит в ходе борьбы за существование и является ее следствием. Он влияет на состав популяции, «убирая» из нее менее приспособленные индивидуумы, и делает ее более приспособленной к условиям внешней среды.

Вопрос 2. Можно ли получить экспериментальные подтверждения действия отбора?

Да. Кроме наблюдения естественного отбора в природе можно поставить и подтверждающие его действие эксперименты. Приведем два примера.

Первый опыт — по доказательству естественного отбора. На опушке леса разложили на досках насекомых 200 видов. Птицы склевали лишь тех, которые не имели предостерегающей окраски.

Второй опыт — по искусственной мимикрии (от греч. *mimikos* — подражательный). Птицы охотно поедали личинок жука мучного хрущака, окрашенных безвкусной краской кармином. Часть таких личинок покрыли смесью краски с хинином или другим неприятным на вкус веществом. Натолкнувшись на этих личинок, птицы переставали клевать всех окрашенных хрущаков.

Вопрос 3. Что приводит к борьбе за существование?

К борьбе за существование приводит несоответствие между численностью появляющихся в популяции особей и имеющимися в наличии жизненными ресурсами.

Вопрос 4. Какие формы борьбы за существование вы знаете?

Различают три формы борьбы за существование: *внутривидовую, межвидовую и борьбу с неблагоприятными условиями неорганической природы*.

Наиболее напряженная из них — внутривидовая борьба, которая особенно обостряется при повышении плотности популяций.

Межвидовая борьба наблюдается между популяциями разных видов. Она может проявляться в форме конкуренции за одни и те же виды природных ресурсов или в форме одностороннего использования одного вида другим — взаимоотношения между хищником и жертвой, паразитом и его хозяином.

Борьба с неблагоприятными физическими условиями также играет большую роль в эволюционных изменениях организмов. Абиотические факторы оказывают значительное влияние на эволюцию организмов не только сами по себе — их влияние может усиливать или ослаблять внутри- и межвидовые взаимоотношения.

7.5. Формы естественного отбора

Вопрос 1. Что такое стабилизирующий отбор? В каких условиях его действие проявляется наиболее заметно?

Стабилизирующий отбор — форма естественного отбора, направленная на

поддержание существующих фенотипов организмов. Его действие проявляется наиболее заметно там, где условия жизни остаются постоянными в течение длительного периода или остаются постоянными достаточно длительное время по сравнению с продолжительностью жизни отдельных поколений.

Вопрос 2. Что такое движущий отбор? Приведите примеры его действия. В каких условиях действует данная форма отбора?

Движущий отбор — форма естественного отбора, способствующая изменению фенотипов организмов. Данная форма отбора действует в направленно меняющихся условиях.

Действие естественного отбора можно проиллюстрировать на примере изменения восприимчивости всем известных рыжих тараканов к действию инсектицидов (ядов). Там, где используются инсектициды, большинство тараканов погибает, выживают единицы, но способные противостоять данному виду инсектицида. Они-то и дают начало новой популяции, особи которой практически невосприимчивы к этому яду.

Классический пример действия движущего отбора — изменение окраски крыльев пяденицы на темную при закопчении стволов деревьев в индустриальных районах Англии в XIX в.

7.6. Изолирующие механизмы

Вопрос 1. Что такое изолирующие механизмы? В чем значение изолирующих механизмов?

Изолирующие механизмы — это те, которые приводят к ограничению генного обмена между популяциями.

Появление изолирующих механизмов у особей одной популяции, связанные с приспособлением их к обитанию в неоднородных условиях среды одного ареала, приводит к образованию нового подвида и, как следствие, возможности появления нового вида.

Те же механизмы препятствуют скрещиванию между особями близких видов в тех случаях, когда они живут на одной территории.

Вопрос 2. Какие виды изолирующих механизмов вам известны? Приведите примеры.

На Гавайских островах обитает два вида фруктовых мушек, которые внешне очень похожи. Оба вида живут в одних и тех же местах, питаясь соком одного и того же древесного растения. При этом один вид питается соком, стекающим по стволам и ветвям в верхних ярусах дерева, в то время как другой — лужицами сока на лесной подстилке. Скрещивания между этими видами никогда не происходит

из-за их *пространственной разобщенности*.

Интересный пример *поведенческой изоляции* демонстрируют различные виды светлячков. Для каждого из обитающих вместе видов характерна определенная световая траектория и типы испускаемых световых сигналов. Траектории могут быть зигзагообразными, прямыми или в форме петли, а световые пульсации — короткими или длинными в виде устойчивых отблесков. При спаривании особи подбирают друг друга, строго ориентируясь на тип светового сигнала. Этот пример показывает, что изоляция между популяциями может закрепляться путем формирования определенных типов поведения — выработки рефлекторных реакций лишь на сигналы того или иного типа.

Цветочную пыльцу некоторых видов растений, например орхидей, разносят лишь определенные виды животных, чье инстинктивное поведение — залог того, что генный обмен будет происходить только среди особей своего вида.

У животных с наружным оплодотворением изолирующие механизмы срабатывают на *молекулярном уровне*. У морских звезд и некоторых видов моллюсков роль изолирующих факторов играют различия в строении специальных белковых молекул, которые связывают сперму и

яйцеклетки. Находясь на поверхности яйцеклеток, эти молекулы реагируют лишь на сперматозоиды «своего» вида, что исключает возможность слияния половых продуктов разных видов. У животных с внутренним оплодотворением эту роль выполняют различия в строении половых органов.

Наконец, у многих животных период размножения начинается при строго определенных сочетаниях внешних факторов (например, температуры и освещенности). Эти факторы действуют на них как сигналы к началу спаривания. Разные виды реагируют на одни и те же факторы по-разному, благодаря этому *сроки размножения у них не совпадают*.

Изолирующие механизмы препятствуют развитию организма из зиготы, образавшейся в результате слияния гамет самца и самки разных видов. *Гибриды, возникшие таким образом, обычно быстро погибают или остаются бесплодными.* Так, бесплодны гибриды зайца-беляка и зайца-русака, куницы и соболя, лошади и осла (мулы).

Вопрос 3. Почему гибриды различных видов организмов стерильны?

У межвидовых гибридов срабатывают изолирующие механизмы. Обычно они

связаны с тем, что в организме гибридов невозможен мейоз, вследствие чего не образуются половые клетки. Например, вследствие этого стерilen мул — гибрид лошади и осла.

7.7. Видообразование

Вопрос 1. Назовите основные формы видообразования. Приведите примеры географического видообразования.

В зависимости от того, в результате каких изолирующих механизмов — пространственных или иных — возникает вид, различают две формы видообразования: 1) *аллопатрическое (географическое)*, когда виды возникают из пространственно разобщенных популяций; 2) *симпатрическое*, когда виды возникают на единой территории.

Пример географического видообразования — возникновение разных видов ландыша от исходного вида, обитавшего миллионы лет назад в широколиственных лесах Европы. Нашествие ледника разорвало единый ареал ландыша на несколько частей. Он сохранился на лесных территориях, избежавших оледенения: на Дальнем Востоке, юге Европы, в Закавказье. Когда ледник отступил, ландыш вновь распространился по Европе, образовав новый вид — более крупное растение с широким венчи-

ком, а на Дальнем Востоке — вид с красными черешками и восковым налетом на листьях.

Такое видеообразование происходит медленно, для его завершения в популяциях должны смениться сотни тысяч поколений. Эта форма видеообразования предполагает, что физически разделенные популяции расходятся генетически, со временем они становятся полностью изолированными и отличными друг от друга вследствие естественного отбора.

Вопрос 2. Что такое полиплоидия? Какую роль она играет в образовании видов?

Полиплоидия — вид мутационного изменения в организме, при котором происходит кратное возрастание числа хромосом. Она наиболее характерна для растений, но известна и среди животных.

Полиплоидия является одним из возможных путей видеообразования, причем в популяциях, населяющих один и тот же географический район и не разделенных барьерами.

Вопрос 3. Какие из известных вам видов растений и животных возникли в результате хромосомных перестроек?

Возникновение новых видов путем хромосомных перестроек может происходить

самопроизвольно, но чаще возникает в результате скрещивания близкородственных организмов. Например, культурная слива с $2n = 48$ возникла путем скрещивания терна ($n = 16$) с алычой ($n = 8$) с последующим удвоением числа хромосом. Полиплоидами являются многие хозяйственно ценные растения, например картофель, табак, хлопок, сахарный тростник, кофе и др. У таких растений, как табак, картофель, исходное число хромосом равно 12, но имеются виды с 24, 48, 72 хромосомами.

Среди животных полиплоидами являются, например, некоторые виды рыб (осетры, щиповки и др.), кузнецов и др.

7.8. Макроэволюция

Вопрос 1. В чем различие макро- и микроэволюции?

Под *микроэволюцией* мы понимаем образование новых видов.

Понятием *макроэволюции* обозначают происхождение надвидовых таксонов (рода, отряда, клана, типа).

Тем не менее нет принципиальных различий между процессами образования новых видов и процессами формирования более высоких таксономических групп. Термин «микроэволюция» в современном

смысле был введен Н. В. Тимофеевым-Ресовским в 1938 г.

Вопрос 2. Какие процессы являются движущими силами макроэволюции? Приведите примеры макроэволюционных изменений.

В макроэволюции действуют те же процессы, что и при видообразовании: образование фенотипических изменений, борьба за существование, естественный отбор, вымирание наименее приспособленных форм.

Результатом макроэволюционных процессов становятся существенные изменения внешнего строения и физиологии организмов — такие, например, как формирование замкнутой системы кровообращения у животных или появление устьиц и эпителиальных клеток у растений. К фундаментальным эволюционным приобретениям такого рода относятся образование соцветий или превращение передних конечностей рептилий в крылья и ряд других.

Вопрос 3. Какие факты лежат в основе изучения и доказательств макроэволюции?

Наиболее убедительные доказательства макроэволюционных процессов дают нам палеонтологические данные. Палеонтология изучает ископаемые остатки

вымерших организмов и устанавливает их сходство и различия с современными организмами. По остаткам палеонтологи реконструируют внешний облик вымерших организмов, узнают о растительном и животном мире прошлого. К сожалению, изучение ископаемых форм дает нам неполную картину эволюции флоры и фауны. Большинство остатков состоит из твердых частей организмов: костей, раковин, внешних опорных тканей растений. Большой интерес вызывают окаменелости, сохранившие на себе следы нор и ходов древних животных, отпечатки конечностей или целых организмов, оставленных на когда-то мягких отложениях.

Вопрос 4. Какое значение имеет исследование филогенетических рядов?

Исследование филогенетических рядов, построенных на основе данных палеонтологии, сравнительной анатомии и эмбриологии, важно для дальнейшего развития общей теории эволюции, построения естественной системы организмов, воссоздания картины эволюции конкретной систематической группы организмов.

В настоящее время для построения филогенетических рядов учёные все больше привлекают данные таких наук, как гене-

тика, биохимия, молекулярная биология, биогеография, этология и др.

7.9. Основные закономерности эволюции

Вопрос 1. Назовите основные типы эволюционных изменений.

Ученые выделяют следующие типы эволюционных изменений: параллелизм, конвергенция и дивергенция.

Вопрос 2. Что такое параллельные изменения, конвергентные, дивергентные?

Параллельные изменения (*параллелизм*) представляют собой эволюционное развитие родственных видов, часто имеющих общего предка, вызванное приспособлением к сходным условиям обитания.

При конверgentных изменениях (*конвергенция*) два или более вида, несвязанные близким родством, становятся все более и более похожими друг на друга. Такой тип эволюционных изменений является результатом приспособлений к сходным условиям внешней среды.

Дивергентные изменения (*дивергенция*) представляют обычно в виде эволюционного древа с расходящимися ветвями: общий предок дал начало двум или большему количеству форм, которые, в свою очередь, стали родоначальниками

многих видов и родов. Дивергенция почти всегда отражает расширение адаптации к новым жизненным условиям.

Вопрос 3. В чем отличие гомологичных структур от аналогичных?

При параллельной и конвергентной эволюции сходство внешнего строения может быть результатом *гомологии* — происхождения от общего предка (примером являются конечности разных групп позвоночных) или *аналогии* — независимой эволюции тех систем органов, которые выполняют сходные функции (например, крылья у птиц и насекомых).

Гомологичные структуры уже в эмбриональный период развиваются по одинаковым генетическим программам. Аналогичные структуры выполняют одинаковые функции, однако не имеют общего генетического базиса.

Вопрос 4. Каковы главные линии эволюции?

Выделяют три главные линии эволюции.

1. *Ароморфоз* (от греч. *airomorphosis* — поднимаю форму) — наиболее существенные эволюционные изменения. Такие изменения повышают общий уровень организации, вследствие чего жизнедеятельность организмов усиливается. Аро-

морфозы дают значительные преимущества в борьбе за существование, делают возможным переход в новую среду обитания.

2. *Идиоадаптация* (от греч. *idios* — своеобразный и лат. *adaptatio* — приспособление) — это прогрессивные, но мелкие эволюционные изменения, которые повышают приспособленность организмов к условиям среды обитания. Идиоадаптация не сопровождается изменением основных черт организации, общим подъемом ее уровня и повышением интенсивности жизнедеятельности организма.

3. *Дегенерация* (от лат. *degenero* — вырождение) ведет к упрощению организации, утрате ряда систем и органов и часто связана с переходом к паразитическому образу жизни.

Глава 8. Возникновение и развитие жизни на Земле

8.1. Гипотезы возникновения жизни

Вопрос 1. Какие гипотезы возникновения жизни вам известны?

Различные представления о возникновении жизни можно объединить в пять гипотез:

1) креационизм — Божественное сотворение живого;

- 2) самопроизвольное зарождение — живые организмы возникают самопроизвольно из неживого вещества;
- 3) гипотеза стационарного состояния — жизнь существовала всегда;
- 4) гипотеза панспермии — жизнь занесена на нашу планету извне;
- 5) гипотеза биохимической эволюции — жизнь возникла в результате процессов, подчиняющихся химическим и физическим законам.

В настоящее время большинство ученых поддерживают идею абиогенного зарождения жизни в процессе биохимической эволюции.

Вопрос 2. Почему представление о Божественном происхождении жизни нельзя ни подтвердить, ни опровергнуть?

Процесс Божественного сотворения мира мыслится как имевший место лишь единожды и поэтому недоступный для исследования. Наука занимается только теми явлениями, которые поддаются наблюдению и экспериментальному исследованию. Следовательно, с научной точки зрения гипотезу Божественного возникновения живого нельзя ни доказать, ни опровергнуть.

Главный принцип научного метода — «ничего не принимай на веру». Следова-

тельно, логически не может быть противоречия между научным и религиозным объяснением возникновения жизни, так как эти две сферы мышления взаимно исключают одна другую.

Вопрос 3. На какой вопрос не отвечает гипотеза панспермии?

Гипотеза панспермии (жизнь занесена на нашу планету извне) не отвечает на главный вопрос, как возникла жизнь, а переносит эту проблему в какое-то другое место Вселенной.

Вопрос 4. Какие опыты показали невозможность самозарождения жизни в настоящее время?

Впервые невозможность самозарождения жизни показали эксперименты итальянского ученого Франческо Реди, который в 1668 г. доказал невозможность самозарождения мух в гниющем мясе.

Ф. Реди взял несколько сосудов и поместил в них кусочки мяса. Часть сосудов он оставил открытыми, а часть прикрыл тканью. Через несколько дней в открытых сосудах мясо кишело личинками мух, а в закрытых, хотя мясо и гнило, личинок не было. На этом основании был сделан вывод, что личинки появились из отложенных мухами яиц, а не самозародились.

Эксперименты итальянского натуралиста Ладзаро Спалланцани наглядно продемонстрировали невозможность самозарождения микроорганизмов в питательных бульонах после их кипячения в запаянных сосудах.

Сторонники самозарождения утверждали, что «жизненная сила», находящаяся в воздухе, от высокой температуры разрушается, а так как сосуд запаян, то и самозарождение невозможно.

В 60-х гг. XIX в. Луи Пастер провел простой, но очень показательный эксперимент. Он кипятил бульон в колбах с длинным S-образно изогнутым кончиком, в котором оседали все споры микроорганизмов, содержащиеся в воздухе, поступавшем в колбу после кипячения. Хорошо прокипяченная питательная среда оставалась стерильной, хотя доступ воздуха с «жизненной силой» был обеспечен. Но стоило смочить бульоном изогнутое колено, как в колбе начиналось интенсивное размножение микроорганизмов.

Опыты Пастера позволили впоследствии создать некоторые методы консервации продуктов питания. Изучая «болезни» вин, Пастер показал, что они вызываются микроорганизмами. Талантливый ученый предложил нагревать вино до 50—60° для того, чтобы убить вредные

микроны. Такой метод получил название «пастеризация».

8.2. Развитие представлений о происхождении жизни. Гипотеза Опарина—Холдейна

Вопрос 1. Перечислите основные положения гипотезы А. И. Опарина.

1. В современных условиях возникновение живых существ из неживой природы невозможно. Абиогенное (т. е. без участия живых организмов) возникновение живой материи возможно было только в условиях древней атмосферы и отсутствия живых организмов. В состав древней атмосферы входили метан, аммиак, углекислый газ, водород, пары воды и другие неорганические соединения. Под действием мощных электрических разрядов, ультрафиолетового излучения и высокой радиации из этих веществ могли возникать органические соединения, которые накапливались в океане, образуя «первичный бульон».

2. В «первичном бульоне» из биополимеров образовывались многомолекулярные комплексы — коацерваты. В коацерватные капли из внешней среды попадали ионы металлов, выступавшие в качестве первых катализаторов. Из огромного ко-

личества химических соединений, присутствовавших в «первичном бульоне», отбирались наиболее эффективные в катализическом отношении комбинации молекул, что в конечном счете привело к появлению ферментов. На границе между коацерватами и внешней средой выстраивались молекулы липидов, что приводило к образованию примитивной клеточной мембранны.

3. На определенном этапе белковые пробионы включили в себя нуклеиновые кислоты, создав единые комплексы, что привело к возникновению таких свойств живого, как самовоспроизведение, сохранение наследственной информации и ее передача последующим поколениям.

4. Пробионы, у которых обмен веществ сочетался со способностью к самовоспроизведению, можно уже рассматривать как примитивные проклетки, дальнейшее развитие которых происходило по законам эволюции живой материи.

Вопрос 2. Какие экспериментальные доказательства можно привести в пользу данной гипотезы?

В 1953 г. эта гипотеза А. И. Опарина была экспериментально подтверждена опытами американского ученого С. Миллера. В созданной им установке были смо-

делированы условия, предположительно существовавшие в первичной атмосфере Земли. В результате опытов были получены аминокислоты. Сходные опыты многократно повторялись в различных лабораториях и позволили доказать принципиальную возможность синтеза в таких условиях практически всех мономеров основных биополимеров. В дальнейшем было установлено, что при определенных условиях из мономеров возможен синтез более сложных органических биополимеров: полипептидов, полинуклеотидов, полисахаридов и липидов.

Вопрос 3. В чем отличия гипотезы А. И. Опарина от гипотезы Дж. Холдейна?

Дж. Холдейн также выдвинул гипотезу abiогенного зарождения жизни, но, в отличие от А. И. Опарина, он отдавал первенство не белкам — коацерватным системам, способным к обмену веществ, а нуклеиновым кислотам, т. е. макромолекулярным системам, способным к самовоспроизведению.

Вопрос 4. Какие доводы приводят оппоненты, критикуя гипотезу А. И. Опарина?

К сожалению, в рамках гипотезы А. И. Опарина (да и Дж. Холдейна тоже)

не удается объяснить главную проблему: как произошел качественный скачок от неживого к живому.

8.3. Современные гипотезы происхождения жизни

Вопрос 1. Какие факты указывают на возможность абиогенного синтеза органических веществ в космосе?

Многие ученые считают, что образование основной массы органических соединений произошло за пределами Земли в период, предшествовавший ее формированию. Органические соединения обнаружены в телах Солнечной системы, в частности в некоторых типах метеоритов. Метеориты, выпадая на поверхность сформировавшейся Земли, обогащали ее органическими соединениями, которые могли включаться в дальнейшую химическую эволюцию.

Сейчас достоверно известно, что химическая эволюция соединений углерода протекает практически на всех космических объектах. Но уровня, необходимого для возникновения предклеточных структур и, далее, первичных организмов, такая эволюция, по мнению ученых, может достигнуть лишь на планетах типа Земли.

Вопрос 2. Какая проблема, на ваш взгляд, является наиболее сложной в вопросе происхождения жизни?

В настоящее время подавляющее большинство ученых поддерживают идею абиогенного зарождения жизни в процессе биохимической эволюции. Но вопросы о том, где и когда происходил абиогенный синтез органических соединений, а главное — как произошел качественный скачок от неживого к живому, пока остаются спорными.

Вопрос 3. Почему ученые считают, что открытия, сделанные при изучении РНК, могут дать ключ к решению проблемы возникновения жизни?

Наиболее сложен для объяснения вопрос: как в процессе химической эволюции произошло объединение двух функций — катализитической, присущей белкам-ферментам, и информационно-генетической, которую выполняют нуклеиновые кислоты. Ведь только в этом случае возможен качественный скачок от неживого к живому.

Возможно, ключ к пониманию данной проблемы дадут открытия, сделанные при изучении РНК. Считалось, что носителем генетической информации является только ДНК, но оказалось, что РНК также обладает «генетической памятью». Более

того, некоторые РНК имеют явно выраженную катализическую активность и способны к саморепродукции в отсутствие белковых ферментов. Таким образом, древняя РНК могла совмещать в себе катализические и информационно-генетические функции, что обеспечивало макромолекулярной системе способность к само-репродукции. Если данное предположение верно, то, очевидно, дальнейшая эволюция шла в направлении РНК → белок → ДНК.

8.4. Основные этапы развития жизни на Земле

Вопрос 1. Какие основные этапы можно выделить в возникновении и развитии жизни на Земле?

Существует много гипотез, пытающихся объяснить возникновение и развитие жизни на нашей планете. И хотя они предлагают различные подходы к решению данной проблемы, большинство из них предполагает наличие трех эволюционных этапов: химической, предбиологической и биологической эволюции.

На этапе химической эволюции происходил абиогенный синтез органических полимеров.

На втором этапе формировались белково-нуклеиново-липоидные комплексы

(ученые называли их по-разному: коацерваты, гиперциклы, пробионы, прогеноты и т. д.), способные к упорядоченному обмену веществ и самовоспроизведению.

В результате предбиологического естественного отбора появились первые примитивные живые организмы, которые вступили в биологический естественный отбор и дали начало всему многообразию органической жизни на Земле.

Вопрос 2. Какие гипотезы происхождения эукариотической клетки вам известны?

Большинство ученых считают, что эукариоты произошли от прокариотических клеток. Существуют две наиболее признанные гипотезы происхождения эукариотических клеток и их органоидов.

Первая гипотеза связывает происхождение эукариотической клетки и ее органоидов с процессом впячивания клеточной мембранны, а вторая основана на идее симбиоза между прокариотическими клетками.

Вопрос 3. Какие доводы свидетельствуют в пользу гипотезы симбиотического происхождения эукариотической клетки?

Согласно гипотезе симбиотического происхождения эукариотической клетки, митохондрии, пластиды и базальные тельца

ресничек и жгутиков эукариотической клетки были когда-то свободноживущими прокариотическими клетками. Органоидами они стали в процессе симбиоза. В пользу этой гипотезы свидетельствует наличие собственных РНК и ДНК в митохондриях и хлоропластах. По строению РНК митохондрии сходны с РНК пурпурных бактерий, а РНК хлоропластов ближе к РНК цианобактерий.

Вопрос 4. Почему ряд ученых считают, что предком прокариотических и эукариотических клеток мог быть прогенот?

Сравнивая последовательность нуклеотидов в рибосомных РНК, ученые пришли к выводу, что все живые организмы можно отнести к трем группам: эукариотам, эубактериям и архебактериям (две последние группы — прокариоты). Поскольку генетический код во всех трех группах один и тот же, была выдвинута гипотеза, что они имеют общего предка, которого назвали «прогенот» (т. е. прародитель). Предполагается, что эубактерии и архебактерии могли произойти от прогенота, а современный тип эукариотической клетки, по-видимому, возник в результате симбиоза древнего эукариота (тоже произошедшего от прогенота) с эубактериями.

8.5. Развитие жизни на Земле. Эра древней жизни

Вопрос 1. На какие эры делится история Земли?

В истории Земли выделяют следующие эры, названия которых имеют греческое происхождение: катархей (ниже древнейшего), архей (древнейший), протерозой (первичная жизнь), палеозой (древняя жизнь), мезозой (средняя жизнь), кайнозой (новая жизнь).

Вопрос 2. Как деятельность живых организмов повлияла на изменение состава атмосферы планеты?

В состав древней атмосферы входили метан, аммиак, углекислый газ, водород, пары воды и другие неорганические соединения. В результате жизнедеятельности первых организмов в атмосфере начало снижаться содержание метана, аммиака, воды. Стало происходить накопление углекислого газа.

Вопрос 3. Какое значение для развития жизни на Земле имело возникновение фотосинтеза?

Возникновение фотосинтеза, осуществляемого цианобактериями (бескислородного фотосинтеза), освободило жизнь от зависимости от органических соединений

абиогенного происхождения. Живые организмы стали сами продуцировать органические вещества. На планете начали накапливаться органические вещества биогенного происхождения. При этом живые организмы стали использовать непосредственно энергию Солнца и аккумулировать ее.

Вопрос 4. Какие крупные ароморфозы произошли в архее?

В архее на Земле уже обитали первые живые организмы — анаэробные гетеротрофы. В архее появились цианобактерии, способные к бескислородному фотосинтезу, а в конце архея — эукариотические формы.

8.6. Развитие жизни в протерозое и палеозое

Вопрос 1. Какие ароморфозы произошли в протерозое и палеозое?

К концу протерозойской эры появились все типы беспозвоночных, а также первые хордовые животные — подтип бесчерепных.

Крупнейшими ароморфозами протерозоя считаются появление животных с двусторонней симметрией тела и возникновение первых хордовых животных.

В палеозое произошел выход растений и животных на сушу. И важнейшие ароморфозы были связаны с освоением живыми организмами сухопутной среды. У растений это — появление защитной покровной ткани, механической ткани, проводящей (сосудистой) ткани, семенного размножения.

В палеозойскую эру появились и вымерли первые наземные растения — риниофиты, появились мхи, хвощи, папоротники, голосеменные. Таким образом, к концу палеозоя на Земле существовали все группы растений, кроме покрытосеменных.

У животных в связи с выходом на сушу произошло образование органов, обеспечивающих дыхание атмосферным воздухом, перемещение в менее плотной, чем вода, среде, внутреннее оплодотворение и др.

К концу палеозоя в фауне Земли не хватало только птиц и млекопитающих.

Вопрос 2. Какие условия способствовали выходу растений и животных на сушу?

Выходу растений и животных на сушу способствовало накопление в атмосфере кислорода и, как следствие, образование озонового экрана, защищающего все живое от ультрафиолетового излучения.

Вопрос 3. Какие приспособления возникают у растений и животных в связи с выходом на сушу?

С выходом на сушу для растений понадобилась сосудистая система, обеспечивающая проведение воды и питательных веществ. Дальнейшая эволюция растений на суше была направлена на дифференцировку таллома на органы и совершенствование полового размножения — уменьшение зависимости от воды. Не меньшее значение имело и появление механических тканей, обеспечивающих поддержание формы тела в менее плотной по сравнению с водной наземно-воздушной средой.

Для животных, вышедших на сушу, важнейшее значение имели органы, обеспечивающие: возможность дышать атмосферным воздухом (системы трахей, легочные мешки, легкие), передвижение (свободные конечности с их поясами) и размножение (органы, обеспечивающие возможность внутреннего оплодотворения, появление яйцевых оболочек).

Вопрос 4. Чем объяснить процветание папоротникообразных в карбоне и их постепенное вымирание к концу палеозойской эры?

В девоне широко распространились хвощи, плауны, папоротники. Наибольшего расцвета они достигли в каменноугольный период. Этому способствовал теплый и влажный климат карбона, благоприят-

ствующий их эффективному размножению. В пермский период климат стал суще и прохладнее. Это привело к вымиранию крупных папоротниковых.

8.7. Развитие жизни в мезозое

Вопрос 1. Какие ароморфозы произошли в мезозое?

В мезозое появились покрытосеменные растения, птицы и млекопитающие.

В связи с этим можно отметить следующие основные ароморфозы:

в царстве растений — возникновение цветка, двойного оплодотворения и семян, заключенных в плод;

в царстве животных — формирование четырехкамерного сердца, обретение теплокровности, кормление детенышей молоком, дифференцировка зубов и др.

Вопрос 2. Какие частные приспособления (идиоадаптации) обеспечили заселение древними пресмыкающимися различных сред обитания?

Заселению древними пресмыкающимися различных сред обитания способствовали различные идиоадаптации, возникшие как частные приспособления к условиям окружающей среды.

Среди древних пресмыкающихся, обитавших в наземно-воздушной среде, наи-

более значимыми следует признать идиоадаптации, связанные с активным образом жизни, — хорошо развитые свободные конечности, у многих особенно задние (тиранозавр), позволяющие им быстро перемещаться в пространстве. Для растительноядных пресмыкающихся особенно важны были приспособления, связанные с пассивной защитой от врагов, — гигантские размеры (диплодок, бронтозавр, брахиозавр и др.), всевозможные костные панцири, щитки и шипы (черепахи, стегозавр и др.).

Весьма разнообразны были морские ящеры. Наиболее известны среди них ихтиозавры, похожие по строению тела на акул и дельфинов, и плезиозавры — животные с широким туловищем, длинными ластами и змеевидной шеей. Такие особенности строения помогали им жить и охотиться в водной среде.

Среди древних пресмыкающихся были и летающие ящеры. Встречались как крохи, размером с воробья, так и гиганты с размахом крыльев до 15 м. Превращение свободных конечностей в крылья позволило этим животным освоить воздушную среду обитания.

Вопрос 3. Что способствовало быстрому распространению покрытосеменных?

Быстрому распространению покрытосеменных растений способствовала их эволюционная пластичность — способность быстро адаптироваться к условиям окружающей среды. Большую роль сыграла тесная эволюционная связь с насекомыми-опылителями. Важнейшими ароморфозами покрытосеменных являются: происхождение цветка, редукция гаметофита, возникновение двойного оплодотворения и появление семян, заключенных в плод.

8.8. Развитие жизни в кайнозое

Вопрос 1. Какие изменения в животном и растительном мире произошли в палеогене?

В палеогене климат был ровным, тропическим. Практически вся Европа была покрыта вечнозелеными тропическими лесами, и лишь в северных областях произрастали листвопадные виды. В это время уже сформировались практически все основные группы цветковых растений.

Млекопитающие заняли господствующее положение, приспособившись к различным условиям жизни на суше, в воздухе и в воде, они как бы заменили мезозойских пресмыкающихся. Сумчатые и плацентарные млекопитающие развивались параллельно. От каких-то групп пла-

центарных насекомоядных произошли хищники и примитивные копытные.

Вопрос 2. Какие наиболее важные события в эволюции организмов произошли в неогене?

В неогене появились хоботные, парно- и непарнокопытные, все группы современных хищников и китообразные. От разных групп насекомоядных независимо произошли рукокрылые, приматы, грызуны и другие отряды млекопитающих. Чрезвычайно разнообразным и многочисленным стал мир птиц и костистых рыб.

В результате похолодания теплолюбивые растения отступили к экватору, а их место заняли более холодостойкие листопадные виды. По мере того как климат становился все более сухим, леса уступали место открытым пространствам, покрытым травянистыми растениями.

В середине неогена широко распространились общие предковые формы человекообразных обезьян и людей. В связи с процессом сокращения лесов некоторые группы древних обезьян спустились с деревьев на землю и стали завоевывать открытые пространства. Они и были предками человека.

Вопрос 3. Как воздействовал древний человек на окружающую природу?

Вымирание крупных млекопитающих антропогена иногда связывают с деятельностью древних охотников. Считают, что они истребили мамонтов, шерстистых носорогов, большегорых торфяных оленей и др. Исчезновение многих хищников объясняют тем, что человек уничтожил крупных копытных, которыми они питались.

Вопрос 4. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на эволюцию ныне живущих организмов?

Около 10 тыс. лет назад человек от собирательства и охоты перешел к земледелию и скотоводству. С этого времени основные изменения, происходящие в биосфере, так или иначе связаны с хозяйственной деятельностью человека.

3. Основы экологии

Глава 9. Организм и среда

9.1. Экологические факторы. Условия среды

Вопрос 1. Дайте определение понятия «экологические факторы». Составьте их классификацию, приведите примеры.

Экологическими факторами называют любые внешние факторы, оказывающие прямое или опосредованное влияние на численность (обилие) и географическое распространение животных и растений.

Совокупность всех действующих на организм факторов подразделяют на три большие группы — абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы — это факторы неживой природы, прежде всего климатические (солнечный свет, температура, влажность воздуха) и местные (рельеф, свойства почвы, соленость, течения, ветер, радиация и т. п.). Эти факторы мо-

гут влиять на организм прямо, или непосредственно, как свет и тепло, либо косвенно, как, например, рельеф, который обуславливает действие прямых факторов — освещенности, увлажнения, ветра и пр.

Биотические факторы — это всевозможные формы влияния живых организмов друг на друга: опыление насекомыми растений, поедание одних организмов другими, конкуренция между ними за те или иные виды ресурсов (пищу, пространство, свет и т. д.), паразитизм и многое другое.

Антропогенные факторы — это те формы деятельности человека, которые, воздействуя на окружающую среду, изменяют условия обитания живых организмов или непосредственно влияют на отдельные виды растений и животных. Одним из наиболее важных антропогенных факторов является загрязнение.

Вопрос 2. Какое влияние оказывает температура на различные виды организмов?

Любой вид организмов способен жить только в пределах определенного интервала температур, внутри которого температурные условия наиболее благоприятны для его существования, а его жизненные функции осуществляются наиболее ак-

тивно. По мере приближения к границам температурного интервала скорость жизненных процессов замедляется, а за его пределами они и вовсе прекращаются — организм погибает.

Вопрос 3. Как животные и растения получают необходимую им воду?

Вода — составная часть каждого живого организма, она необходима для его нормального функционирования.

Растения извлекают нужную им воду из почвы при помощи корней. Лишайники могут улавливать водяной пар из воздуха. Все сухопутные животные для компенсации неизбежной потери воды за счет испарения или выделения нуждаются в ее периодическом поступлении. Многие из них пьют воду, другие, например амфибии, некоторые насекомые и клещи, всасывают ее через покровы тела в жидким или парообразном состоянии. Есть животные, получающие воду довольно сложным путем — в процессе окисления жиров. Это, например, верблюд и некоторые виды насекомых — рисовый и амбарный долгоносики, платяная моль, питающиеся жиром. У животных, как и у растений, имеется множество приспособлений для экономии воды.

Вопрос 4. Как организмы реагируют на разную освещенность?

Интенсивность света (освещенность) для многих организмов является сигналом к перестройке протекающих в организме процессов, что позволяет им наилучшим образом отвечать на происходящие изменения внешних условий. Особенно важен свет для зеленых растений.

У многих животных условия освещенности вызывают положительную или отрицательную реакцию на свет. Некоторые насекомые (ночные бабочки) слетаются на свет, другие (тараканы) избегают его. Наибольшее экологическое значение имеет смена дня и ночи. Многие животные ведут исключительно дневной образ жизни (большинство птиц), другие — исключительно ночной (многие мелкие грызуны, летучие мыши и др.). Мелкие раки, парящие в толще воды, держатся ночью в поверхностных водах, а днем опускаются на глубину, избегая слишком яркого света.

Вопрос 5. Как действуют на организмы загрязняющие вещества?

Деятельность человека все чаще сопровождается загрязнением окружающей среды побочными, часто ядовитыми продуктами. Диоксид серы, летящий из труб

заводов и электростанций, соединения металлов (меди, цинка, свинца), сбрасываемые возле рудников или содержащиеся в выхлопных газах автомашин, остатки нефтепродуктов, оказывающиеся в водоемах после промывки танков нефтеналивных судов, — вот лишь некоторые из загрязняющих веществ, ограничивающих распространение организмов, особенно растений.

Многие загрязняющие вещества действуют как яды, приводя к вымиранию целые виды растений или животных. Другие могут передаваться по цепям питания, накапливаться в телах организмов, вызывать генные мутации, значение которых можно будет оценить лишь в будущем. Как правило, загрязнение природы приводит к снижению видового разнообразия и нарушению устойчивости биоценозов.

9.2. Общие закономерности влияния экологических факторов на организмы

Вопрос 1. Что такое толерантность организмов?

Любой организм может существовать лишь в интервале интенсивности какого-либо фактора окружающей среды, влияющего на течение тех или иных жизнен-

ных процессов (температура, влажность, сила ветра, скорость течения, взаимоотношения с другими организмами и т. д.).

Толерантностью (от лат. tolerantia — терпимость) называют способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора.

Вопрос 2. Какие факторы называют лимитирующими?

Ограничивающим, или лимитирующим, фактором является любой, приближающийся или выходящий за границы устойчивости для организма данного вида.

Вопрос 3. Что такое закон минимума?

Интенсивность тех или иных биологических процессов часто оказывается чувствительной к двум или большему числу факторов окружающей среды. В этом случае решающее значение будет принадлежать тому из них, который имеется в минимальном с точки зрения потребностей организма количестве. Это простое правило было сформулировано основоположником науки о минеральных удобрениях немецким химиком, автором теории минерального питания растений Юстусом Либихом и получило название **закона минимума**.

9.3. Экологические ресурсы

Вопрос 1. В чем состоят отличия между понятиями «условия» и «ресурсы»?

Ресурсами называют вещества и энергию, вовлекаемые организмами в процессы их жизнедеятельности. Ресурс (в отличие от условий) может расходоваться и исчерпываться. При этом один и тот же фактор, например солнечное излучение или влажность, может рассматриваться и как условие, и как ресурс.

Вопрос 2. Перечислите известные вам виды ресурсов животных и растений.

Среди важнейших ресурсов животных и растений следует назвать энергетические и пищевые. Эти ресурсы определенным образом взаимосвязаны друг с другом.

Для зеленых растений единственным источником энергии, которую они могут использовать в процессах жизнедеятельности, служит солнечное излучение. Часть поглощенной энергии может участвовать в процессе фотосинтеза. Помимо лучистой энергии в процесс фотосинтеза вовлекаются диоксид углерода и вода, вступающие между собой в сложные взаимодействия.

Важным видом пищевых ресурсов для растений являются элементы минераль-

ного питания, которые извлекаются из почвы (если растение наземное) или из воды (если водное). К ним относятся азот, фосфор, сера, кальций, магний, железо и др.

Для животных пищевые ресурсы являются основным источником органических веществ, энергии и минерального питания.

Вопрос 3. Может ли тот или иной вид ресурса являться лимитирующим фактором?

Разумеется, может, если его количество выходит за границы минимума.

Вопрос 4. Перечислите животных со сходными видами пищевых ресурсов.

Животных по сходству пищевых ресурсов можно сгруппировать в определенные группы, например растительноядные (саранча, майский жук, перепел, коала и др.) и плотоядные (паук-крестовик, пустельга, белый медведь).

9.4. Адаптация организмов к различным условиям существования

Вопрос 1. Что указывает на соответствие между организмами и средой их обитания?

На это соответствие указывает сходство строения и образа жизни организмов,

которые обитают в похожих условиях, но принадлежат к различным систематическим группам.

Вопрос 2. В чем состоят отличия в способах переживания циклических изменений внешней среды жизни у организмов с разной продолжительностью жизни?

Способ переживания организмом циклических изменений в окружающей среде зависит от продолжительности его жизни. Короткая продолжительность жизни способствует высокой специализации организмов, т. е. их приспособленности к строго определенным условиям.

Жизнь одноклеточных водорослей, подобных хлорелле, может продолжаться всего лишь один день и одну ночь. Жизнь дуба, слона, кита или человека вмещает многократную смену времен года, а с ними — чередование голодовок и, наоборот, изобилия пищи, суровых испытаний и полного благополучия.

Вопрос 3. Какое значение в природе имеют жизненные формы растений и животных?

Разные виды, ведущие сходный образ жизни и занимающие сходное положение в структуре природных сообществ, имеют близкие типы строения и объединяются в

группы, называемые *жизненными формами*.

Жизненные формы — это способ и результат обитания в определенных условиях среды.

Сходные жизненные формы могут возникать у систематически очень далеких друг от друга видов: тушканчиков и кенгуру, дельфинов и рыб, птиц и летучих мышей, червей и змей и т. д.

Сходство между этими далекими друг от друга животными затрагивает преимущественно те органы, которые непосредственно контактируют с внешней средой, и гораздо слабее проявляется в строении систем внутренних органов.

9.5. Межвидовые отношения организмов

Вопрос 1. Какие примеры положительных и отрицательных взаимоотношений вам известны?

Все биотические связи (в том числе положительные и отрицательные) можно разделить на шесть типов.

1. **Нейтраллизм** (00). В природе истинный нейтраллизм очень редок, поскольку между всеми видами возможны опосредованные взаимодействия, эффекта которых мы не видим просто в силу неполноты наших знаний. Например, на коже китов часто поселяются усоногие ракчи — «мор-

ские желуди» и «морские уточки». В данном случае это можно рассматривать как проявление нейтрализма, так как их поселение является случайным и не связано ни с получением пищи, ни с расселением.

2. Аменсализм (-0). Светолюбивые травы, растущие под елью, страдают от сильного затенения, ель же не испытывает никакого неудобства.

3. Комменсализм (+0). Крупные млекопитающие (собаки, олени) служат разносчиками плодов и семян с зацепками (вроде репейника), не получая от этого ни ущерба, ни преимуществ. Примером также является так называемое «сотрапезничество», наблюдающееся во взаимоотношениях львов и гиен, питающихся пищевыми остатками.

4. Симбиотические взаимоотношения (++). Сожительство зеленых растений (прежде всего деревьев) и грибов при образовании микоризы.

Протокооперация (++). Распространение муравьями семян некоторых растений леса, опыление пчелами разных луговых растений.

Мутуализм (++). Взаимоотношения узко специализированных к опылению растений (инжир, купальница, дурман, орхидные) с опыляющими их видами насекомых.

5. Конкуренция (—). Внутривидовые или межвидовые взаимоотношения, проявляющиеся в борьбе за жизненные ресурсы. Например, между серой и черной крысой или между голубями в стае при добывании пищи.

6. Хищничество (+—). Взаимоотношения «хищник — жертва», например лисы и полевки, крота и дождевого червя.

Паразитизм (+—). Взаимоотношения «паразит — хозяин», например аскариды и человека, печеночного сосальщика и коровы, повилики и картофеля, гриба-трутовика и березы.

Вопрос 2. Что представляют собой лишайники с точки зрения взаимоотношений организмов?

Лишайники представляют собой классический пример симбиотических взаимоотношений между организмами — грибом и водорослями. Считается, что гриб обеспечивает водоросль водой, а та, в свою очередь, гриб — органическими веществами. Однако существует мнение, согласно которому взаимоотношения между этими организмами основаны на паразитизме, особенно выраженным со стороны гриба, который использует отмершие клетки водоросли, являясь в данном случае сапрофагом.

Вопрос 3. Какова главная особенность симбиоза?

Обязательное условие симбиотических отношений — совместная жизнь, определенная степень сожительства организмов.

9.6. Колебания численности организмов. Экологическая регуляция

Вопрос 1. Что такое динамика популяций? Какие факторы вызывают колебания численности популяций?

Динамика популяций — важнейший экологический процесс, характеризующийся изменением во времени численности организмов, входящих в их состав. Популяционные изменения — это сложный процесс, обеспечивающий устойчивость популяций, наиболее эффективное использование организмами экологических ресурсов, наконец, изменения свойств самих организмов в соответствии с меняющимися условиями их жизни.

Динамика численности популяции находится в тесной зависимости от таких показателей, как рождаемость и смертность, которые постоянно изменяются в зависимости от множества факторов. Когда рождаемость превышает смертность, численность популяции возрастает, и на-

оборот: численность снижается, когда смертность становится выше рождаемости. Постоянные изменения условий жизни организмов приводят к усилению то одного, то другого процесса. В результате численность популяций колеблется.

Колебания численности популяций могут быть вызваны сезонными изменениями условий жизни — факторов: абиотических (температуры, влажности, освещенности и др.) или биотических (развитие паразитарных инфекций, хищничество, конкуренция). Кроме того, на динамику численности влияет способность особей, слагающих популяцию, мигрировать — совершать перелеты, кочевки и т. п.

Вопрос 2. В чем значение динамики популяций в природе?

Динамические популяционные изменения обеспечивают устойчивость популяций, наиболее эффективное использование организмами, слагающими их, экологических ресурсов, наконец, изменения свойств самих организмов в соответствии с меняющимися условиями их жизни.

Вопрос 3. Что такое регуляторные механизмы? Приведите примеры.

Популяции обладают способностью к естественному регулированию численнос-

ти благодаря *регуляторным механизмам*, имеющим характер поведенческих или физиологических реакций организмов на изменение плотности популяции. Они срабатывают автоматически, когда плотность популяции достигает или слишком высоких, или слишком низких значений.

У одних видов они проявляются в жесткой форме, приводя к гибели избытка особей (самоизреживание у растений, каннибализм у некоторых видов животных, выбрасывание «лишних» птенцов из гнезда у птиц), а у других — в смягченной: выражаются в снижении плодовитости на уровне условных рефлексов (различные проявления стресс-реакций) или путем выделения веществ, задерживающих рост (дафний, головастики — личинки земноводных) и развитие (часто встречается у рыб).

Интересны случаи ограничения численности популяции такими изменениями поведения при увеличении плотности, которые в конечном счете приводят к массовой миграции особей.

Например, при чрезмерном увеличении популяции бабочек сибирского шелкопряда происходит разлет части бабочек (преимущественно самок) на расстояния до 100 км.

Глава 10. Биосфера и человек

10.1. Эволюция биосферы

Вопрос 1. Почему можно говорить о взаимо-связи развития органического мира и эволюции биосферы?

Биосфера — не только сфера распространения жизни, но и результат ее деятельности. Начиная с момента зарождения, жизнь постоянно развивается и усложняется, оказывая воздействие на окружающую среду, изменяя ее. Таким образом, эволюция биосферы протекает параллельно с историческим развитием органической жизни.

Вопрос 2. Какие процессы были характерны для раннего этапа эволюции биосферы?

Сначала живые организмы использовали органические соединения первичного океана, запасы которого довольно быстро истощались. Углекислый газ, как побочный продукт обмена веществ, выделялся в атмосферу.

Затем преимущества получили и широко размножились микроорганизмы, способные синтезировать органические соединения из углекислого газа и присутствующего в атмосфере водорода, — метановые бактерии. Когда же запасы газообразного

водорода истощились, они уже не могли перерабатывать углекислый газ в метан и таким образом лишились источника энергии для синтеза собственных питательных веществ.

Необходимо было найти источник получения энергии. Им стало Солнце благодаря процессу сначала бескислородного фотосинтеза (без выделения кислорода). На следующем этапе эволюции появились организмы с более совершенным механизмом фотосинтеза, в результате которого в качестве побочного продукта в атмосферу стал выделяться кислород. Это вело к изменению состава атмосферы Земли, в которой становилось все больше кислорода.

Кислород — сильный окислитель и губителен для анаэробных (живущих в бескислородной среде) организмов. Практически кислород стал загрязнителем атмосферы, что привело к экологическому кризису. Живые организмы должны были погибнуть или приспособиться к новым условиям среды.

Природа нашла наиболее рациональный путь решения этой проблемы. Возникли живые организмы, которые уже не боролись против кислорода, а использовали его для получения энергии. Появился процесс дыхания, который обеспечил организмы энергией.

Постепенно между фотосинтезирующими организмами и гетеротрофами установилось равновесие, которое привело к стабилизации нового состава атмосферы. Сформировались современные круговороты углерода и кислорода.

Вопрос 3. Почему на определенных этапах развития биосфера возникали экологические кризисы?

Экологические кризисы на определенных этапах развития биосфера возникали: во-первых, в силу исчерпания живущими на тот момент организмами энергетических и пищевых ресурсов, а во-вторых, из-за серьезного изменения состояния окружающей среды, причинами которого становилось накопление продуктов жизнедеятельности.

Вопрос 4. Почему можно утверждать, что наступающийся экологический кризис является результатом деятельности человека?

Биосфера находится на грани нового экологического кризиса, так как с появлением промышленности процессы разрушения в природе стали преобладать над процессами созидания, причем эти тенденции становятся все более выражеными. Современные цивилизации, основанные на представлении о неисчерпа-

емости ресурсов, ведут человечество к катастрофе.

Вопрос 5. Можно ли считать завершенным процесс формирования биосфера?

Процесс формирования биосферы нельзя считать законченным. Биосфера — сложная, саморегулирующаяся система, существование которой сопряжено с ее постоянным развитием. Остановка этого процесса приведет к полному разрушению всей сформированной системы с ее сложными взаимосвязями.

10.2. Антропогенное воздействие на биосферу

Вопрос 1. С какого момента человек выделился из остальной природы? В чем его жизнь стала отличаться от жизни других живых существ?

Человек выделился из остальной природы с момента формирования у него способности к осознанной деятельности, развития умения изготавливать и использовать орудия труда. С этого момента человек, в отличие от других существ, не стал приспосабливаться к окружающей его среде, а начал приспосабливать ее к своим потребностям.

Вопрос 2. Чем вызван экологический кризис на нашей планете?

С момента начала бурного развития промышленного производства человек наступает на природу, не задумываясь о неизбежных последствиях своей деятельности. Основные причины экологического кризиса — это уменьшение биологического разнообразия природы, загрязнение окружающей среды бытовыми и промышленными отходами, которые невозможno переработать биологическим путем, а также истощение невозобновимых природных ресурсов.

Вопрос 3. Существуют ли пути преодоления экологического кризиса?

Для преодоления экологического кризиса должна быть принята разумная стратегия, общая для всего человечества. Каждый из нас и человечество в целом должны осознать ограниченность ресурсов на нашей планете. Необходимо четко уяснить, что ни один вид живых организмов не может жить, пренебрегая законами природы. Нельзя потреблять больше, чем производят экосистемы. Нарушение законов природы неизбежно ведет к гибели человеческой цивилизации.

Вопрос 4. Что В. И. Вернадский понимал под ноосферой?

В. И. Вернадский писал: «Человечество, взятое в целом, становится мощной

геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом ставится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера».

10.3. Основы рационального природопользования

Вопрос 1. Почему мы не можем утверждать, что человеческое общество уже вступило в эпоху ноосферы?

В эпоху ноосферы может вступить лишь высокообразованное общество, понимающее свои цели, способное соизмерять свои потребности с теми возможностями, которые дает ему природа. Мы пока этого не достигли.

Вопрос 2. Почему наше общество можно отнести к «обществу одноразового потребления»?

Для такого общества характерна нерациональная расточительная эксплуатация природных ресурсов. Для сохранения человеческой цивилизации необходимо построить природосберегающее общество, разумно использующее природные ресурсы и заботящееся об их возобновлении.

Вопрос 3. Как вы считаете, сможет личество преодолеть экологический кризис?

Только активная работа во всех областях человеческой деятельности по формированию нового отношения к природе, разработка стратегии рационального природопользования, природосберегающей технологии будущего смогут решать экологические проблемы сегодняшнего дня и перейти к гармоничному сотрудничеству с природой. Разработка совершенного экологического законодательства и создание эффективных механизмов его реализации — непременный элемент построения общества, живущего в гармонии с природой.

Оглавление

| | |
|--|-----------|
| <i>Предисловие</i> | 3 |
| <i>Введение</i> | 4 |
| 1. Биология — наука о жизни | 4 |
| 2. Методы исследования в биологии | 7 |
| 3. Сущность жизни и свойства живого | 9 |
| 1. Уровни организации живой природы | 13 |
| Глава 1. Молекулярный уровень | 13 |
| 1.1. Молекулярный уровень: общая характеристика | 13 |
| 1.2. Углеводы | 15 |
| 1.3. Липиды | 17 |
| 1.4. Состав и строение белков | 19 |
| 1.5. Функции белков | 21 |
| 1.6. Нуклеиновые кислоты | 25 |
| 1.7. АТФ и другие органические соединения клетки | 27 |
| 1.8. Биологические катализаторы .. | 29 |
| 1.9. Вирусы | 31 |
| Глава 2. Клеточный уровень | 33 |
| 2.1. Основные положения клеточной теории | 33 |
| 2.2. Общие сведения о клетках. Клеточная мембрана | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3. Ядро | 36 |
| 2.4. Эндоплазматическая сеть. | |
| Рибосомы. Комплекс Гольджи | 39 |
| 2.5. Лизосомы. Митохондрии. | |
| Пластиды | 40 |
| 2.6. Клеточный центр. Органоиды | |
| движения. Клеточные включения .. | 43 |
| 2.7. Различия в строении клеток | |
| эукариот и прокариот | 45 |
| 2.8. Ассимиляция и диссимиляция. | |
| Метаболизм | 47 |
| 2.9. Энергетический обмен | |
| в клетке | 48 |
| 2.10. Питание клетки | 49 |
| 2.11. Фотосинтез и хемосинтез | 50 |
| 2.12. Гетеротрофы | 52 |
| 2.13. Синтез белков в клетке | 53 |
| 2.14. Деление клетки. Митоз | 56 |
| Глава 3. Организменный уровень | 58 |
| 3.1. Бесполое размножение | |
| организмов | 58 |
| 3.2. Половое размножение | |
| организмов | 60 |
| 3.3. Оплодотворение | 63 |
| 3.4. Индивидуальное развитие | |
| организмов. Биогенетический | |
| закон | 64 |
| 3.5. Закономерности наследования | |
| признаков, установленные | |
| Г. Менделем. Моногибридное | |
| скрещивание | 66 |

| | |
|--|-----|
| 3.6. Неполное доминирование. | |
| Генотип и фенотип. Анализирующее скрещивание | 71 |
| 3.7. Дигибридное скрещивание. | |
| Закон независимого наследования признаков | 74 |
| 3.8. Сцепленное наследование признаков. Закон Т. Моргана. | |
| Перекрест | 75 |
| 3.9. Взаимодействие генов | 77 |
| 3.10. Генетика пола. Сцепленное с полом наследование | 80 |
| 3.11. Закономерности изменчивости: модификационная изменчивость. | |
| Норма реакции | 82 |
| 3.12. Закономерности изменчивости: мутационная изменчивость | 82 |
| 3.13. Основы селекции. | |
| Работы Н. И. Вавилова | 86 |
| 3.14. Основные методы селекции растений, животных и микроорганизмов | 88 |
| Глава 4. Популяционно-видовой уровень | 92 |
| 4.1. Критерии вида | 92 |
| 4.2. Популяции | 93 |
| 4.3. Биологическая классификация | 95 |
| Глава 5. Экосистемный уровень | 97 |
| 5.1. Сообщество, экосистема, биогеоценоз | 97 |
| 5.2. Состав и структура сообщества | 98 |
| 5.3. Потоки вещества и энергии в экосистеме | 101 |

| | |
|--|------------|
| 5.4. Продуктивность сообщества | 103 |
| 5.5. Саморазвитие экосистемы | 104 |
| Глава 6. Биосферный уровень | 107 |
| 6.1. Биосфера. Среды жизни | 107 |
| 6.2. Средообразующая деятельность организмов | 113 |
| 6.3. Круговорот веществ в биосфере | 114 |
| 2. Эволюция органического мира | 116 |
| Глава 7. Основы учения об эволюции | 116 |
| 7.1. Развитие эволюционного учения. | |
| Ч. Дарвин | 116 |
| 7.2. Изменчивость организмов | 120 |
| 7.3. Генетическое равновесие в популяциях и его нарушения | 122 |
| 7.4. Борьба за существование и естественный отбор | 123 |
| 7.5. Формы естественного отбора . . . | 125 |
| 7.6. Изолирующие механизмы | 127 |
| 7.7. Видообразование | 130 |
| 7.8. Макроэволюция | 132 |
| 7.9. Основные закономерности эволюции | 135 |
| Глава 8. Возникновение и развитие жизни на Земле | 137 |
| 8.1. Гипотезы возникновения жизни | 137 |
| 8.2. Развитие представлений о происхождении жизни. Гипотеза Опарина—Холдейна | 141 |

| | |
|---|-----|
| 8.3. Современные гипотезы | |
| происхождения жизни | 144 |
| 8.4. Основные этапы развития жизни | |
| на Земле | 146 |
| 8.5. Развитие жизни на Земле. | |
| Эра древней жизни | 149 |
| 8.6. Развитие жизни в протерозое | |
| и палеозое | 150 |
| 8.7. Развитие жизни в мезозое | 153 |
| 8.8. Развитие жизни в кайнозое | 155 |
| 3. Основы экологии | 158 |
| Глава 9. Организм и среда | 158 |
| 9.1. Экологические факторы. | |
| Условия среды | 158 |
| 9.2. Общие закономерности влияния | |
| экологических факторов | |
| на организмы | 162 |
| 9.3. Экологические ресурсы | 164 |
| 9.4. Адаптация организмов | |
| к различным условиям | |
| существования | 165 |
| 9.5. Межвидовые отношения | |
| организмов | 167 |
| 9.6. Колебания численности | |
| организмов. Экологическая | |
| регуляция | 170 |
| Глава 10. Биосфера и человек | 173 |
| 10.1. Эволюция биосферы | 173 |
| 10.2. Антропогенное воздействие | |
| на биосферу | 176 |
| 10.3. Основы рационального | |
| природопользования | 178 |

Серия «Готовые домашние задания»

**Пасечник Владимир Васильевич
Ефимова Татьяна Михайловна
Швецов Глеб Геннадиевич**

**ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ
УЧЕБНИКА А. А. КАМЕНСКОГО,
Е. А. КРИКСУНОВА, В. В. ПАСЕЧНИКА
«БИОЛОГИЯ. ВВЕДЕНИЕ В ОБЩУЮ
БИОЛОГИЮ И ЭКОЛОГИЮ. 9 КЛАСС»**

Зав. редакцией *И. Б. Морзунова*
Ответственный редактор *Г. М. Пальдяева*
Младший редактор *Л. Ю. Таценко*
Оформление *М. Г. Мицкевич*
Художественный редактор *М. Г. Мицкевич*
Технический редактор *И. В. Грибкова*
Компьютерная верстка *Г. А. Фетисова*
Корректор *И. В. Андрианова*

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.24.953.Д.006499.07.06 от 26.07.2006.

Подписано к печати 16.07.07. Формат 70×90¹/32.
Бумага типографская. Гарнитура «Школьная». Печать
офсетная. Усл. печ. л. 7.0. Тираж 10 000 экз. Заказ № 6262.

ООО «Дрофа». 127018, Москва, Сущевский вал, 49.

Предложения и замечания по содержанию и оформлению
книги просим направлять в редакцию общего образования
издательства «Дрофа». 127018, Москва, а/я 79.

Тел.: (495) 795-05-41. E-mail: chief@drofa.ru

По вопросам приобретения продукции издательства «Дрофа»
обращаться по адресу: 127018, Москва, Сущевский вал, 49.
Тел.: (495) 795-05-50, 795-05-51. Факс: (495) 795-05-52.

Торговый дом «Школьник».
109172, Москва, ул. Малые Каменщики, д. 6, стр. 1А.

Тел.: (495) 911-70-24, 912-15-16, 912-45-76.

Сеть магазинов «Переплетные птицы».

Тел.: (495) 912-45-76.

Интернет-магазин: <http://www.drofa.ru>

Отпечатано с предоставленных диапозитивов
в ОАО «Тульская типография». 300600, г. Тула, пр. Ленина, 109.