



ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**
2023-2024 учебный год

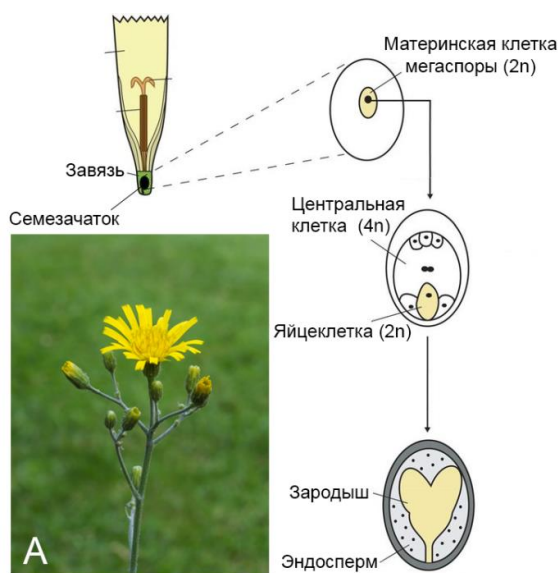
9 класс

Вариант 1

Пример одного из вариантов. Каждый вариант генерируется электронной системой случайным образом из пулов заданий по каждому из разделов.

Задания 1-6. Выберите ВСЕ правильные ответы. Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.

1. Апомиксис – способ размножения растений, при котором для развития зародыша в семени не требуется слияния гамет. На рисунке А представлен объект, для которого характерна одна из разновидностей апомиксиса – диплоспория. При этом из материнской клетки мегаспоры путём ряда митотических делений формируется зародышевый мешок (женский гаметофит). Что общего у этого варианта апомиксиса со способом размножения, проиллюстрированным на рисунке Б?



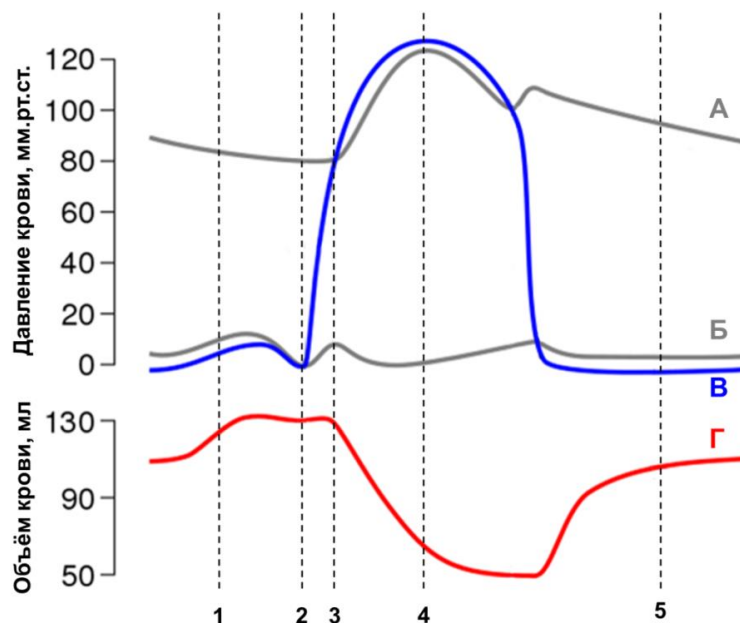
- а. Для развития нового растения необходимо наличие питающей ткани – эндосперма
- б. Образованию новых особей предшествует редукционное деление
- в. Для образования нового растения не требуется участие мужских гамет
- г. При отсутствии мутаций потомство генетически идентично материнской особи
- д. Новые растения развиваются из зиготы

2. На рисунке представлены различные беспозвоночные животные (соотношение размеров не соблюдено). Какие черты размножения и развития являются сходными для данных организмов?



- а. Неоднократные линьки в процессе развития
- б. Внутреннее оплодотворение
- в. Развитие с метаморфозом
- г. Смена поколений, для которых характерны разные способы размножения
- д. Формирование ротового отверстия у эмбриона на месте первичного рта

3. Рассмотрите диаграмму, отражающую изменения давления крови (в миллиметрах ртутного столба, мм.рт.ст.) в аорте (А), левом предсердии (Б) и левом желудочке (В), а также изменения объема крови (в миллилитрах, мл) в левом желудочке (Г) сердца человека в ходе сердечного цикла. Какие процессы и явления наблюдаются в сердечно-сосудистой системе в моменты времени, отмеченные цифрами 1 – 5? Выберите верные утверждения.



- а. В момент времени №3 открывается полулунный клапан между левым желудочком и аортой
- б. В момент времени №1 наблюдается сокращение левого желудочка сердца
- в. В момент времени №2 открывается створчатый клапан между левым предсердием и левым желудочком
- г. В момент времени №4 в аорте регистрируется нижнее (диастолическое) кровяное давление
- д. В момент времени №5 левое предсердие и левый желудочек заполняются артериальной кровью

4. Ботулизм – это тяжёлое заболевание, которое развивается при попадании в организм человека ботулотоксина, продуцируемого бактериями *Clostridium botulinum*. Действие ботулотоксина основано на подавлении выделения в синаптическую щель ацетилхолина – возбуждающего нейромедиатора, при помощи которого двигательные нейроны передают сигналы мышечным клеткам. Таким образом, отравление ботулотоксином может привести к:

- а. Затруднениям произвольных движений конечностей
- б. Повышению частоты и глубины дыхательных движений
- в. Неспособности проглотить пищу
- г. Нарушениям способности зрачка реагировать на изменение освещённости
- д. Кислородному голоданию тканей организма

5. Для каких целей клетки могут использовать молекулы АТФ?

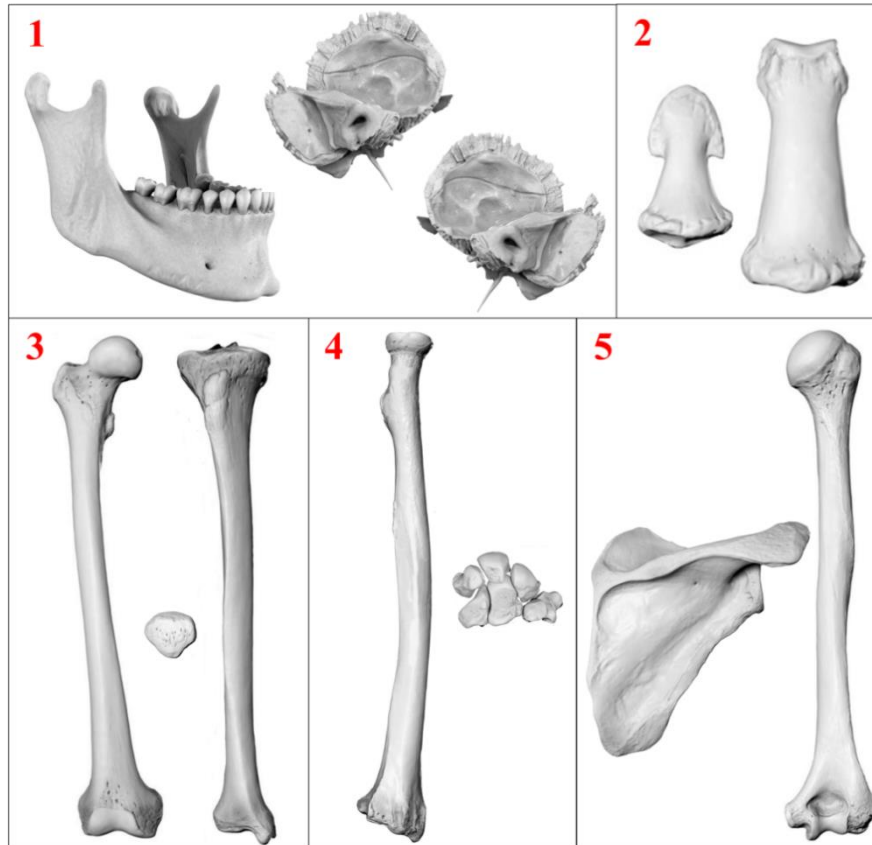
- а. В качестве источника энергии для процесса спиртового брожения
- б. Для синтеза матричной РНК
- в. Для синтеза ДНК
- г. В качестве источника энергии для движения клеток при помощи жгутиков
- д. В качестве источника неорганического фосфата

6. ДНК каких животных может быть обнаружена в содержимом кишечника жуков-навозников с острова Мадагаскар?

- а. Ленивец трёхпалый
- б. Леопард
- в. Лемур лори
- г. Лемминг копытный
- д. Лев

Задание 7. Работа с изображениями объектов. Рассмотрите рисунки и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами изображения элементов скелета человека, соединяющихся между собой при помощи различных суставов (соотношение размеров не соблюдено). Запишите точные биологические названия этих суставов в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



№	Название сустава
1.	Височно-нижнечелюстной
2.	Межфаланговый
3.	Коленный
4.	Лучезапястный
5.	Плечевой

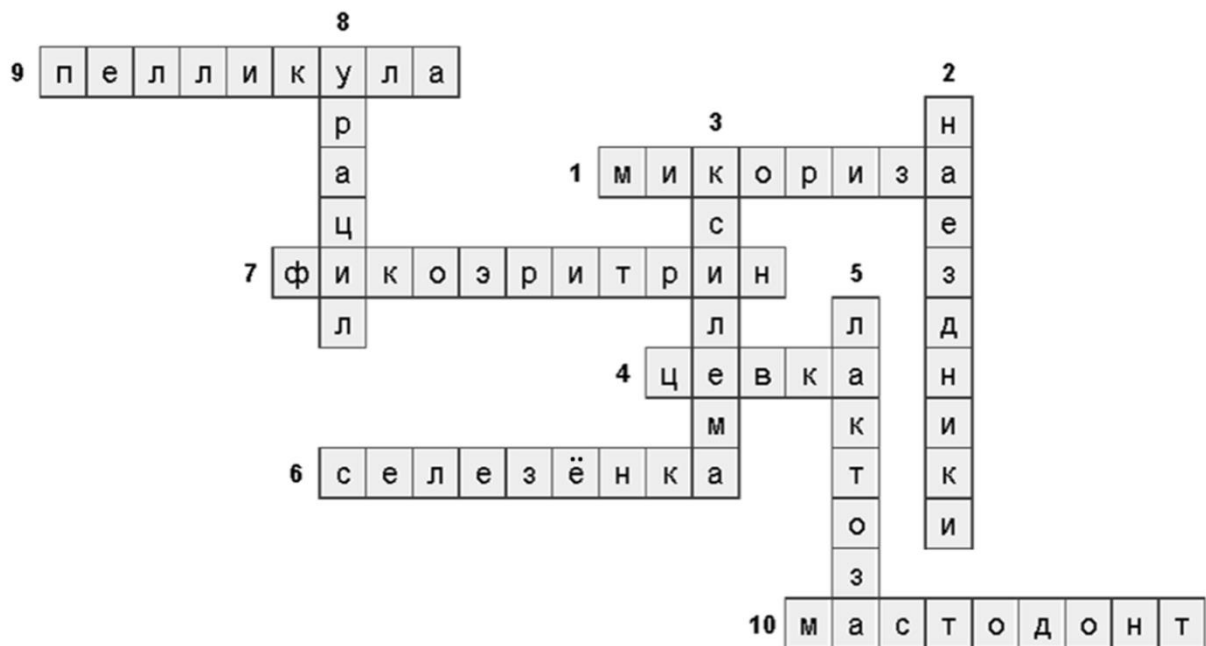
Задание 8. Биологический кроссворд. Максимальная оценка – 10 баллов

Решите кроссворд. Изучите таблицу. В левой колонке зашифрованы биологические термины, а в правой – соответствующие им номера. Расшифруйте термины и впишите их в кроссворд под нужными номерами.

Термин	Номер слова
Специфическая покровная структура некоторых простейших, располагающаяся под плазмалеммой	Количество пар периферических микротрубочек в аксонеме жгутика у большинства эукариотических организмов
Красный пигмент некоторых водорослей и цианобактерий	Количество адениновых нуклеотидов в участке цепи ДНК, который комплементарен последовательности ТАТЦЦГАТТГГАЦТЦГТАААТ
Кость птицы, образовавшая путём срастания ряда костей предплюсны и плюсны	Количество крыльев у половозрелого самца муравья-листореза

Вымершее млекопитающее из отряда Хоботные	Количество ходильных ног у гигантской тигровой креветки
Проводящая ткань растений, обеспечивающая транспорт воды и минеральных веществ	Количество слуховых косточек в среднем ухе капибары
Дисахарид, состоящий из глюкозы и галактозы	Число лепестков в цветке лапчатки гусиной или малины обыкновенной
Структура, образованная гифами гриба и корнями растения	Общее количество хлоропластов в клетке хлореллы
Азотистое основание, не характерное для молекул ДНК	Количество резцов в зубной системе шимпанзе
Внутренний орган человека, выполняющий иммунную и кроветворную функции	Число атомов углерода в мономере молекулы гликогена
Группа представителей отряда Перепончатокрылые, личинки которых являются паразитами	Число камер в сердце речной миноги

Ответ:



Задание 9. Расчётная задача. Решите задачу, используя отведённое поле.

Максимальная оценка – 5 баллов.

В ходе репликации ДНК-полимераза совершает в среднем 1 ошибку на 1000 нуклеотидов, вставляя в новую цепь неправильный нуклеотид. При этом 25% таких ошибок в кодирующей части гена являются синонимичными, то есть не приводят к замене аминокислот в белковом продукте. Остальные 75% являются несинонимичными: в результате каждой такой ошибки одна аминокислота меняется на другую, либо кодон матричной РНК, кодирующий аминокислоту, меняется на стоп-кодон, что приводит к преждевременной остановке трансляции. После репликации гена X такой полимеразой и транскрипции соответствующего продукта была синтезирована матричная РНК, содержащая 200000 нуклеотидов. После вырезания всех некодирующих последовательностей её длина, включая старт- и стоп-кодоны,

составила 2% от первоначальной. Определите ожидаемое число аминокислотных замен в белковом продукте гена X, если известно, что в результате ошибок ДНК-полимеразы в каждом из изменённых кодонов подвергся замене только 1 нуклеотид, старт- и стоп-кодона матричной РНК остались без изменений, а длина белковой цепи осталась нормальной. Ход решения поясните.

Решение:

1. Длина кодирующей части мРНК составляет: $200000 \cdot 2 / 100 = 4000$ (нуклеотидов).
2. По условию задачи старт-кодон и стоп-кодон не были изменены, однако при подсчёте частоты замен их нужно учитывать, поскольку теоретически изменения в них также могли возникнуть. При этом частота нуклеотидных замен в РНК равна частоте замен в соответствующей ей ДНК и также составляет $1/1000$. Таким образом, число нуклеотидных замен в мРНК составит: $4000 / 1000 = 4$.
3. Поскольку по условию длина белковой цепи не изменилась, ни одна из несинонимичных замен не привела к появлению стоп-кодона. При этом в каждом изменённом кодоне поменялся только 1 нуклеотид. Следовательно, доля аминокислотных замен равна доле несинонимичных нуклеотидных замен и составляет 75%. Таким образом, число аминокислотных замен составит $4 \cdot 75 / 100 = 3$.

Ответ: 3 аминокислотные замены.

Задание 10. Работа с графиком. Проанализируйте предложенную информацию и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.

В клетках всех фотосинтезирующих организмов содержатся пигменты – окрашенные молекулы, поглощающие свет в видимой области спектра (400–700 нм) и передающие энергию света другим компонентам фотосинтетического аппарата. Важной характеристикой каждого пигмента является его спектр поглощения – зависимость интенсивности поглощения света от длины волны. Известны фотосинтетические пигменты, поглощающие преимущественно красный, синий, зелёный свет и т.д.

На рисунке 1 представлены спектры поглощения четырех фотосинтетических пигментов, выделенных из разных организмов: хлорофилла *a*, лютеина (пигмент из класса каротиноидов), фикоцианина и фикоэритрина. Проанализируйте эти спектры и выполните задания. Запишите ответы в специально отведённое поле.

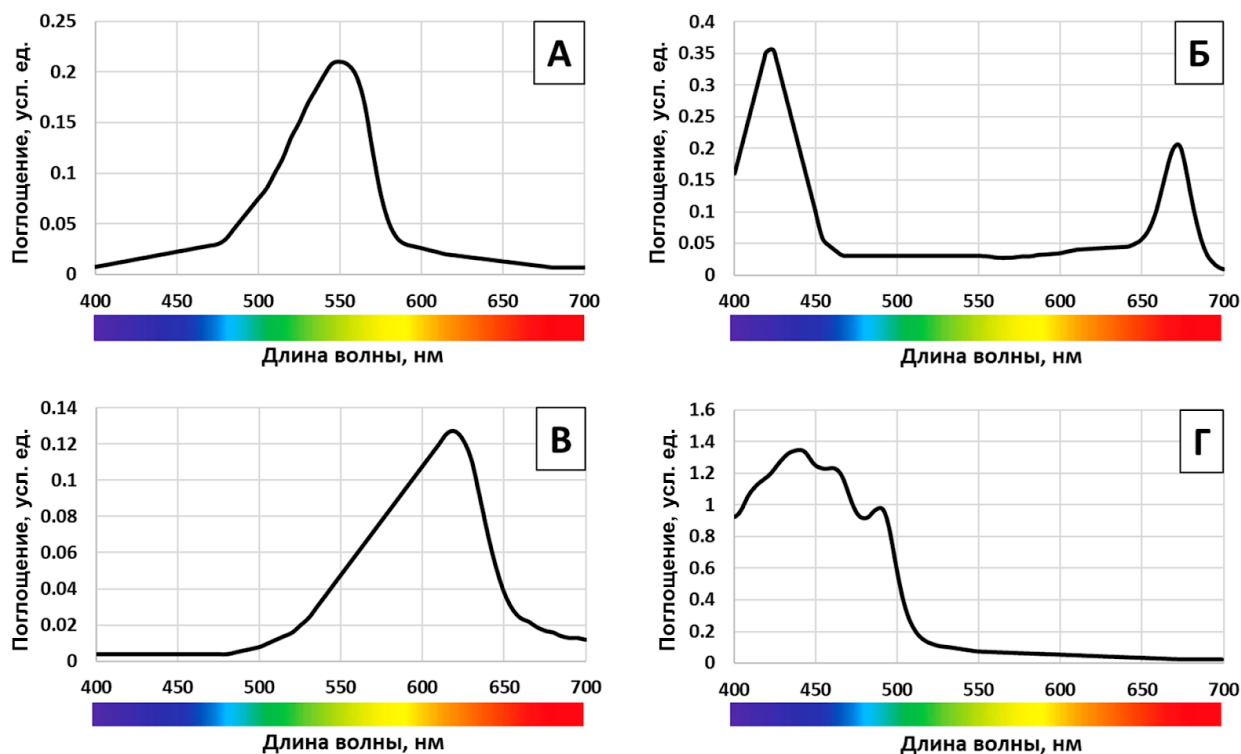


Рисунок 1. Спектры поглощения фотосинтетических пигментов. По оси абсцисс – длина волны (в нанометрах, нм), по оси ординат – показатель поглощения (в условных единицах, усл. ед.).

Задания:

1. Для каждого из графиков (А, Б, В и Г) назовите пигмент, спектр поглощения которого изображён на рисунке, и укажите цвет этого пигмента.

Ответ:

На графике А представлен спектр поглощения фикоэритрина. Пигмент имеет красный цвет.

На графике Б представлен спектр поглощения хлорофилла *a*. Пигмент имеет зелёный цвет.

На графике В представлен спектр поглощения фикоцианина. Пигмент имеет синий (голубой) цвет.

На графике Г представлен спектр поглощения лютеина. Пигмент имеет жёлтый (оранжевый) цвет.

2. Из клеток каких организмов могли быть выделены пигменты, спектры которых представлены на рисунках А и В? Какие специфические функции выполняют эти пигменты?

Ответ:

Фикобилины могут быть выделены из красных водорослей, цианобактерий или криптофитовых водорослей. Специфическая функция этих пигментов – комплементарная хроматическая адаптация: они поглощают ту часть спектра, которую не поглощают хлорофиллы и каротиноиды, и таким образом позволяют водорослям и цианобактериям фотосинтезировать в условиях неполноценного освещения.

3. В клетках растений фотосинтетические пигменты находятся в пластидах. Как называются пластиды, преимущественно содержащие каротиноиды?

Ответ:

Хромопласты.

Задание 11. Работа с информацией. Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий. **Максимальная оценка – 10 баллов.**

Фрагмент 1. В клетках всех аэробных живых организмов постоянно присутствуют **активные формы кислорода (АФК)**. Это молекулы, ионы и радикалы, которые с химической точки зрения являются продуктами неполного восстановления кислорода до воды. Примерами таких соединений являются синглетный кислород ($^1\text{O}_2$), пероксид (перекись) водорода (H_2O_2), супероксид анион-радикал ($\text{O}_2^{\bullet-}$), гидроксил-радикал (OH^\bullet). Все АФК – очень нестабильные, короткоживущие и химически активные соединения: например, время жизни супероксид анион-радикала в клетке до того, как он вступит в реакцию с другим соединением, составляет 0.01–1 мкс. Самой устойчивой АФК является пероксид водорода; время жизни этой молекулы – около 1 мс.

В клетках разных организмов в нормальных условиях образование АФК может происходить в митохондриях ($\text{O}_2^{\bullet-}$, H_2O_2), хлоропластах ($^1\text{O}_2$, $\text{O}_2^{\bullet-}$, H_2O_2) и пероксисомах (H_2O_2). У растений пероксид водорода также может формироваться в клеточных стенках. Из всех АФК только относительно стабильные молекулы H_2O_2 могут перемещаться по клетке или даже, пересекая плазмалемму, диффундировать в соседние клетки.

Основные биохимические процессы, приводящие к выработке этих соединений, – это финальный этап клеточного дыхания (окислительное фосфорилирование, происходящее на внутренней мембране митохондрий) и световая фаза фотосинтеза. Оба эти процесса связаны с работой **электрон-транспортных цепей (ЭТЦ)** – групп молекул, определённым образом расположенных на мембранах и переносящих электроны последовательно с одного органического соединения (переносчика) на другое до получения стабильного восстановленного продукта (рис. 1). Каждый переносчик в цепи сначала восстанавливается, принимая электрон, а затем быстро окисляется, передавая электрон следующему переносчику. Таким образом, работа ЭТЦ – это серия окислительно-восстановительных реакций. Из-за того, что ЭТЦ работают в присутствии кислорода, периодически происходит «утечка» электронов: вместо того, чтобы присоединиться к очередному органическому переносчику, электроны переходят на кислород, восстанавливая его либо полностью (до воды), либо частично (до АФК) (рис. 1).

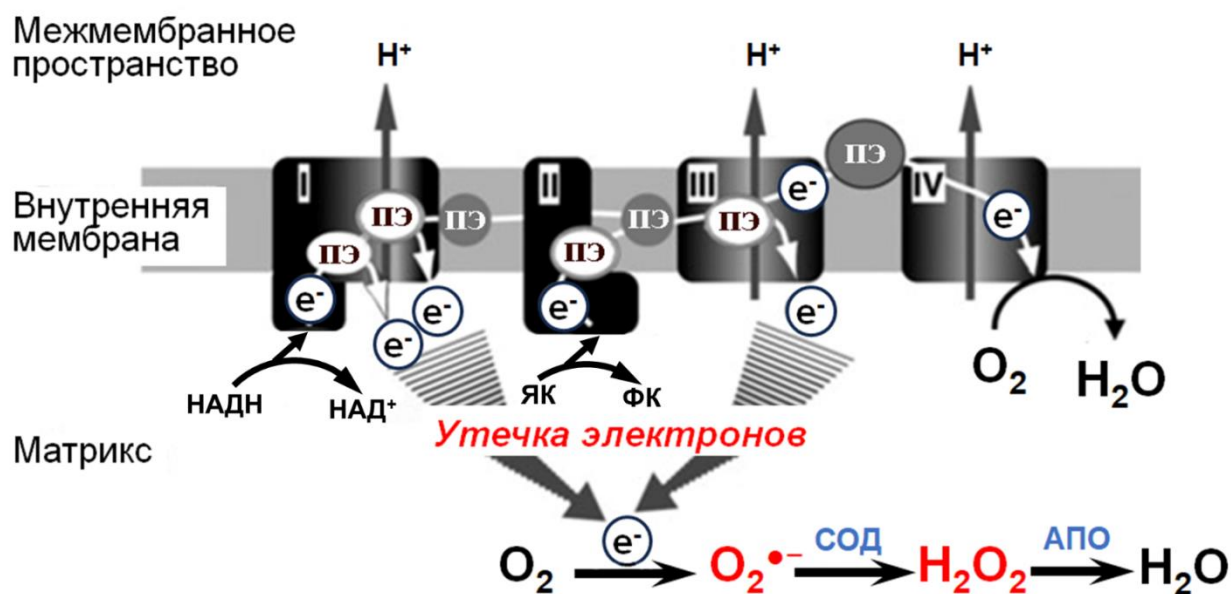


Рисунок 1. Образование активных форм кислорода при работе митохондриальной (дыхательной) электрон-транспортной цепи (ЭТЦ). I – IV – белковые комплексы внутренней мембраны митохондрий, формирующие ЭТЦ; e⁻ – электрон; H⁺ – протон; ПЭ – переносчик электронов; ЯК – янтарная кислота; ФК – фумаровая кислота; СОД – супероксиддисмутаза; АПО – аскорбатпероксидаза.

Фрагмент 2. Из-за своей высокой реакционной способности АФК легко окисляют разнообразные органические молекулы, что приводит к повреждению белков, нуклеиновых кислот, мембранных липидов и других важных компонентов клеток живых организмов. Если содержание АФК в клетке не будет контролироваться, это может привести к её гибели. Клетки не могут остановить выработку АФК, но могут их нейтрализовать и, таким образом, не допустить повреждения органических молекул и образования токсичных соединений. Молекулы, принимающие участие в процессах нейтрализации АФК, образуют систему антиоксидантной (антиокислительной) защиты клетки. Эта система включает в себя ферменты (каталаза, аскорбатпероксидаза, супероксиддисмутаза и др.), а также группу небольших молекул разной химической природы, которые получили название антиоксидантов. Важнейшими антиоксидантами являются аскорбиновая кислота (аскорбат), токоферол, каротиноиды, глутатион, фенольные соединения. Например, одними из ключевых компонентов системы антиоксидантной защиты у растений являются аскорбиновая кислота и взаимодействующий с ней фермент, аскорбатпероксидаза. Эти молекулы играют важную роль в нейтрализации пероксида водорода. На первом этапе этого процесса H_2O_2 восстанавливается аскорбатпероксидазой до воды. Донором электронов для этой реакции служит аскорбиновая кислота, которая в результате окисляется до дегидроаскорбата. Далее дегидроаскорбат восстанавливается обратно до аскорбиновой кислоты, принимая электроны от глутатиона, который, в свою очередь, получает электроны от НАДФН, окисляющегося при этом до НАДФ⁺.

Как правило, компоненты системы антиоксидантной защиты накапливаются в тех органоидах клеток, в которых наиболее активно вырабатываются АФК. Работа антиоксидантных систем особенно важна в случае, если организм испытывает физиологический стресс из-за воздействия каких-либо неблагоприятных факторов (например, повышенной температуры, атаки патогенов и др.). Очень часто в стрессовых условиях затруднена нормальная работа ЭТЦ, что приводит к резкому повышению уровня АФК в клетках и угрозе их гибели. Соответственно, типичной реакцией живых организмов на стресс является усиление процессов биосинтеза антиоксидантов и АФК-нейтрализующих ферментов (рис. 2).

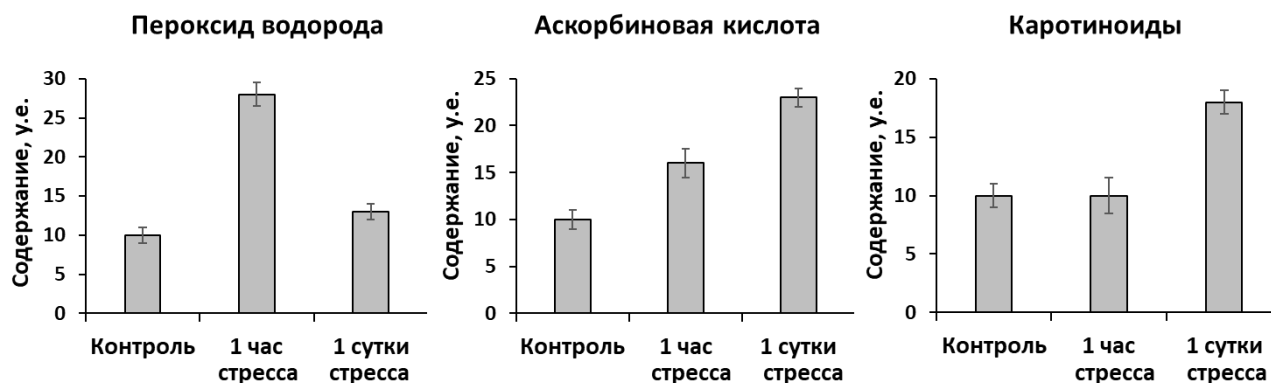


Рисунок 2. Содержание пероксида водорода, аскорбиновой кислоты и каротиноидов в клетках листа малины в нормальных условиях (контроль), а также через 1 час и 1 сутки после начала умеренного стрессового воздействия. У.е. – условные единицы.

В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведённое поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов (регистр не важен).

1. Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. На основании предложенной информации выберите утверждения, которые верно характеризуют дыхательную электрон-транспортную цепь.

- а) Наличие кислорода необходимо для нормальной работы дыхательной цепи
- б) В процессе работы дыхательной цепи происходит восстановление янтарной кислоты в матриксе митохондрий
- в) Работа дыхательной цепи сопровождается переносом протонов из матрикса митохондрий в цитоплазму клетки
- г) Электроны поступают в дыхательную цепь в результате окисления НАДН

Ответ: **аг**

2. Прочитайте текстовый фрагмент 2. На основании предложенной информации выберите утверждения, которые верно характеризуют работу антиоксидантных систем клеток.

- а) Физиологический смысл работы антиоксидантных систем – это предотвращение формирования АФК
- б) В системе антиоксидантной защиты клеток живых организмов могут быть задействованы белки, фотосинтетические пигменты, витамины, фенольные соединения
- в) Для эффективной нейтрализации пероксида водорода с использованием фермента аскорбатпероксидазы клетка нуждается в постоянном пополнении запаса НАДФ⁺
- г) Активность антиоксидантной системы клеток усиливается, когда организм находится в неблагоприятных условиях

Ответ: **бг**

3. Рассмотрите рисунок 2. Основываясь на информации из текстового фрагмента 2 и данных, приведённых на рисунке 2, выберите утверждения, которые верно характеризуют реакцию малины на стрессовое воздействие.

- а) Первой защитной реакцией клеток листа малины в ответ на стрессовое воздействие является усиление биосинтеза каротиноидов и их накопление в хлоропластах
- б) Снижение уровня пероксида водорода в клетке через 1 сутки после начала стрессового воздействия может быть следствием усиления биосинтеза антиоксидантов
- в) Антиоксидантная система клеток листа малины в состоянии контролировать уровень пероксида водорода в клетках при данном типе стрессового воздействия
- г) Повышение содержания каротиноидов в клетках листа малины через 1 сутки после начала стрессового воздействия указывает на усиление процессов фотосинтеза

Ответ: **бв**

4. На основании информации из текстовых фрагментов и рисунков выберите правильные утверждения.

- а) У растений в клетках зелёного листа в нормальных условиях вырабатывается больше АФК, чем в клетках корня
- б) Из-за своей высокой реакционной способности АФК никогда не покидают тот компартмент клетки, в котором они образовались
- в) Присутствие АФК в клетках живого организма всегда свидетельствует о том, что этот организм находится в состоянии физиологического стресса
- г) Нейтрализация супероксид анион-радикала при помощи ферментов антиоксидантной защиты заключается в окислении $O_2^{\bullet-}$ до воды. Этот процесс проходит в два этапа.

Ответ: **а**

5. На основании имеющихся у вас знаний и информации из текстовых фрагментов и рисунков выберите правильные утверждения.

- а) Накопление в клетке супероксид анион-радикала и гидроксил-радикала опаснее, чем накопление пероксида водорода

- б) Активные формы кислорода могут накапливаться в клетках при физиологическом стрессе, вызванном гипоксией
- в) До появления на Земле процесса фотосинтеза в клетках живых организмов не формировались АФК
- г) Как правило, при физиологическом стрессе дыхательная и фотосинтетическая электрон-транспортные цепи начинают работать более эффективно, чтобы клетка получала больше энергии, необходимой для выживания в неблагоприятных условиях

Ответ: **ав**

Задание 12. Задача по генетике. Решите задачу и запишите ответы в отведенные поля. Максимальная оценка – 5 баллов.

У некоторого вида млекопитающих обнаружена рецессивная мутация в гене *C*, который располагается на одной из аутосом. Эта мутация приводит к тому, что у сперматозоидов, несущих соответствующую аллель (*c*), не формируется акросома – мембранный пузырёк с гидролитическими ферментами, которые позволяют разрушать яйцевую оболочку. Какое расщепление по генотипу и фенотипу следует ожидать в потомстве при скрещивании ♀ *Cc* × ♂ *Cc*, если вероятность рождения потомков мужского и женского пола одинакова? Для решения задачи заполните таблицу.

	Ответ:
Доля нефункциональных (не способных участвовать в оплодотворении) гамет у отцовского организма (в %)	50
Возможные генотипы потомков F ₁ (если необходимо записать несколько вариантов, отделите их друг от друга запятой и пробелом)	<i>CC, Cc</i>
Вероятность появления в F ₁ доминантных гомозигот (в %)	50
Вероятность рождения в F ₁ потомков, способных продуцировать только функциональные гаметы (в %)	75
Возможные генотипы потомков F ₂ (если необходимо записать несколько вариантов, отделите их друг от друга запятой и пробелом)	<i>CC, Cc</i>

Примечания:

- Все материнские гаметы функциональны, в то время как у отцовской особи функциональны только сперматозоиды, несущие аллель *C*, и они образуются с вероятностью 50%. Соответственно, нефункциональные гаметы также образуются с вероятностью 50%.
- Потомки F₁ могли бы иметь генотипы *CC*, *Cc* и *cc*, однако отцовские гаметы с аллелью *c* не могут участвовать в оплодотворении и передавать эту аллель потомкам. Поэтому возможные генотипы потомков – только *CC* и *Cc* в соотношении 1:1. Следовательно, вероятность рождения доминантных гомозигот в F₁ составит 50%.
- По условию задачи, самки и самцы в потомстве рождаются с вероятностью 1:1 (50% : 50%). При этом среди самок все образуют функциональные гаметы (50% от всех особей в потомстве); среди самцов половина будет продуцировать только функциональные гаметы (25% от всех особей в потомстве), а половина (ещё 25% от всех особей в потомстве) – и функциональные, и дефектные. Соответственно, доля потомков, способных продуцировать только функциональные гаметы, составляет 50%+25%=75%.
- При скрещивании потомков F₁ возможно несколько вариантов генотипов потомства:
 - ♀ *CC* × ♂ *CC* => *CC*,
 - ♀ *Cc* × ♂ *Cc* => *CC, Cc*,
 - ♀ *CC* × ♂ *Cc* => *CC*,
 - ♀ *Cc* × ♂ *CC* => *CC, Cc*.

В любом случае, возможные генотипы потомков F₂ – только *CC* и *Cc*.

Задание 13. Соответствие данных. Установите однозначное соответствие между биологическими объектами, представленными в таблице, и их характеристиками. Максимальная оценка – 10 баллов.

Рассмотрите таблицу, в которой представлены названия ферментов, выделяющихся в просвет пищеварительного тракта млекопитающих, и прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите однозначное соответствие между названиями ферментов и их описаниями. Каждый ответ запишите в виде соответствующей буквы (без пробелов и знаков препинания) в специально отведённое поле рядом с каждым описанием (регистр не важен).

Ферменты пищеварительной системы	(А) Карбогидразы	(Г) Амилаза
		(Д) Лактаза
		(Е) Лизоцим
	(Б) Липазы	(Ж) Желудочная липаза
		(З) Панкреатическая липаза
	(В) Протеазы	(И) Химозин (реннин)
		(К) Химотрипсин

Характеристики:

1. Этот фермент осуществляет гидролиз триглицеридов до холестерина и жирных кислот, однако его вклад в пищеварение у взрослого человека относительно невелик, поскольку он эффективно расщепляет только липиды, изначально находящиеся в состоянии эмульсии (взвеси мелких жировых капель в жидкости). Активен в кислой среде: значения pH, оптимальные для каталитической активности, составляют от 3,0 до 6,0.

Ответ: Ж

2. Под действием этого фермента его специфический субстрат расщепляется на два моносахарида – глюкозу и галактозу.

Ответ: Д

3. Группа ферментов, которые катализируют гидролиз гликозидных связей между остатками моносахаридов.

Ответ: А

4. Этот фермент продуцируется секреторными клетками в виде неактивного предшественника, который активируется под действием соляной кислоты. Катализирует гидролиз растворимого казеиногена, в результате чего образуется нерастворимый казеин. Используется в промышленности для изготовления различных видов сыра.

Ответ: И

5. Этот пищеварительный фермент расщепляет крахмал до три- и дисахаридов. Значения pH, оптимальные для каталитической активности, составляют 6,7 – 7,0.

Ответ: Г

6. Этот фермент гидролизует полипептидные цепи с образованием олигопептидных фрагментов, преимущественно расщепляя связи между остатками тирозина, фенилаланина и триптофана. Секретируется в просвет пищеварительного тракта в виде неактивного предшественника, который превращается в активную форму под действием трипсина. Значение pH, оптимальное для каталитической активности, составляет 8,0.

Ответ: К

7. Группа ферментов, способных расщеплять сложноэфирные связи в молекулах липидов.

Ответ: Б

8. Этот фермент выделяется в большом количестве в составе слюны и катализирует гидролиз муреина.

Ответ: Е

9. Этот фермент активен в щелочной среде и играет основную роль в переваривании жиров у человека. Работе фермента способствует предварительная обработка субстрата компонентами желчи.

Ответ: **З**

10. Группа ферментов, которые обеспечивают гидролиз пептидных связей.

Ответ: **В**

Задание 14. Вопрос с развёрнутым ответом. Дайте развернутый ответ, запишите его в отведенное поле. Максимальная оценка – 10 баллов.

Самой многочисленной экологической группой среди наземных позвоночных животных являются консументы первого порядка. Какие морфологические и физиологические адаптации сформировались у разных наземных позвоночных в связи с питанием растительной пищей? Приведите примеры.

Ответ:

Наиболее широко консументы первого порядка представлены среди таких групп наземных позвоночных, как рептилии, птицы и млекопитающие. Рассмотрим основные морфологические и физиологические адаптации к фитофагии, характерные для этих животных.

Приспособления для измельчения растительной пищи

В первую очередь, к таким приспособлениям относятся различные преобразования зубов:

- зубы с острой режущей кромкой, предназначенные для эффективного разрезания стеблей и листьев. Примерами могут служить листовидные зубы у некоторых игуан или резцы грызунов и зайцеобразных;

- зубы с уплощённой жевательной поверхностью (у копытных) или со сложными петлеобразными складками эмали (у полёвок), предназначенные для эффективного перетирания частей растений.

Птицы утратили зубы в ходе эволюции, но их клювы также могут быть приспособлены питания растениями: например, долотообразный клюв выюрков позволяет этим птицам разрушать твёрдые оболочки семян и плодов.

Кроме того, для растительноядных птиц характерно особое строение стенок мускульного отдела желудка: его стенки чрезвычайно толстые, а внутри формируется твёрдая кератиновая оболочка (кутикула), имеющая бугры. Пища, предварительно смоченная пищеварительными ферментами в железистом отделе желудка, перетирается в мускульном желудке благодаря ритмичным сокращениям его стенок. Кроме того, измельчать пищу помогают заглатываемые птицами камешки (гастролиты), которые скапливаются в полости желудка и играют роль жерновов.

Приспособления для усвоения компонентов растительной пищи

1) Наличие эндосимбионтов, способных расщеплять целлюлозу

Растительная пища содержит большое количество целлюлозы, однако в пищеварительном тракте позвоночных не вырабатываются ферменты, способные её расщеплять. Тем не менее, расщепление целлюлозы возможно благодаря наличию эндосимбионтов (бактерий, протистов), обитающих в различных отделах пищеварительного тракта растительноядных животных. В свою очередь, продукты расщепления целлюлозы (органические кислоты) усваиваются животным и вовлекаются в его энергетический метаболизм.

У многих парнокопытных млекопитающих (представителей подотряда Жвачные) значительная часть эндосимбионтов, расщепляющих целлюлозу, находится в первом отделе сложного желудка (рубце). У растительноядных позвоночных, не имеющих сложного желудка, (например грызунов или зайцеобразных) основная часть симбионтов обитает в выросте слепой кишки (аппендиксе), который у них развит значительно сильнее, чем у хищных и всеядных животных. Например, у кролика длина аппендикса составляет до 36 см, в

то время как у человека аппендикс является рудиментом и составляет в длину от 3 до 20 см, а у кошки он практически полностью редуцирован.

2) Поскольку растительная пища низкокалорийна, фитофаги вынуждены потреблять значительно большой объем пищи, чем хищники. Так, растительноядная пенсильванская соя (масса тела 46 г) потребляет 0,61 г растительной пищи на 1 г массы тела, в то время как ласка (представитель отряда Хищные, масса тела 60 г) – всего 0,25 г на 1 г массы тела.

3) Увеличение времени переваривания пищи

Растительная пища расщепляется намного медленнее, чем животная. В связи с этим относительная длина всего пищеварительного тракта у растительноядных позвоночных гораздо больше, чем у всеядных и хищных видов.

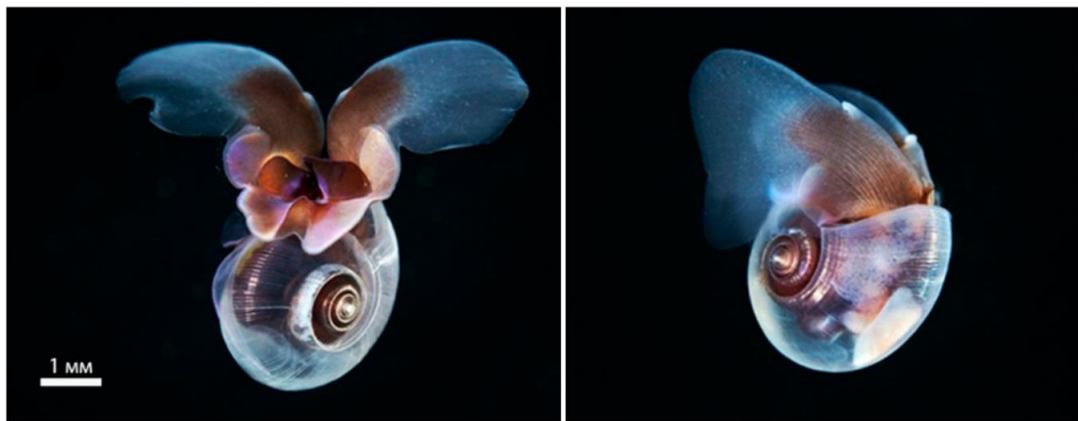
Кроме того, для более эффективного переваривания и усвоения питательных веществ многие растительноядные животные повторно пропускают полупереваренную пищу через желудочно-кишечный тракт. Например, у жвачных животных растительная пища, предварительно измельчённая и смоченная слюной в ротовой полости, поступает в рубец (первый отдел сложного желудка), где сбивается под влиянием микроорганизмов, а затем проталкивается во второй отдел желудка – сетку. Из сетки она отрыгивается обратно в ротовую полость, где вновь смачивается слюной, перетирается и заглатывается. В третьем отделе желудка, книжке, происходит всасывание содержащейся в пище воды, а в последнем отделе, сычуге, – обработка пищи желудочным соком.

Другим приспособлением для более эффективного усвоения компонентов растительной пищи является копрофагия, то есть поедание собственных или чужих экскрементов. Примерами таких животных могут служить представители отряда Зайцеобразные. Их пищеварительный тракт часто не в состоянии с первого раза эффективно переварить растительную пищу, и после первичного прохождения пищи по пищеварительному тракту в ней всё ещё остаётся много питательных веществ. Таким образом, поедание экскрементов обеспечивает более полное усвоение.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

Задание 15. Работа с изображениями объектов. Проанализируйте предложенные изображения и выполните задания, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 10 баллов.

I



II



1. На рисунке изображены животные двух разных видов (I, II), относящиеся к одному типу. Укажите не менее трёх признаков, которые характерны для всех представителей этого типа.

Ответ:

1. Наличие мантии, мантийной полости.

2. Наличие целома.

3. Незамкнутая кровеносная система

Возможны и другие элементы ответа, верно характеризующие всех представителей типа Моллюски.

2. Перед вами таблица, которая представляет собой определительный ключ (определитель), позволяющий установить принадлежность организма к тому или иному классу и отряду. Таблица включает в себя пронумерованные утверждения (тезы и антитезы). Начинать определение объекта необходимо с тезы №1. Если она верно характеризует определяемый объект, то нужно перейти к тезе с номером, следующим за ней. Если теза №1 не подходит, следует обратиться к противоположному утверждению (антитезе), номер которого указан в скобках рядом с номером тезы, а затем переходить к тезе со следующим порядковым номером. Двигаться по ключу таким образом необходимо до тех пор, пока в конце тезы или антитезы не будет указано название отряда.

Используя таблицу, установите, к какому(-им) отряду(-ам) относятся организмы I и II. Укажите для каждого организма название отряда, а также последовательность номеров тез и/или антитез, верно характеризующих определяемый объект.

№	Теза/антитеза
1(10)	Раковина имеется.
2(7)	Раковина спирально закручена или колпачковидной формы.
3(4)	Завиток раковины очень низкий, скрыт последним (самым широким) оборотом. Устье раковины щелевидное, никогда не закрыто крышечкой. Класс Брюхоногие, отряд Покрытожаберные
4(3)	Завиток раковины возвышается над последним (самым широким) оборотом. Если нет, то устье раковины очень широкое (раковина ушковидная или колпачковидная). Устье может быть закрыто крышечкой.
5(6)	Нога в виде единой лопасти. Устье раковины более или менее округлое, никогда не бывает щелевидным. Вход в устье может быть закрыт крышечкой. Раковина может быть колпачковидной или ушковидной (в этом случае крышечки нет). Бентические формы. Класс Брюхоногие, отряд Мезогастроподы
6(5)	Нога расщеплена вдоль, образует два «крыла». Пелагические формы. Класс Брюхоногие, отряд Крылоногие
7(2)	Раковина иной формы.
8(9)	Раковина из 8 отдельных пластин. Класс Боконервные, отряд Хитониды

Ответ:

Организм I – 1247 (отряд Крылоногие).

Организм II – 179 (отряд Хитониды).

3. К какой экологической группе водных организмов (планктон, нектон или бентос) относится животное на рисунке I? Назовите эту группу и укажите не менее двух признаков организма I, на основании которых можно сделать такой вывод.

Ответ:

Организм I относится к планктону.

Признаки, которые позволяют сделать такой вывод:

- маленький размер (животное не способно оказывать существенное сопротивление течению);
- наличие выростов, повышающих площадь поверхности тела и, как следствие, плавучесть.

Возможны и другие правильные элементы ответа.