



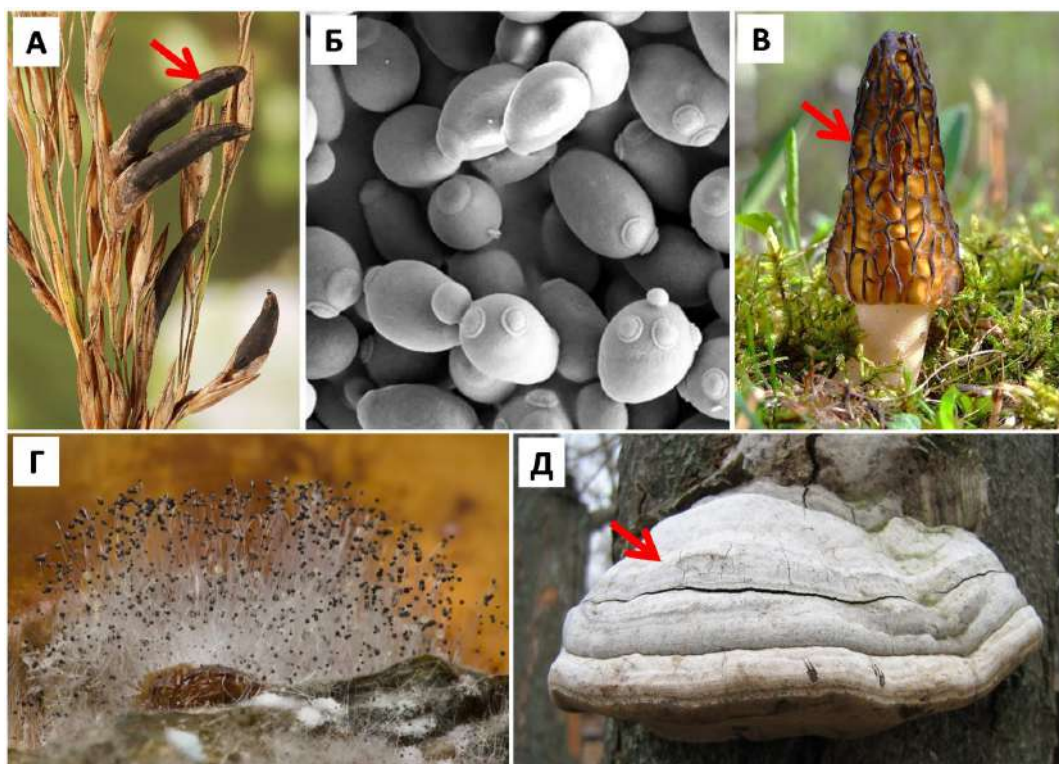
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**
2024-2025 учебный год
9 класс
Вариант 1

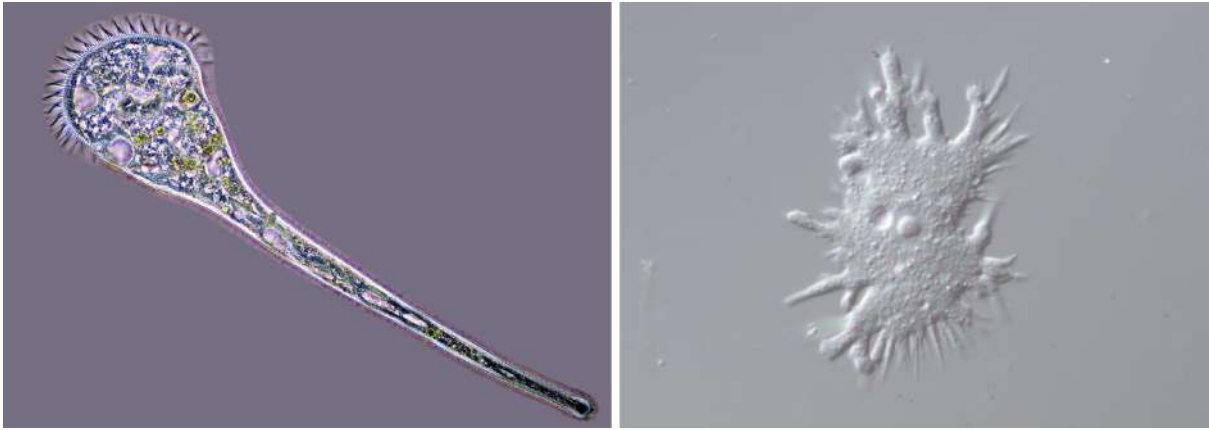
Задания 1-5. Выберите ВСЕ правильные ответы. Максимальная оценка за каждое задание – 4 балла.

1. Рассмотрите фотографии, на которых представлены различные гетеротрофные организмы (соотношение размеров не соблюдено). Какие утверждения об этих организмах являются верными?



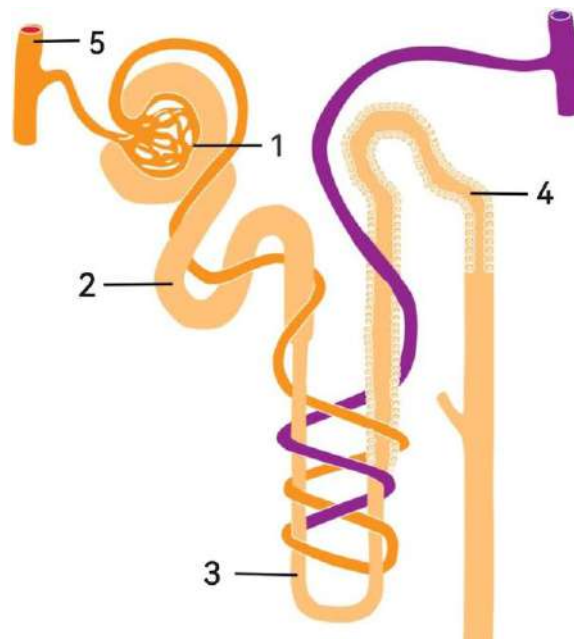
- а. Организм Д формирует многолетние плодовые тела
- б. У организма Г имеется клеточная стенка, состоящая из целлюлозы
- в. Организмы А и Д – это паразиты, для которых характерно образование спор на специализированных структурах – базидиях
- г. Среди представителей отдела, к которому относится организм В, есть паразиты животных
- д. У организмов на фотографии Б в жизненном цикле отсутствует половой процесс

2. Изучая пробу воды из пруда, исследователь обнаружил организмы, представленные на фотографиях. Какие утверждения верны для обоих объектов исследования?



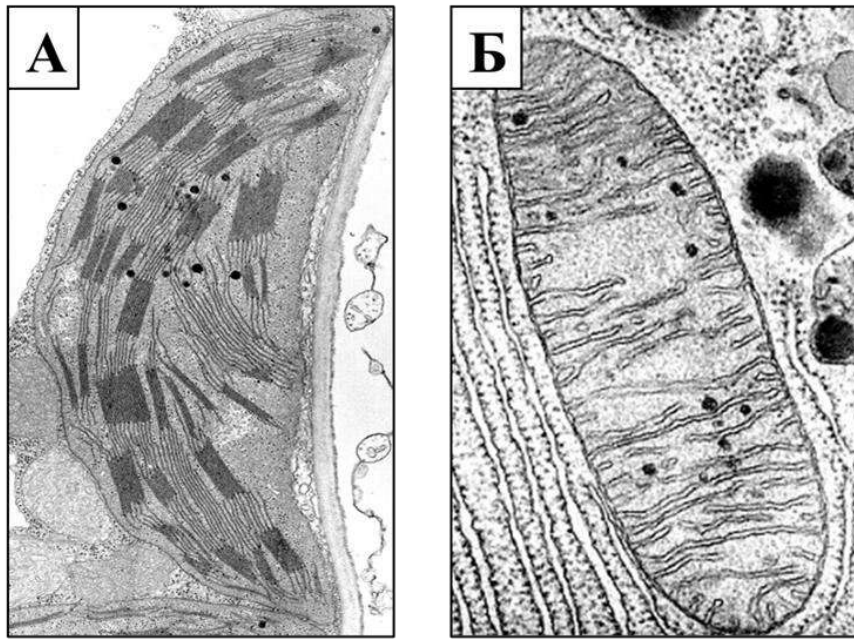
- а. Имеют сократительные вакуоли
- б. Питаются путём фагоцитоза
- в. В жизненном цикле присутствует половой процесс
- г. Обладают ядерным дуализмом
- д. Могут питаться ветвистоусыми раками

3. На рисунке представлена структурно-функциональная единица органа выделения млекопитающих. Пять элементов рисунка отмечены цифрами. Какие утверждения верно характеризуют обозначенные структуры?



- а. Движущей силой для транспорта веществ в отделе №1 является давление крови
- б. Структура №5 – это приносящая артериола, от которой отходит междольковая артерия, образующая капиллярный клубочек
- в. При почечной недостаточности содержание белков в жидкости, находящейся в отделе №2, выше, чем в норме
- г. Стенки отдела №3 представлены однослойным кубическим эпителием
- д. Если человек съест много солёной пищи, то жидкость в отделе №4 станет более концентрированной

4. Перед вами электронные микрофотографии двух органелл. Выберите утверждения, верно характеризующие представленные структуры.



- а. Эти органеллы – единственные структуры эукариотической клетки, окруженные двойной мембраной
- б. Характерная особенность внутренних мембран обеих этих органелл – относительно высокое содержание белков
- в. В клетках живых организмов не могут одновременно присутствовать обе эти органеллы
- г. В обеих этих органеллах вырабатывается энергия и образуется АТФ
- д. В органелле А запасается крахмал, а в органелле Б – гликоген

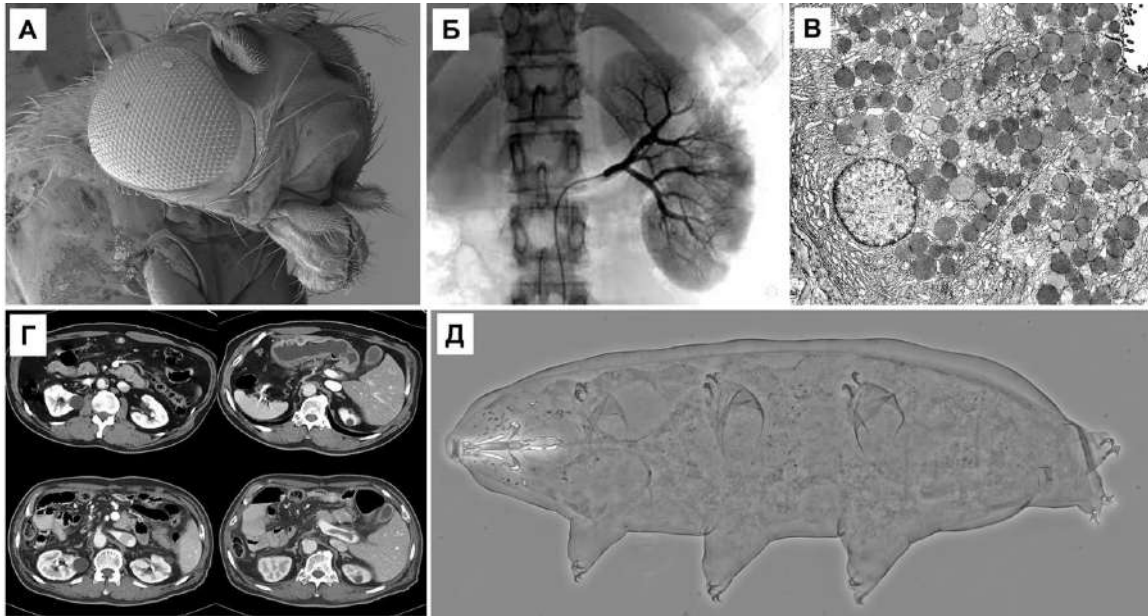
5. Известно, что организмы, занимающие сходные экологические ниши, могут приобретать похожие адаптации (например обтекаемая форма тела у разных представителей нектона). Какие адаптации могут быть связаны с переходом водных животных к прикрепленному образу жизни?

- а. Приобретение в ходе эволюции радиальной симметрии тела или её элементов
- б. Развитие повышенной устойчивости к определённым неблагоприятным воздействиям
- в. Редукция некоторых органов, систем органов или отдельных частей тела
- г. Переход к питанию путём фильтрации
- д. Сокращение размеров генома

Задание 6. «Технология исследований». Выберите ВСЕ правильные ответы.

Максимальная оценка за задание – 5 баллов.

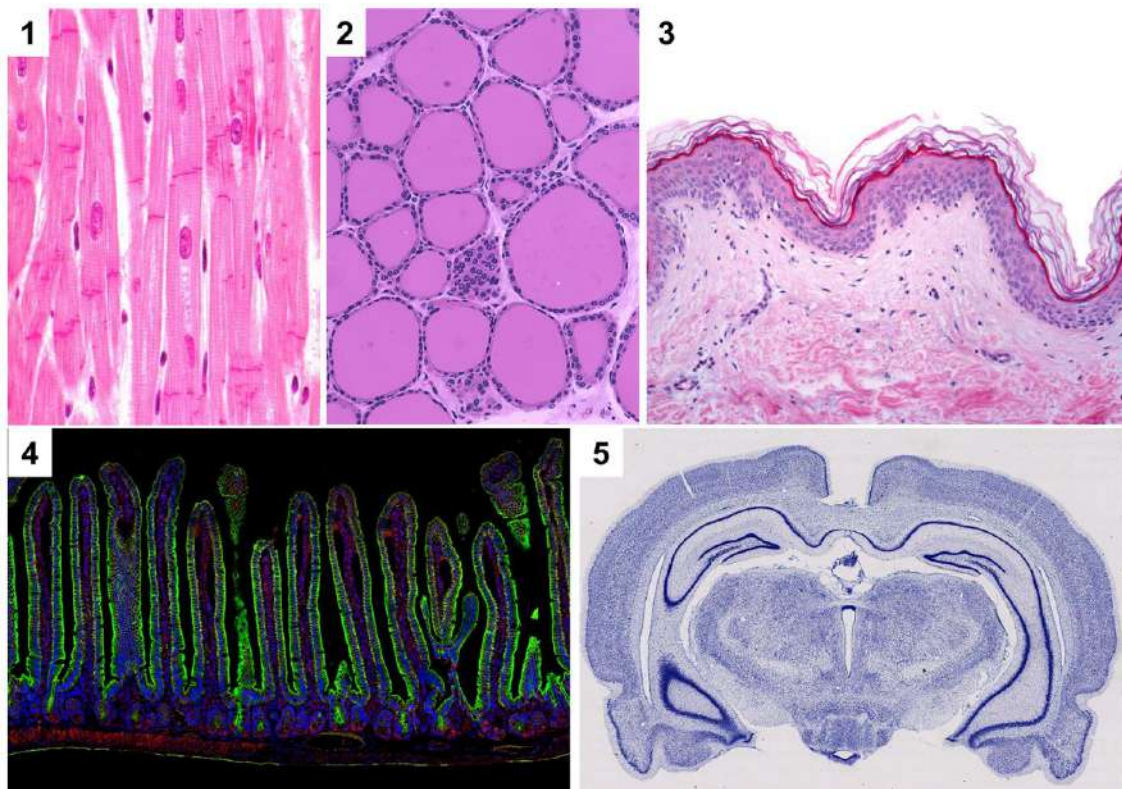
Перед вами результаты исследования биологических объектов, полученные при помощи различных методов. Какие из представленных изображений были получены за счёт взаимодействия исследуемых объектов с пучком электронов?



- а. А
б. Б
в. В
г. Г
д. Д

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

На фотографиях 1–5 представлены гистологические препараты органов млекопитающих, окрашенные при помощи различных гистохимических методик. Запишите точные биологические названия органов, которые были использованы для изготовления этих препаратов, в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



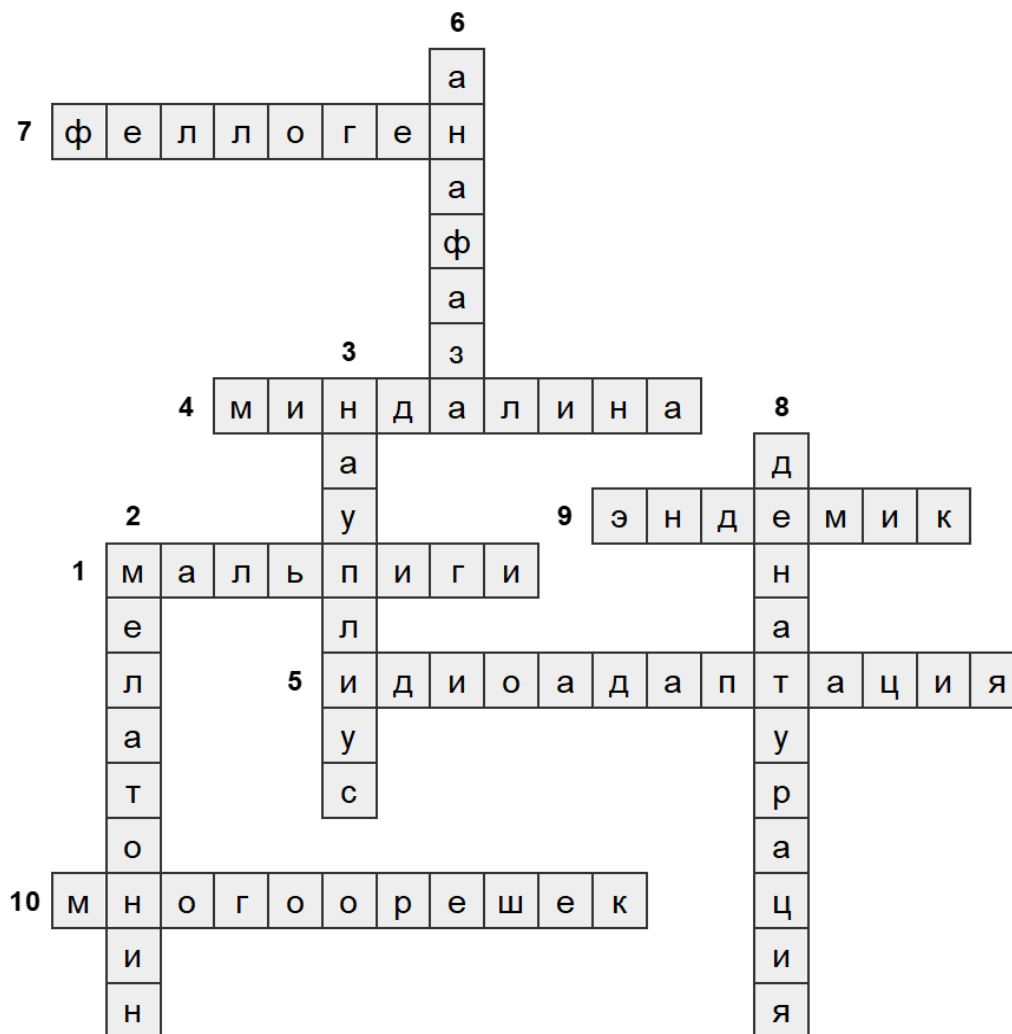
№	Название органа
1.	Сердце
2.	Щитовидная железа
3.	Кожа
4.	Тонкий кишечник (тонкая кишка)
5.	Головной мозг

Задание 8. Биологический кроссворд. Максимальная оценка – 10 баллов

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
Направление эволюции, которое привело к разнообразию галапагосских вьюрков.	Суммарное число пестиков и тычинок в цветке Ячменя обыкновенного.
Гормон человека, концентрация которого в крови достигает максимума около 2 часов ночи.	Число соединительнотканых перепонки, расположенных между средним и внутренним ухом человека.
Тип плода, характерный для представителей семейства Розоцветные (Розовые).	Число рук (“щупалец”) у каракатицы лекарственной.
Изменение структуры белков куриного яйца, происходящее при приготовлении яичницы.	Число клеток зародыша после третьего деления в ходе дробления зиготы.
Вторичная образовательная ткань у растений.	Сколько молекул глюкозы должно вступить в гликолиз, чтобы в результате этого процесса образовалось 14 молекул пировиноградной кислоты?
Фамилия итальянского учёного, в честь которого названы слепозамкнутые эпителиальные каналцы, выполняющие функцию органов выделения.	Сколько раз человек должен переболеть ветряной оспой, чтобы у него развился устойчивый иммунитет к этому заболеванию?
Латимерия, гаттерия или байкальская нерпа с точки зрения биогеографии.	Общее число атомов фосфора в участке цепи матричной РНК, имеющей последовательность ААУЦЦУГЦ.
Планктонная личинка некоторых беспозвоночных животных.	Число периодов, на которые подразделяют кайнозойскую эру.
Периферический орган иммунной системы человека.	Число отделов желудка у сетчатого жирафа.
Стадия клеточного цикла, на которой клетка эпидермиса человека содержит 92 хромосомы.	Общее число резцов у арктического беляка.

Ответ:



Задание 9. Расчётная задача. Решите задачу, используя отведённое поле.
Максимальная оценка – 5 баллов.

В биотехнологии широко распространён метод продукции белков в клетках кишечной палочки (*Escherichia coli*). Для продукции белка X была получена генетическая конструкция, кодирующая химерный белок 6His-SUMO-X. Он является химерным, поскольку, помимо белка X, он содержит два дополнительных компонента: гистидиновую метку из 6 остатков гистидина (6His) и белок SUMO. Гистидиновая метка имеет сильное сродство к ионам двухвалентных металлов, что позволяет при очистке отделить такой белок от всех остальных белков, а SUMO необходим для эффективного выделения белка из клеток бактерий. Последовательность, кодирующая химерный белок, за исключением старт-кодона и стоп-кодона, составляет 1377 пар нуклеотидов (п.н.). Из них 321 п.н. кодируют 6His-SUMO, а 21 п.н. – сайт, который распознаётся протеолитическим ферментом, вырезающим белок X из химерного белка. В ходе эксперимента эту генетическую конструкцию встроили в клетки *E. coli*, вырастили культуру таких бактерий и получили сухую массу бактериальных клеток, причём масса всех белков составила 50 мг. Масса белка 6His-SUMO-X составила 25% от массы всех белков. В ходе дальнейшей очистки при помощи ионов Ni^{2+} чистоту химерного белка удалось довести до 100%, однако потери целевого белка составили 20%. На последнем этапе была проведена обработка препарата протеазой, что привело к вырезанию белка X из химерного белка. Определите массу чистого белка X (в мг), полученного в результате

эксперимента. Молярную массу всех аминокислотных остатков можно считать одинаковой. Ход решения поясните.

Решение:

1. После выделения из высушенной массы бактериальной культуры масса химерного белка составила: $50 \times 0,25 = 12,5$ (мг).

2. Потери целевого (то есть химерного) белка при очистке составили 20%. Следовательно, для выделения белка X было использовано $12,5 \times (1 - 0,2) = 12,5 \times 0,8 = 10$ (мг) – химерного белка.

3. Определим число аминокислотных остатков в составе химерного белка. Для этого необходимо учесть следующее. 1) Поскольку гены бактериальных клеток не содержат некодирующих последовательностей (интронов), число пар нуклеотидов гена, кодирующих последовательность белка, равно числу кодирующих нуклеотидов в матричной РНК. 2) Известно, что старт-кодон кодирует аминокислоту метионин, а стоп-кодон не кодирует никакую аминокислоту и является «знаком препинания». Следовательно, к общей последовательности нуклеотидов, кодирующих химерный белок, следует добавить старт-кодон. 3) Каждый кодон включает в себя три нуклеотида.

Тогда число аминокислотных остатков химерного белка следует рассчитать так: $(1377+3)/3 = 460$ (аминокислотных остатков).

4. Определим число аминокислотных остатков в составе белка X. В этом случае не нужно добавлять к нуклеотидной последовательности матричной РНК старт-кодон, поскольку он удаляется вместе с остальными дополнительными компонентами химерного белка при протеолитическом расщеплении. Соответственно, число аминокислотных остатков в составе белка X составит: $(1377 - 321 - 21)/3 = 1035/3 = 345$ (аминокислотных остатков).

5. По условию задачи молярные массы аминокислотных остатков равны друг другу, следовательно, соотношение длин химерного белка и белка X равно соотношению их масс. Определим, какую долю от длины (массы) химерного белка составляет белок X.

$460 - 100\%$

$345 - A\%$

$A = 345 \times 100\% / 460 = 75\%$.

Следовательно, масса белка X: $10 \times 0,75 = 7,5$ (мг).

Ответ: 7,5 мг.

Задание 10. Работа с графиком. Проанализируйте предложенную информацию и выполните задания. Запишите ответы в специально отведённое поле.

Максимальная оценка – 10 баллов.

Микроводоросль эвглена (*Euglena gracilis*) способна расти в очень широком диапазоне условий окружающей среды. При росте на минеральной среде эвглена питается автотрофно – использует энергию света и образует органические вещества только при помощи фотосинтеза. Если в окружающей среде присутствуют органические соединения (например глюкоза или уксусная кислота), эвглена переходит на миксотрофный тип питания и, в дополнение к фотосинтезу, усваивает и эти органические вещества. В темноте в присутствии органических соединений эвглена переходит к гетеротрофному питанию. Очевидно, переключение типов питания с одного на другой может существенно повлиять и на скорость деления клеток эвглены, и на их биохимический состав (в частности на содержание пигментов и/или запасных питательных соединений). Основным фотосинтетическим пигментом *E. gracilis* является хлорофилл «а», а основным запасным соединением – специфический полимер глюкозы, парамилон. Ещё одной интересной особенностью эвглены является её неспособность к усвоению азота в форме нитратов. Эта микроводоросль может включать в метаболизм только восстановленные соединения азота (соли аммония, аммиак, органические азотсодержащие молекулы). Эту особенность метаболизма эвглены очень важно учитывать при культивировании данной микроводоросли, поскольку азот является одним из важнейших

макроэлементов, необходимых живым организмам. У фотосинтезирующих организмов большое количество азота входит в состав хлорофиллов.

На рисунке 1 представлены результаты эксперимента, в котором изучалось влияние изменений условий окружающей среды на скорость деления клеток и биохимический состав *E. gracilis*. В начале эксперимента культура эвглены несколько дней росла на свету в питательной среде, содержащей глюкозу и ионы NH_4^+ . Затем на 4 сутки условия культивирования были изменены. В варианте №1 ионы NH_4^+ в питательной среде заменили на ионы NO_3^- , в варианте №2 из питательной среды убрали глюкозу, а в варианте №3 культуру эвглены поместили в темноту. Проанализируйте графики и выполните задания.

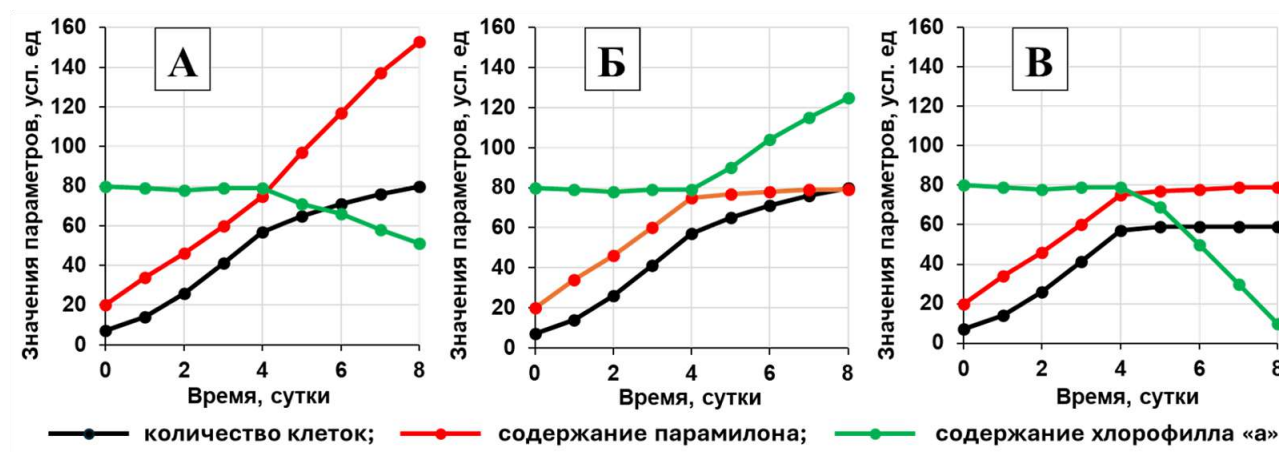


Рисунок 1. Влияние условий культивирования на скорость деления и биохимический состав клеток *Euglena gracilis*. По оси абсцисс – время (в сутках), по оси ординат – значения трёх измеряемых параметров: количество клеток в культуре, содержание хлорофилла «а» в расчёте на 1 клетку и содержание парамилона в расчёте на 1 клетку (в условных единицах, усл. ед.).

Задания:

1. Определите, какому варианту эксперимента соответствует каждый из графиков. Подробно поясните, почему вы пришли к такому выводу.

Ответ:

График А соответствует варианту №3 (культура эвглены помещена в темноту). Об этом свидетельствует постепенное снижение содержания хлорофилла. Клетки перестают синтезировать пигменты, а освободившиеся ресурсы вкладывают в рост культуры и/или накопление парамилона. Таким образом, несмотря на потерю одного из источников энергии, динамика роста культуры и накопления парамилона не меняется или меняется очень незначительно.

График Б соответствует варианту №2 (из питательной среды убрали глюкозу). Об этом свидетельствует рост содержания хлорофилла «а» (в условиях автотрофии фотосинтез – единственный источник энергии и органического углерода, так что эвглена синтезирует больше пигментов, чтобы повысить эффективность этого процесса). Поскольку у эвглены больше нет избытка глюкозы, она перестает интенсивно синтезировать парамилон, и его содержание в клетках стабилизируется.

График В соответствует варианту №1 (аммиачный азот заменили на нитратный, который эвглена не усваивает). В таких условиях не только прекращается синтез хлорофилла (молекулы которого содержат много азота), но и начинается разрушение этого пигмента. В результате его содержание в клетках резко снижается. Рост культуры и все биосинтетические процессы (в т. ч., синтез парамилона) останавливаются, поскольку при дефиците азота клетки не могут синтезировать нуклеиновые кислоты и ферменты.

2. В состав каких биологических молекул, помимо хлорофиллов, входит азот? Приведите три примера таких соединений.

Ответ:

- аминокислоты,
- азотистые основания,
- фикобилины.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

3. Какой тип питания был у эвглени в начале эксперимента?

Ответ:

Миксотрофное питание.

4. Можно ли, исходя из результатов этого эксперимента, сделать вывод, что в присутствии хорошо усваиваемого органического субстрата (глюкозы) переход с миксотрофного питания на гетеротрофное не приводит к снижению интенсивности синтеза основного запасного полисахарида в клетках эвглени? Ответ поясните.

Ответ:

Да, такой вывод сделать можно. На графике А видно, что парамилон продолжает накапливаться в клетках и после помещения культуры в темноту, и интенсивность этого процесса не только не снижается, но даже немного возрастает.

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

Фрагмент 1.

Биотопливом называются разнообразные горючие материалы, полученные из растительных или животных организмов или продуктов их жизнедеятельности. Один из самых перспективных видов биотоплива – это жидкое биодизельное топливо, или биодизель. Биодизель может использоваться в качестве горючего для автотранспорта как в чистом виде, так и в смеси с традиционным дизельным топливом. Активное использование биодизеля может помочь сэкономить ископаемое топливо (нефть, природный газ), а также снизить темпы поступления углекислого газа в атмосферу Земли. В настоящее время во всем мире активно разрабатываются и совершенствуются технологии получения и производства биодизеля. Наиболее существенными недостатками данного вида топлива, которые могут ограничить его применение, являются относительно малый срок хранения (не более 3–4 месяцев) и слишком высокая температура застывания (-5°C).

С химической точки зрения в большинстве случаев биодизель представляет собой смесь метиловых эфиров жирных кислот. Этот продукт получают из нейтральных липидов (триглицеридов) при помощи химической реакции этерификации (образования сложных эфиров) с метанолом (Рисунок 1). Поскольку при промышленном производстве биодизеля в реакцию вступают одновременно несколько разных липидов и жирных кислот, может происходить обмен жирнокислотными группами с образованием большого разнообразия сложных эфиров. Такой процесс получил название трансэтерификации, или переэтерификации. В качестве источника триглицеридов преимущественно используется растительное сырье (растительное масло, промышленные отходы с высоким содержанием липидов, биомасса микроводорослей). Среди покрытосеменных растений в качестве сырья для производства биодизеля в разных странах активно используются рапс, масличная пальма, ятрофа и соя.

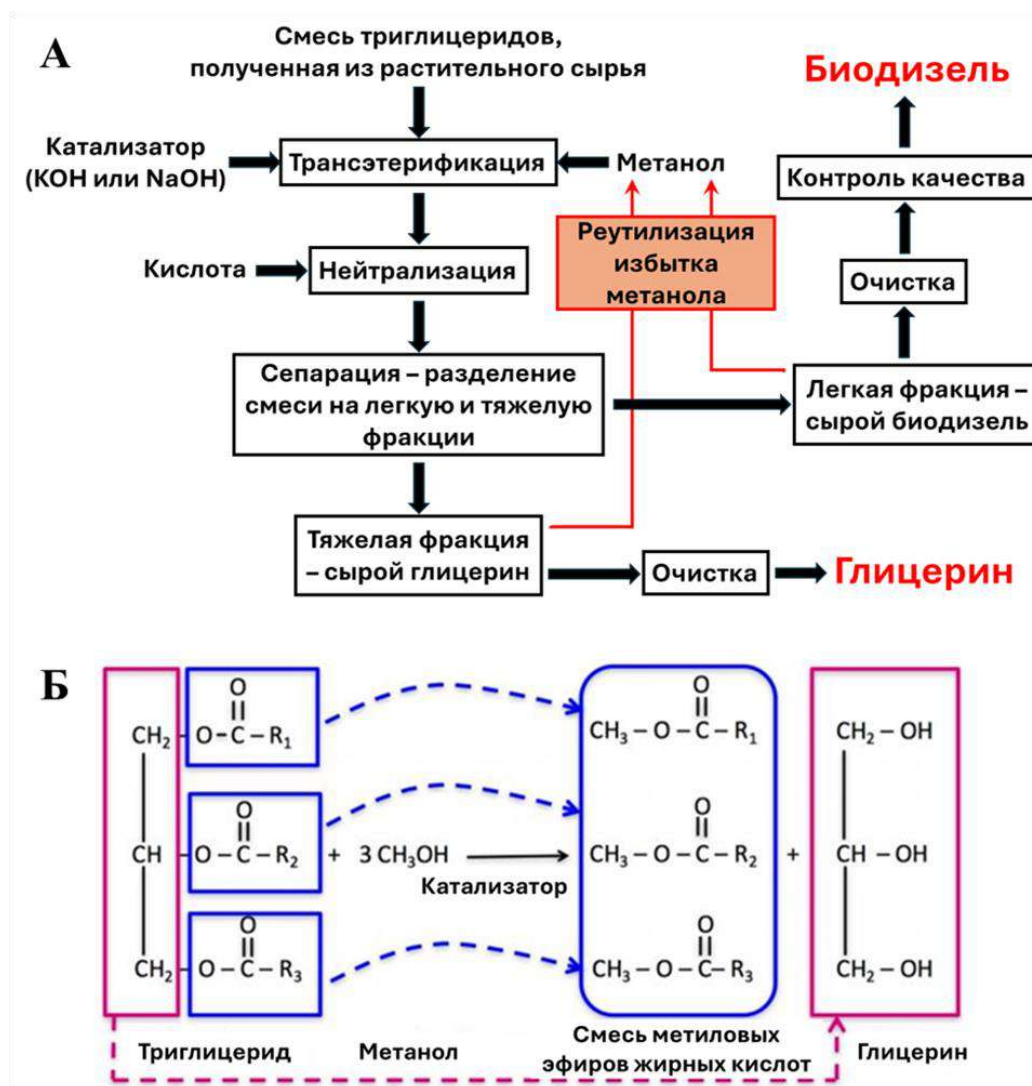


Рисунок 1. Упрощенная схема промышленного производства биодизеля (А) и реакция этерификации (Б). R₁–R₃ – остатки разных жирных кислот, которые могут входить в состав триглицеридов.

Фрагмент 2.

Лучшим источником триглицеридов для производства биодизеля являются одноклеточные водоросли. Во-первых, по сравнению с покрытосеменными растениями микроводоросли имеют очень высокую продуктивность (у некоторых видов водорослей биомасса клеток удваивается каждые несколько часов). Во-вторых, некоторые микроводоросли (например представители родов *Chlorella*, *Botryococcus*, *Phaeodactylum*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis*) при определенных условиях способны накапливать в клетках очень большое количество липидов (до 50% сухой массы). Не менее важным аргументом в пользу применения микроводорослей является и тот факт, что установки по их выращиванию относительно компактны и не занимают много места.

Для того чтобы получать стабильно высокий выход триглицеридов из микроводорослей в промышленном масштабе, сначала проводят лабораторные исследования, включающие несколько последовательных этапов. На первом этапе необходимо подобрать подходящий штамм водоросли, обладающий одновременно и высокой скоростью роста культуры, и способностью накапливать липиды (Рисунок 2). Эти две характеристики редко совмещаются в одном организме, поскольку биосинтез триглицеридов – это очень энергоёмкий процесс, и его активация, как правило, сопровождается снижением частоты делений клеток в культуре микроводорослей. Часто водоросли начинают накапливать липиды только при переходе к стационарной фазе развития культуры, когда культура достигает

максимальной плотности и клетки практически перестают делиться. На следующем этапе проводят оптимизацию условий культивирования выбранного штамма: подбирают состав питательной среды, интенсивность освещения, скорость перемешивания культуры и т.п. Затем проводят детальное исследование общего биохимического состава клеток водорослей и оценивают перспективы получения из их биомассы других ценных соединений, в дополнение к триглицеридам. Параллельное выделение из клеток водорослей ряда дорогостоящих веществ (например некоторых витаминов, каротиноида фукоксантина и т.п.) может существенно повысить рентабельность производства биодизеля. На данный момент рентабельность этого процесса всё ещё остаётся относительно низкой, что существенно ограничивает его использование.

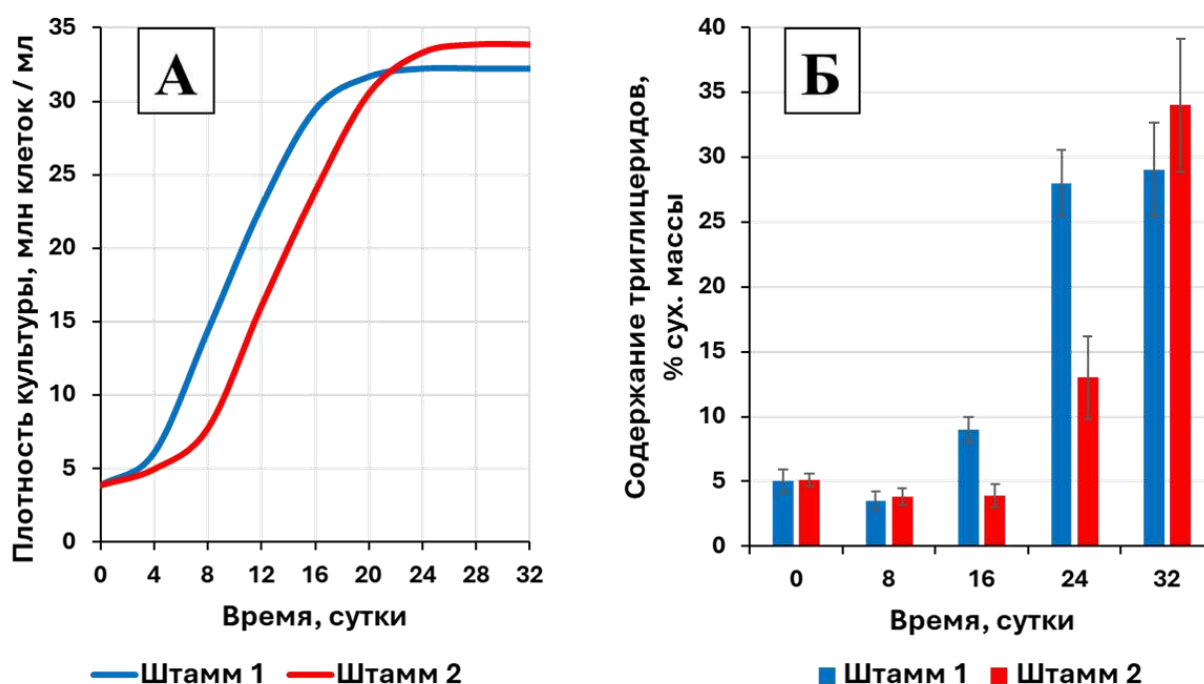


Рисунок 2. Динамика роста культуры (А) и накопления триглицеридов (Б) у двух штаммов диатомовых водорослей.

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. Основываясь на информации, приведенной в текстовом фрагменте 1 и на Рисунке 1, выберите правильные утверждения.

- а) Дрова – это одна из разновидностей биотоплива.
- б) Этап нейтрализации в процессе производства биодизеля необходим для снижения pH в смеси продуктов трансэтерификации.
- в) В результате реакции этерификации (трансэтерификации) из каждой молекулы триглицерида можно получить три молекулы метиловых эфиров жирных кислот и три молекулы глицерина.
- г) При производстве биодизеля велик риск загрязнения окружающей среды метанолом.

Ответ: аб.

2. Прочитайте текстовый фрагмент 2. Выберите правильные утверждения, основываясь на информации, изложенной в этом фрагменте.

- а) Микроводоросли – хорошее сырьё для производства биодизеля, поскольку большинство этих организмов способны одновременно и быстро наращивать биомассу, и синтезировать

большое количество липидов.

- б) Для получения максимальной продукции триглицеридов важно не допускать перехода культур микроводорослей к стационарной фазе развития.
- в) Важным направлением усовершенствования процесса производства биодизеля является повышение его рентабельности.
- г) Для каждого нового штамма микроводорослей необходимо подбирать оптимальное соотношение ключевых макро- и микроэлементов в питательной среде.

Ответ: [вг](#).

3. Основываясь на информации из текстового фрагмента 2 и данных, приведенных на Рисунке 2, выберите правильные утверждения.

- а) По данным Рисунка 2, в последние 8 суток эксперимента культуры обоих штаммов диатомовых водорослей находились в стационарной фазе развития.
- б) Штамм 2 лучше подходит для производства биодизеля, чем штамм 1.
- в) Если эксперимент, результаты которого представлены на Рисунке 2, продлится дольше, то содержание триглицеридов в клетках штамма 2 может еще повыситься.
- г) Изменение состава питательной среды, интенсивности освещения и/или других условий культивирования может привести к увеличению продукции триглицеридов в клетках обоих штаммов водорослей.

Ответ: [авг](#).

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

- а) Побочным продуктом производства биодизеля является глицерин.
- б) Очищенный и прошедший контроль качества биодизель можно сразу заливать в бак автомобиля, заменяя им традиционное дизельное топливо.
- в) Исходные компоненты для производства биодизеля невозможно получить из сырья животного происхождения.
- г) Относительно высокая температура застывания биодизеля делает этот вид топлива удобным для использования в условиях холодного климата.

Ответ: [аб](#).

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

- а) Использование биодизеля способствует снижению скорости накопления углекислого газа в атмосфере Земли, поскольку микроводоросли в процессе своего роста поглощают углекислый газ.
- б) Все штаммы микроводорослей, накапливающие большое количество липидов, также будут отличаться и повышенным содержанием белка и/или полисахаридов.
- в) Обязательным компонентом питательной среды для микроводорослей являются соединения фосфора.
- г) Использование для производства биодизеля микроводорослей вместо покрытосеменных растений может способствовать сохранению площадей посевов пищевых сельскохозяйственных культур.

Ответ: [авг](#).

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

У некоторого вида млекопитающих окраска шерсти контролируется аутосомным геном *A* и геном *B*, находящимся в половой *X*-хромосоме. Продукт доминантной аллели *A* катализирует превращение бесцветного предшественника пигмента в промежуточное соединение коричневого цвета, а продукт доминантной аллели *B* – синтез конечного чёрного пигмента.

Какое расщепление по генотипу и фенотипу следует ожидать в потомстве при скрещивании ♀ $AAX^BX^B \times \text{♂ } aaX^bY$, если вероятность рождения потомков мужского и женского пола одинакова, а все аллели обладают полной пенетрантностью и 100% экспрессивностью? Для решения задачи заполните таблицу.

	Ответ:
Вероятность появления среди самок F_1 особей с чёрной окраской шерсти (в %):	100
Вероятность появления среди самцов F_2 особей с чёрной окраской шерсти (в %):	37,5
Возможный(-ые) генотип(-ы) потомков F_2 , имеющих белую окраску шерсти (если необходимо записать несколько вариантов, отделите их друг от друга запятой и пробелом):	$aaX^BX^B, aaX^BX^b, aaX^BY, aaX^bY$
Вероятность появления среди самок F_2 особей с коричневой окраской шерсти (в %):	0
Возможный(-ые) генотип(-ы) потомков, полученных при скрещивании белых дигомозиготных самок и коричневых гомозиготных самцов из F_2 (если необходимо записать несколько вариантов, отделите их друг от друга запятой и пробелом):	AaX^BX^b, AaX^BY

Примечание.

1) Определим генотипы и фенотипы потомков F_1 .

Генотипы родителей: ♀ AAX^BX^B , ♂ aaX^bY .

Гаметы: ♀ – AX^B ; ♂ – aX^b, aY .

Генотипы и фенотипы потомков: AaX^BX^b, AaX^BY .

Чёрная окраска шерсти у особи может быть, только если в генотипе имеются одновременно хотя бы одна аллель A и одна аллель B . Если имеется хотя бы одна аллель A , но ни одной аллели B , то окраска будет коричневой (промежуточный продукт реакции образуется, а конечный – нет). Во всех остальных случаях (ни одной аллели A) промежуточный продукт реакции синтезироваться не будет, а значит – не будет образовываться и конечный (отсутствие пигментации = белая окраска).

Все самки в F_1 – дигетерозиготы. Следовательно, все они будут иметь чёрную окраску (вероятность – 100%).

2) Определим генотипы и фенотипы потомков F_2 .

Генотипы родителей: ♀ AaX^BX^b , ♂ AaX^BY .

Гаметы: ♀ – AX^B, AX^b, aX^B, aX^b ; ♂ – AX^B, AY, aX^B, aY .

Генотипы и фенотипы потомков женского пола:

AAX^BX^B (чёрная) : AAX^BX^b (чёрная) : $2 AaX^BX^B$ (чёрная) : $2 AaX^BX^b$ (чёрная) : aaX^BX^B (белая) : aaX^BX^b (белая).

Генотипы и фенотипы потомков мужского пола:

AAX^BY (чёрный) : AAX^bY (коричневый) : $2 AaX^BY$ (чёрный) : $2 AaX^bY$ (коричневый) : aaX^BY (белый) : aaX^bY (белый).

Следовательно:

- вероятность появления среди потомков-самцов особей с чёрной окраской составит $3/8 \times 100\% = 37,5\%$;

- возможные генотипы особей с белой окраской – $aaX^BX^B, aaX^BX^b, aaX^BY, aaX^bY$;

- вероятность появления среди потомков-самок особей с коричневой окраской шерсти составит $0/8 \times 100\% = 0\%$.

3) Генотип белой дигомозиготной самки среди потомков F_2 – aaX^BX^B ; генотип коричневого гомозиготного самца среди потомков F_2 – AAX^bY .

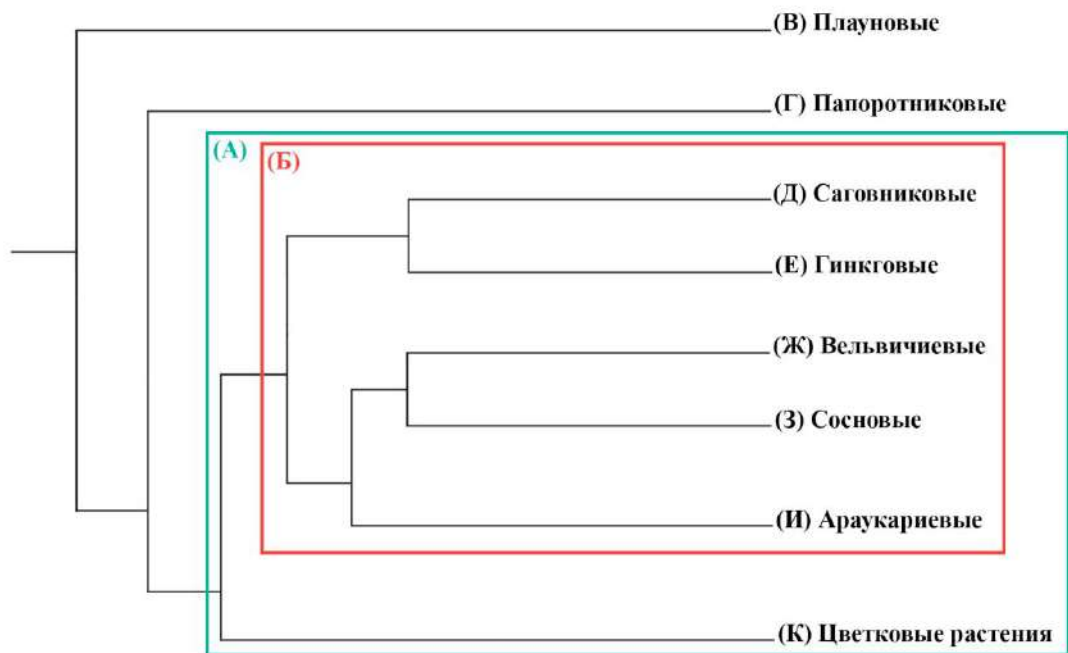
Генотипы родителей: ♀ aaX^BX^B , ♂ AAX^bY .

Гаметы: ♀ – aX^B , ♂ – AX^b, AY .

Возможные генотипы потомков, полученных при таком скрещивании: AaX^BX^b, AaX^BY .

Задание 13. Соответствие данных. Установите соответствие между биологическими объектами, представленными на рисунке, и их характеристиками. **Максимальная оценка – 10 баллов.**

Филогенетическое дерево – это схема эволюционных взаимосвязей (родства) между систематическими группами (таксонами), имеющими общего предка. Рассмотрите филогенетическое дерево, отражающее родство между некоторыми группами современных многоклеточных организмов. Для части групп приведены также фотографии типичных представителей. Прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите соответствие между группами, которые обозначены буквами А-К, и их описаниями. Для каждой из групп выберите номер нужной характеристики из раскрывающегося списка рядом с соответствующим буквенным обозначением. **ВНИМАНИЕ! Некоторые характеристики из приведённого списка – лишние!**



Характеристики:

1. Двудомные растения, которые внешне напоминают пальмы и обитают в тропических и субтропических областях обоих полушарий. Семена у этих растений развиваются на спорофиллах – специализированных листьях, которые несут спорангии.

2. Развитие представителей группы происходит при участии питающей ткани – вторичного эндосперма. Семена развиваются в плодолистиках.

3. Представители этой группы распространены повсеместно. Побеги имеют членистое строение. Стебли осуществляют фотосинтез, так как листья редуцированы. В их клеточных стенках откладывается кремнезём.

4. Древесные растения, распространённые в основном в Южном полушарии. Семезачатки развиваются в шишках. Каждая шишка представляет собой собрание видоизменённых мегастробилов – семенных чешуй, которые располагаются в пазухах кроющих чешуй, являющихся видоизменёнными листьями. Кроющие и семенные чешуи шишки срастаются.

5. Все растения этой группы размножаются с помощью семян.

6. Все современные представители – многолетние травянистые растения, спорангии которых располагаются в пазухе или на верхней поверхности специализированных листьев – спорофиллоидов.

7. Кустарники или небольшие деревья, которые встречаются в степях, полупустынях и некоторых пустынях Евразии, Африки, а также Северной и Южной Америки. Преимущественно двудомные растения, их органы размножения, несущие семезачатки, окружены сочными или сухими чешуями. Фотосинтез осуществляется стеблями, так как листья редуцированы.

8. В современной флоре эта группа представлена 1 видом. Древесное растение с укороченным стеблем, на котором формируется только два листа, продолжающие рост в течение всей жизни растения. Обитает в пустыне Намиб.

9. Растения, первичный эндосperm которых развивается из женского гаметофита. Большинство представителей имеют архегонии в семезачатке.

10. Древесные растения, часто формирующие леса и распространённые в основном в умеренных широтах Северного полушария, в то время как в Южном полушарии встречается только один вид. Семезачатки развиваются в шишках. Каждая шишка представляет собой собрание видоизменённых мегастробилов – семенных чешуй, которые располагаются в пазухах кроющих чешуй, являющихся видоизменёнными листьями. Листья располагаются на укороченных побегах. Кроющие и семенные чешуи шишки не срастаются.

11. В современной флоре эта группа представлена 1 видом. Листопадное двудомное древесное растение, достигающее 40 м в высоту. Листья в разной степени рассечены на две лопасти. Семезачатки парные и развиваются на верхушке специализированной оси.

12. Травянистые или древесные растения, обитающие преимущественно во влажных биотопах различных климатических поясов. Наибольшего разнообразия достигают в тропических и субтропических зонах. Их спорангии располагаются на нижней стороне листьев. Оплодотворение происходит при участии многожгутиковых сперматозоидов.

Обозначение группы	№ характеристики (ответ)
А	5
Б	9
В	6
Г	12
Д	1
Е	11
Ж	8
З	10
И	4
К	2

Примечание. Характеристики №3 (Хвощовые) и №7 (Хвойниковые) являются лишними.

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

Живой организм постоянно подвергается действию факторов окружающей среды, которые могут нанести ему вред. Укажите абиотические факторы, которые могут оказывать негативное воздействие на организм человека и других млекопитающих, и охарактеризуйте основные механизмы, которые обеспечивают защиту организма от действия этих факторов. Проиллюстрируйте ответ примерами.

Ответ:

1. Температурные воздействия (низкие, высокие температуры)

У человека и других млекопитающих (как гомойотермных организмов) имеется целый ряд физиологических механизмов, которые позволяют поддерживать постоянную температуру тела в условиях колебаний температуры окружающей среды для сохранения оптимального уровня активности обменных процессов.

а) Регуляция теплопродукции

Производство тепла для поддержания постоянной температуры тела в условиях сниженной температуры окружающей среды обеспечивают такие механизмы, как несократительный и сократительный термогенез.

- Несократительный термогенез. Основным источником тепла у гомойотермных животных служат экзотермические биохимические реакции. Тепловая энергия выделяется, главным образом, при расщеплении углеводов и жиров, поступающих с пищей, а также собственных запасов гликогена.

Кроме того, у многих млекопитающих имеется особая – бурая – жировая ткань. Характерной чертой клеток бурого жира является большое количество митохондрий, в которых при окислении питательных веществ происходит разобщение транспорта электронов в дыхательной цепи и синтеза АТФ. В результате синтезируется меньше АТФ, а энергия расходуется в виде тепла. Наличие бурого жира характерно для животных, впадающих в спячку. В организме человека эта ткань также присутствует, причём в холодное время года теплопродукция в ней увеличивается.

- Сократительный термогенез. В ходе мышечной работы расщепляется большое количество АТФ, и часть энергии неизбежно рассеивается в виде тепла, согревая тело. При снижении температуры окружающей среды возникает специфическая непроизвольная реакция – мышечная дрожь, при которой различные группы мышечных волокон сокращаются и расслабляются несогласованно, что также приводит к расщеплению АТФ и выделению тепла.

б) Регуляция теплоотдачи

- Основным органом, непосредственно контактирующим с внешней средой и регистрирующим изменения температуры, является кожа. Обработка сигналов, поступающих от терморецепторов кожи, происходит в гипоталамусе. В ответ на снижение температуры окружающей среды центр терморегуляции гипоталамуса посылает сигналы в сосудодвигательный центр продолговатого мозга, который стимулирует сужение кровеносных сосудов кожи, что приводит к снижению теплоотдачи. При повышении температуры, напротив, происходит расширение сосудов и повышение теплоотдачи.

- При высокой температуре окружающей среды у млекопитающих активируется деятельность потовых желёз. С потом на поверхность кожи выделяется значительное количество воды, при испарении которой поверхность тела охлаждается. У млекопитающих, густо покрытых шерстью, потоотделение может происходить только с голых участков кожи, например, на подушечках лап или на поверхности ушей. Эти животные увеличивают теплоотдачу путём вылизывания шерсти или за счёт «тепловой одышки», при которой вода испаряется с поверхности слизистых рта и носа.

- Предотвратить потерю тепла позволяет теплоизоляция тела, которая обеспечивается прослойкой неподвижного воздуха, создаваемой вокруг кожи между волосами. При снижении температуры происходит рефлекторное сокращение мышц, поднимающих волосы, и прослойка воздуха увеличивается. Человек компенсирует отсутствие шерстного покрова за счёт тёплой одежды.

Теплоизолирующими свойствами обладает также слой подкожного жира, который чрезвычайно развит у многих млекопитающих, обитающих в холодном климате (например у моржей, тюленей, китов).

в) Поведенческие реакции:

- оборонительные рефлексы (например отдёргивание руки от горячего предмета);
- переживание слишком холодного или слишком жаркого периода в убежище или в состоянии спячки.

2. Избыток солнечной радиации

- Защиту от воздействия интенсивного излучения обеспечивает пигмент меланин, который содержится в клетках кожи и радужной оболочки, а также пигментных клетках сетчатки. Этот пигмент поглощает излучение, и при интенсивном воздействии солнечной радиации его выработка увеличивается.
- Защиту глаз от интенсивного света обеспечивает зрачковый рефлекс, который позволяет сузить зрачок в ответ на воздействие яркого света, ограничивая световой поток, попадающий на сетчатку и предотвращая её фотоповреждение.

3. Недостаток воды

- Оптимальное содержание воды в организме поддерживается за счёт механизмов нервной и гуморальной регуляции. Так, при недостатке воды в организме повышается осмолярность крови. Эти изменения регистрируются осморецепторами центра жажды, расположенного в гипоталамусе, что приводит к возникновению субъективного ощущения жажды и запуску питьевого поведения (поиска и потребления воды). С другой стороны, клетки гипоталамуса выделяют антидиуретический гормон (вазопрессин), который выделяется в кровь задней долей гипофиза. Достигая дистальных извитых канальцев нефронов, вазопрессин стимулирует встраивание в мембраны их клеток водных каналов (аквапоринов). В результате возрастает интенсивность обратного всасывания (реабсорбции) воды из просвета канальцев в кровяное русло, а её потери с мочой снижаются.
- Источником эндогенной (метаболической воды) может служить жировая ткань (например горб у верблюда или курдюк у овец).

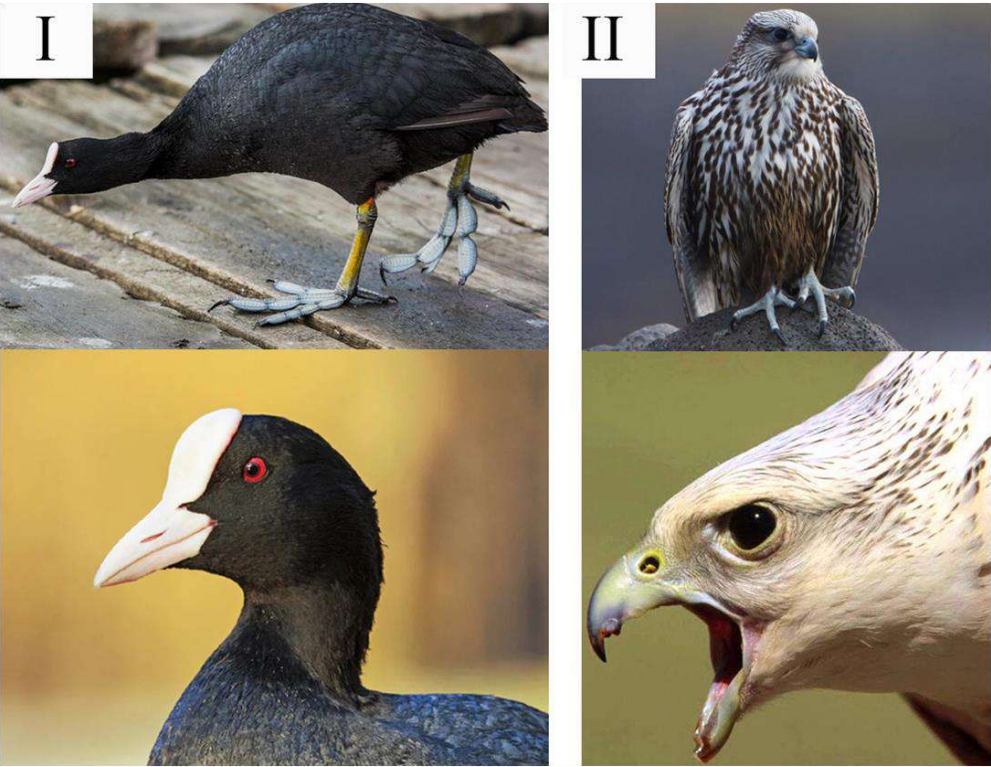
4. Недостаток кислорода

В первую очередь, с проблемой недостатка кислорода сталкиваются вторичноводные млекопитающие, у которых имеется ряд адаптаций к длительному нахождению в воде без поступления кислорода извне.

- Запасание кислорода в мышцах благодаря высокому содержанию миоглобина, а также наличию особых скоплений спиральных кровеносных сосудов, служащих резервуаром крови, насыщенной кислородом.
- Перераспределение кровотока при нырянии таким образом, что кислородом в первую очередь снабжаются органы, наиболее чувствительные к его недостатку, – сердце и головной мозг.
- Замедление сердечного ритма при нырянии, что позволяет снизить энергетические затраты на сердечные сокращения и, как следствие, потребление сердцем кислорода.
- Хорошо развитые лёгкие, состоящие из огромного количества альвеол и обеспечивающие эффективное насыщение крови кислородом при вдыхании атмосферного воздуха.

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.**



1. На рисунке изображены животные двух разных видов (I, II), относящиеся к одному классу. Какие признаки являются сходными для **всех** представителей этого класса и однопроходных млекопитающих? Укажите четыре таких признака.

Ответ:

- четырёхкамерное сердце;
- отсутствие зубов у взрослых особей;
- наличие клоаки;
- внутреннее оплодотворение.

Возможны и другие правильные варианты ответа.

2. Перед вами таблица (см. таблицу), которая представляет собой определительный ключ (определитель), позволяющий установить принадлежность организма к тому или иному 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 которой указан в скобках. 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(7)	Пальцы соединены плавательной перепонкой.
2(3)	Все четыре пальца соединены плавательной перепонкой. Отряд Пеликанообразные
3(2)	Только три пальца соединены перепонкой.

4(5)	Края надклювья и подклювья усажены тонкими поперечными пластинками или зубцами. Цевка короче 20 см. Отряд Пластинчатоклювые
5(4)	Края надклювья гладкие, без поперечных пластинок или зубцов.
6	Цевка короче 20 см и спереди закруглена. Клюв прямой или дугообразно изогнут. Отряд Ржанкообразные
7(1)	Сплошной перепонки на пальцах нет.
8(9)	Передние пальцы снабжены каждый по отдельности плавательными лопастями. Средний палец длиннее остальных. Отряд Журавлеобразные
9(8)	Передние пальцы без плавательных лопастей.
10	Основание клюва покрыто голой кожицей (восковицей), обычно окрашенной иначе, чем другие части клюва.
11(12)	С каждой стороны надклювья перед вершинным крючком имеется резкий зубец, которому соответствует вырезка на подклювье. Отряд Соколообразные
12(11)	На надклювье зубцов нет. Отряд Ястребообразные

Ответ:

Организм I – 7, 8 (отряд Журавлеобразные).

Организм II – 7, 9, 10, 11 (отряд Соколообразные).

3. Используя собственные знания и результаты изучения рисунка 1, охарактеризуйте особенности биологии животных I и II, используя приведённый ниже набор характеристик.

а) Питается преимущественно: *зелёными частями растений/ семенами/ животными*.

б) Гнездится преимущественно: *на воде/ на скалах/ в кронах кустарников*.

Ответ:

Организм I – питается преимущественно зелёными частями растений; гнездится преимущественно на воде.

Организм II – питается преимущественно животными; гнездится преимущественно на скалах.



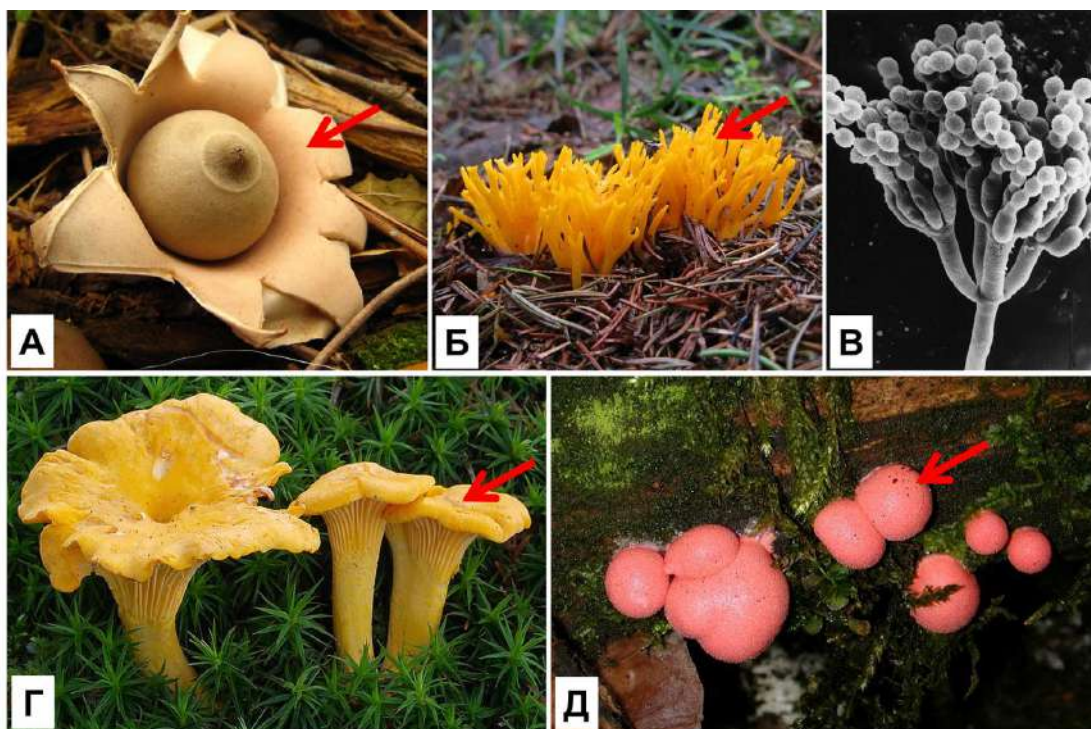
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**
2024-2025 учебный год
9 класс
Вариант 2

Задания 1-5. Выберите ВСЕ правильные ответы. Максимальная оценка за каждое задание – 4 балла.

1. Рассмотрите фотографии, на которых представлены различные гетеротрофные организмы (соотношение размеров не соблюдено). Какие утверждения об этих организмах являются верными?



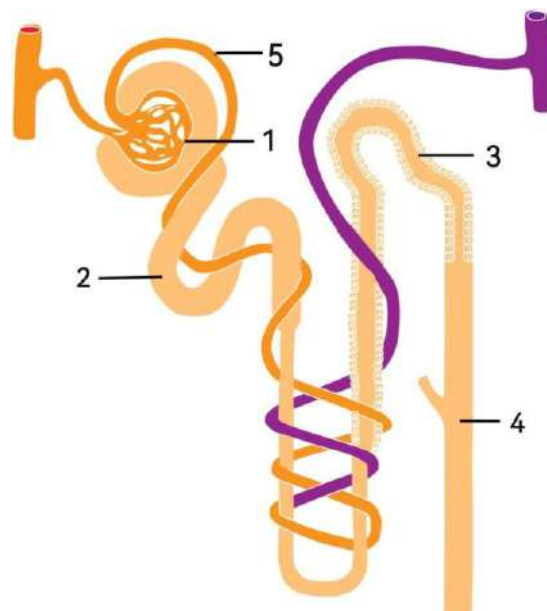
- а. Среди представителей отдела, к которому относятся организмы А, Б и Г, есть паразиты высших растений
- б. Организм В способен вырабатывать вещества, подавляющие синтез компонентов клеточной стенки бактерий
- в. Организмы Г и Д являются микоризообразователями
- г. Организмы Б и Г относятся к разным видам в пределах одного рода
- д. У организма А имеется клеточная стенка, состоящая из целлюлозы

2. На рисунке представлены различные беспозвоночные животные (соотношение размеров не соблюдено). Какие признаки являются сходными для этих организмов?



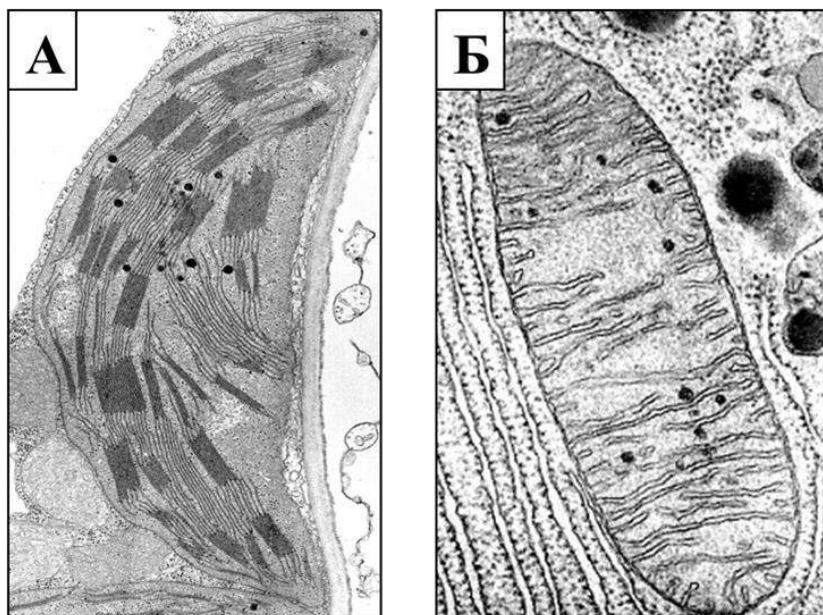
- а. Имеют несколько пар простых глаз
- б. Все этапы пищеварения протекают в пищеварительном тракте
- в. Имеют сегментированное тело
- г. Имеют сегментированные конечности
- д. Имеют хитиновые структуры

3. На рисунке представлена структурно-функциональная единица органа выделения млекопитающих. Пять элементов рисунка отмечены цифрами. Какие утверждения верно характеризуют обозначенные структуры?



- а. По структуре №5 кровь поступает в капиллярный клубочек
- б. Стенка отдела №2 представлена однослойным плоским эпителием
- в. При почечной недостаточности жидкость в отделе №3 содержит больше белков, чем в норме
- г. У пациента, страдающего сахарным диабетом, жидкость в отделе №4 может содержать больше глюкозы, чем в норме
- д. При фильтрации крови в отделе №1 из капилляров в норме не выходят протромбин и фибриноген

4. Перед вами электронные микрофотографии двух органелл. Выберите утверждения, верно характеризующие представленные структуры.



- а. В условиях гипоксии (недостатка кислорода) работа органеллы Б будет нарушена значительно сильнее, чем работа органеллы А
- б. В каждой растительной клетке присутствует хотя бы одна органелла А
- в. В обеих этих органеллах протекают окислительно-восстановительные реакции
- г. Характерная особенность внутренних мембран обеих этих органелл – относительно низкое содержание белков
- д. В органелле А на свету образуются кислород, глюкоза, крахмал и АТФ

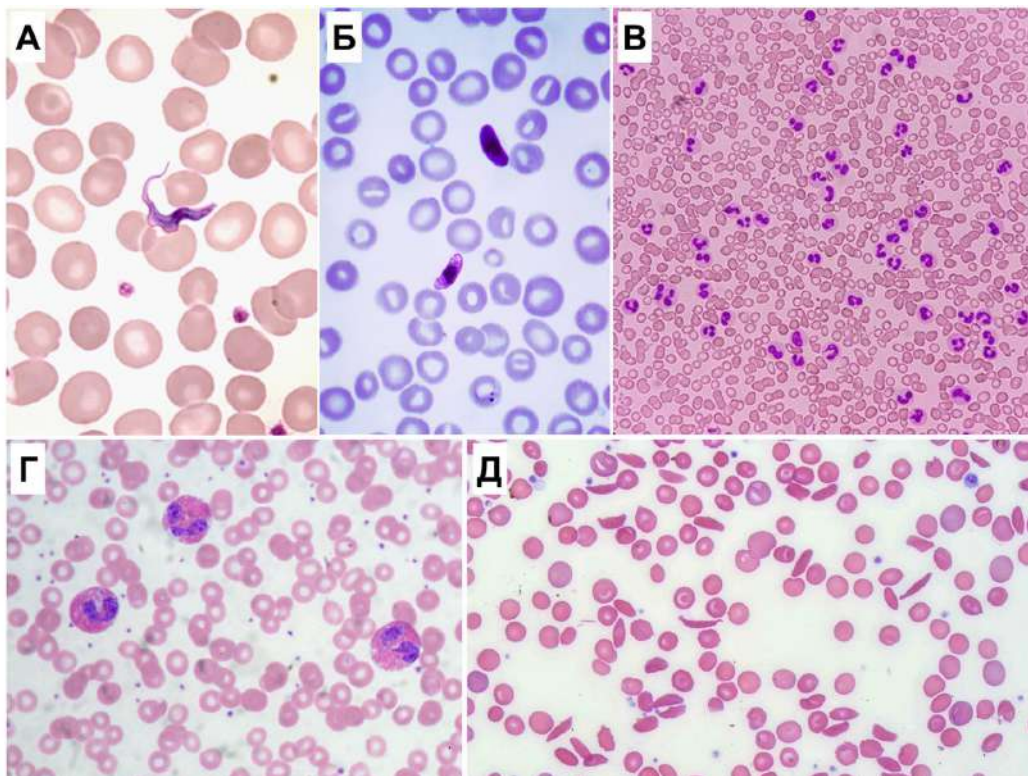
5. Известно, что организмы, занимающие сходные экологические ниши, могут приобретать похожие адаптации (например обтекаемая форма тела у разных представителей nekтона). Какие адаптации могут быть характерны для организмов, которые ведут планктонный образ жизни?

- а. Приобретение яркой отпугивающей окраски
- б. Формирование внутри тела полостей, заполненных газом
- в. Увеличение относительной площади поверхности тела
- г. Запасание липидов в организме
- д. Утрата элементов тела, обеспечивающих локомоцию

Задание 6 «Технология исследований». Выберите ВСЕ правильные ответы.

Максимальная оценка за задание – 5 баллов.

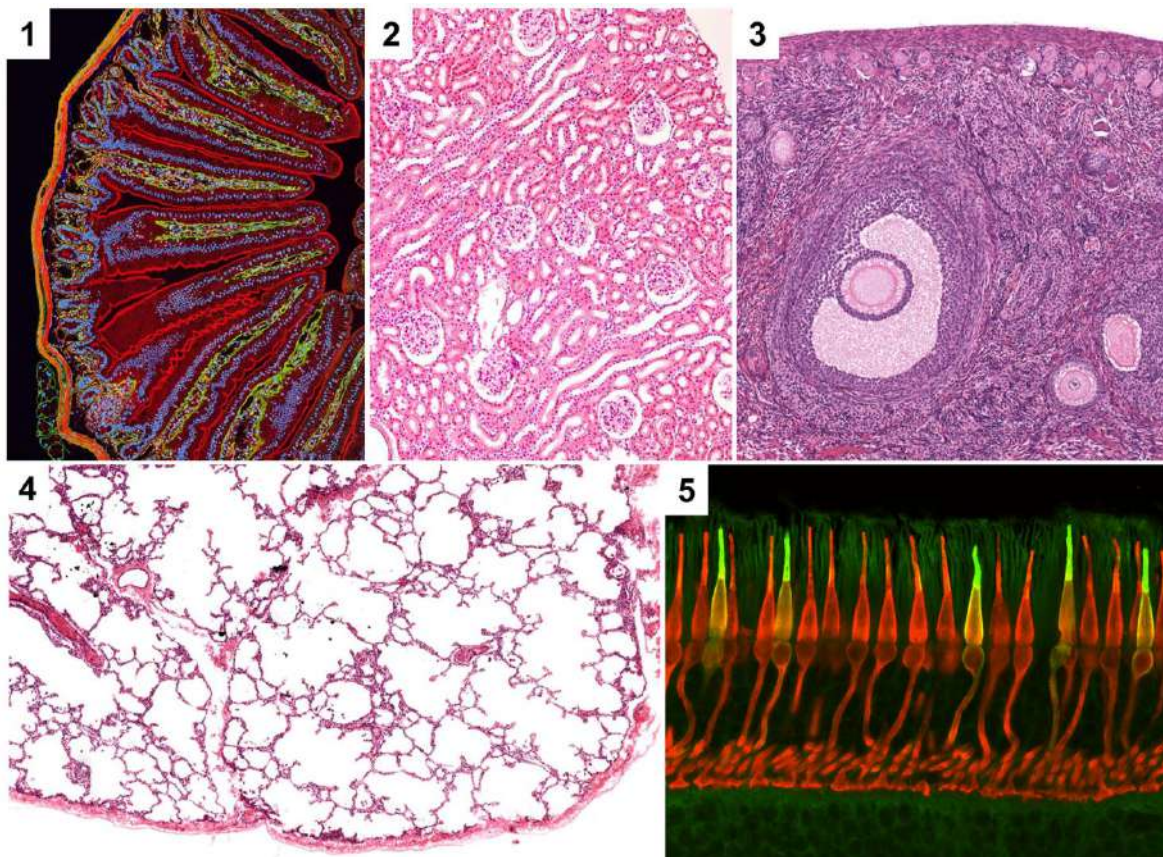
Перед вами результаты лабораторного анализа образцов тканей, полученных от пяти разных пациентов (А-Д). Какие выводы может сделать специалист на основе изучения каждого из этих образцов?



- а. Пациент А заразился инфекцией в результате укуса насекомого
- б. В кровь пациента Б попали болезнетворные бактерии
- в. В крови пациента В повышено содержание лейкоцитов, что может свидетельствовать о развитии воспаления
- г. В крови пациента Г обнаруживаются аномальные нейтрофилы, которые не выявляются в норме
- д. Пациент Д страдает наследственным заболеванием, связанным с изменением формы эритроцитов

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

На фотографиях 1–5 представлены гистологические препараты органов млекопитающих, окрашенные при помощи различных гистохимических методик. Запишите точные биологические названия органов, которые были использованы для изготовления этих препаратов, в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



№	Название органа
1.	Тонкий кишечник (тонкая кишка)
2.	Почка
3.	Яичник
4.	Лёгкое
5.	Глаз

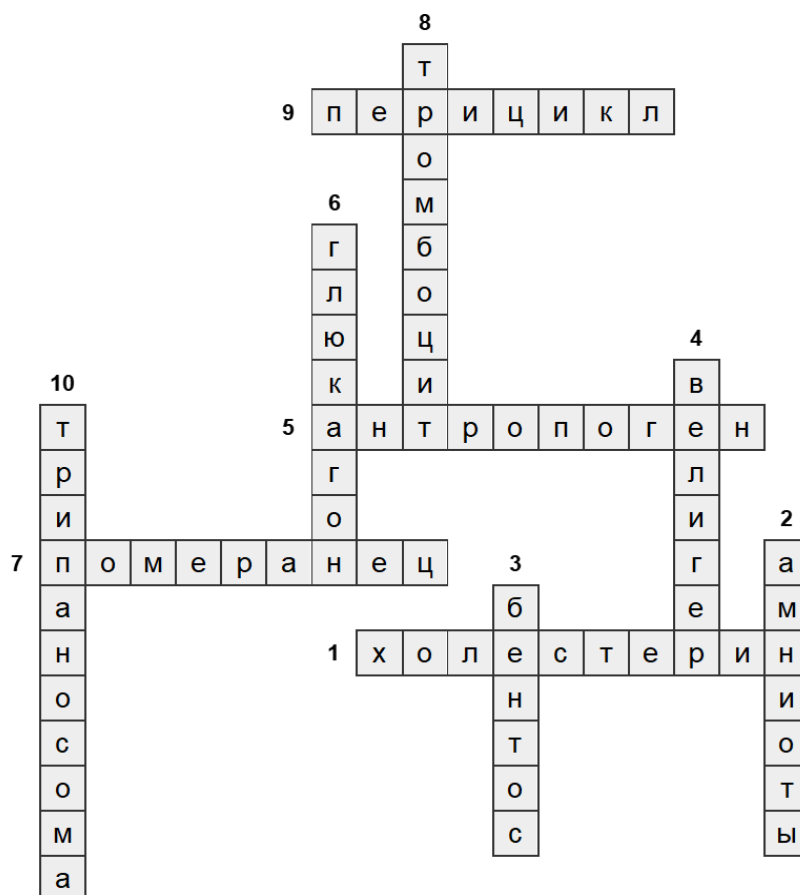
Задание 8. Биологический кроссворд. Максимальная оценка – 10 баллов

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
Планктонная личинка некоторых беспозвоночных животных.	Число отделов желудка у антилопы гну.
Первичная образовательная ткань у растений.	Общее число атомов фосфора в участке цепи матричной РНК, имеющем последовательность УУАГЦГАЦГ.
Форменный элемент крови человека, не являющийся клеткой.	Число рук (“щупалец”) у моллюска аргонавта.

Экологическая группа водных организмов, к которой относятся морская капуста, морской огурец и морская лилия.	Число периодов, на которые подразделяют мезозойскую эру.
Паразитическое простейшее, попадающее в организм человека при укусах насекомых.	Сколько молекул глюкозы должно вступить в гликолиз и последующее спиртовое брожение, чтобы в результате этих процессов образовалось 20 молекул углекислого газа?
Геологический период в истории Земли, который длится по настоящее время.	Суммарное число пестиков и тычинок в цветке тимфефевки луговой.
Органическое соединение, которое является компонентом биологических мембран и исходным веществом для биосинтеза некоторых гормонов, витамина D и желчных кислот.	Сколько раз человек должен сделать прививку от полиомиелита, чтобы у него развился устойчивый иммунитет к этому заболеванию?
Гормон человека, активирующий процесс расщепления гликогена в клетках печени и мышц.	Число пар конечностей, расположенных на головогрудии (просоме) у королевского скорпиона.
Тип плода, характерный для представителей семейства Цитрусовые.	Число костей в предплюсне одной ноги человека.
Название таксона, объединяющего рептилий, птиц и млекопитающих.	Число сложных глаз у обыкновенной медведки.

Ответ:



Задание 9. Расчётная задача. Решите задачу, используя отведённое поле.
Максимальная оценка – 5 баллов.

В биотехнологии широко распространён метод продукции белков в клетках кишечной палочки (*Escherichia coli*). Для продукции белка X была получена генетическая конструкция, кодирующая химерный белок 6His-SUMO-X. Он является химерным, поскольку, помимо белка X, он содержит два дополнительных компонента: гистидиновую метку из 6 остатков гистидина (6His) и белок SUMO. Гистидиновая метка имеет сильное сродство к ионам двухвалентных металлов, что позволяет при очистке отделить такой белок от всех остальных белков, а SUMO необходим для эффективного выделения белка из клеток бактерий. Последовательность, кодирующая химерный белок, за исключением старт-кодона и стоп-кодона, составляет 2067 пар нуклеотидов (п.н.). Из них 390 п.н. кодируют 6His-SUMO, а 21 п.н. – сайт, который распознаётся протеолитическим ферментом, вырезающим белок X из химерного белка. В ходе эксперимента эту генетическую конструкцию встроили в клетки *E. coli*, вырастили культуру таких бактерий и получили сухую массу бактериальных клеток, доля химерного белка в которой составила 0,02%. В ходе дальнейшей очистки при помощи ионов Ni^{2+} чистоту химерного белка удалось довести до 100%, однако потери целевого белка составили 37,5%. На последнем этапе была проведена обработка препарата протеазой, что привело к вырезанию белка X из химерного белка. Общая масса полученного белка X в результате оказалась равной 8 мг. Определите сухую массу (в г) бактериальных клеток, использованных для получения белка X. Молярную массу всех аминокислотных остатков можно считать одинаковой. Ход решения поясните.

Решение:

1. Определим число аминокислотных остатков в составе химерного белка. Для этого необходимо учесть следующее. 1) Поскольку гены бактериальных клеток не содержат некодирующих последовательностей (интронов), число пар нуклеотидов гена, кодирующих последовательность белка, равно числу кодирующих нуклеотидов в матричной РНК. 2) Известно, что старт-кодон кодирует аминокислоту метионин, а стоп-кодон не кодирует никакую аминокислоту и является «знаком препинания». Следовательно, к общей последовательности нуклеотидов, кодирующих химерный белок, следует добавить старт-кодон. 3) Каждый кодон включает в себя три нуклеотида.

Тогда число аминокислотных остатков химерного белка следует рассчитать так: $(2067+3)/3 = 690$.

2. Определим число аминокислотных остатков в составе белка X. В данном случае не нужно добавлять к нуклеотидной последовательности матричной РНК старт-кодон, поскольку он удаляется вместе с остальными дополнительными компонентами химерного белка при протеолитическом расщеплении. Соответственно, число аминокислотных остатков в составе белка X составит: $(2067 - 390 - 21)/3 = 552$.

3. По условию задачи молярные массы аминокислотных остатков равны друг другу, следовательно, соотношение длин химерного белка и белка X равно соотношению их масс. Определим, какую долю от длины (массы) химерного белка составляет белок X.

$$690 - 100\%$$

$$552 - A\%$$

$$A = 552 \times 100\% / 690 = 80\%.$$

Следовательно, масса химерного белка после очистки: $8 / 0,8 = 10$ (мг).

4. Потери целевого (химерного) белка при очистке составили по условию задачи 37,5%. Следовательно, 10 мг соответствуют 62,5% исходной массы. Чтобы определить массу химерного белка до очистки (Б), составим пропорцию:

$$Б \text{ мг} - 100\%$$

$$10 \text{ мг} - 62,5\%$$

$$Б = 10 \times 100\% / 62,5\% = 16 \text{ (мг)}.$$

5. Для определения сухой массы бактериальных клеток (В) снова составим пропорцию:

В мг – 100%

16 мг – 62,5%

$V = 16 \times 100\% / 0,02\% = 80\,000 \text{ (мг)} = 80 \text{ (г)}$

Ответ: 80 г.

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

Микроводоросль эвглена (*Euglena gracilis*) способна расти в очень широком диапазоне условий окружающей среды. При росте на минеральной среде эвглена питается автотрофно – использует энергию света и образует органические вещества только при помощи фотосинтеза. Если в окружающей среде присутствуют органические соединения (например глюкоза или уксусная кислота), эвглена переходит на миксотрофный тип питания и, в дополнение к фотосинтезу, усваивает и эти органические вещества. В темноте в присутствии органических соединений эвглена переходит к гетеротрофному питанию. Очевидно, переключение типов питания с одного на другой может существенно повлиять и на скорость деления клеток эвглены, и на их биохимический состав (в частности на содержание пигментов и/или запасных питательных соединений). Основным фотосинтетическим пигментом *E. gracilis* является хлорофилл «а», а основным запасным соединением – специфический полимер глюкозы, парамилон. Ещё одной интересной особенностью эвглены является её неспособность к усвоению азота в форме нитратов. Эта микроводоросль может включать в метаболизм только восстановленные соединения азота (соли аммония, аммиак, органические азотсодержащие молекулы). Эту особенность метаболизма эвглены очень важно учитывать при культивировании данной микроводоросли, поскольку азот является одним из важнейших макроэлементов, необходимых живым организмам. У фотосинтезирующих организмов большое количество азота входит в состав хлорофиллов.

На рисунке 1 представлены результаты эксперимента, в котором изучалось влияние изменений условий окружающей среды на скорость деления клеток и биохимический состав *E. gracilis*. В начале эксперимента культура эвглены несколько дней росла на свету в питательной среде, содержащей глюкозу и ионы NH_4^+ . Затем на 4 сутки условия культивирования были изменены. В варианте №1 ионы NH_4^+ в питательной среде заменили на ионы NO_3^- , в варианте №2 из питательной среды убрали глюкозу, а в варианте №3 в питательную среду добавили аминокислоту глицин. Проанализируйте графики и выполните задания.

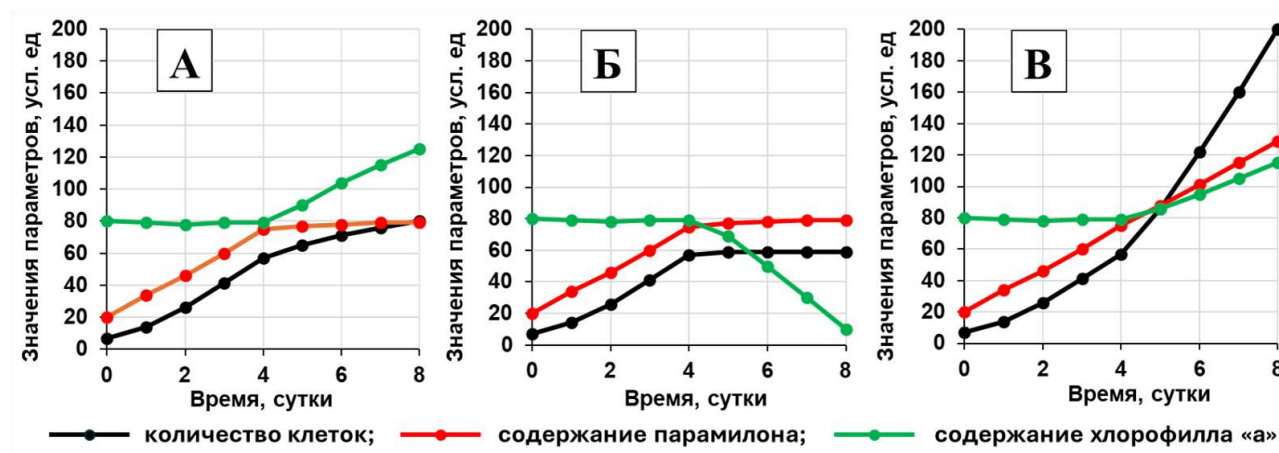


Рисунок 1. Влияние условий культивирования на скорость деления и биохимический состав клеток *Euglena gracilis*. По оси абсцисс – время (в сутках), по оси ординат – значения трех измеряемых параметров: количество клеток в культуре, содержание хлорофилла «а» в

расчёте на 1 клетку и содержание парамилона в расчёте на 1 клетку (в условных единицах, усл. ед.).

Задания:

1. Определите, какому варианту эксперимента соответствует каждый из графиков. Подробно поясните, почему вы пришли к такому выводу.

Ответ:

График А соответствует варианту №3 (культура эвглены помещена в темноту). Об этом свидетельствует постепенное снижение содержания хлорофилла. Клетки перестают синтезировать пигменты, а освободившиеся ресурсы вкладывают в рост культуры и/или накопление парамилона. Таким образом, несмотря на потерю одного из источников энергии, динамика роста культуры и содержания парамилона не меняется или меняется очень незначительно.

График Б соответствует варианту №2 (из питательной среды убрали глюкозу). Об этом свидетельствует рост содержания хлорофилла «а» (в условиях автотрофии фотосинтез – единственный источник энергии и органического углерода, так что эвглена синтезирует больше пигментов, чтобы повысить эффективность этого процесса). Поскольку у эвглены больше нет избытка глюкозы, она перестает интенсивно синтезировать парамилон, и его содержание в клетках стабилизируется.

График В соответствует варианту №1 (аммиачный азот заменили на нитратный, который эвглена не усваивает). В таких условиях не только прекращается синтез хлорофилла (молекулы которого содержат много азота), но и начинается разрушение этого пигмента. В результате его содержание в клетках резко снижается. Рост культуры и все биосинтетические процессы (в т. ч., синтез парамилона) останавливаются, поскольку при дефиците азота клетки не могут синтезировать нуклеиновые кислоты и ферменты.

2. В состав каких биологических молекул, помимо хлорофиллов, входит азот? Приведите три примера таких соединений.

Ответ:

- аминокислоты,
- азотистые основания,
- фикобилины.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

3. Назовите тип питания эвглены на 8-е сутки эксперимента, результаты которого представлены на графике А.

Ответ:

Автотрофное питание.

4. Можно ли, исходя из результатов этого эксперимента, сделать вывод, что глицин преимущественно используется клетками эвглены в качестве дополнительного источника азота, а не органического углерода? Ответ поясните.

Ответ:

Да, такой вывод сделать можно. На графике В видно, что после добавки глицина парамилон продолжает накапливаться в клетках с точно такой же интенсивностью, как и в первые 4 суток эксперимента. В то же время, в клетках происходит накопление хлорофилла (азотсодержащего соединения), и клетки начинают чаще делиться (за счет усиления биосинтеза других азотсодержащих соединений - нуклеиновых кислот и белков).

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

Фрагмент 1.

Биотопливом называются разнообразные горючие материалы, полученные из растительных или животных организмов или продуктов их жизнедеятельности. Один из самых перспективных видов биотоплива – это жидкое биодизельное топливо, или биодизель. Биодизель может использоваться в качестве горючего для автотранспорта как в чистом виде, так и в смеси с традиционным дизельным топливом. Активное использование биодизеля может помочь сэкономить ископаемое топливо (нефть, природный газ), а также снизить темпы поступления углекислого газа в атмосферу Земли. В настоящее время во всем мире активно разрабатываются и совершенствуются технологии получения и производства биодизеля. Наиболее существенными недостатками данного вида топлива, которые могут ограничить его применение, являются относительно малый срок хранения (не более 3–4 месяцев) и слишком высокая температура застывания (-5°C).

С химической точки зрения в большинстве случаев биодизель представляет собой смесь метиловых эфиров жирных кислот. Этот продукт получают из нейтральных липидов (триглицеридов) при помощи химической реакции этерификации (образования сложных эфиров) с метанолом (Рисунок 1). Поскольку при промышленном производстве биодизеля в реакцию вступают одновременно несколько разных липидов и жирных кислот, может происходить обмен жирнокислотными группами с образованием большого разнообразия сложных эфиров. Такой процесс получил название трансэтерификации, или переэтерификации. В качестве источника триглицеридов преимущественно используется растительное сырье (растительное масло, промышленные отходы с высоким содержанием липидов, биомасса микроводорослей). Среди покрытосеменных растений в качестве сырья для производства биодизеля в разных странах активно используются рапс, масличная пальма, ятрофа и соя.

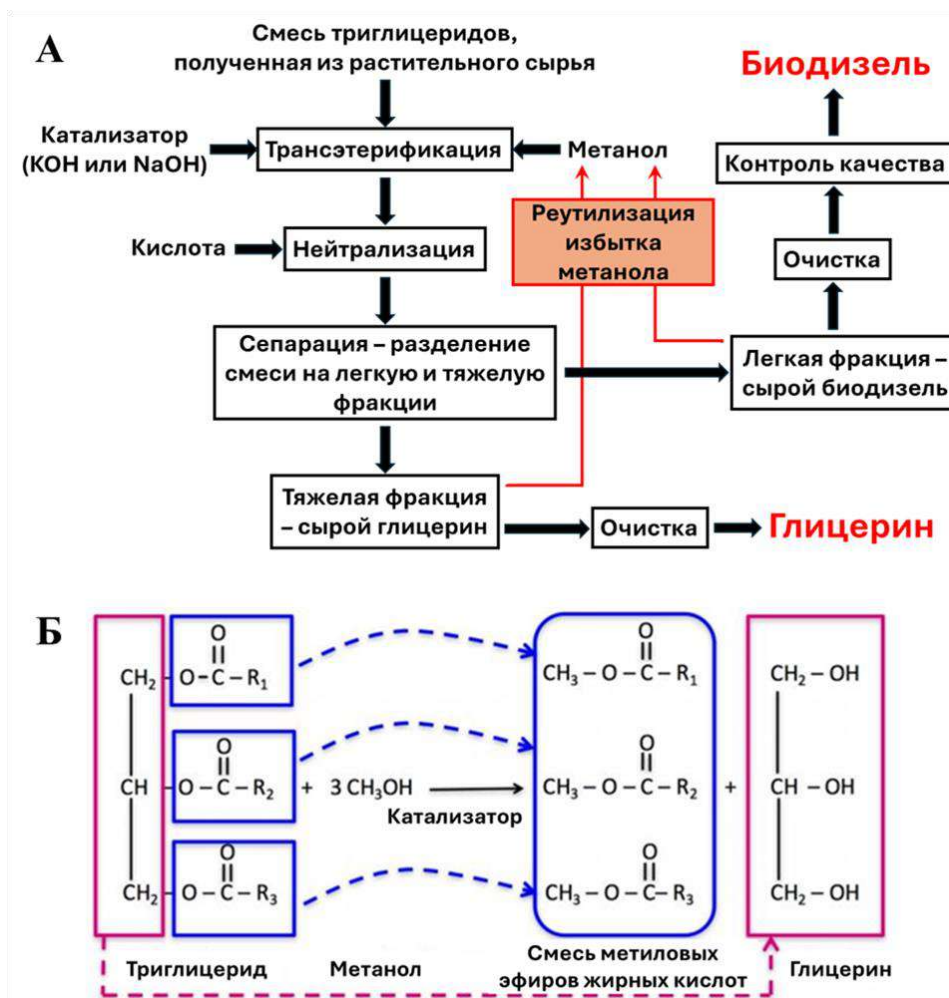


Рисунок 1. Упрощенная схема промышленного производства биодизеля (А) и реакция этерификации (Б). R₁–R₃ – остатки разных жирных кислот, которые могут входить в состав триглицеридов.

Фрагмент 2.

Лучшим источником триглицеридов для производства биодизеля являются одноклеточные водоросли. Во-первых, по сравнению с покрытосеменными растениями микроводоросли имеют очень высокую продуктивность (у некоторых видов водорослей биомасса клеток удваивается каждые несколько часов). Во-вторых, некоторые микроводоросли (например представители родов *Chlorella*, *Botryococcus*, *Phaeodactylum*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis*) при определенных условиях способны накапливать в клетках очень большое количество липидов (до 50% сухой массы). Не менее важным аргументом в пользу применения микроводорослей является и тот факт, что установки по их выращиванию относительно компактны и не занимают много места.

Для того чтобы получать стабильно высокий выход триглицеридов из микроводорослей в промышленном масштабе, сначала проводят лабораторные исследования, включающие несколько последовательных этапов. На первом этапе необходимо подобрать подходящий штамм водоросли, обладающий одновременно и высокой скоростью роста культуры, и способностью накапливать липиды (Рисунок 2). Эти две характеристики редко совмещаются в одном организме, поскольку биосинтез триглицеридов – это очень энергоёмкий процесс, и его активация, как правило, сопровождается снижением частоты делений клеток в культуре микроводорослей. Часто водоросли начинают накапливать липиды только при переходе к стационарной фазе развития культуры, когда культура достигает максимальной плотности и клетки практически перестают делиться. На следующем этапе проводят оптимизацию условий культивирования выбранного штамма: подбирают состав питательной среды, интенсивность освещения, скорость перемешивания культуры и т.п. Затем проводят детальное исследование общего биохимического состава клеток водорослей и оценивают перспективы получения из их биомассы других ценных соединений, в дополнение к триглицеридам. Параллельное выделение из клеток водорослей ряда дорогостоящих веществ (например некоторых витаминов, каротиноида фукоксантина и т.п.) может существенно повысить рентабельность производства биодизеля. На данный момент рентабельность этого процесса всё ещё остаётся относительно низкой, что существенно ограничивает его использование.

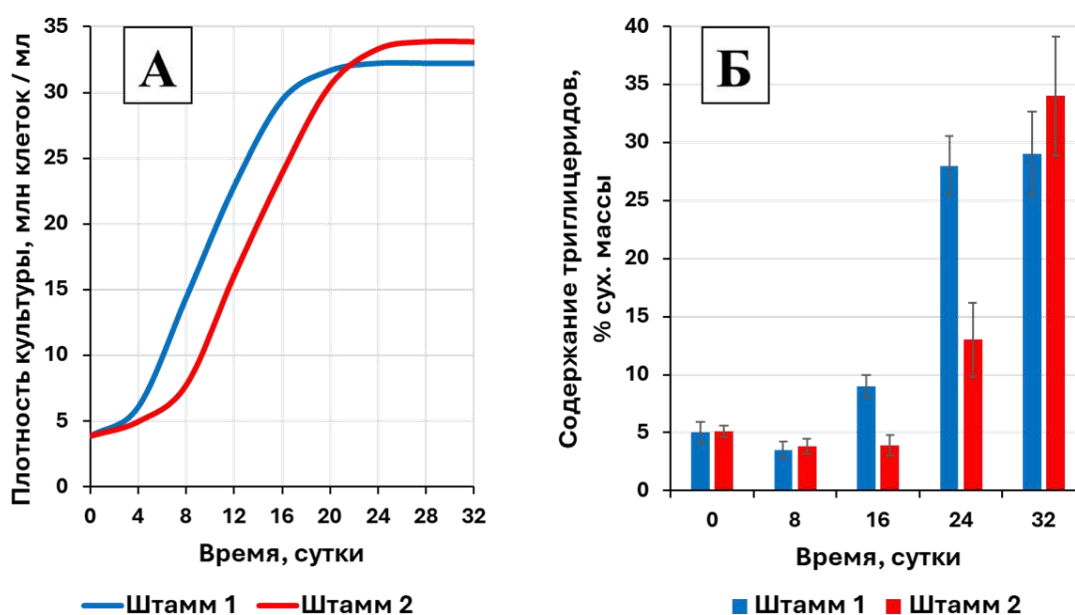


Рисунок 2. Динамика роста культуры (А) и накопления триглицеридов (Б) у двух

штаммов диатомовых водорослей.

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. Основываясь на информации, приведенной в текстовом фрагменте 1 и на Рисунке 1, выберите правильные утверждения.

- а) В результате реакции этерификации (трансэтерификации) из каждой молекулы триглицерида можно получить три молекулы метиловых эфиров жирных кислот и три молекулы глицерина.
- б) Этап нейтрализации в процессе производства биодизеля необходим для снижения pH в смеси продуктов трансэтерификации.
- в) При производстве биодизеля велик риск загрязнения окружающей среды метанолом.
- г) Дрова – это одна из разновидностей биотоплива.

Ответ: бг.

2. Прочитайте текстовый фрагмент 2. Выберите правильные утверждения, основываясь на информации, изложенной в этом фрагменте.

- а) Важным направлением усовершенствования процесса производства биодизеля является повышение его рентабельности.
- б) Для каждого нового штамма микроводорослей необходимо подбирать оптимальное соотношение ключевых макро- и микроэлементов в питательной среде.
- в) Микроводоросли – хорошее сырье для производства биодизеля, поскольку большинство этих организмов способны одновременно и быстро наращивать биомассу, и синтезировать большое количество липидов.
- г) Для получения максимальной продукции триглицеридов важно не допускать перехода культур микроводорослей к стационарной фазе развития.

Ответ: аб.

3. Основываясь на информации из текстового фрагмента 2 и данных, приведенных на Рисунке 2, выберите правильные утверждения.

- а) Штамм 2 лучше подходит для производства биодизеля, чем штамм 1.
- б) Изменение состава питательной среды, интенсивности освещения и/или других условий культивирования может привести к увеличению продукции триглицеридов в клетках обоих штаммов водорослей.
- в) По данным Рисунка 2, в последние 8 суток эксперимента культуры обоих штаммов диатомовых водорослей находились в стационарной фазе развития.
- г) Если эксперимент, результаты которого представлены на Рисунке 2, продлится дольше, то содержание триглицеридов в клетках штамма 2 может еще повыситься.

Ответ: бвг.

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

- а) Исходные компоненты для производства биодизеля невозможно получить из сырья животного происхождения.
- б) Относительно высокая температура застывания биодизеля делает этот вид топлива удобным для использования в условиях холодного климата.
- в) Очищенный и прошедший контроль качества биодизель можно сразу заливать в бак автомобиля, заменяя им традиционное дизельное топливо.
- г) Побочным продуктом производства биодизеля является глицерин.

Ответ: вг.

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

- а) Использование для производства биодизеля микроводорослей вместо покрытосеменных растений может способствовать сохранению площадей посевов пищевых сельскохозяйственных культур.
- б) Использование биодизеля способствует снижению скорости накопления углекислого газа в атмосфере Земли, поскольку микроводоросли в процессе своего роста поглощают углекислый газ.
- в) Обязательным компонентом питательной среды для микроводорослей являются соединения фосфора.
- г) Все штаммы микроводорослей, накапливающие большое количество липидов, также будут отличаться и повышенным содержанием белка и/или полисахаридов.

Ответ: абв.

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

У некоторого вида млекопитающих окраска шерсти контролируется геном *A*, находящимся в половой X-хромосоме, и аутосомным геном *B*. Продукт доминантной аллели *A* катализирует превращение бесцветного предшественника пигмента в промежуточное соединение коричневого цвета, а продукт доминантной аллели *B* – синтез конечного чёрного пигмента. Какое расщепление по генотипу и фенотипу следует ожидать в потомстве при скрещивании ♀ $X^A X^A BB$ × ♂ $X^a Y bb$, если вероятность рождения потомков мужского и женского пола одинакова, а все аллели обладают полной пенетрантностью и 100% экспрессивностью? Для решения задачи заполните таблицу.

	Ответ:
Вероятность появления среди самок F_1 особей с коричневой окраской шерсти (в %):	0
Вероятность появления среди самцов F_2 особей с коричневой окраской шерсти (в %):	12,5
Возможный(-ые) генотип(-ы) потомков F_2 , имеющих белую окраску шерсти (если необходимо записать несколько вариантов, отделите их друг от друга запятой и пробелом):	$X^a Y BB$, $X^a Y Bb$, $X^a Y bb$
Вероятность появления среди самок F_2 особей с чёрной окраской шерсти (в %):	75
Возможный(-ые) генотип(-ы) потомков при скрещивании коричневых дигомозиготных самок и белых гетерозиготных самцов из F_2 (если необходимо записать несколько вариантов, отделите их друг от друга запятой и пробелом):	$X^A X^a Bb$, $X^A Y Bb$, $X^A X^a bb$, $X^A Y bb$

Примечание.

1) Определим генотипы и фенотипы потомков F_1 .

Генотипы родителей: ♀ $X^A X^A BB$, ♂ $X^a Y bb$.

Гаметы: ♀ – $X^A B$; ♂ – $X^a b$, $Y b$.

Генотипы и фенотипы потомков: $X^A X^a Bb$, $X^A Y Bb$.

Чёрная окраска шерсти у особи может быть, только если в генотипе имеются одновременно хотя бы одна аллель *A* и одна аллель *B*. Если имеется хотя бы одна аллель *A*, но ни одной аллели *B*, то окраска будет коричневой (промежуточный продукт реакции образуется, а конечный – нет). Во всех остальных случаях (ни одной аллели *A*) промежуточный продукт реакции синтезироваться не будет, а значит – не будет образовываться и конечный (отсутствие пигментации = белая окраска).

Все самки в F_1 – дигетерозиготы. Следовательно, все они будут иметь чёрную окраску (вероятность коричневой окраски – **0%**).

2) Определим генотипы и фенотипы потомков F_2 .

Генотипы родителей: ♀ $X^A X^a Bb$, ♂ $X^A YBb$.

Гаметы: ♀ – $X^A B$, $X^A b$, $X^a B$, $X^a b$; ♂ – $X^A B$, $X^A b$, YB , Yb .

Генотипы и фенотипы потомков женского пола:

$X^A X^A BB$ (чёрная) : 2 $X^A X^A Bb$ (чёрная) : $X^A X^a BB$ (чёрная): 2 $X^A X^a Bb$ (чёрная) : $X^A X^a bb$ (коричневая) : $X^a X^a bb$ (коричневая).

Генотипы и фенотипы потомков мужского пола:

$X^A YBB$ (чёрный) : 2 $X^A YBb$ (чёрный) : $X^a YBB$ (белый): 2 $X^a YBb$ (белый) : $X^A Ybb$ (коричневый) : $X^a Ybb$ (белый).

Следовательно:

- вероятность появления среди самцов особей с коричневой окраской составит $1/8 \times 100\% = 12,5\%$.

- возможные генотипы особей с белой окраской – $X^a YBB$, $X^a YBb$, $X^a Ybb$;

- вероятность появления среди самок особей с чёрной окраской составит $6/8 \times 100\% = 75\%$.

3) Генотип коричневой дигомозиготной самки среди потомков F_2 – $X^A X^a bb$; генотип белого гетерозиготного самца среди потомков F_2 – $X^a YBb$.

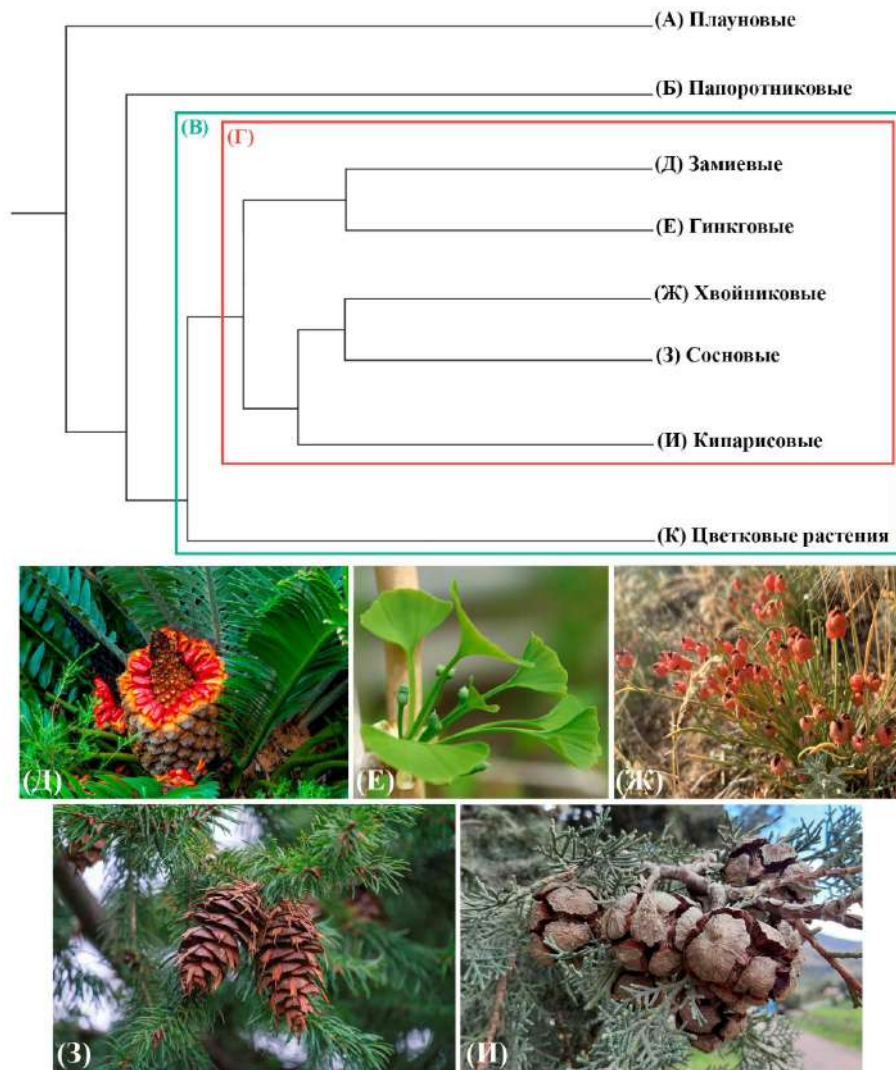
Генотипы родителей: ♀ $X^A X^a bb$, ♂ $X^a YBb$.

Гаметы: ♀ – $X^A b$, ♂ – $X^a b$, $A Y$.

Возможные генотипы потомков, полученных при таком скрещивании: $X^A X^a Bb$, $X^A YBb$, $X^A X^a bb$, $X^A Ybb$.

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

Филогенетическое дерево – это схема эволюционных взаимосвязей (родства) между систематическими группами (таксонами), имеющими общего предка. Рассмотрите филогенетическое дерево, отражающее родство между некоторыми группами современных многоклеточных организмов. Для части групп приведены также фотографии типичных представителей. Прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите соответствие между группами, которые обозначены буквами А-К, и их описаниями. Для каждой из групп выберите номер нужной характеристики из раскрывающегося списка рядом с соответствующим буквенным обозначением. **ВНИМАНИЕ! Некоторые характеристики из приведённого списка – лишние!**



Характеристики:

1. Древесные растения, часто формирующие леса и распространённые в основном в умеренных широтах Северного полушария, в то время как в Южном полушарии встречается только один вид. Семезачатки развиваются в шишках. Каждая шишка представляет собой собрание видоизменённых мегастробиллов – семенных чешуй, которые располагаются в пазухах кроющих чешуй, являющихся видоизменёнными листьями. Листья располагаются на укороченных побегах. Кроющие и семенные чешуи шишки не срстаются.
2. Растения, первичный эндосперм которых развивается из женского гаметофита. Некоторые представители имеют архегонии в семезачатке.
3. Кустарники или небольшие деревья, которые встречаются в степях, полупустынях и некоторых пустынях Евразии, Африки, а также Северной и Южной Америки. Преимущественно двудомные растения, их органы размножения, несущие семезачатки, окружены сочными или сухими чешуями. Фотосинтез осуществляется стеблями, так как листья редуцированы.
4. Все современные представители – многолетние травянистые растения, спорангии которых располагаются в пазухе или на верхней поверхности специализированных листьев – спорофиллоидов.
5. В современной флоре эта группа представлена 1 видом. Древесное растение с укороченным стеблем, на котором формируется только два листа, продолжающие рост в течение всей жизни растения. Обитает в пустыне Намиб.
6. В современной флоре эта группа представлена 1 видом. Листопадное древесное двудомное растение, достигающее 40 м в высоту. Листья в разной степени рассечены на две лопасти. Семезачатки парные и развиваются на верхушке специализированной оси.

7. Древесные растения, распространённые в основном в умеренных широтах обоих полушарий и формирующие леса. Некоторые представители группы являются самыми высокими деревьями на планете. Семезачатки развиваются в шишках. Каждая шишка представляет собой собрание видоизменённых мегастробиллов – семенных чешуй, которые располагаются в пазухах кроющих чешуй, являющихся видоизменёнными листьями. Чешуи шишки срстаются.

8. Растения, которые размножаются с помощью семян.

9. Развитие представителей группы происходит при участии питающей ткани – вторичного эндосперма. Семена развиваются в плодолистиках.

10. Травянистые или древесные растения, распространённые преимущественно во влажных областях планеты, достигающие наибольшего разнообразия в тропических и субтропических зонах. Их спорангии располагаются на нижней стороне листьев. Оплодотворение происходит при участии многожгутиковых сперматозоидов.

11. Двудомные растения, которые внешне напоминают пальмы и обитают в тропических и субтропических областях обоих полушарий. Семена представителей развиваются в стробилах, состоящих из спорофиллов – специализированных листьев, которые несут спорангии.

12. Представители этой группы распространены повсеместно. Побеги имеют членистое строение. Стебли осуществляют фотосинтез, так как листья редуцированы. В их клеточных стенках откладывается кремнезём.

Обозначение группы	№ характеристики (ответ)
А	4
Б	10
В	8
Г	2
Д	11
Е	6
Ж	3
З	1
И	7
К	9

Примечание. Характеристики №5 (Вельвичиевые) и №12 (Хвоцовые) являются лишними.

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

Живой организм постоянно подвергается действию факторов окружающей среды, которые могут нанести ему вред. Укажите биотические факторы, которые могут оказывать негативное воздействие на организм человека и других млекопитающих, и охарактеризуйте основные механизмы, которые обеспечивают защиту организма от действия этих факторов. Проиллюстрируйте ответ примерами.

Ответ:

1. Недостаток пищи

Поскольку млекопитающие – хемоорганогетеротрофы, то есть питаются другими организмами, отсутствие пищи в данном случае можно рассматривать как негативно влияющий биотический фактор.

- Обходиться некоторое время без поступления пищи в организм позволяет запасание жиров в клетках жировой ткани (например в подкожной жировой клетчатке), а также глюкозы (в виде гликогена) в печени и мышцах. Высвобождение питательных веществ из этих запасов происходит за счёт гуморальных механизмов. В частности, падение концентрации глюкозы в крови активирует выработку α -клетками поджелудочной железы гормона глюкагона, который воздействует на клетки печени и жировой ткани, стимулируя расщепление гликогена

(гликогенолиз) и липидов (липолиз). В результате глюкоза и свободные жирные кислоты поступают в кровь и далее транспортируются к органам и тканям.

- Снижение концентрации глюкозы и жирных кислот в крови регистрируется нейронами центра голода, расположенного в гипоталамусе. Кроме того, эти клетки получают сигналы, поступающие по блуждающему нерву от рецепторов желудка. Это приводит к возникновению чувства голода (пищевой мотивации) и запуску пищевого поведения (поиска и потребления пищи).

- Некоторые млекопитающие (например грызуны, зайцеобразные, куны) делают запасы пищи, которые позволяют пережить неблагоприятный сезон, когда пищи нет или она недоступна, или пригодятся сразу после выхода из сезонной спячки.

2. Атаки конкурентов или хищников

В данном случае защитными механизмами являются различные оборонительные поведенческие реакции:

- бегство;
- укрытие в убежище;
- ответная атака;
- отпугивание противника (например при помощи резко пахнущих секретов желёз).

3. Попадание в организм инфекционных агентов (в том числе вирусов, бактерий, простейших, грибов)

а) Наличие защитных (барьерных) структур и секретов, которые предотвращают проникновение паразитов в ткани или полости организма:

- кожа и слизистые оболочки, которые являются механическими барьерами;
- слюна и слёзная жидкость, которые содержат лизоцим (фермент, разрушающий клеточные стенки бактерий);
- соляная кислота в желудке, которая также обеззараживает пищу;
- гематоэнцефалический барьер, предотвращающий попадание вирусов, микроорганизмов и выделяемых ими токсинов из кровяного русла в нервную ткань.
- тромбы, которые образуются на месте повреждений кровеносных сосудов и предотвращают попадание инфекции в открытую рану.

б) Защитные рефлексy:

- чихание и кашель
- рвотный рефлекс
- мигательный рефлекс

в) Иммунитет – способность организма поддерживать свою биологическую целостность путём распознавания и удаления чужеродных объектов.

- Врождённый (неспецифический) иммунитет – совокупность клеточных и гуморальных механизмов, которые распознают консервативные элементы (паттерны), которые есть у того или иного широкого круга патогенных объектов (например липополисахариды грамотрицательных бактерий или двуцепочечная РНК вирусов), реагируют на патогены сразу после их проникновения и в итоге приводят к устранению возбудителя.

- Приобретённый (специфический) иммунитет – совокупность клеточных и гуморальных механизмов, которые формируются в ходе индивидуального развития, обеспечивают высокоспецифичную реакцию на уникальные антигены определённых патогенов и последующее «запоминание» антигенов, что приводит к более интенсивному иммунному ответу при повторном контакте (иммунологическая память).

г) Применение лекарственных средств (антибиотиков, противовирусных, противопаразитарных, противопаразитарных и противогрибковых препаратов), которые вызывают гибель патогена или останавливают его размножение.

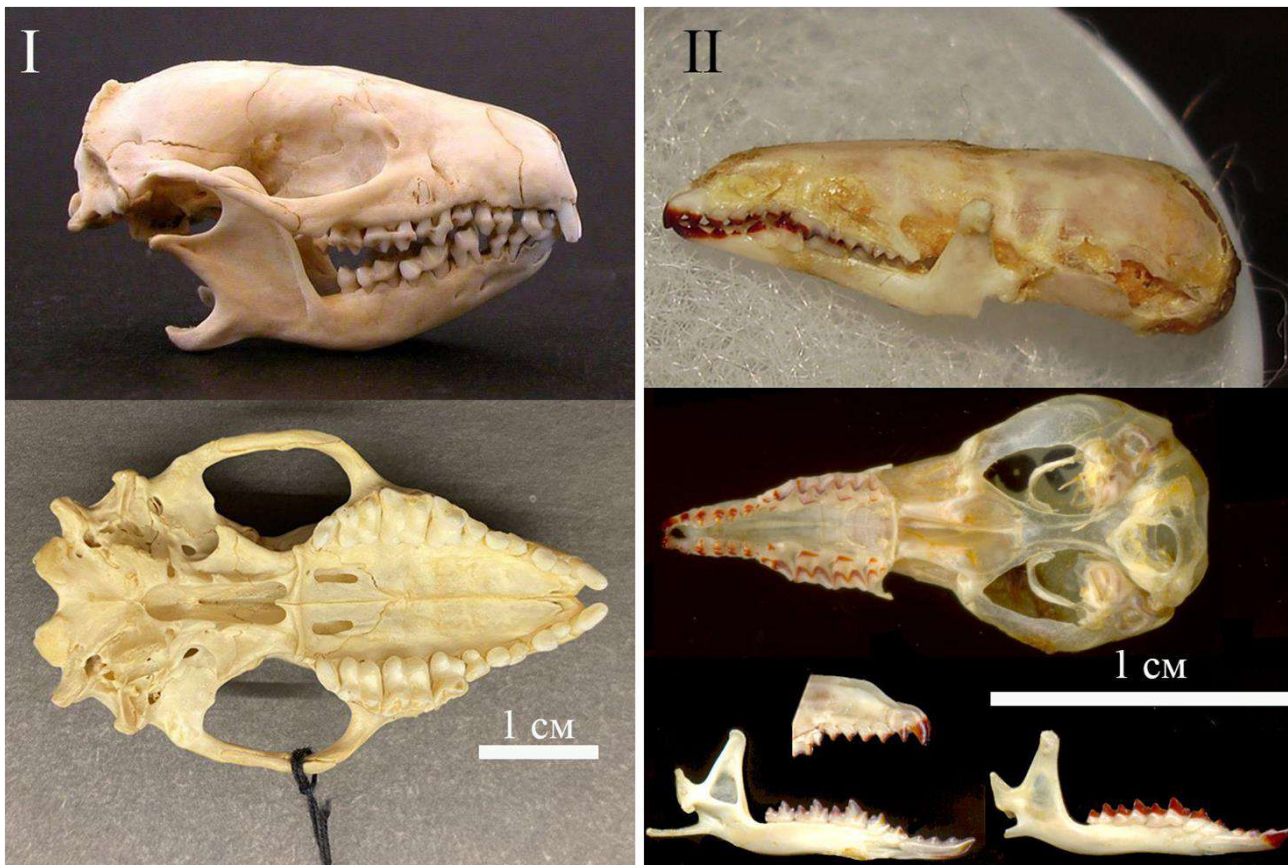
д) Соблюдение личной гигиены.

В случае заражения организма многоклеточными паразитами – гельминтами или паразитическими членистоногими – собственные защитные механизмы организма также

активируются, однако они зачастую не позволяют полностью избавиться от паразита. В этом случае наиболее эффективными являются меры профилактики (например соблюдение личной гигиены) и медикаментозное лечение.

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.



1. На photographиях представлены черепа млекопитающих двух разных видов (I, II), относящихся к одному инфраклассу. Какие признаки отличают всех представителей этого инфракласса от однопроходных млекопитающих? Укажите **четыре** таких признака.

Ответ:

- наличие плаценты;
- наличие развитых сосков для выкармливания детёнышей молоком;
- живорождение;
- отсутствие клоаки.

Возможны и другие правильные варианты ответа.

2. Перед вами таблица (см. таблицу), которая представляет собой определительный ключ (определитель), позволяющий установить принадлежность организма к тому или иному семейству или подсемейству. 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), которая указана в скобках. Двигаться по ключу таким образом необходимо до тех пор, пока в конце тезы или антитезы не будет указано название семейства или подсемейства. Используя

таблицу, установите, к какому семейству или подсемейству (-ам) из указанных в таблице относятся организмы I и II. Укажите для каждого организма название семейства или подсемейства, а также последовательность номеров тез и/или антитез, верно характеризующих определяемый объект.

№	Теза/антитеза
1(8)	Скуловые дуги истончены или совсем отсутствуют. Нёбные отверстия не развиты. Клиновидные кости не образуют крыловидных отростков.
2(5)	Скуловые дуги имеются. Передние резцы прямые.
3(4)	Длина черепа не менее 5 см. Передние верхние резцы долотообразные, являются самыми крупными зубами на верхней челюсти. Подсемейство Выхухолевые
4(3)	Длина черепа менее 5 см. Наиболее крупными зубами на верхней челюсти являются клыки. Подсемейство Кротовые
5(2)	Скуловые дуги отсутствуют. Передние верхние резцы изогнуты, имеют добавочную вершину и направлены вперёд.
6(7)	Вершины зубов могут быть окрашены коричневым пигментом. Подсемейство Бурозубковые
7(6)	Вершины зубов не окрашены. Подсемейство Белозубковые
8(1)	Скуловые дуги мощные. Нёбные отверстия крупные. Клиновидные кости образуют широкие крыловидные отростки.
9	Череп более 5 см в длину. Скуловые дуги широкие. Нижние резцы сонаправлены вперед. Семейство Ежовые

Ответ:

Организм I – 8, 9 (семейство Ежовые).

Организм II – 1, 5, 6 (подсемейство Бурозубковые).

3. Используя собственные знания и результаты изучения рисунка 1, охарактеризуйте особенности биологии животных I и II, используя следующий набор терминов:

- всеядный/хищник/растительноядный;

- активен круглогодично/впадает в сезонную спячку;

Ответ:

Организм I – всеядный; впадает в сезонную спячку.

Организм II – хищник; активен круглогодично.