

Олимпиада «Высшая проба» проводится при поддержке Сбера, приветствуем участников соревнования!



Мы верим в то, что будущее зависит от стремления к самосовершенствованию каждого из нас.

Поздравляем – ты являешься участником заключительного этапа олимпиады «Высшая проба»! Желаем тебе блистательной победы!

Время выполнения заданий – 240 минут
Максимальное количество баллов – 100

Приступая к выполнению заданий, вы подтверждаете, что профиль и класс, указанный на заданиях, соответствует сведениям, указанным при регистрации. В противном случае работа будет аннулирована.

Пишите разборчиво. Ответ пишите на странице с соответствующим номером вопроса. Если используете дополнительный лист, обязательно напишите об этом на основном листе ответа. Если не знаете ответа, ставьте прочерк. Черновики не оцениваются.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Всем известно, что собаки любят и узнают своих хозяев и их друзей. Школьник Сеня захотел узнать, по каким именно параметрам узнает его Шарик, собака Сениного друга Васи. Когда Сеня встречает на улице Васю, который гуляет с Шариком на поводке, Шарик при виде Сени всегда радуется и виляет хвостом. Какие эксперименты нужно провести Сене, чтобы выяснить, по каким признакам (признаку) идентифицирует его собака? Других людей к эксперименту привлекать нельзя, т.к. отличающихся параметров будет слишком много. Подробно опишите ход, результаты и интерпретацию экспериментов.

Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Размер клетки возбудителя бубонной чумы, бактерии *Yersinia pestis*, составляет 0.5 x 1.5 мкм (диаметр и высота, соответственно). Бактерии рода *Yersinia* относятся к грам-отрицательным: над периплазматической мембраной у них расположена тончайшая клеточная стенка, окруженная второй мембраной. Толщина такого периплазматического пространства, то есть расстояния между мембранами – 25 нм. Во внутреннюю (цитоплазматическую) мембрану грам-отрицательных бактерий встроены транспортеры, способные связывать молекулу низкомолекулярного вещества в периплазме и АТФ-зависимо переносить ее через мембрану в цитоплазму клетки. При этом концентрация вещества, которое необходимо транспортировать, составляет как минимум 10^{-5} моль/л, то есть при периплазматической концентрации меньше указанной вещество не может быть перенесено. Многие транспортеры у *Yersinia pestis* обладают высокой специфичностью и способны переносить молекулы только одного класса (например, только глюкозу).

Какое минимальное число молекул вещества А должно быть в периплазме, чтобы описанные транспортеры смогли перенести его через мембрану? Для простоты примите

форму клетки за цилиндрическую. Объемом клеточной стенки, других белков и веществ в периплазме *Yersinia pestis* можно пренебречь.

Справочная информация: формула объема цилиндра: $V=\pi r^2 h$; число Авогадро: $N_A=6.02 \cdot 10^{23}$.

Задание № 3 (14 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Строго говоря, гигантские лесные слизни с планеты Саракш – не моллюски, но с брюхоногими Земли у них много общего. Лесные слизни диплоидны. Подобно многим земным улиткам, они гермафродиты, способные к самооплодотворению. Окраску тела у лесных слизней определяют два гена. Доминантный аллель гена А определяет накопление в покровах чёрного пигмента. У гомозигот *aa* эпителий не окрашен, и через него видны внутренние ткани оранжевого цвета. Доминантный аллель гена В препятствует развитию чёрной окраски, даже если в генотипе есть один или два аллеля А. Рецессивный аллель *b* такого действия не оказывает. Известно, что гены А и В не сцеплены друг с другом, а цвет тела никак не влияет на плодовитость и способность образовать пару для размножения. Судя по всему, пары образуются случайным образом. В кладке обычно около 100 яиц. У только что вылупившихся детёнышей уже можно определить цвет, а половой зрелости они достигают спустя три месяца по земному календарю.

В большой популяции диких лесных слизней исследователи просмотрели 5000 неполовозрелых особей, и лишь 102 из них были чёрными. Каждого из этих чёрных слизней учёные посадили в отдельный террариум. Через некоторое время каждый из слизней оставил кладку, образовавшуюся от самооплодотворения. Учёные поместили эти кладки в 102 отдельных контейнера, по одному для каждого слизня, и переместили в инкубатор. Когда вылупилось потомство, в 84 контейнерах оно было вперемешку чёрным и оранжевым. Определите частоты всех аллелей обоих генов, участвующих в контроле окраски тела у лесных слизней.

Ответ (в процентах) запишите, при необходимости округлив до целых значений.

Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

Внимательно прочитайте текст. Ответьте на вопросы, используя информацию из текста и свои знания по биологии.

Паразитарные инвазии известны человечеству с древних времен. На сегодняшний день лучшим способом борьбы с паразитами является предотвращение заражения. Профилактические меры различны и включают в себя соблюдение санитарно-гигиенических норм в быту, контроль качества и термическая или иная обработка пищи и воды, борьба с переносчиками и промежуточными хозяевами. Иными словами, защита от паразитов достигается разрывом цепочек их передачи.

К сожалению, не всегда удается предотвратить заражение. В таком случае используются различные методы лечения, например, антигельминтные препараты. Одним из них является мебендазол, препарат бензимидазольного типа. Механизм действия мебендазола основан на ингибировании сборки микротрубочек. Препарат связывается между мономерами α - и β -тубулина и не даёт им образовать димер нужной конформации, таким образом связывание мебендазола с димерами тубулина вызывает блокировку

полимеризации. Мебендазол принимают перорально: он плохо проникает сквозь стенку кишечника в кровоток, но активно поглощается организмами паразитов, у которых происходит разрушение цитоплазматических микротрубочек в клетках кишечника, а это приводит к блокированию поглощения глюкозы и других питательных веществ.

Быстродействующим антигельминтным агентом является пиперазин. Данное вещество - агонист рецепторов гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), способное проникать через гематоэнцефалический барьер человека (ГЭБ). В отличие от позвоночных животных, у беспозвоночных ГАМК служит нейромедиатором не только в центральной нервной системе, но и в нервно-мышечных синапсах. Рецептор ГАМК является каналом для ионов хлора и открывается при взаимодействии с нейромедиатором или похожим веществом, таким как пиперазин. Высокие концентрации пиперазина в организме паразита приводят к постоянному открытию данных каналов.

Перечисленные выше препараты позволяют бороться с многоклеточными паразитами человека. В случае протозойных заболеваний (вызванных различными простейшими) используются другие препараты. Примером может служить метронидазол, вещество из группы нитроимидазолов. Он легко попадает во все ткани организма, проникает через ГЭБ, секретуруется в грудное молоко. Сам по себе метронидазол инертен, однако в клетках анаэробных организмов нитрогруппа восстанавливается под действием специального фермента. В результате данного процесса образуются гидроксиламины и свободные радикалы, повреждающие ДНК и другие структуры клетки анаэроба. У аэробных организмов фермент, восстанавливающий нитрогруппу метронидазола, отсутствует.

Задания

В каждом задании содержится не менее одного верного утверждения. Вам нужно выбрать все верные утверждения (или неверные – в зависимости от формулировки вопроса). Запишите соответствующие им буквы в таблицу к вопросу №4 в бланке ответов.

1. Выберите препарат (препараты), который (которые) можно использовать для противопаразитарного лечения человека путем внутривенного введения.
А) Мебендазол
Б) Пиперазин
В) Метронидазол
2. Выберите, с какими паразитами можно бороться при помощи мебендазола.
А) Шистосома
Б) Аскарида
В) Острица
Г) Малярийный плазмодий
Д) Анкилостома
3. Выберите верные утверждение о мебендазоле.
А) Препарат не оказывает влияния на клетки человека из-за низкого сродства с человеческим тубулином.
Б) Препарат можно использовать внутримышечно для лечения внекишечных паразитарных заражений.
В) Препарат оказывает влияние на делящиеся клетки из-за нарушения образования актинового сократительного кольца.
Г) Препарат теоретически можно использовать при лечении рака.

4. Выберите неверные утверждения о пиперазине.
- А) Препарат не оказывает влияния на организм человека, так как разрушается под воздействием ферментов желудочно-кишечного тракта.
 - Б) Препарат предотвращает мышечные сокращения у паразитических червей.
 - В) Препарат приводит к смерти паразита из-за остановки дыхания.
 - Г) Открытие хлорных каналов под действием ГАМК приводит к гиперполяризации мембраны.
5. Иногда для лечения паразитарных заболеваний используют комплексную терапию несколькими антипаразитарными препаратами. В чем преимущество (преимущества) такой комплексной терапии по сравнению с использованием единственного препарата?
- А) Снижение общей токсичности лекарств.
 - Б) Снижение риска развития устойчивости у паразитов.
 - В) Снижение риска развития аллергических реакций.
 - Г) Как правило, повышение эффективности лечения.

Особенность заданий № 5-№7 - наличие большого числа решений. Помните, что чем больше разумных вариантов ответа Вы приведете, тем более высокой будет оценка. ВАЖНО: учитываются только верные ответы; за неверные гипотезы оценка не снижается!

Задание №5 (16 баллов).

Рассмотрим интересный случай из жизни: одно и то же лекарство было назначено в дозе, отличной в несколько раз, для ребенка и собаки с одинаковыми массами. Какие биологические причины объясняют эти назначения?

Группа компаний «РОСТ» — партнер олимпиады «Высшая проба» по биологии приветствует участников! Мы активно применяем роботизацию и современные технологии в сфере агрономии, а также ценим смелый подход к решению задач. Ты уже на финишной прямой, осталось последнее задание, чтобы проявить свою находчивость и знания о живой природе. Верим, что тебе удастся найти нужное решение. Удачи!



Задание № 6 (16 баллов).

Интродукция - это преднамеренное или случайное переселение человеком особей какого-либо вида животных или растений за пределы естественного ареала в новые места обитания, включая аграрные биоценозы и теплицы. Каких животных и почему люди интродуцируют? Если можете, для каждой версии приведите по одному примеру.

Задание №7 (16 баллов).

Грибница — это структура толщиной в одну клетку. Например, у подберезовика грибница массой 10 кг может иметь длину более 30 км и колоссальную площадь поверхности. Опишите преимущества и недостатки устройства организмов с огромной площадью поверхности на примере грибов.

**Ответы на вопросы второго этапа Всероссийской олимпиады школьников
"Высшая проба" по биологии, 11 класс, 2025 г.**

Максимальное количество баллов — 100.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Всем известно, что собаки любят и узнают своих хозяев и их друзей. Школьник Сеня захотел узнать, по каким именно параметрам узнает его Шарик, собака Сениного друга Васи. Когда Сеня встречает на улице Васю, который гуляет с Шариком на поводке, Шарик при виде Сени всегда радуется и виляет хвостом. Какие эксперименты нужно провести Сене, чтобы выяснить, по каким признакам (признаку) идентифицирует его собака? Других людей к эксперименту привлекать нельзя, т.к. отличающихся параметров будет слишком много. Подробно опишите ход, результаты и интерпретацию экспериментов.

Ответ

Для того, чтобы узнать, по каким параметрам Шарик узнает Сеню, нужно провести ряд экспериментов.

I. Общие требования к экспериментам

Каждый раз нужно изменять только один параметр (А) и записывать результаты (например, в форме таблицы) (В). Также важно повторять эксперименты для достоверности (Г). Контролем в данном случае будет приближение Сени и ответное виляние хвостом у Шарика (Д). Важно исключить необычные и отвлекающие факторы (И).

За каждую из этих составляющих эксперимента начисляли 1 балл. *Буквы в скобках здесь и ниже обозначают коды версий, зачтенных и внесенных в работы участников в ходе проверки.*

II. Варианты экспериментов

Выбираем параметр, который проверяем (например, что собака узнает Сеню по походке) и описываем ход эксперимента.

1. Походка и привычные жесты (О). Чтобы проверить этот параметр, Сеня должен изменить походку: прыгать, хромать и т.д.
2. Одежда (П). Сеня должен изменить привычную одежду для проверки.
3. Лицо (Р). Сеня должен изменить лицо (маска, другие эмоции) для проверки.
4. Запах (С). Сеня должен изменить запах другим парфюмом.
5. Голос (слова не важны) (Т). Сеня должен использовать запись своего и чужого голоса для проверки.

6. Реакция Васи на Сеню (У) (пожимает руку, хлопает по плечу, улыбается). Нужно поменять реакцию Васи для проверки.

7. Кличка собаки или имя Сеня (Ф). Возможно, Сеня каждый раз зовет Шарика при приближении или Вася называет имя друга.

За каждый правильно выбранный параметр начисляли 1 балл, за выполнение эксперимента с этим параметром - еще 1 балл.

Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

Нужно сказать, что результат эксперимента неизвестен заранее, поэтому необходимо предполагать разные исходы испытаний.

На самом деле, собаки узнают людей преимущественно по лицу. Вспомним, как потерявшаяся собака ищет своего хозяина в толпе – она заглядывает людям в лица.

Ошибочные версии.

1. Попытки учесть моральное и/или физическое состояние Шарика («необходимо проследить, чтобы Шарик был сытым, в хорошем настроении» и т.п.). Мы не можем достаточно достоверно определить, в форме Шарик или нет (за исключением самых тяжелых случаев – а тогда наш эксперимент и не будет возможности поставить). Поэтому каждый раз, когда Сеня проверяет очередную свою идею, нужен контрольный эксперимент: Сеня в обычном своем виде подходит к Шарика, а тот в ответ виляет хвостом.
2. Ограничивать органы чувств собаки: завязывать глаза или затыкать уши. Влияние этих вмешательств на поведение собаки слишком сильно, чтобы на его фоне можно было достоверно учесть реакцию Шарика на Сеню.
3. Показывать фото или видео Сени – собаки не могут достаточно хорошо идентифицировать изображения людей.

Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

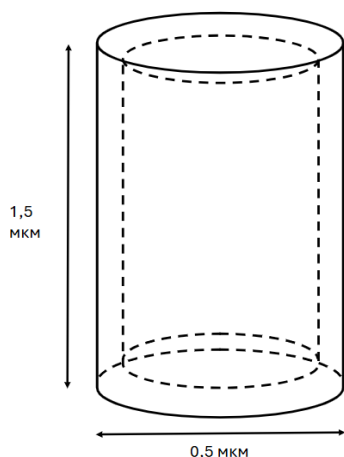
Размер клетки возбудителя бубонной чумы, бактерии *Yersinia pestis*, составляет 0.5 x 1.5 мкм (диаметр и высота, соответственно). Бактерии рода *Yersinia* относятся к грам-отрицательным: над периплазматической мембраной у них расположена тончайшая клеточная стенка, окруженная второй мембраной. Толщина такого периплазматического пространства, то есть расстояния между мембранами – 25 нм. Во внутреннюю (цитоплазматическую) мембрану грам-отрицательных бактерий встроены транспортеры, способные связывать молекулу низкомолекулярного вещества в периплазме и АТФ-зависимо переносить ее через мембрану в цитоплазму клетки. При этом концентрация

вещества, которое необходимо транспортировать, составляет как минимум 10^{-5} моль/л, то есть при периплазматической концентрации меньше указанной вещество не может быть перенесено. Многие транспортеры у *Yersinia pestis* обладают высокой специфичностью и способны переносить молекулы только одного класса (например, только глюкозу).

Какое минимальное число молекул вещества А должно быть в периплазме, чтобы описанные транспортеры смогли перенести его через мембрану? Для простоты примите форму клетки за цилиндрическую. Объемом клеточной стенки, других белков и веществ в периплазме *Yersinia pestis* можно пренебречь.

Справочная информация: формула объема цилиндра: $V=\pi r^2 h$; число Авогадро: $N_A=6.02*10^{23}$.

Решение и критерии оценивания



Схематичный рисунок клетки

Найдем радиус (r_1) клетки: $r_1 = 0,5 \text{ мкм}/2 = 0,25 \text{ мкм}$

Толщина периплазматического пространства: $25 \text{ нм}=0,025 \text{ мкм}$

1. Найдем радиус r_2 внутреннего цилиндра (внутренней части клетки без периплазмы). Для этого вычтем из радиуса клетки толщину периплазматического пространства $r_2=0,25 \text{ мкм} - 0,025 \text{ мкм}=0,225 \text{ мкм}$ (**1 балл**)
2. Найдем высоту (h_2) внутреннего цилиндра (внутренней части клетки без периплазмы). Для этого дважды вычтем из высоты клетки толщину периплазматического пространства: $h_2 = 1,5 \text{ мкм} - 0,025*2 \text{ мкм} = 1,45 \text{ мкм}$ (**1 балл**)
3. Найдем объем внешнего цилиндра (всей клетки): $\pi*r_1^2*h_1 = 3,14*(0,25 \text{ мкм})^2*1,5 \text{ мкм} = 0,294375 \text{ мкм}^3$ (**2 балла**)
4. Найдем объем внутреннего цилиндра (внутренняя часть клетки без периплазмы): $\pi*r_2^2*h_2 = 3,14 *(0,225 \text{ мкм})^2 *1,45 \text{ мкм} = 0,230496 \text{ мкм}^3$ (**2 балла**)

Всероссийская олимпиада школьников "Высшая проба" 2025, 2 этап

5. Найдем объем периплазматического пространства. Для этого вычтем из объема всей клетки объем внутренней части клетки без периплазмы:

$$0,294375 \text{ мкм}^3 - 0,230496 \text{ мкм}^3 = 0,063879 \text{ мкм}^3 = 0,063879 \cdot 10^{-15} \text{ дм}^3 = 6,3879 \cdot 10^{-17} \text{ л}$$

(2 балла)

6. Найдем минимальное число молекул вещества А в периплазме, чтобы описанные транспортеры смогли перенести его через мембрану:

$$N = 10^{-5} \text{ моль/л} \cdot 6,3879 \cdot 10^{-17} \text{ л} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 384,55158 \approx 385 \text{ штук (3 балла)}$$

Ответ: 385 штук. Также засчитывали отличные от этого числа ответы, полученные в результате **математически верного** округления в процессе решения задачи.

Если в любом из действий ответ численно был получен верно, но неверно указаны единицы измерения (например, м^3 вместо мкм^3), то такой ответ не засчитывали.

Если участником была допущена арифметическая ошибка на одном из этапов решения, то этот и дальнейшие этапы оценивали в 0 баллов. Ответы без решения, а также правильные ответы, полученные в ходе неверного решения, оценивали в 0 баллов.

Задание № 3 (14 баллов). Расчетная задача.

Строго говоря, гигантские лесные слизни с планеты Саракш – не моллюски, но с брюхоногими Земли у них много общего. Лесные слизни диплоидны. Подобно многим земным улиткам, они гермафродиты, способные к самооплодотворению. Окраску тела у лесных слизней определяют два гена. Доминантный аллель гена А определяет накопление в покровах чёрного пигмента. У гомозигот aa эпителий не окрашен, и через него видны внутренние ткани оранжевого цвета. Доминантный аллель гена В препятствует развитию чёрной окраски, даже если в генотипе есть один или два аллеля А. Рецессивный аллель b такого действия не оказывает. Известно, что гены А и В не сцеплены друг с другом, а цвет тела никак не влияет на плодовитость и способность образовать пару для размножения. Судя по всему, пары образуются случайным образом. В кладке обычно около 100 яиц. У только что вылупившихся детёнышей уже можно определить цвет, а половой зрелости они достигают спустя три месяца по земному календарю.

В большой популяции диких лесных слизней исследователи просмотрели 5000 неполовозрелых особей, и лишь 102 из них были чёрными. Каждого из этих чёрных слизней учёные посадили в отдельный террариум. Через некоторое время каждый из слизней оставил кладку, образовавшуюся от самооплодотворения. Учёные поместили эти кладки в 102 отдельных контейнера, по одному для каждого слизня, и переместили в инкубатор. Когда вылупилось потомство, в 84 контейнерах оно было вперемешку чёрным и оранжевым. Определите частоты всех аллелей обоих генов, участвующих в контроле окраски тела у лесных слизней.

Ответ (в процентах) запишите, при необходимости округлив до целых значений.

Решение

Введём обозначения частот всех аллелей.

$$p(A) = p$$

$$p(a) = q$$

$$p(B) = r$$

$$p(b) = s$$

Запишем все возможные генотипы, которые образуются в этой популяции, частоты их появления и соответствующие им фенотипы.

Генотип	Фенотип	Частота
ААВВ	рыжий	p^2r^2
АаВВ	рыжий	$2pqr^2$
АаВb	рыжий	$4pqrs$
ААВb	рыжий	$2p^2rs$
Аabb	чёрный	$2pqs^2$
aaВb	рыжий	$2q^2rs$
aabb	рыжий	q^2s^2
aaВВ	рыжий	q^2r^2
ААbb	чёрный	p^2s^2

Чёрная окраска соответствует всего двум генотипам, и мы знаем их суммарную долю в популяции – она составляет 102/5000 (0,0204). При самооплодотворении некоторые чёрные слизни дали смешанное по окраске потомство. Разумеется, это гетерозиготы Аabb, и их доля $84/5000 = 0,0168$. Из этих данных можно установить долю гомозигот ААbb: она составит $(102 - 84)/5000 = 0,0036$. Составим систему уравнений.

$$p^2s^2 = 0,0036 \quad (1)$$

$$2pqs^2 = 0,0168 \quad (2)$$

$$p + q = 1 \quad (3)$$

$$r + s = 1 \quad (4)$$

Уравнения (3) и (4) очевидны, а остальные можно составить и иначе – например, выразить через переменные частоты образования рыжих слизней и т.п. На ответ это не повлияет.

В нашей системе удобно сразу извлечь корень из уравнения (1), подставить полученное значение $ps = 0,06$ в уравнение (2), разделить получившееся уравнение $qs = 0,14$ на $ps = 0,06$ (тем самым мы избавимся от s), а затем оставить всего одну переменную, воспользовавшись уравнением (3). Решение может быть и иным.

Ответ

Частота аллеля А: 30%

Частота аллеля а: 70%

Частота аллеля В: 80%

Частота аллеля b: 20%

Основные ошибки при решении этой задачи.

1. Попытка решить эту задачу только с одной парой переменных по уравнению Харди-Вайенберга. Генов тут две пары, поэтому и уравнений должно быть два (и 4 переменных).
2. Чёрные слизни имеют генотипы ААbb и Аabb. Таких всего 102 штуки. Многие участники олимпиады ошибочно считали, что таким образом можно посчитать частоту встречаемости генотипа bb. Но это не так! Есть еще слизни с генотипом aabb в выборке 5000 штук, но они рыжие.

3. При подсчете гетерозиготных слизней $2pq^2 = 84/5000$ многие участники забывали ставить двойку, а ведь у гетерозигот два варианта, Aa и aA.

Критерии оценивания

A – обозначения слизней по фенотипам и генотипам. 4 б.

Б – указание генотипов потомков 102 черных слизней. 2 б.

В – правильно составленное уравнение Харди-Вайнберга для одной пары генов (указанно каких именно!). 2 б.

Г - правильно составленное уравнение Харди-Вайнберга для второй пары генов (указанно каких именно!). 2 б.

Д – правильное решение для первого уравнения. 2 б.

Е – правильное решение для второго уравнения. 2 б.

Буквенным кодом (А-Е) обозначены соответствующие элементы решения, зачѐнные при проверке и отмеченные с помощью этого кода в работах участников.

Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

Внимательно прочитайте текст. Ответьте на вопросы, используя информацию из текста и свои знания по биологии.

Паразитарные инвазии известны человечеству с древних времен. На сегодняшний день лучшим способом борьбы с паразитами является предотвращение заражения. Профилактические меры различны и включают в себя соблюдение санитарно-гигиенических норм в быту, контроль качества и термическая или иная обработка пищи и воды, борьба с переносчиками и промежуточными хозяевами. Иными словами, защита от паразитов достигается разрывом цепочек их передачи.

К сожалению, не всегда удается предотвратить заражение. В таком случае используются различные методы лечения, например, антигельминтные препараты. Одним из них является мебендазол, препарат бензимидазольного типа. Механизм действия мебендазола основан на ингибировании сборки микротрубочек. Препарат связывается между мономерами α - и β -тубулина и не даёт им образовать димер нужной конформации, таким образом связывание мебендазола с димерами тубулина вызывает блокировку полимеризации. Мебендазол принимают перорально: он плохо проникает сквозь стенку кишечника в кровоток, но активно поглощается организмами паразитов, у которых происходит разрушение цитоплазматических микротрубочек в клетках кишечника, а это приводит к блокированию поглощения глюкозы и других питательных веществ.

Быстродействующим антигельминтным агентом является пиперазин. Данное вещество - агонист рецепторов гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК). В отличие от позвоночных животных, у беспозвоночных ГАМК служит нейромедиатором не только в центральной нервной системе, но и в нервно-мышечных синапсах. Рецептор ГАМК является каналом для ионов хлора и открывается при взаимодействии с нейромедиатором или похожим веществом, таким как пиперазин. Высокие концентрации пиперазина в организме паразита приводят к постоянному открытию данных каналов.

Перечисленные выше препараты позволяют бороться с многоклеточными паразитами человека. В случае протозойных заболеваний (вызванных различными простейшими) используются другие препараты. Примером может служить метронидазол, вещество из группы нитроимидазолов. Он легко попадает во все ткани организма,

проникает через ГЭБ, секретируется в грудное молоко. Сам по себе метронидазол инертен, однако в клетках анаэробных организмов нитрогруппа восстанавливается под действием специального фермента. В результате данного процесса образуются гидроксиламины и свободные радикалы, повреждающие ДНК и другие структуры клетки анаэроба. У аэробных организмов фермент, восстанавливающий нитрогруппу метронидазола, отсутствует.

Задания, ответы и критерии оценивания

В каждом задании содержится не менее одного верного утверждения. Нужно было выбрать все верные утверждения (или неверные – в зависимости от формулировки вопроса). Правильные ответы выделены жирным, а также приведены ниже в таблице.

1. Выберите препарат (препараты), который (которые) можно использовать для противопаразитарного лечения человека путем внутривенного введения.

А) Мебендазол

Б) Пиперазин

В) Метронидазол

Г) ГАМК

Пояснение. Мебендазол и пиперазин токсичны при попадании внутрь, ГАМК не имеет нужного лечебного эффекта, а метронидазол безопасен для человека, поскольку нацелен на анаэробные микроорганизмы.

2. Выберите, с какими паразитами можно бороться при помощи мебендазола.

А) Шистосома

Б) Аскарида

В) Острица

Г) Малярийный плазмодий

Д) Анкилостома

Пояснение. Мебендазол эффективен против паразитов, обитающих в желудочно-кишечном тракте. К ним относятся острица, аскарида и анкилостома. А в кровоток он практически не всасывается, поэтому на шистосом и плазмодиев подействовать не может.

3. Выберите верные утверждение о мебендазоле.

А) Препарат не оказывает влияния на клетки человека из-за низкого сродства с человеческим тубулином.

Б) Препарат можно использовать внутримышечно для лечения внекишечных паразитарных заражений.

В) Препарат оказывает влияние на делящиеся клетки из-за нарушения образования актинового сократительного кольца.

Г) Препарат теоретически можно использовать при лечении рака.

Пояснение. Мебендазол блокирует полимеризацию тубулина, таким образом нарушая в том числе процесс образования веретена деления. Это свойство можно использовать в терапии рака, так как клетки опухоли не смогут нормально делиться.

4. Выберите неверные утверждения о пиперазине.

А) Препарат не оказывает влияния на организм человека, так как разрушается под воздействием ферментов желудочно-кишечного тракта.

Б) Препарат предотвращает мышечные сокращения у паразитических червей.

В) Препарат приводит к смерти паразита из-за остановки дыхания.

Г) Открытие хлорных каналов под действием ГАМК приводит к гиперполяризации мембраны.

Пояснение. Пиперазин является агонистом рецепторов гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), которые у беспозвоночных животных задействованы в нервно-мышечных синапсах. Его эффектом является развитие паралича у паразитов вследствие гиперполяризации мембраны.

5. Иногда для лечения паразитарных заболеваний используют комплексную терапию несколькими антипаразитарными препаратами. В чем преимущество (преимущества) такой комплексной терапии по сравнению с использованием единственного препарата?

А) Снижение общей токсичности лекарств.

Б) Снижение риска развития устойчивости у паразитов.

В) Снижение риска развития аллергических реакций.

Г) Как правило, повышение эффективности лечения.

Пояснение. Вероятность одновременного наличия или развития устойчивости к двум препаратам ниже, чем к одному. При комбинировании препаратов обычно подбирают такие пары, чтобы их механизмы действия отличались. Поэтому в таком случае вероятность благоприятного исхода выше. В то же время, по этой же причине расширяются возможные токсичные эффекты, а также возрастает вероятность аллергических реакций.

№	Ответ	Балл
1	В	3
2	Б, В, Д	3
3	Г	3
4	А, В	3
5	Б, Г	3

Оцениваются только полностью правильно выполненные задания.

Особенность заданий № 5-№7 - наличие большого числа решений. Помните, что чем больше разумных вариантов ответа Вы приведете, тем более высокой будет оценка. ВАЖНО: учитываются только верные ответы; за неверные гипотезы оценка не снижается!

Задание №5 (16 баллов).

Рассмотрим интересный случай из жизни: одно и то же лекарство было назначено в дозе, отличной в несколько раз, для ребенка и собаки с одинаковыми массами. Какие биологические причины объясняют эти назначения?

Ответ

1. Разный возраст: ребенок маленький, а собака может быть взрослой или старой. Скорость метаболизма в разном возрасте может отличаться.
2. Различные видоспецифические особенности метаболизма лекарства, например, разные пути биохимического преобразования: наличие дополнительных ферментов, отсутствующих у одного из организмов. Например, шоколад ядовит для собак, т.к. его компонент теобромин метаболизируется медленнее, чем у человека и накапливается в токсических концентрациях. Зато собаки, в отличие от людей, способны синтезировать витамин С. К этому же пункту относятся все соображения насчет разных ферментов, разной еды, разной длины кишечника и рН в нем и т.д. Сюда же относятся версии о том, что доза лекарства может не зависеть от массы тела и отличаться для людей и собак. Например, независимо от массы могут назначать лекарства для контроля артериального давления, а также ряд вакцин.
3. Разные побочные эффекты у разных организмов, из-за чего может потребоваться снижение дозировки (вариант версии №2, оценивается отдельно).
4. Разная скорость выведения лекарства (вариант версии №2, оценивается отдельно).
5. Разный способ введения, например, таблетки или внутривенно, но в итоге в организме достигается одинаковая концентрация лекарства.
6. У ребенка и собаки могут быть разные болезни, от которых назначено лекарство. У одного и того же лекарства могут быть разные органы-мишени и внутриклеточные процессы, на которое оно воздействует. Например, препарат оземпик используется для лечения диабета, т.к. стимулирует секрецию инсулина, но также подавляет чувство голода, т.к. замедляет перемещение пищи из желудка в кишечник. Частный случай этой же версии: если лекарство – антибиотик, и у обоих пациентов были определены возбудители заболевания, то они могут отличаться по чувствительности к нему, что требует различных дозровок
7. У ребенка и собаки могут быть разные стадии одного и того же заболевания, требующие различной дозировки.
8. У кого-то из них могут одновременно быть другие болезни (включая риск развития аллергических реакций и версию о ранее перенесенных заболеваниях). Сюда же относится версия про «слабый иммунитет» и про плохую переносимость компонентов лекарства одним из пациентов (например, дополнительного компонента, а не основного вещества), хотя в таких случаях обычно подбирают другую лекарственную форму или близкий по действию препарат.

9. Кто-то из пациентов может одновременно принимать другие лекарства, что может наложить ограничения на дозировку.
10. Один из пациентов мог ранее принимать этот препарат и иметь к нему частичную устойчивость, поэтому понадобилась более высокая доза.
11. Разная тактика лечения: могут быть назначены курсы разной длительности, с более высокой дозировкой при более коротком курсе. Версии и том, что могут быть назначены разные разовые дозы при одинаковой общей суточной дозе, не оценивались.
12. Одному из пациентов лекарство могло быть назначено в качестве профилактики, а не лечения. Такое, например, может быть при разной степени недостаточности витамина Д.
13. Один из пациентов может жить в таком месте, где в окружающей среде действующее вещество препарата содержится в заметных количествах и поступает в организм. Например, соединения фтора и йода или климат с высоким количеством солнечных дней в году (при назначении витамина Д).
14. Собака может слизать часть лекарства с шерсти (при наружном применении) - или меньше съесть из-за нежелания это делать, поэтому, учитывая такую возможность, лекарство сразу назначают в более высокой дозировке.
15. Разный пол пациентов. Это может иметь значение при использовании некоторых гормональных препаратов
16. Беременность собаки.
17. Любые варианты, связанные с человеческим фактором: ошибка врача и проч.

Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

Критерий оценивания

2 б. за версию. Версии оценивали только в том случае, если они понятно, четко, подробно и однозначно сформулированы.

Задание № 6 (16 баллов).

Интродукция - это преднамеренное или случайное переселение человеком особей какого-либо вида животных или растений за пределы естественного ареала в новые места обитания, включая аграрные биоценозы и теплицы. Каких животных и почему люди интродуцируют? Если можете, для каждой версии приведите по одному примеру.

Ответ

1. Борьба с вредителями агросистем, для чего чаще всего интродуцируют насекомых – естественных врагов вредителей агроценозов, включая теплицы. Примеры – наездники, божьи коровки.

2. Интродукция опылителей в агроценозы, в том числе в теплицы, для повышения урожайности. Например, шмели.
3. Разведение животных или растений в новых (важно!) местах обитания для употребления в пищу. Например, куры, изначально жившие в Индии, а также крупный и мелкий рогатый скот в настоящее время встречаются как в искусственных, так иногда и в естественных местах обитания по всему свету. Сюда же можно отнести завоз в 1960-70 г. камчатского краба в Баренцево море с Дальнего востока. Разведение животных на фермах и в хозяйствах интродукцией не является.
4. Повышение емкости охотничьих угодий, например, для получения ценного меха, для чего интродуцируют ондатр, песцов и др.
5. Восстановление экосистем за счет интродукции этого же или близкого вида. Так, на территорию европейской части России был интродуцирован канадский бобр.
6. Вторичная интродукция хищников против случайно завезенных, но размножившихся бесконтрольно животных. Таким образом сдержали размножение ядовитых жаб, случайно попавших в Австралию.
7. Иногда ввиду особо тревожной ситуации, угрожающей существованию вида, часть животных переселяют в аналогичные климатические условия с целью его сохранения. Так случилось с китайским аллигатором, который в силу утраты природных мест обитания в долине реки Янцзы оказался на грани вымирания. Чтобы создать резерв вида, несколько аллигаторов переселили на территорию заповедника Rockefeller Wildlife в американском штате Луизиана.
8. Случайная интродукция, когда животных или растения непреднамеренно завозят с грузами из других стран. Пример – завоз колорадского жука в Европу.
9. Некоторые виды растений интродуцировали для озеленения городов и защиты от ветра, например, канадский тополь в России и Европе.
10. Во времена великих географических открытий мореплаватели брали некоторые экзотические и эстетически привлекательные виды с собой на корабли и привозили домой. В дальнейшем они могли либо остаться под контролем человека, либо сбежать или быть выпущенными в дикую природу и размножиться. Так, например, в Европейских странах появились павлины, исконно происходящие из Южной Азии.
11. Некоторые виды животных и растений перевозят на новые места для изучения, например, орангутанов или араукарии. При этом версии, содержащие предположения об «изучении адаптации» или «формировании новых видов» биологически некорректны, и потому не оценивались.
12. Некоторые виды животных могут помогать с оптимизацией промышленных процессов. Например, в Англии целенаправленная интродукция бобров помогла сэкономить правительству на постройке плотин, которые бобры возвели самостоятельно.
13. Во время освоения новых территорий люди брали с собой служебных животных – лошадей для передвижения и собак для охраны и охоты.
14. Некоторые виды растений интродуцируют, так как они быстро растут и могут создавать кормовую базу для домашних животных, например, клевер.

15. Некоторые виды бобовых интродуцируют в агробиоценозы для обогащения почв азотом (за правильно приведенный пример засчитывали любое упоминание бобовых растений или конкретный пример вида, но не «клубеньковые бактерии»).
16. Также для улучшения состояния почвы в агроценозы могут индуцировать дождевых червей, которые способствуют обогащению гумусом и рыхлению почв, повышая урожайность

Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

Варианты, содержащие неполные ответы, например, «для получения пищевой продукции», «для сельского хозяйства» и т.п. не оценивались. Если версия содержала неправильный пример, то за нее ставили не более 2 баллов. Версии с биологическими ошибками оценивали в 0 б.

Критерий оценивания: 2 б. за версию +1 б. за пример, не более одного примера для каждой версии

Задание №7 (16 баллов).

Грибница — это структура толщиной в одну клетку. Например, у подберезовика грибница массой 10 кг может иметь длину более 30 км и колоссальную площадь поверхности. Опишите преимущества и недостатки устройства организмов с огромной площадью поверхности на примере грибов.

Ответ

Недостатки

1. Невозможность активного движения и, как следствие, невозможность избегания негативных воздействий окружающей среды.
2. Сложность коммуникации (транспорта и передачи информации) между отдаленными частями организма, что налагает ограничения на организацию как самого тела организма, так и на организацию сложных функций и процессов.
3. Сложно аккумулировать достаточно питательных веществ, чтобы сформировать плодовое тело.
4. Быстрый нагрев/охлаждение и испарение воды из-за соотношения площади к объему.
5. Выше шанс негативных воздействий абиотическими, биотическими и антропогенными факторами: заражения патогеном или паразитом, повреждения человеком при хозяйственной деятельности, поедания другими организмами и так далее.
6. Низкая устойчивость к повреждениям из-за простого устройства.

Преимущества

1. Огромная площадь всасывания питательных веществ, поэтому питательные вещества, вода и минеральные соли добываются максимально эффективно.
2. Газообмен идет через всю поверхность тела, кислород поступает прямо в клетку путем диффузии, без сложного транспорта.
3. Не нужна выделительная система, так как достаточно выделения через поверхность клетки.
4. Низкая дифференцировка тканей облегчает вегетативное размножение и расселение (увеличение ареала), для него подходит фактически любая часть подземной грибницы.
5. Высокая выживаемость при повреждении организма, не страшны потери даже значительной доли организма.
6. Высокая площадь контакта обеспечивает лучшее закрепление в субстрате.
7. Выше шанс встречи симбионта, возможен одновременный симбиоз с несколькими организмами, эффективность симбиоза выше за счет большей площади контакта.
8. Выше шанс встречи полового партнера и полового размножения в целом (распространение спор).

Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

Критерии оценивания

2 балла за каждую правильную версию, но не более 16 баллов за ответ. Версия должна быть грамотно изложена без биологических ошибок и не допускать различных толкований. Правильные версии отмечены на работах знаком «+». Если версия разбита в работе участника на несколько, то засчитывалось лишь одно появление, дубликаты никак не отмечались (пример: «1) эффективнее поглощение питательных веществ, 2) эффективнее поглощение минеральных солей, 3) эффективнее поглощение воды» - оценка 2 балла). Напротив, если версия содержит несколько правильных с точки зрения критериев, то засчитывалась каждая (пример: «Такое строение обеспечивает эффективное вегетативное размножение фрагментацией и повышает шанс на успешный половой процесс» - оценка 4 балла). Если версия недостаточно конкретна и ее невозможно однозначно толковать, то ставилось 0 баллов (отметка «?»).

Неверными считались версии

- Относящиеся не к грибам, а к другим организмам с большой площадью поверхности (растениям, животным и так далее – пример: «Большая площадь поверхности позволяет улавливать свет для фотосинтеза»).
- Недостатки или преимущества такого типа организации гриба не для гриба, а для других организмов, экосистемы или человека (пример: «Гриб истощает почву»; «Гриб может паразитировать на деревьях»; «Гриб может мешать сельскому хозяйству»).

- Недостатки или преимущества, не связанные непосредственно с данным типом организации (пример: «Большое число клеточных делений ведет к накоплению соматических мутаций»).
- Содержащие грубые биологические ошибки (пример: «Гриб поглощает много воды и минеральных солей благодаря большому числу корневых волосков») или иные (логические, физические) ошибки (пример: «Большая площадь поверхности эффективно сохраняет тепло в холодном климате»).
- Все версии, относящиеся к биологическому прогрессу в неправильном его толковании как к постоянному усложнению организации (пример: «Организм остается примитивным», «Невозможен переход на новую ступень развития»).
- Все версии, касающиеся конкуренции или конкурентоспособности (пример: «Гриб вытесняет всех конкурентов», «Высокая/низкая межвидовая/внутривидовая конкуренция»). О конкуренции можно судить только в конкретных экосистемах.
- Все версии, относящиеся к высоким затратам энергии, питания, воды и необходимости в большом пространстве для поддержания жизнедеятельности. Грибы растут, пока у них есть ресурсы и пространство, в худших условиях они будут меньше.

Неверные версии отмечались знаком «-» и оценивались в 0 баллов.