

Время выполнения заданий — 240 минут.
Максимальное количество баллов — 100.

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 проверяются и не оцениваются.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Внимательно прочитайте текст задания. Найдите ошибки, допущенные при постановке эксперимента и интерпретации его результатов. Перечислите их и объясните, почему Вы считаете, что это ошибки. Для каждой ошибки объясните, как нужно было действовать, чтобы получить достоверный ответ на поставленный ребятами вопрос.

В конце второй четверти школьники 3 класса узнали, что вес рюкзака с учебниками должен составлять не более 10 % от веса ученика, и решили проверить, соответствует ли вес их рюкзаков с учебниками этой норме.

Одному из ребят разрешили принести из дома механические настольные весы. Весы были рассчитаны на максимальный вес 100 кг и имели шкалу с сотней делений, поэтому ребята спокойно использовали их, не опасаясь испортить слишком большим весом. В классе было 30 человек. Взвешивание произвели во вторник, на выходе из школы, когда уроки уже закончились, и ребята шли домой. Из-за сильного сквозняка взвешивались в куртках; чтобы не испачкать весы сапогами, на них положили лист бумаги.

Если вес рюкзака превышал десятую часть веса школьника более, чем на 5%, его считали превысившим норму. Оказалось, что у 12 ребят вес рюкзаков был выше нормы. По результатам ребята сделали доклад на школьной конференции, где сообщили, что вес рюкзаков 60% учеников их класса соответствует норме, а вес рюкзаков 40% учеников превышает норму, что приводит к ежедневным перегрузкам.

Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясните Ваши действия.

Для определения объема крови животного зоологами часто используется метод разведения метки.

В исследуемый организм вводят некоторое известное количество окрашенного вещества. По истечении времени, необходимого для равномерного распределения этого вещества по объему крови животного, измеряют его концентрацию.

Вещество А, используемое в качестве метки при исследовании, удаляется из крови посредством почечной фильтрации, происходящей с некоторой постоянной интенсивностью, при этом данное вещество не подвергается реабсорбции в нефронах. После введения 0,015 г вещества А животному ученый наблюдал следующие результаты:

Время после введения метки, мин.	Концентрация вещества в плазме, мг/л
10	37,5
20	18,75
30	9,4

Вычислите объем крови животного, учитывая данные таблицы, если объем плазмы составляет 53% от объема крови. Временем распределения введенного красителя по телу животного можно пренебречь.

Задание №3 (11 баллов). Расчетная задача.

Напишите подробное решение и поясните Ваши действия.

Титин - самый большой среди мономерных белков человека. Он поддерживает эластичность мышц и служит матрицей для сборки белков саркомера. В организме взрослого человека содержится в среднем 0,5 кг титина. Молекулярная масса титина составляет 3 994,54 кДа.

Гены эукариот имеют мозаичную структуру: кодирующие участки (экзоны) чередуются с некодирующими (интронами). В ходе транскрипции интроны вырезаются и затем разрушаются, а экзоны соединяются вместе и образуют зрелую иРНК. Ген титина содержит самое большое число экзонов (363), а его название в соответствии с номенклатурой ИЮПАК состоит из 189 819 букв и является самым длинным словом в мире. Какова длина гена титина, если его экзоны составляют 37% от полной последовательности гена? Длиной некодирующих частей иРНК титина пренебречь. Ответ выразите в миллиметрах.

Справочная информация. Средняя масса аминокислотного остатка в белке составляет 110 Да; средняя масса нуклеотида ДНК составляет 345 Да; размер отрезка ДНК длиной 10 пар нуклеотидов составляет 34 ангстрем; 1 ангстрем = 10^{-10} м. Термин "дальтон (Да)" - это синоним термина "атомная единица массы".

Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

Внимательно прочитайте текст, затем приступайте к выполнению заданий.

Иммунная система человека способна решать уникальную задачу - распознавать и уничтожать зараженные вирусами клетки до того, как вирусы покинут их. Практически все клетки организма имеют в своей наружной мембране рецепторы - белки главного комплекса гистосовместимости I (major histocompatibility complex I, МНСI).

Белки МНСI умеют связывать и презентовать (показывать) на внешней мембране клетки короткие пептиды, образовавшиеся внутри клетки. Однако каким образом внутриклеточные белки попадают на поверхность клеток? Дело в том, что в клетке существуют большие комплексы - протеасомы, разрезающие уже не нужные клетке или неправильно свернутые белки на короткие пептиды. И эти короткие "обрезки" белков связываются с МНСI и через ЭПР транспортируются к плазматической мембране. Обычно МНСI заполнены фрагментами собственных белков клетки. Однако если клетка заражена вирусом и синтезирует вирусные белки, то они также подвергаются разрушению в протеасомах и попадают с МНСI на поверхность клетки.

Таким образом, клетки организма все время показывают, какие белки они синтезируют внутри себя. Но кому они это показывают? Постоянное сканирование комплексов МНСI осуществляет отдельный класс Т-лимфоцитов, называемых цитотоксическими Т-лимфоцитами или Т-киллерами. Они, как дозорный отряд, обходят все клетки организма, проверяя, нет ли среди выставленных ими на МНСI кусочков чужеродных белков.

Т-киллеры имеют на мембране антиген-распознающий рецептор, который состоит из двух функциональных частей: белок-рецептор CD8, который узнает МНСI и присоединяется к нему, и Т-клеточный рецептор - специфичный иммуноглобулин. Таким образом, происходят одновременно два процесса: связывание CD8 с МНСI и распознавание иммуноглобулиновым Т-клеточным рецептором пептида, презентованного МНСI. Это явление получило название «двойного распознавания», а за его открытие была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине 1996 года.

Имуноглобулины имеют переменную часть, способную связываться с различными антигенами. Каждый Т-киллер в процессе своего развития приобретает способность синтезировать только один вариант иммуноглобулина, входящего в состав антиген-распознающего рецептора и распознавать только один антиген. Таким образом, каждый Т-киллер проверяет встречающиеся ему клетки своим собственным вариантом Т-клеточного рецептора. В организме существует настолько много Т-киллеров с антиген-распознающими рецепторами, что они способны опознать практически любой фрагмент любого чужеродного белка.

Когда Т-киллер обнаруживает клетку, которая презентует фрагмент чужеродного белка в комплексе с МНСI, то он запускает механизм убийства этой клетки. Таким образом, зараженная клетка не успеет сделать много новых вирусов. Этот механизм срабатывает для защиты организма от вирусов и внутриклеточных бактериальных инфекций.

Задания

Для ответа на задания используйте материал прочитанного текста. В каждом задании содержится не менее одного верного утверждения. Вам нужно выбрать все верные утверждения. Запишите их в таблицу к вопросу №4 в бланке ответов.

1. Распознавание Т-киллером зараженной вирусом клетки – это сложный многоступенчатый процесс. Выберите правильную последовательность событий.

А. Синтез вирусного белка – связывание белка с МНСI – разрушение его в протеасоме на пептиды - транспортировка на мембрану клетки в комплексе с МНСI – связывание МНСI с CD8 рецептором – распознавание пептида иммуноглобулином антиген-распознающего рецептора Т-киллера – запуск механизма убийства этой клетки.

Б. Синтез вирусного белка – связывание белка с МНСI – разрушение его в протеасоме на пептиды - транспортировка на мембрану клетки в комплексе с МНСI – распознавание пептида иммуноглобулином антиген-распознающего рецептора Т-киллера - связывание МНСI с CD8 Т-клеточного рецептора — запуск механизма убийства этой клетки.

В. Синтез вирусного белка – разрушение его в протеасоме на пептиды - связывание пептида с МНСI – транспортировка на мембрану клетки в комплексе с МНСI – связывание МНСI с CD8 рецептором Т-киллера – распознавание пептида иммуноглобулином антиген-распознающего рецептора Т-киллера – запуск механизма убийства этой клетки.

Г. Синтез вирусного белка – связывание пептида с МНСI - разрушение его в протеасоме на пептиды – транспортировка на мембрану клетки в комплексе с МНСI – распознавание пептида иммуноглобулином антиген-распознающего рецептора Т-киллера - связывание МНСI с CD8 Т-клеточного рецептора — запуск механизма убийства этой клетки.

2. Если клетка печени заражена вирусом гепатита В, и фрагмент его капсидного белка презентуется на МНСI, то:

А. Большинство Т-киллеров не опознают этот сигнал, т.к. иммуноглобулиновая часть их антиген-распознающего рецептора не связывается с этим пептидом.

Б. Любой Т-киллер узнает чужеродный белок и убьет эту зараженную клетку

В. Любой Т-киллер с нормальным антиген-распознающим рецептором может опознать и убить такую клетку при наличии в крови антител к вирусу гепатита В.

3. Если пораженная вирусом клетка вообще утратила МНСІ на мембране, то:

А. Эту клетку может убить любой Т-киллер.

Б. Эту клетку может распознать только тот Т-киллер, антиген-распознающий рецептор которого узнает презентованные на мембране фрагменты вирусных белков.

В. Ни один Т-киллер не способен опознать эту клетку.

4. Выберите те структуры, которые могут взаимодействовать с МНСІ.

А. CD8 рецепторы.

Б. Короткие фрагменты вирусных белков из протеасом.

В. Короткие фрагменты капсидных белков в плазме крови.

Г. Короткие фрагменты собственных белков клетки из протеасом.

Д. Растворимые антитела, которые вырабатывают В-лимфоциты.

5. Из перечисленных заболеваний и ситуации, направленной на предотвращение заболевания, выберите случаи, при которых иммунный ответ включает в себя работу Т-киллеров.

А. Грипп.

Б. Краснуха.

В. Дизентерия.

Г. Прививка от столбняка.

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 (15 баллов). У хищных растений имеется большое количество различных приспособлений к такому необычному способу питания. Приведите примеры морфологических, физиологических и биохимических адаптаций, которые помогают им ловить и переваривать животных.

Задание №6 (18 баллов). Для чего птицы могут использовать собственные перья? Если можете, для каждого варианта ответа приведите по одному примеру.

Задание №7 (18 баллов). Какими способами растения защищаются от повреждающих их растительноядных животных? Если можете, приведите примеры (не более одного примера для каждой версии).