

**Время выполнения заданий – 180 минут**

**Максимальное количество баллов – 100**

**Задание 1 (12 баллов)**

Считается, что употребление кофе оказывает бодрящий эффект. Поэтому многие школьники и студенты пьют его перед экзаменами. Но Катя знала, что ее дядя пьет кофе, когда не может заснуть. Поэтому она решила выяснить, насколько часто встречаются люди, на которых кофе оказывает успокаивающее действие. Для этого она решила проверить, как действует кофе на своих одноклассников, причем учесть, в том числе, и объективные физиологические показатели – пульс и артериальное давление. Учительница биологии разрешила проводить эксперимент на своем спаренном уроке.

Как Катя должна спланировать все этапы опыта? Приведите план эксперимента, обосновав каждый из этапов.

**Задание 2 (11 баллов)**

*Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.*

Гуахаро – или жирный козодой – крупная ночная птица, живущая в Южной Америке. Свое второе название эти птицы получили благодаря необычной стратегии выкармливания птенцов – родители кормят свое потомство настолько интенсивно, что двухмесячные птенцы весят в два раза больше родителей (каждый птенец весит около 1 кг). При этом каждую ночь они употребляют большое количество пищи – четверть от собственной массы. Питаются гуахаро в основном плодами пальм. Кормят детенышей оба родителя, которые совершают ночные вылеты за едой, отлетая от жилища на расстояние около 10 км. Посчитайте, какое расстояние за ночь пролетает каждый из родителей, чтобы накормить двух двухмесячных птенцов? Массу плода пальмы примите равной 50 г. Считайте, что родители обоих полов вносят равный вклад в кормление, кормят птенцов только плодами пальм, приносят только один плод за вылет, а пальмы расположены в 10 км от гнезда.

**Задание 3 (14 баллов)**

*Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.*

Несмотря на свои миниатюрные размеры, жуткая жуть – один из самых вредоносных драконов острова Олух. Жуткие жути всегда встречаются стайками. В отличие от большинства других драконов, они могут размножаться несколько раз в течение года. Окраска их чешуи очень разнообразна, но известно, что её определяет всего один не сцепленный с полом ген. Окраска дракона не меняется с возрастом, никак не влияет на плодовитость особи и на жизнеспособность детёнышей. Жуткие жути диплоидны.

Пара красных жутких жутей за два года принесла довольно многочисленное потомство (назовём его первым поколением), состоящее из драконов с красной и оранжевой чешуёй. При скрещивании друг с другом любых двух оранжевых драконов первого поколения неизменно получали оранжевых и зелёных детёнышей.

Если дать всем красным драконам первого поколения свободно скрещиваться друг с другом, какое потомство вы ожидаете получить во втором поколении?

Ответ (в процентах) запишите, округлив до первого знака после запятой, и без знака % (например, вместо «17,35%» напишите «17,4»).

**Задание 4 (15 баллов)**

Внимательно прочитайте текст, затем приступайте к выполнению заданий.

Антитела́ или иммуноглобулины — это крупные глобулярные белки. Их синтезируют В-лимфоциты. Каждое антитело распознаёт уникальный элемент патогена, отсутствующий в самом организме — антиген. Связываясь с антигенами на поверхности патогенов, антитела могут либо непосредственно нейтрализовать их, либо привлекать другие компоненты иммунной системы, (система комплемента и фагоциты), чтобы уничтожить чужеродные клетки или вирусные частицы. Антитела — важнейший компонент гуморального специфического иммунитета.

Наша иммунная система вырабатывает 5 классов антител: IgG, IgM, IgA, IgE и IgD (рис.1), мы рассмотрим 3 из них.



Рисунок 1. Классы антител человека

Структурной единицей каждого антитела является комплекс из 4 белковых цепей: двух легких и двух тяжелых (рис.2). Такая молекула имеет два участка, узнающих антиген («активные центры» на рис.2).

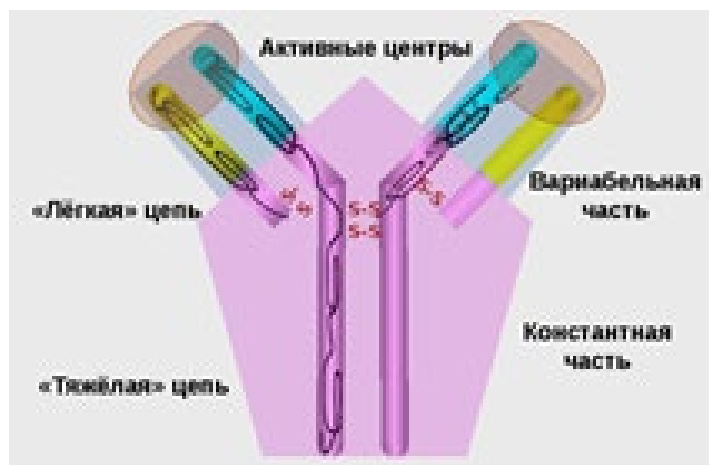


Рисунок 2. Строение антитела

Молодые В-лимфоциты в начале своего пути претерпевают перестройки ДНК в локусах, кодирующих участки связывания антигена. В результате каждый В-лимфоцит (и все его потомки) получают возможность синтезировать свой уникальный антиген-связывающий участок антитела и благодаря этому узнавать единственный антиген. Поэтому в целом популяция В-лимфоцитов способна узнавать огромное количество разных антигенов.

Сначала В-лимфоцит синтезирует антитела класса IgM, причем они связаны с плазматической мембраной. Рассмотрим строение IgM. Каждое антитело представляет собой пентамер, в котором 5 базовых структурных единиц связаны дисульфидными мостиками между собой и с небольшой J-цепью, замыкающей кольцевую структуру (Рис.1).

Далее В-лимфоцит находится в «режиме ожидания», пока антитела IgM на его мембране не вступят во взаимодействие с чужеродным антигеном. У IgM есть 10 точек связывания антигенов - это эффективный механизм борьбы с бактериями и вирусами. Такой момент может наступить очень быстро, а может очень нескоро, вплоть до того, что именно этому В-лимфоциту «не повезет», и он никогда не встретит подходящий антиген.

После встречи с подходящим антигеном происходит активация В-лимфоцита, который начинает синтез растворимых IgM (в норме они составляют около 10% от общего количества производимых организмом антител). Поэтому в иммунном ответе на первый контакт с инфекцией доля IgM очень высока. Вскоре лимфоцит переходит на выработку антител IgG, сохраняя при этом свою антигенную специфичность. В ходе иммунного ответа В-лимфоцит делится, давая начало плазматическим клеткам, которые продуцируют антитела, и клеткам памяти. Клетки памяти практически не продуцируют антител, но зато остаются в кровотоке очень долго и при повторной встрече с антигеном начинают быстро делиться, давая новые плазматические клетки, которые вырабатывают в больших количествах антитела IgG. Это позволяет при повторной встрече с антигеном быстро наработать большое количество антител, причем это будут уже не IgM, а IgG, которые намного эффективнее распознают патогены. IgG - основной класс иммуноглобулинов, находящихся в крови, они составляют до 75% от общего количества производимых организмом антител. Молекулы IgG - единственные антитела, которые могут переходить от матери к плоду через плаценту.

IgA - основной класс антител в секретах (молоке, слюне, слезах, секретах дыхательных путей и кишечного тракта). За сутки в просвет кишечника у человека выделяется до 3-5 г IgA. IgA образуют стабильную секреторную форму - димер (рис.1). Димеры более устойчивы к действию протеаз. Существует специальный механизм их транспорта через эпителиальные клетки (рис.3). IgA нейтрализуют токсины и аллергены и составляют до 15% от всех синтезируемых организмом антител.

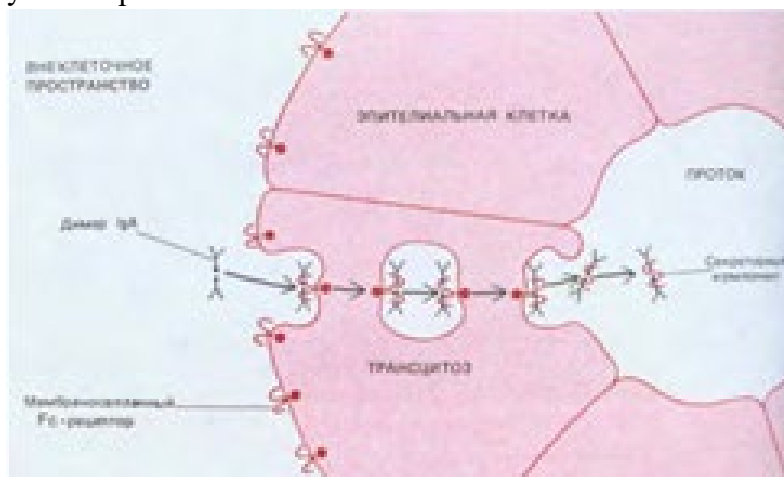


Рисунок 3. Транспорт IgA через эпителиальные барьеры.

Таким образом, разные типы антител обеспечивают комплексную защиту организма от различных патогенов.

**Вопрос 4.1.** Выберите правильную последовательность событий в жизни В-лимфоцита:

- Перестройки ДНК – синтез мембранно-связанных IgM - связывание антигена - активация В-лимфоцита – синтез растворимых IgM – синтез IgG плазматическими

клетками – быстрая активация клеток памяти при повторной встрече с антигеном и синтез IgM

Перестройки ДНК – синтез растворимых IgM - связывание антигена - активация В-лимфоцита – синтез IgG плазматическими клетками – быстрая активация клеток памяти при повторной встрече с антигеном и синтез IgG

Перестройки ДНК – синтез мембранно-связанных IgM - связывание антигена - активация В-лимфоцита – синтез растворимых IgM – синтез IgG плазматическими клетками – быстрая активация клеток памяти при повторной встрече с антигеном и синтез IgG

Перестройки ДНК – синтез мембранно-связанных IgM - связывание антигена – синтез растворимых IgM – активация В-лимфоцита - синтез IgG плазматическими клетками – быстрая активация клеток памяти при повторной встрече с антигеном и синтез IgG

**Вопрос 4.2.** Выберите верные утверждения

- Самые распространенные антитела – IgA
- От матери к плоду через плаценту переходят антитела IgA
- Некоторая часть В-лимфоцитов в организме человека никогда не будет активирована
- У человека существует три класса антител
- Плазматические клетки – это потомки активированных В-лимфоцитов, вырабатывающие много антител IgG
- Антитела IgG имеют два участка связывания антигена

**Вопрос 4.3.** Выберите правильный ответ. Транспорт антител в кровь плода обеспечивает новорожденному младенцу:

- приобретенный активный иммунитет
- врожденный пассивный иммунитет
- врожденный активный иммунитет
- приобретенный пассивный иммунитет

**Вопрос 4.4.** Выберите правильный ответ (рисунок ниже):

- Пик синтеза IgG уже прошел, и мы видим затухание иммунного ответа
- Мы наблюдаем вторичный иммунный ответ
- Человек первый раз столкнулся с этой инфекцией

Наименование исследования	Результат
СЕРОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ИНФЕКЦИЙ. Антитела к вирусу Herpes simplex-2, IgM	2.49
<p>&lt; 0,9 - антитела не обнаружены 0,9-1,1 - анализ рекомендуется повторить через 2 недели &gt; 1,1 - антитела обнаружены</p>	
<hr/>	
Антитела к вирусу Herpes simplex-2, IgG	0.07
<p>&lt; 0,8 - антитела не обнаружены 0,8-1,1 - анализ рекомендуется повторить через 1 неделю &gt; 1,1 - антитела обнаружены</p>	

**Вопрос 4.5.** Основную часть антител материнского молока составляют

- Мономеры IgG
- Димеры IgG
- Димеры IgA
- Пентамеры IgM

**Особенность следующих 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).**

Какими свойствами должно обладать растение, чтобы стать комнатным?

**Задание 6 (16 баллов).**

Для чего животные используют запахи?

**Задание 7 (16 баллов).**

С самого начала распространения COVID-19 и до настоящего момента заболеваемость этой новой инфекцией сильно различается в разных странах. Почему?