

Время выполнения заданий — 240 минут.

Приступая к выполнению заданий, вы подтверждаете, что профиль и класс заданий соответствуют сведениям, указанным вами при регистрации.

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.

Максимальное количество баллов — 100.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Дождевые черви выползают из своих норок в дождь - этот факт известен всем нам с самого раннего детства. Есть несколько гипотез, почему они это делают: 1) недостаток кислорода при затоплении почвы; 2) вибрации, которые создают капли дождя, ударяющие по поверхности: якобы эти вибрации напоминают те, которые производятся кротами и другими врагами червей; 3) во время дождя червям удобнее совершать миграции благодаря повышенной влажности воздуха и почвы.

Возможно, что и несколько версий сразу правильные. Какие эксперименты нужно провести, чтобы выяснить правильность каждой из этих трех версий?

Учтите, что для проведения каждого эксперимента нужно:

- 1) подобрать условия, в которых меняется только один фактор;
- 2) поставить правильный контроль;
- 3) обеспечить достаточное количество повторов;
- 4) сделать правильный вывод

Опишите все четыре пункта для каждого придуманного Вами эксперимента. Чем больше правильных экспериментов Вы придумаете, тем выше будет оценка. За неправильные версии оценка не снижается.

Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Процесс приготовления Маасдама или Эмменталя - сыров с крупными отверстиями, или так называемыми «глазками», очень сложен и долог.

Для изготовления 1 кг таких сыров требуется 10 кг молока. Собранное молоко пастеризуют, добавляют закваску, содержащую молочнокислых (а именно, осуществляющих гомоферментативное молочнокислое брожение) и пропионовокислых бактерий, прессуют, формируют и оставляют созревать. Созревание длится до 18 месяцев, и в ходе этого процесса вся лактоза (содержание которой составляет 1% исходной массы молока) подвергается гидролизу лактазами молочнокислых бактерий, а образующаяся в результате глюкоза сбраживается до молочной кислоты.

Лактоза + H₂O → Глюкоза + Галактоза

Глюкоза → 2 Молочная кислота

Далее молочная кислота используется пропионовокислыми бактериями и сбрасывается по следующему уравнению:



Углекислый газ при этом образуется медленно и порционно, что и обеспечивает формирование крупных малочисленных «глазков» в таких сырах.

Посчитайте, какой объем углекислого газа выделится в ходе созревания одной головки Эмментала массой 80 кг. Все промежуточные вычисления проводите с точностью до десятых. Ответ дайте в литрах и округлите до целого числа.

Справочная информация: молярная масса лактозы составляет 342 г/моль, глюкозы и галактозы – 180 г/моль, молочной кислоты – 90 г/моль, молярный объем газа – 22,4 л/моль, все реакции проходят при нормальных условиях.

Задание № 3 (14 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Странноцвет с планеты Тагора называется так неслучайно. Часть его цветков развиваются под землёй, образуя плоды и семена исключительно за счёт самоопыления. Семена подземных плодов распространяют тахорги, раскапывающие грунт. Надземные цветки также способны к самоопылению, но посещаются и насекомыми. Странноцвет – однолетнее диплоидное растение.

Окраска цветка у странноцвета контролируется одним геном, лиловая окраска доминирует над оранжевой. Плодовитость, количество пыльцы и привлекательность для насекомых от окраски лепестков не зависят.

Предположим, что каждое растение образует в среднем по 20 плодов из надземных цветков (в каждом в среднем по 8 семян) и 8 плодов из подземных (в каждом в среднем по 2 семени). В надземных плодах 90% семян образуются при перекрёстном опылении и 10% – при самоопылении.

На экспериментальном участке посеяли поровну растений с генотипами *Aa* и *aa*. В конце сезона все семена остались в земле. Каким будет расщепление по окраске цветков среди растений, которые вырастут на следующий год?

Ответ запишите в процентах с точностью до целого числа.

Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

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

Трансплантация органов - одно из ярких достижений современной медицины, позволяющее спасти жизни пациентов. Однако точная хирургическая работа – не единственный и не главный фактор приживаемости пересаженного органа (трансплантата). После успешной операции в органе может наладиться кровообращение, он даже начнет работать, но через короткое время начнется его отторжение. Причина в том, что

срабатывает иммунная система пациента, которая распознает клетки чужого организма и убивает их, вызывая некроз пересаженного органа.

Как же наш организм распознает чужие клетки? Идентификация клеток обеспечивается поверхностными трансмембранными белками, которые называются антигенами главного комплекса гистосовместимости I (Major Histocompatibility Complex, МНСI). У человека они также известны как HLA I-антигены (Human Leukocyte Antigens) и расположены на мембранах практически всех клеток организма (leukocytes antigens – историческое название). Каждый человек, за исключением однояйцевых близнецов, обладает уникальным набором HLA I-антигенов.

Удивительно большое разнообразие этих генов приводит к тому, что вероятность полного совпадения наборов HLA I-антигенов между двумя случайно выбранными людьми фактически равна нулю. Именно это разнообразие и является основной причиной отторжения чужеродных тканей.

При сверх-острой реакции отторжения происходит в течение минут или часов из-за предварительно сформированных антител к HLA I-антигенам донора (например, в случае ранее произошедшего переливания крови того же донора). Острое отторжение развивается в течение недель или месяцев. Хроническое отторжение протекает в течение месяцев и лет, приводя к постепенному рубцеванию и дисфункции органа. Причина обоих – Т-лимфоциты хозяина, распознающие трансплантат как чужеродный и уничтожающие его.

Для снижения риска отторжения применяется несколько стратегий. Во-первых, проводится HLA-типирование донора и реципиента, т.е. определение их HLA-фенотипа с использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР). Чем выше сходство между донором и пациентом по антигенам тканевой совместимости, тем более благоприятен прогноз приживаемости органа. Во-вторых, используются различные иммуносупрессивные препараты, блокирующие активацию лимфоцитов и синтез антител. Как правило, их принимают пожизненно.

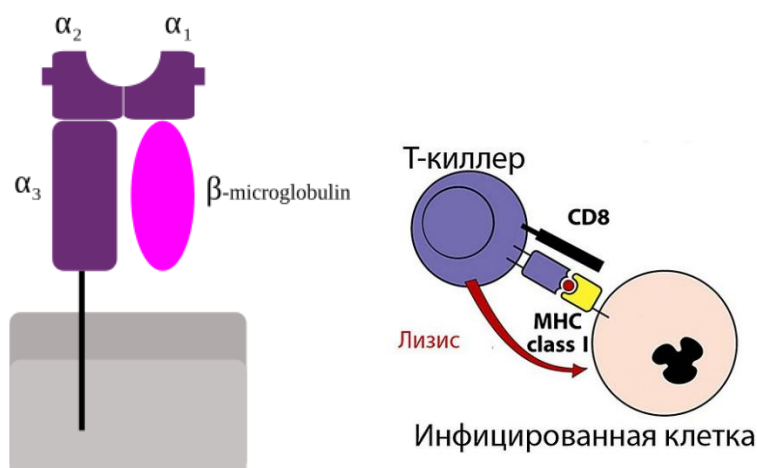


Рисунок 1. Строение HLA I-молекулы. Показана одинаковая у всех людей β -субъединица, а также α -субъединица, которая имеет множество аллелей и обеспечивает полиморфизм HLA I. α -субъединица состоит из трёх глобулярных доменов (α_1 – α_3) и участка, обеспечивающего закоривание в мембране. Справа показано распознавание Т-киллером зараженной клетки. Связанный фрагмент чужеродного белка обозначен точкой.

Но зачем организму такая сложная система, если в природе вопрос трансплантации вообще не актуален? Оказалось, что основная функция HLA I-молекул состоит в том, чтобы предъявлять лимфоцитам фрагменты внутриклеточных белков. Этот механизм позволяет

ликвидировать зараженные вирусами клетки до того, как тысячи новых вирусов успеют сформироваться и покинуть пораженную клетку. Также Т-киллеры истребляют и раковые клетки, которые начинают синтез необычных белков. HLA I -молекула похожа на ладошку, на которой клетка показывает фрагменты тех белков, что у нее внутри (рис.1). Понятно, что процент чужих белков на клеточной поверхности невероятно мал (одна молекула на сотни тысяч кусочков своих собственных белков), но этого достаточно для распознавания зараженной клетки Т-киллерами и ее деструкции.

Важно отметить, что в целом HLA – система (включающая еще два класса генов, II и III) играет ключевую роль не только в отторжении трансплантата и антивирусной защите. Так, было установлено, что несовместимость супругов по HLA-антигенам необходима для сохранения беременности. Ребёнок получает половину HLA-антигенов от матери и половину от отца, становясь для организма матери частично чужеродным. Эта «чужеродность» запускает иммунологические реакции, направленные на сохранение беременности и образование блокирующих антител. Напротив, при высокой степени совместимости супругов по HLA-антигенам ребенок недостаточно отличается от материнского организма, что может привести к непродуктивному иммунному ответу и самопроизвольному прерыванию беременности. Изучение HLA-совместимости у супругов проводится при диагностике причин невынашивания беременности и бесплодия.

Каким образом достигается такое невероятное разнообразие антигенов? Белковая молекула HLA I — гетеродимер (рис.1), состоящий из малой β -субъединицы и тяжелой полиморфной α -субъединицы, кодируемой одним из трех генов локуса MHC I (у человека — HLA-A, HLA-B или HLA-C). Эти гены представлены сотнями аллелей, что обеспечивает огромное разнообразие структур молекул. Кроме того, поскольку у каждого человека в геноме соматических клеток присутствует три пары локусов этих генов, разнообразие становится еще выше.

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 верные утверждения о механизмах отторжения пересаженного органа.

- А) Приживаемость органа зависит от качества хирургической работы.
- Б) Острый некроз трансплантата – это работа Т-лимфоцитов.
- В) Собственные антитела донора – причина супер-острого отторжения.
- Г) Иммуносупрессивные препараты в большинстве случаев нужно принимать всю жизнь, чтобы не было осложнений после пересадки органа.

2. Выберите верные утверждения о работе иммунной системы при заражении человека вирусной инфекцией.

- А) Правильно подобранные антибиотики успешно вылечивают вирусную инфекцию.
- Б) Повышение температуры - побочный и вредный эффект антивирусной работы иммунной системы.

В) Можно ускорить выздоровление человека, если сразу ввести сыворотку с антителами к белкам вируса, вызвавшего инфекцию.

Г) Т-киллеры помогают снизить интенсивность вирусного заболевания за счет того, что убивают зараженные вирусом клетки организма.

3. Выберите верные утверждения о применении иммуносупрессивных препаратов.

А) В их применении нет необходимости при пересадке органов между монозиготными близнецами.

Б) Их применяют в течении первых 2-3 лет, пока клетки пересаженного органа полностью не обновятся, потом отменяют.

В) Их применяют первые несколько месяцев, чтобы не включилось хроническое отторжение, которое может привести к рубцеванию и дисфункции органа. А потом медленно отменяют.

Г) Эти препараты блокируют работу генов главного комплекса гистосовместимости у пациента.

Д) Если донор принимает иммуносупрессивные препараты, то трансплантация происходит более успешно.

4. Выберите верные утверждения о том, как обеспечивается разнообразие HLA I - антигенов.

А) У каждого человека их 6 вариантов (три локуса).

Б) У каждого человека их 9 вариантов (три локуса).

В) Белковая молекула HLA I — гетеродимер.

Г) Существует несколько сотен аллелей этих генов.

Д) Работа иммунной системы поддерживает разнообразие HLA I-аллелей даже в старости.

5. Выберите верные утверждения о роли HLA-системы в репродукции человека.

А) Максимальная совместимость супругов по HLA-антигенам способствует успешной беременности.

Б) Ребёнок получает одинаковое количество HLA-антигенов от обоих родителей.

В) Значительная несовместимость супругов по HLA необходима для образования «блокирующих» антител у матери.

Г) При высокой HLA-совместимости супругов может произойти самопроизвольное прерывание беременности.

Д) Высокая HLA-совместимость супругов может приводить к бесплодию в близкородственных браках.

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).

Среди животных довольно широко распространено социальное обучение, т. е. передача моделей поведения от одной особи к другой. Объясните, по каким причинам такой способ может быть более эффективным, чем самостоятельное приобретение опыта. Если можете, для каждой причины приведите по одному реально встречающемуся в природе примеру.

Задание №6 (16 баллов).

Хорошо известно, что существуют декоративные сорта пищевых растений, например, капусты. В этом случае главной и часто единственной задачей является не получение съедобной продукции, а различные декоративные свойства. Крупная агрофирма получила заказ на создание сорта декоративных помидоров. На какие признаки растений может быть направлена селекция и как могли бы выглядеть выведенные сорта?

Задание №7 (16 баллов).

Зачем животным яркая окраска, делающая их заметными? Приведите и объясните возможные причины.