

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета

По предмету «Биология» 2013-2014 учебный год, очный тур

11 класс

Вопросы	Баллы
1. Что такое микробные биопленки? Как они образуются? Чем опасны?	12
2. Как организован наследственный материал бактерий?	12
3. У некоей известной породы кур окраска оперения контролируется двумя группами генов: А (белая окраска) доминирует над а (цветная); В (черная окраска) доминирует над в (коричневая). Гетерозиготное потомство F ₁ имеет генотип АаВв и белую окраску. Как происходит взаимодействие между генами? Опишите это явление. Каковы численные отношения фенотипов в F ₂ ? Распишите таблицу.	12
4. В результате интенсивной мышечной деятельности в кровь человека может поступать в течение нескольких минут до 90 г молочной кислоты. Если это количество молочной кислоты прибавить к объему дистиллированной воды, равному объему циркулирующей крови, то концентрация ионов Н ⁺ возросла в ней в 40 000 раз. Реакция же крови при этих условиях практически не изменяется. Объясните наблюдаемый процесс и укажите его значимость.	12
5. В многочисленных работах, посвященных кофе, часто встречается легенда о пастухе, заметившим необычную резвость коз, которые питались листьями и плодами кустов, растущих на склоне гор. Пастух поделился своими наблюдениями с настоятелем местного монастыря, который обнаружил, что отвар из плодов и листьев этих кустов взбадривает. После чего монахи стали употреблять этот возбуждающий напиток, чтобы выдерживать долгие ночные бдения. А то, что кофе может быть в трех обличиях: в виде ароматного напитка, лекарства и яда, – наверняка, знают не все. Казалось бы, неожиданное сочетание, но в этом нет ничего противоестественного, так как известно, что кофе воздействует на наш организм по-разному – опишите механизмы трех влияний кофе на организм.	10
6. Дрожательный паралич известен с незапамятных времен. В Библии описываются люди с дрожью в теле, Отмечены характерные симптомы заболевания у одного из фараонов. в египетском папирусе XII столетия до н. э. В 1817 году английский врач Джеймс Паркинсон, сам страдавший этим недугом, опубликовал «Эссе о дрожательном параличе, где подробнейшим образом описал болезнь, надеясь, что когда-нибудь в далеком будущем его коллеги найдут лекарство от этого тягчайшего недуга. Что сегодня известно об болезни Паркинсона и найдено ли лекарство?	12
7. Саранчовые являются опасными вредителями. А какие особенности биологии позволяют им наносить большой вред сельскому хозяйству?	10
8. Известно, что красные водоросли живут за счет фотосинтеза. Объясните, почему они имеют не зеленую, а красную окраску, и для чего она им необходима?	10
9. Крокодилы имеют четырехкамерное сердце. Объясните, почему крокодилы не являются теплокровными, как птицы и млекопитающие.	10

11 класс

1. Что такое микробные биопленки? Как они образуются? Чем опасны?

ОТВЕТ:

Биоплёнки - высокоупорядоченные бактериальные сообщества, которые позволяют бактериям жить в прикрепленном состоянии. Биоплёнки могут состоять из одного или нескольких видов бактерий. Их пронизывает сеть водных каналов, обеспечивающих доставку питательных веществ членам сообщества и удаляющих продукты метаболизма. В одной биоплёнке можно наблюдать различные образцы генной экспрессии, что говорит о том, что индивидуальные члены сообщества имеют «специфические обязанности», которые, комбинируясь с другими, усиливают жизнеспособность всего консорциума. Выделяют пять стадий развития биоплёнки:

1. Сначала происходит *первичное прикрепление* микроорганизмов к поверхности (адгезия, сорбция) из окружающей среды (обычно жидкости). Эта стадия обратима.
2. *Окончательное (необратимое) прикрепление*, иначе называемое *фиксацией*. На этой стадии микробы выделяют внеклеточные полимеры, обеспечивающие прочную адгезию.
3. *Созревание*. Клетки, прикрепившиеся к поверхности, облегчают прикрепление последующих клеток, внеклеточный матрикс удерживает вместе всю колонию. Накапливаются питательные вещества, клетки начинают делиться.
4. *Рост*. Образована зрелая биоплёнка, и теперь она изменяет свой размер и форму. Внеклеточный матрикс служит защитой клеток от внешних угроз.
5. *Дисперсия* (выброс бактерий): в результате деления периодически от биоплёнки отрываются отдельные клетки, способные через некоторое время прикрепиться к поверхности и образовать новую колонию.

Способность бактерий образовывать биоплёнки интересна ввиду того, что представители патогенных для человека и животных возбудителей проявляют устойчивость к действию антимикробных веществ при их росте в биоплёнках, что осложняет борьбу с ними в клинической практике.

2. Как организован наследственный материал бактерий?

ОТВЕТ:

Наследственный аппарат бактерий представлен одной хромосомой, которая представляет собой молекулу ДНК, она спирализована и свернута в кольцо. Это кольцо в одной точке прикреплено к цитоплазматической мембране. На бактериальной хромосоме располагаются отдельные гены.

Функциональными единицами генома бактерий, кроме хромосомных генов, являются:

- 1) IS-последовательности – это короткие фрагменты ДНК. Они не несут структурных (кодирующих белок) генов, а содержат только гены, ответственные за транспозицию (способность перемещаться по хромосоме и встраиваться в различные ее участки).
- 2) транспозоны - это более крупные молекулы ДНК. Помимо генов, ответственных за транспозицию, они содержат и структурный ген. Транспозоны способны перемещаться по хромосоме. Их положение сказывается на экспрессии генов. Транспозоны могут существовать и вне хромосомы (автономно), но неспособны к автономной репликации.
- 3) плазмиды – дополнительный внехромосомный генетический материал. Представляет собой кольцевую, двунитевую молекулу ДНК, гены которой кодируют дополнительные свойства, придавая селективные преимущества клеткам. Плазмиды способны к автономной репликации, т. е. независимо от хромосомы или под слабым ее контролем. За счет автономной репликации плазмиды могут давать явление амплификации: одна и та же

плазмида может находиться в нескольких копиях, тем самым усиливая проявление данного признака.

В зависимости от свойств признаков, которые кодируют плазмиды, различают:

1) R-плазмиды. Обеспечивают лекарственную устойчивость; могут содержать гены, ответственные за синтез ферментов, разрушающих лекарственные вещества, могут менять проницаемость мембран;

2) F-плазмиды. Кодируют пол у бактерий. Мужские клетки (F⁺) содержат F-плазмиду, женские (F[—]) – не содержат. Мужские клетки выступают в роли донора генетического материала при конъюгации, а женские – реципиента. Они отличаются поверхностным электрическим зарядом и поэтому притягиваются. От донора переходит сама F-плазмида, если она находится в автономном состоянии в клетке.

F-плазмиды способны интегрировать в хромосому клетки и выходить из интегрированного состояния в автономное. При этом захватываются хромосомные гены, которые клетка может отдавать при конъюгации; Встроенная в хромосому F-плазмида обеспечивает высокую частоту рекомбинации бактерий данного типа.

3) Col-плазмиды. Кодируют синтез бактериоцинов. Это бактерицидные вещества, действующие на близкородственные бактерии;

4) Тох-плазмиды. Кодируют выработку экзотоксинов;

5) плазмиды биодegradации. Кодируют ферменты, с помощью которых бактерии могут утилизировать ксенобиотики.

Потеря клеткой плазмиды не приводит к ее гибели. В одной и той же клетке могут находиться разные плазмиды.

3. У некой известной породы кур окраска оперения контролируется двумя группами генов: А (белая окраска) доминирует над а (цветная); В (черная окраска) доминирует над b (коричневая). Гетерозиготное потомство F₁ имеет генотип АаВb и белую окраску. Как происходит взаимодействие между генами? Опишите это явление. Каковы численные отношения фенотипов в F₂? Распишите таблицу.

ОТВЕТ:

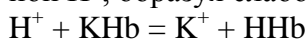
Поскольку в гетерозиготном генотипе поколения F₁ содержатся оба доминантных аллеля (А и В), а фенотипически куры белые, то можно говорить об эпистатическом взаимодействии генов (когда один ген подавляет действие другого – неаллельного ему), причем белый аллель эпистатичен, а черный – гипостатичен. В поколении F₂ фенотипы распределятся следующим образом: 12 (белые) : 3 (черные) : 1 (коричневые).

4. В результате интенсивной мышечной деятельности в кровь человека может поступать в течение нескольких минут до 90 г молочной кислоты. Если это количество молочной кислоты прибавить к объему дистиллированной воды, равному объему циркулирующей крови, то концентрация ионов Н⁺ возросла в ней в 40 000 раз. Реакция же крови при этих условиях практически не изменяется. Объясните наблюдаемый процесс и укажите его значимость.

ОТВЕТ:

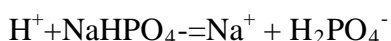
Концентрация водородных ионов и регуляция рН крови. В норме рН крови соответствует 7,36, т. е. реакция слабоосновная. Колебания величины рН крови крайне незначительны. Так, в условиях покоя рН артериальной крови соответствует 7,4, а венозной — 7,34. В клетках и тканях рН достигает 7,2 и даже 7,0, что зависит от образования в них в процессе обмена веществ «кислых» продуктов метаболизма. При различных физиологических состояниях рН крови может изменяться как в кислую (до 7,3), так и в щелочную (до 7,5) сторону. Постоянство рН крови поддерживается буферными системами: гемоглобиновой, карбонатной, фосфатной и белками плазмы.

Самой мощной является буферная система гемоглобина. На ее долю приходится 75% буферной емкости крови. Эта система включает восстановленный гемоглобин (Hb) и калиевую соль восстановленного гемоглобина (KHb). Буферные свойства системы обусловлены тем, что KHb как соль слабой кислоты отдает ион K^+ и присоединяет при этом ион H^+ , образуя слабодиссоциированную кислоту:



Карбонатная буферная система ($H_2CO_3/NaHCO_3$) по своей мощности занимает второе место. Ее функции осуществляются следующим образом: $NaHCO_3$ диссоциирует на ионы Na^+ и HCO_3^- . Если в кровь поступает кислота более сильная, чем угольная, то происходит обмен ионами Na^+ с образованием слабодиссоциированной и легко растворимой угольной кислоты, что предотвращает повышение концентрации ионов H^+ в крови. Увеличение же концентрации угольной кислоты приводит к ее распаду (это происходит под влиянием фермента карбоангидразы, находящегося в эритроцитах) на H_2O и CO_2 . Последний поступает в легкие и выделяется в окружающую среду. Если в кровь поступает основание, то она реагирует с угольной кислотой, образуя натрия гидрокарбонат ($NaHCO_3$) и воду, что опять-таки препятствует сдвигу pH в щелочную сторону.

Фосфатная буферная система образована натрия дигидрофосфатом (NaH_2PO_4) и натрия гидрофосфатом (Na_2HPO_4). Первое соединение ведет себя как слабая кислота, второе — как соль слабой кислоты. Если в кровь попадает более сильная кислота, то она реагирует с Na_2HPO_4 , образуя нейтральную соль, и увеличивает количество слабодиссоциируемого



Избыточное количество натрия дигидрофосфата при этом будет удаляться с мочой, благодаря чему соотношение NaH_2PO_4/Na_2HPO_4 не изменится.

Белки плазмы крови играют роль буфера, так как обладают амфотерными свойствами: в кислой среде ведут себя как основания, а в основной — как кислоты.

5. В многочисленных работах, посвященных кофе, часто встречается легенда о пастухе, заметившем необычную резвость коз, которые питались листьями и плодами кустов, растущих на склоне гор. Пастух поделился своими наблюдениями с настоятелем местного монастыря, который обнаружил, что отвар из плодов и листьев этих кустов взбадривает. После чего монахи стали употреблять этот возбуждающий напиток, чтобы выдерживать долгие ночные бдения. А то, что кофе может быть в трех обличиях: в виде ароматного напитка, лекарства и яда, — наверняка, знают не все. Казалось бы, неожиданное сочетание, но в этом нет ничего противоестественного, так как известно, что кофе воздействует на наш организм по-разному — опишите механизмы трех влияний кофе на организм.

ОТВЕТ:

Кофеин воздействует непосредственно на центральную нервную систему, приводит к сужению сосудов. Он вызывает почти мгновенное чувство ясности мысли и уменьшает усталость. Он также стимулирует выделение сахара, накопленного в печени, и этим объясняется то ощущение подъема, вызываемого кофе, колой и шоколадом (большой кофеиновой тройкой). Кофеин оказывает двойственное действие на организм: в малых дозах тонизирует, а в больших угнетает. Поэтому побочные эффекты могут быть значительно больше приятных ощущений. Высвобождение сахара из запасов приводит к большой нагрузке на эндокринную систему.

У заядлых кофеманов часто наблюдается нервозность или они становятся "дергаными".

У пьющих кофе, когда они переключались на напитки, из которых кофеин был удален,

проявлялись все признаки, характерные для наркоманов, прекращающих прием наркотика.

Показано, что чрезмерное потребление метилксантинов (активных химических веществ, содержащихся в кофе) может вызвать доброкачественные новообразования в молочных железах или проблемы с предстательной железой. Многие врачи считают кофеин виновным в гипертонической болезни и других заболеваниях сердечно-сосудистой системы.

6. Дрожательный паралич известен с незапамятных времен. В Библии описываются люди с дрожью в теле. Отмечены характерные симптомы заболевания у одного из фараонов в египетском папирусе XII столетия до н. э. В 1817 году английский врач Джеймс Паркинсон, сам страдавший этим недугом, опубликовал «Эссе о дрожательном параличе», где подробнейшим образом описал болезнь, надеясь, что когда-нибудь в далеком будущем его коллеги найдут лекарство от этого тягчайшего недуга. Что сегодня известно о болезни Паркинсона и найдено ли лекарство?

ОТВЕТ:

Патологические изменения, лежащие в основе болезни Паркинсона, развиваются в головном мозге. Они включают в себя гибель или серьезное повреждение дофаминергических нейронов, расположенных в компактной части черного вещества и в норме, оказывающих подтормаживающее действие на хвостатое ядро и скорлупу полосатого тела.

Недостаток дофамина приводит к нарушению нормальных движений, возникает необходимость замещения дофамина при помощи лекарственных препаратов.

Четыре основных признака болезни Паркинсона включают дрожание в состоянии покоя (тремор покоя), повышенный тонус мышц (ригидность), замедленность движений (брадикинезию или акинезию) и нарушение равновесия (постуральную неустойчивость).

В настоящее время болезнь Паркинсона является неизлечимой, все существующие методы лечения направлены на облегчение её симптомов (симптоматическое лечение). Основные препараты, устраняющие двигательные нарушения: леводопа (чаще в комбинации с периферическими ингибиторами ДОФА-декарбоксилазы или реже с ингибиторами КОМТ), агонисты дофаминовых рецепторов и ингибиторы МАО.

7. Саранчовые являются опасными вредителями. А какие особенности биологии позволяют им наносить большой вред сельскому хозяйству?

ОТВЕТ:

Саранчовые поедают в день растений больше массы своего тела. Также некоторые виды могут образовывать стадные формы, которые отличаются более крупными крыльями и способны мигрировать на дальние расстояния. Эти стаи называют кулигами.

8. Известно, что красные водоросли живут за счет фотосинтеза. Объясните, почему они имеют не зеленую, а красную окраску, и для чего она им необходима?

ОТВЕТ:

Красные водоросли обитают в морях на глубине, куда свет проникает значительно хуже. Хлоропласты красных водорослей двумембранные, с одиночными тилакоидами. Один или два тилакоида обычно лежат на периферии хлоропласта. На мембранах тилакоидов имеются фикобилисомы. Основным пигментом хлоропластов является хлорофилл. Кроме того, у красных водорослей имеются каротиноиды и фикобилины в фикобилисомах. Благодаря такому набору пигментов красные водоросли могут поглощать свет почти всей

видимой части спектра. Как правило, хлорофилл маскируется фикобилинами (красного цвета) и каротиноидами (оранжево-желтые). Красная окраска водорослей позволяет им поглощать те небольшие лучи света, которые проникают на глубину.

9. Крокодилы имеют четырехкамерное сердце. Объясните, почему крокодилы не являются теплокровными, как птицы и млекопитающие.

ОТВЕТ:

Ответ. У крокодилов имеются две дуги аорты и артериальная кровь смешивается с венозной за пределами сердца. У птиц и млекопитающих сохраняется только одна дуга аорты и кровь не смешивается, что позволяет им быть теплокровными.