

Задача 1.

Учеными было замечено, что в Средней России довольно часто наблюдается распространение южных видов растений на север по долинам рек. Впервые это явление было обнаружено на берегах Оки, в долине которой растет много южных видов, которые в других местах на данной широте не встречаются. Предположите, чем может объясняться это явление.

Объяснений данного явления может быть несколько.

Во-первых, реки являются путем, по которому растения могут распространяться. Это может происходить естественным путем — когда вместе с течением летом, половодьем весной и вместе со снегом по льду зимой могут расселяться семена (или вообще диаспоры — семена и вегетативные зачатки) растений. (1 балл)

Но также распространению может способствовать человек. По долинам рек издавна проходили транспортные пути людей, которые также могли заносить диаспоры. В настоящее время долины рек привлекают людей не только в качестве путей, но и как место отдыха. При этом люди продолжают выступать в качестве потенциальных распространителей семян (диаспор). (2 балла)

Кроме того важно, что условия обитания в речных долинах способствуют внедрению в них новых растений.

Постоянные естественные нарушения в долине реки (осыпающиеся склоны), нарушения грунта при разливах, образования отмелей и пр., создают участки свободные от конкуренции и, следовательно, благоприятные для вселения новых видов. (2 балла)

Часто природные условия речных долин моделируют более южные условия существования.

Во-первых, склоны южной экспозиции — лучше прогреваются, нередко особенно на поворотах реки создают особый микроклимат. (2 балла)

Во-вторых, выходы коренных пород, обнажающиеся по берегам аналогичны нередко более щелочным почвам черноземной зоны. Возможно, лучший дренаж на склонах и легкие почвы напоминают режим увлажнения на юге. (2 балла)

В-третьих, при разливах реки почва удобряется илом и наилком, что повышает ее плодородие и тоже напоминает черноземы более южной зоны. (2 балла)

Все это вместе создает возможность вселения и закрепления южных растений по долинам рек Средней России.

Задача 2.

Растущий уровень устойчивости бактерий к антибиотикам — большая проблема современности, лечить бактериальные заболевания становится все сложнее. Возникает вопрос, с чем может быть связана способность бактерий вырабатывать устойчивость? Предложите как можно больше способов и механизмов возникновения устойчивости к антибиотикам у бактерий.

Устойчивость микроорганизмов к антибиотикам может возникать разными путями. Некоторые микробы постепенно вырабатывают устойчивость в ходе естественной эволюции. Такие механизмы чаще всего развиваются у самих продуцентов антибиотиков. Приобретая гены, необходимые для производства антибиотика, микроб должен иметь возможность не пострадать от него сам.

В некоторых случаях устойчивость может возникнуть у не производящих антибиотик организмов за счет немногих случайных мутаций. При сильном отравлении среды антибиотиком такие мутации сразу дают большое эволюционное преимущество их обладателю.

Раз возникнув, гены устойчивости могут передаваться от одного микроба к другому путем так называемого горизонтального переноса. То есть процесса, при котором генетический материал передается не от родителей к детям, а между сосуществующими организмами. У бактерий это — нередкое явление. Причем гены могут передаваться между неродственными видами.

Озвученные выше идеи оценивались в 1 балл каждая.

В некоторых случаях к устойчивости приводит способность микроорганизма замедлять или приостанавливать свою жизнедеятельность в момент применения антибиотиков, поскольку антибиотики действуют обычно на активные клетки. Позже, когда антибиотик разрушится, они могут продолжить свое нормальное существование. *За данную идею участник мог получить от 1 до 2 баллов в зависимости от её раскрытия.*

Наконец существуют искусственно полученные лабораторные штаммы, которые получили гены устойчивости к антибиотику за счет направленной модификации человеком. Если такие штаммы попадут в окружающую среду, они, в свою очередь, могут служить источником генов для горизонтального переноса и распространения устойчивости. *Такая идея оценивалась в 1 балл.*

Механизмы устойчивости зависят от механизма воздействия самого антибиотика. А механизмы их действия очень разные.

В общем случае защитным веществом может быть фермент, способный разрушать антибиотик быстрее, чем он успевает сильно навредить клетке. (1 балл) Также можно изменить клеточную стенку так, чтобы антибиотик через нее не проходил в клетку. (1 балл) Можно заключить клетку в слизистую капсулу, она тоже способна в ряде случаев защитить от проникновения антибиотика. (1 балл) Или выработать вещество, которое может активно выкачивать его из клетки. (2 балла) К похожему результату может привести выработка вещества (чаще всего это белки), способного связаться с антибиотиком и инактивировать его. (2 балла)

Но возможны и другие подходы. Например, можно модифицировать вещество, являющееся мишенью антибиотика так, что антибиотик перестанет его узнавать и с ним связываться. В этом случае он, естественно, не сможет и работать. (2 балла)
На некоторые организмы антибиотики не действуют просто потому, что у них отсутствует нужная мишень. Например, у микоплазмы нет клеточной стенки, поэтому все антибиотики, нарушающие синтез клеточной стенки, для микоплазмы неопасны. (2 балла)

Еще одним механизмом может быть использование "обходных" метаболических путей — других биохимических процессов, приводящих к тому же эффекту, что и блокируемый антибиотиком. (2 балла)

Также механизмом устойчивости может быть замедление или остановка деления и метаболизма в момент применения антибиотиков. Мы отмечали это как возможный способ возникновения устойчивости, но это можно рассматривать и как механизм. (1–2 балла в зависимости от раскрытия идеи)

Наконец, жизнь в биопленке может приводить к тому, что у бактерии будет мала возможность столкнуться с антибиотиком, который, как правило, растворен в среде. (2 балла)

Задача 3.

Для многоклеточных животных известно два основных способа размножения — половое и бесполое. При половом в процессе участвуют гаметы (половые клетки) В большинстве случаев в половом размножении принимают участие мужские и женские особи. Однако в середине прошлого столетия ученые обнаружили организмы, у которых самцы отсутствуют. Как вы полагаете, как такие животные могут так размножаться? Какие преимущества и недостатки с популяционной и эволюционной точек зрения они имеют и как они могли появиться?

Такие организмы обычно размножаются путем партеногенеза. Это способ полового размножения, при котором у самки образуются половые клетки, но развитие нового организма происходит без оплодотворения либо при стимуляции мужскими половыми продуктами близкого вида (гиногенез). Восстановление пloidности может происходить различными способами, например, в яйцеклетке происходит митоз, получаются 2 ядра, которые затем сливаются. В природе партеногенез встречается у коловраток, ракообразных, среди которых самые известные дафнии, различных насекомых (тли, пчелы и т.д.), некоторых рыб, ящериц и птиц. *За упоминания партеногенеза участник получал 1 балл, за описание процесса гиногенеза — 2 балла, за раскрытие проблемы восстановления пloidности добавлялся 1 балл.*

Преимущества такого способа размножения: Можно быстро размножаться, не затрачивая ресурсы на самцов. Не нужно искать партнеров, нет конкуренции за противоположный пол. Партеногенетические организмы очень быстро осваивают пространство, даже одна особь может дать начало новой "популяции" или колонии насекомых. Недостатки: нестабильность популяции — большинство видов однополых

позвоночных существует лишь несколько тысяч лет. Среди всех известных однополых многоклеточных животных дольше всего существуют коловратки из класса *Bdelloidea* (Бделлоидные), полностью утратившие мейоз более 100 миллионов лет назад. При партеногенетическом размножении хуже регулируется плотность населения, т.к. нет конкуренции за партнеров. Поскольку нет слияния гамет от разных особей, снижается возможность перемешивания генов в популяции. Это может вести к плохой приспособляемости к меняющимся условиям. Как правило партеногенетические виды — короткоживущие именно по этой причине. Хотя у некоторых так хорошо развит горизонтальный перенос генов (передача их не от родителей к детям, а между случайными особями) что он может заменять половой процесс, как у бделлоидных коловраток. Партеногенетические популяции получают преимущество там, где важна скорость размножения (например, короткий период размножения), а условия существования достаточно стабильные. *За каждое названное преимущество или недостаток партеногенетического размножения участник получал 1 балл.*

Происхождение.

Многие партеногенетические виды появились в результате гибридизации близких видов. При этом могло происходить нарушение нормального полового размножения, процессов мейоза и оплодотворения. Выживали только особи, перешедшие к партеногенезу. У некоторых видов партеногенетические особи — часть жизненного цикла. В этом случае они совмещают преимущества бесполого и полового размножения. В таком жизненном цикле перемежаются партеногенетические и половые стадии. Чаще всего некрупные беспозвоночные: тли, коловратки, нематоды, ракообразные и многие другие откладывают оплодотворенные самцами яйца перед зимой, а весной из них вылупляются партеногенетические особи, быстро увеличивающие численность популяции. Самцы у таких видов появляются только в конце лета. Причем оплодотворенные самцами самки откладывают значительно меньше относительно крупных яиц, по сравнению с их партеногенетическими сородичами. В ряде случаев обоеполые популяции живут в центре ареала, а партеногенетические популяции занимают краевые части территории, расширяя таким образом видовой ареал и осваивая пространство для дальнейшего захвата обоеполыми особями. *Каждая высказанная участником идея о происхождении оценивала от 1 до 2 баллов в зависимости от степени её раскрытия.*

Задача 4.

Для изучения роли конкретного белка в организме ученым часто нужно определить его локализацию и функции в реальной живой клетке. Предложите как можно больше способов, которыми это можно было бы сделать.

Определение локализации и функции конкретного белка в клетке является очень важной задачей, с которой сталкиваются исследователи. Для этого используется ряд методов. Основные направления это:

1. Использование специфических антител (поли- и моноклональных) специфичных к исследуемому белку. К антителу прикрепляется метка (флюоресцентная или радиоактивная), и затем эти антитела используются для окраски фиксированных клеток, срезов или даже небольших целых образцов. Для белков на клеточной мембране возможно использование некоторых меченых антител даже при работе с живыми объектами. *(1-3 балла в зависимости от раскрытия идеи)*

2. Биохимическое разделение различных компонентов клеток — ядра, цитоплазма, мембранная фракция, митохондрии и пластиды. Для этого используются различные методы центрифугирования и дифференциального осаждения. Затем каждая фракция проверяется на содержания в ней нашего белка. Это можно сделать с помощью разделения белков методом электрофореза или с помощью специфических антител. *(1-4 балла в зависимости от раскрытия идеи)*

3. Можно понять, как в клетке будут распределены конкретный белок, если отсеквенировать (определить последовательность нуклеотидов) специальную небольшую добавочную последовательность на информационной РНК, которая служит для того, чтобы белок оказался в клетке в нужном месте. Известно довольно много таких последовательностей и те места, которые они задают для белков в клетке. *(3 балла)*

4. Также для выяснения локализации белка возможно использовать метод трансгенных животных или трансформированных клеток. В обоих случаях в клетки внедряется модифицированные гены. Здесь возможны два подхода.

А) поставить метку (флуоресцентный белок или какой-то иной белок — окрашенный или дающий окраску в определенных условиях) под промотор интересующего нас гена. Внедрить эту трансгенную ДНК в клетку тем или иным образом и посмотреть, где будет обнаружена метка. Этот метод хорошо показывает, в каком типе клеток производится интересующий нас белок, однако, не позволяет определить в какой структуре клетки белок присутствует.

Б) Если важно определить структуру клетки, в которой присутствует данный белок, то лучше использовать ген самого белка, к которому физически пришта небольшая метка. *(1-4 балла в зависимости от раскрытия идеи)*

5. Для определения функции белка используются принципиально несколько подходов.

А) оверэкспрессия (повышенная выработка) данного белка — внедрение в клетку ДНК, в которой последовательность нашего белка стоит под сильным промотором. Отдельный интерес представляют случаи, когда белок оверэкспрессируется в клетках, где он синтезируется в норме и в клетках, где его в норме нет.

Б) насильственное выключение экспрессии белка — можно сломать ген (это называют нокаут) или снизить эффективность продукции конкретного белка с помощью специфической интерференционной РНК, которая комплементарна РНК нашего белка и подавляет его синтез.

В) направленный мутагенез в конкретном гене — то есть изменение его последовательности с целью посмотреть, к каким последствиям в клетке это приведет. *(по 1 баллу за идею)*

6. Можно пытаться выделить белок в комплексе с тем, с чем он взаимодействует

в клетке. Это позволяет получить представление и о его локализации, и о функции. Иногда белок так прочно связан с другими белками или клеточными структурами, что его можно достаточно легко выделить в виде комплекса скажем с помощью центрифугирования. Когда комплекс легко разваливается, можно применить метод химической сшивки. Для сшивки иногда используют слабую концентрацию фиксатора (формалина например). Так часто поступают, когда ищут, с каким конкретно участком ДНК взаимодействует данный белок. (2 балла)

Задача 5.

Часто можно услышать, что устойчивость экосистем определяется числом живущих в них видов. Почему более богатые видами экосистемы могут быть более устойчивыми? И какие еще факторы могут влиять на устойчивость экосистем?

Устойчивость — это свойство экосистемы возвращаться в исходное состояние после внешнего воздействия. То есть — насколько система может восстановиться после нарушения. (1 балл)

Чем больше видов, тем больше у экосистемы возможностей для реагирования. При выпадении одного вида, его место в экосистеме могут занимать другие. Например, может происходить перестройка пищевых цепей. Но само по себе число видов — лишь указание на эти возможности. (2 балла)

Кроме числа видов, важно, насколько они часты: если в сообществе сто видов, но все виды, кроме двух, составляют один процент (следует считать биомассу, чтобы учесть различия в размерах разных видов), то это хуже для устойчивости, чем если видов всего 20, но они более равномерно распределены. (2 балла если идея высказана в общем виде, +1 балл, если участником высказано понимание о том, что учитывать нужно биомассу, а не просто количество особей)

Основные показатели устойчивости — разветвленность пищевых цепочек и сбалансированность круговорота углерода. Эти параметры обычно связаны с числом видов, но не всегда эта зависимость однозначна. (по 1 баллу за показатель)

Кроме того, важно понимать, что у каждого устойчивого (например, климаксного) сообщества есть свой ареал, за пределами которого оно теряет устойчивость — например, в степной зоне луговые сообщества более устойчивы, чем лесные, в отличие от более северных районов. (1 балл)