

Биология: 3-й тур с ответами 9-10 класс

Вопрос 1

В книге С. Манкузо «Революция растений» есть рисунок с подписью «Чистец лесной... успешно притворяется крапивой». Имеется в виду, что сходство этих растений по форме и расположению листьев – пример бейтсовской мимикрии, когда слабо защищенный вид (имитатор) подражает более защищенному (модели).

А) Какие доводы, по-Вашему, можно привести за это предположение и против него?

Б) Какие эксперименты и исследования могут подтвердить или опровергнуть гипотезу о такой мимикрии?

Краткий ответ

А) Мимикрия – не случайное сходство, а результат эволюции (действия естественного отбора). Бейтсовская мимикрия имеет смысл только в том случае, когда модель достаточно часто встречается в тех же районах, что и имитатор, и потребители «боятся» ошибиться, так как встреча с моделью достаточно опасна.

В пользу гипотезы Манкузо говорит то, что ареал чистеца лесного перекрывается (по крайней мере, в Европе) ареалом крапивы. Оба эти растения часто встречаются в одних и тех же сообществах (например, в ольшаниках в поймах рек). Кроме того, жгучие волоски крапивы защищают ее именно от позвоночных потребителей (крупных травоядных, см. ниже), которые вполне могут различать форму листьев.

Против нее говорят такие доводы:

- 1) Главные потребители растений – насекомые, в том числе тли и личинки бабочек и жуков, у которых нет предметного зрения. Они различают растения не по внешнему виду листьев, а по запаху (возможно, также по структуре волосков и т.п.). Показано, что волоски крапивы не защищают ее от поедания многими изученными беспозвоночными (гусеницами и слизнями).
- 2) Домашние животные (по крайней мере, козы) охотно едят крапиву, в том числе и на вольном выпасе, при наличии выбора. Казалось бы, нет основания думать, что она хорошо защищена от поедания дикими жвачными (при проверке предлагаю этот довод принимать). Но на самом деле многие виды защиты – в том числе плотность жгучих волосков на крапиве – индуцируются при поедании животными. На участках, где ее интенсивно поедают травоядные, крапива «отрачивает» больше жгучих волосков, и такие растения действительно меньше поедаются животными в эксперименте и меньше повреждены в природе.
- 3) Нет никаких исследований, которые бы подтверждали эту гипотезу о мимикрии (не удалось найти таких статей).

Б)

1) Если есть области, где крапивы нет, а чистец встречается, и там он сильнее повреждается травоядными – это сильный довод в пользу гипотезы, а если в той же мере – то против. Сильным доводом в пользу мимикрии оказалось бы наблюдение, что вне ареала крапивы чистец имеет иную форму листьев, менее похожую на форму листьев крапивы.

2) Если есть родственные чистецу лесному близкие виды этого рода, которые растут вне исходного ареала крапивы и при этом имеют такую же форму листьев – довод против мимикрии

3) В местообитаниях, где чистец растет среди зарослей крапивы, можно выпускать животных и наблюдать за их поведением. Если они избирательно поедают чистец – это сильный довод против гипотезы о мимикрии (значит, они вполне способны отличать его от предполагаемой «модели» по виду или по запаху). Если в местообитаниях, где крапива не растет, чистец сильнее повреждается травоядными – это слабый довод в пользу мимикрии (в смешанных насаждениях он может меньше повреждаться не из-за сходства с крапивой, а из-за того, что животному неохота лезть в крапиву и обжигать нос).

4) Можно проводить эксперименты с изменением формы листьев у чистеца (например, подрезать их, делая более округлыми; подводный камень тут в том, что при повреждении листьев чистец может запускать индуцированную химическую защиту, и из-за этого меньше поедаться животными); если при этом поедание его «на фоне» крапивы усилится, то это довод в пользу мимикрии

Возможны и другие разумные идеи. Максимальное число баллов за вопрос - 20

Вопрос 2

Один студент узнал, что озерная лягушка (*Rana ridibunda*) способна жить в очень широком диапазоне температур (от -30 до +30°C) и очень неразборчива в пище. Тогда он решил собрать коллекцию этого вида лягушек из разных мест. Однако в окрестностях Мурманска, на Галапагосских островах, в бассейне реки Конго и в Якутии обнаружить этих лягушек ему не удалось. Для каждого из этих мест постарайтесь привести наиболее вероятную причину (или причины), по которой этот вид там не встречается.

Краткий ответ

- 1) Окрестности Мурманска – слишком короткое лето с небольшой суммой положительных температур, головастики не успевают закончить развитие и метаморфоз (причина отсутствия большинства видов амфибий в тундре). Озерная лягушка начинает размножаться при температуре воды 16°C, а потом времени не хватает... (5 баллов)
- 2) Галапагосские острова – вообще лишены фауны амфибий. Недавно возникшие вулканические океанические острова, амфибии быстро гибнут в соленой воде и не смогли туда попасть (3 балла)
- 3) Бассейн Конго – этот вид тоже мог не успеть добраться туда, если он сравнительно недавно возник в Евразии (преграды в виде горных цепей (хотя в Северной Африке этот вид есть) и пустынь) (3 балла). Другое возможное объяснение – слишком большое число и разнообразие хищников, пресс которых слабо защищенный вид не выдерживает (3 балла)
- 4) Якутия – плохо искал или проводил работу до 1970-х, сейчас этот вид обнаружен в Якутске и вообще стал высоко инвазивным, быстро расширяет свой ареал. Наиболее вероятное объяснение – не успел заселить эту территорию (юг Якутии) после последнего оледенения. (3 балла)

Низкие зимние температуры – слабая идея, эта лягушка может зимовать на довольно большой глубине в непромерзающих водоемах. Но можно ее оценивать как 1 балл

Положительно можно оценивать и другие разумные идеи. Максимальное количество баллов за ответ – 20.

Вопрос 3

Известно, что в 19-м веке европейцы, попадая в заполярье, через несколько месяцев зимовки часто заболели цингой из-за отсутствия свежих овощей и фруктов. Почему от цинги не страдало коренное население?

Краткий ответ

- 1) Эскимосы (инуиты, чукчи и другие народности крайнего Севера) в заметном количестве ели мясо и рыбу, причем во многих случаях – в сыром виде. Специальный эксперимент <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%BD,%D0%92%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BB%D0%BC%D1%83%D1%80> показал, что употребление такой диеты в течение года не приводит к гиповитаминозам или другим нарушениям. В консервах мясо и рыба подвергаются длительной тепловой обработке, и витаминов в них не хватает. 10 баллов
- 2) Дополнительная идея – что часть продуктов (китовый жир, рыба, яйца и др.) в эскимосской кухне подвергаются квашению. Бактерии, в том числе молочнокислые, могут синтезировать дополнительные количества витамина С. 5 баллов

- 3) Дополнительная идея – можно представить себе генетические особенности северных народностей, которые позволяют более полно усваивать витамин С из пищи (его транспорт из кишечника опосредуется специальными белками). 5 баллов
- 4) Запасание на зиму ягод (например, залитых оленьим жиром) практикуется в некоторых районах, но возможно далеко не везде. 3 балла

Положительно можно оценивать и другие разумные идеи. Максимальное количество баллов за ответ – 20.

Вопрос 4

Ауксотрофные мутанты – мутанты микроорганизмов, не способные расти на среде без какого-либо вещества, которое не надо добавлять в среду для нормальных, немутантных штаммов (она называется минимальной). У плесневого гриба нейроспоры есть два типа ауксотрофных мутантов, не растущих без добавления в среду триптофана, один из которых (I) хорошо растет в присутствии индола и не растет в присутствии антраниловой кислоты, а другой (II) растет в присутствии любого из этих компонентов.

а) Нарисуйте (или опишите) метаболический путь синтеза триптофана и обозначьте, какой фермент сломан у каждого из мутантов.

б) Этих мутантов скрещивают друг с другом. Известно, что гены, в которых произошла мутация у первого и у второго мутанта, находятся в одной хромосоме на расстоянии 26 сантиморганов. Нарисуйте схему скрещивания и то, как гены расположены в хромосомах у родителей и потомков. Какой процент потомков такого скрещивания будет иметь нормальный фенотип (сможет расти на минимальной среде)?

Ответ

а) Метаболический путь: исходное вещество – (фермент 1) антраниловая кислота – (фермент 2) индол – (фермент 3) триптофан, у первого сломан фермент 2, у второго фермент 1
10 баллов

б) ген фермента 1 – А, фермента 2 – В. Первый мутант Ab, второй мутант – aB, зигота Ab//aB. Зигота у нейроспоры делится мейозом, получают четыре клетки (у нейроспоры это аскоспоры): вероятность некрсоверных сочетаний Ab и aB – по 37 %, вероятность крсоверных сочетаний генов (рекомбинантных хромосом) AB и ab – по 13 % (расстояние в сантиморганах – это суммарный процент крсоверных продуктов мейоза). Т.е. нормальный фенотип будет у 13 % потомков.

20 баллов

Максимальное число баллов за вопрос – 30 (решение с правильными пояснениями и схемами)

Вопрос 5

У бракозавров ген А кодирует фермент, который превращает белое вещество 1 в желтое вещество 2, ген В – фермент, который превращает желтое вещество 2 в красное вещество 3. Ген С кодирует белок-ингибитор гена А. Рецессивные аллели дают неактивные формы белков. Красное вещество ярче желтого, желтое- ярче белого. Цвет обуславливается только самым ярким веществом.

Каким будет расщепление по окраске в F1 при скрещивании двух тригетерозигот?

Ответ

Красные с генотипом A_B_cc – $\frac{3}{4} * \frac{3}{4} * \frac{1}{4} = 9/64$

Желтые с генотипом A_bbcc – $\frac{3}{4} * \frac{1}{4} * \frac{1}{4} = 3/64$

остальные белые – 1- $12/64 = 52/64$

Максимальное число баллов за ответ – 20 (решение с правильными пояснениями)

Вопрос 6

У высших растений, а также зеленых, красных и некоторых других водорослей пластиды окружены двумя мембранами. Но у некоторых водорослей мембран вокруг пластид 4 или 3. Например, тремя мембранами окружены пластиды у эвглени зеленой.

А) Какое происхождение могут иметь эти три мембраны? Предложите как можно больше вариантов ответа (не противоречащие современным общим взглядам на происхождение пластид).

Б) С помощью каких данных можно проверить, какая из гипотез верна?

Ответ

А) Практически все ученые согласны с идеей о том, что две внутренних мембраны унаследованы от цианобактерий – предков пластид (это их плазматическая и наружная мембраны, так как это грамотрицательные бактерии). Но эту идею можно поставить под сомнение – в принципе, наружная мембрана могла быть утрачена вместе с клеточной стенкой. Тогда число вариантов увеличивается. Доказано также, что пластиды эвгленовых – потомки зеленых водорослей, т.е. вторичные пластиды эукариотического происхождения. Логично предположить, что третья мембрана – это плазматическая мембрана водоросли. Однако и это можно поставить под сомнение (известны случаи, когда съеденные водоросли перевариваются, а их пластиды остаются жить внутри чужих клеток (клептопластиды)).

Итак, варианты: 1) две внутренние мембраны – от цианобактерий, наружная – плазмалемма от клетки водоросли – вторичного эндосимбионта; 2) две внутренние мембраны – от цианобактерий, наружная – мембрана фагосомы, в которую эта водоросль попала и была переварена (скорее всего, этот вариант соответствует действительности); 3) две внутренние мембраны – от цианобактерий, наружная – мембрана цистерны ЭПС, которая заменила мембрану фагосомы (этот вариант предполагается для ряда вторичных пластид); 4) внутренняя мембрана – от цианобактерии, средняя – от клетки водоросли, наружная – мембрана фагосомы; 4) внутренняя мембрана – от цианобактерии, средняя – плазмалемма от клетки зеленой водоросли, наружная – мембрана фагосомы; 5) внутренняя мембрана – от цианобактерии, средняя – плазмалемма от клетки зеленой водоросли, наружная – мембрана цистерны ЭПС; 6) внутренняя мембрана – от цианобактерии, средняя – мембрана фагосомы, в которую она попала при первичном эндосимбиозе, наружная – плазмалемма зеленой водоросли; 7) внутренняя мембрана – от цианобактерии, средняя – мембрана фагосомы, в которую она попала при первичном эндосимбиозе, наружная – мембрана фагосомы хозяина вторичного эндосимбионта (или мембрана цистерны его ЭПС); кажется, это еще не все возможные варианты!

Б) Главные данные для проверки этих гипотез – данные о липидном и белковом составе этих мембран и о происхождении соответствующих липидов и белков. Эти данные говорят о том, что по липидному составу обе внутренние мембраны пластид (в т.ч. эвгленовых водорослей) более сходны с цианобактериальными мембранами, чем с эукариотическими. С белками дело обстоит сложнее; чтобы «приручить» первичные пластиды (потомков цианобактерий), клетки хозяев встроили в их мембраны многие собственные белки (в первую очередь отвечающие за транспорт углеводов из пластид). Однако многие системы транспорта, которые отвечают за импорт белков в пластиды через две внутренние мембраны, более сходны с транспортными системами бактерий. За редким исключением, везикулярный транспорт внутрь первичных пластид отсутствует, так что в каком-то смысле они не входят в единую мембранную систему клетки.

Что касается наружной мембраны – она однозначно эукариотическая и по составу своих липидов, и по транспортным белкам. Если с ней могут сливаться мембранные везикулы (что предполагается для эвглены, но четко вроде бы не доказано) – это некоторый довод в пользу того, что она представляет собой мембрану фагосомы или ЭПС. Если на ней сидят рибосомы, которые «пропикивают» сквозь нее белки контрансляционно – это был бы довод в пользу того, что данная мембрана – наружная мембрана цистерны ЭПС. Но на самом деле белки, направляемые с цитоплазматических рибосом в пластиды эвглены, проходят через АГ, так что вряд ли у нее мембрана ЭПС заместила мембрану фагосомы.

Возможны и другие здравые идеи. Максимальное число баллов за ответ – 20.