



Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

БИОЛОГИЯ, 2015

**ЗАДАНИЯ И РЕШЕНИЯ
ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО БИОЛОГИИ**

в Кировскую Летнюю многопредметную школу
и на заочное отделение ЦДООШ
в 2015 году

**Киров
2015**

Печатается по решению учебно-методического совета
КОГАОУ ДО «Центр дополнительного образования одаренных
школьников»

Задания и решения вступительной работы по биологии в Кировскую
Летнюю многопредметную школу и на заочное отделение ЦДООШ в 2015
году. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2015. – 22 с.

Задачи и их решения предложены:

6-7 классы – Е.Н. Лимонова, 8 класс – Д.Ю. Петухова, 9-10 классы: «Однодневки» –
Д.В. Пупов, «Клетки?» – А.А. Агапов, «Дуализм» – Н.А. Ломов, «Простые дроби» –
Е.С. Шилов, «Естественный отбор» – И.А. Кузин

Подписано в печать 26.05.2015

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,7

Тираж 100 экз.

**Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение
дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных
школьников», Киров, 2015**

1. (6) Летом мы много времени проводим у воды (пруд, озеро, карьеры, река, море) – излюбленные места отдыха не только взрослых, но и детей. Вода является естественной средой обитания многих организмов. Важную роль в создании условий для существования животных играют водоросли. Могут ли эти безобидные организмы стать вредными и даже опасным для человека? Если да, то в каких условиях это произойдет? В чем будет заключаться их опасность?

Примерный ответ:

Водоросли – это низшие растения с недифференцированным на органы и ткани талломом. Несмотря на положительное значение этих организмов в биосистеме, для человека они могут быть вредными (**1 балл**).

Для человеческого организма опасность представляют токсины (**по 2 балла за каждую группу токсинов**), выделяемые некоторыми водорослями:

- **гепатотоксины** (факторы быстрой смерти, вызывают гибель лабораторных животных в течение 1-4 часов) – вызывают кровоизлияние в печени, повреждают другие внутренние органы, вызывают нарушения их работы (сине-зеленые водоросли);
- **цитотоксины** – воздействуют на клетки внутренних органов (представители цианобактерий: *анабена*, *афанизоменон*, *цилиндроспермопсис*);
- **дерматотоксины** – вызывают дерматиты, конъюнктивиты, аллергии (лингбия);
- **микроцистины** могут приводить к образованию опухолей (сине-зеленые и красные водоросли).

Кроме того, есть водорослевые вирусы (паразитируют на хлорелле), которые, по мнению ученых, могут влиять на умственные способности человека. Заразиться можно при купании в пресных водоемах при случайном заглатывании воды (**3 балла**).

В организм человека цианобактерии или их токсины могут попасть при:

- использовании питьевой воды, содержащей токсины (**1 балл**);
- использовании рекреационных вод с токсигенными цианобактериями (**1 балл**);
- использовании продуктов питания, полученных на основе пищевых цепей, в состав которых входят токсигенные цианобактерии (**1 балл**).

Разбалловка указана в тексте ответа.

Комментарии: не оценивались ответы, в которых описывалось значение водорослей в хозяйственной деятельности человека, например, цветение воды, вызывающее замор рыбы.

Максимальное количество – 15 баллов.

2. (6) Некоторые растения настолько активно размножаются вегетативно, что могут вырасти даже из шкурки (очисток), например, картофель. Приведите примеры растений, которые могут вегетативно размножаться как можно большим количеством способов. Какими качествами должен обладать орган размножения?

Примерный ответ:

Вегетативное размножение растений представляет собой способ размножения при помощи разных частей растений: почек, листьев, корневых отпрысков, частей побегов и т.д.

При этом некоторые растения имеют не один, а несколько способов вегетативного размножения.

Примеры таких растений:

А) лилия тигровая (выводковыми почками, расположенными в пазухе листа; дочерними луковичками, чешуйками луковиц);

Б) сансевиерия (корневыми отпрысками и листовыми черенками);

В) тополь, ива (корневыми отпрысками, побеговыми зелеными и одревесневшими черенками);

Г) смородина (отводками, побеговыми черенками).

Орган размножения должен обладать следующими качествами:

- дедифференциация соматических клеток, из которых в дальнейшем образуются подземные и надземные органы (данный процесс лежит в основе регенерации);
- активный процесс митоза для быстрого роста корней и побегов;
- наличие запаса питательных веществ (луковицы, клубни, клубнелуковицы);
- наличие зачатков будущего организма (почек).

Критерии оценки: по 1 баллу ставилось за примеры растений и их способы вегетативного размножения; по 2 балла за каждое качество органа размножения.

Комментарии: не оценивались ответы, в которых описывались растения, имеющие всего один способ вегетативного размножения (не соответствует условию задачи). Некоторые участники семенное размножение отнесли к вегетативному, что является грубой фактической ошибкой.

Максимальное количество – 12 баллов.

3. (6) Большинство растений в процессе эволюции приспособилось к распространению семян и плодов различными способами. Вполне очевидно, что, например, растения зоохоры распространяют свои плоды, образуя сочную яркую мякоть. А как, по вашему мнению, распространяют свои плоды растения, имеющие «жгучие» плоды?

Примерный ответ:

Мы можем предположить, что растения, имеющие жгучие плоды, могут распространять их двумя способами:

1. Животными, анализаторы которых утратили чувствительность к жгучести; увеличили толщину покровов слизистой ротовой полости или выработали специфические вещества, нейтрализующие действие жгучих веществ. Поэтому такие плоды без проблем могут поедаться зоохорами (эндозоохория) **(5 баллов)**.

2. Самими растениями. Такой способ называется автохория. При этом плоды могут иметь большую массу (барохория) и сами падать на землю, где околоплодник разрушается благодаря действию микроорганизмов. Как вариант, внутри плодов может создаваться давление, под действием которого плоды в определенный момент отрываются от плодоножки и семена с силой разбрасываются (бомбардиры) в разные стороны **(5 баллов)**.

Разбалловка указана в тексте ответа.

Комментарии: не оценивались ответы, в которых описывались разные способы распространения плодов, не связанные с их жгучестью.

Максимальное количество – 10 баллов.

4. (6) Находясь в природе, мы замечаем, многие растения имеют свой запах. Он может быть пряным, медовым или даже резким неприятным. Почему растения пахнут? Как и где в них могут образовываться пахучие вещества? Какую функцию они выполняют?

Примерный ответ:

Некоторые растения действительно выделяют определенные для каждого рода растения, вещества, обладающие запахом. Это могут быть эфирные масла, смолы и др. Так, например, в клетках мяты синтезируется ментол, герани – гераниол и др. **(2 балла)**.

Вещества, обладающие запахом, используются растением, в первую очередь, для защиты от поедания фитофагами, а также для привлечения насекомых-опылителей; для защиты от перегрева и переохлаждения **(3 балла)**.

Эфирные масла чаще всего образуются **(по 2 балла)**

- в железистых волосках листьев (в конечной клетке под кутикулой идет накопление, когда объем достигает предела или при механическом повреждении, например, потрогали лист рукой – кутикула разрывается и эфирное масло выливается в воздух, поэтому запах хорошо ощутим);

- в семенах (анис, тмин);

- в лизигенных вместилищах, расположенных в околоплоднике citrusовых;

- в осмофорах, представляющих собой специализированные клетки эпидермы или особые железки, где секретируются ароматические вещества. Выделение летучего секрета происходит в течение короткого времени и связано с использованием запасных веществ;

- в нектарниках цветков (роза, лилия). Аромат цветка создается секрецией сложной смеси органических соединений, главным образом эфирных масел.

Разбалловка указана в тексте ответа.

Комментарии: участники конкурса при ответе на вопрос большое внимание уделили значению пахучих веществ и совсем незначительное механизму и месту образования их.

Максимальное количество – 15 баллов.

5. (6-7) Гуляя по лесам и лугам, мы иногда находим странные наросты на растениях (см. рис.1 А-В).

А) Какое происхождение имеют данные образования?

Б) Какое это имеет значение для растений?

В) Почему не на каждом растении образуются такие наросты?



Рис.1

А



Б



В

Примерный ответ:

В природе часто можно увидеть необычные образования на растениях.

А) На рисунке 1А изображены листья дуба с галлами. Это шаровидные образования, которые образуются на листе в результате воздействия на ткани растактивирующих веществ, выделяемых орехотворками. Внутри таких шариков живут личинки этих насекомых, которые надежно защищены от воздействия неблагоприятных факторов и к тому же имеют постоянный источник пищи.

Образование большого количества галлов ведет к угнетению роста листьев, в результате чего они желтеют и опадают. В итоге идет задержка роста растения и ослабление иммунитета, что делает растение более восприимчивым к различным заболеваниям.

Галлы образуются не на каждом растении, т.к.:

1) галлообразователь и повреждаемое растение должны находиться на одной территории;

2) растения с сильным иммунитетом, растущие в благоприятных условиях противостоят воздействию насекомых, образуя более плотные покровы.

На рисунке 1Б изображен кап – нарост на стволе дерева с нетипичным строением древесины, образованный в результате разрастания плотно сидящих спящих почек. Капы образуются чаще на лиственных (береза, вяз, клен, орех, тополь) и гораздо реже на хвойных породах деревьев.

Основная причина образования капа – твердые покровы деревьев, сквозь которые не могут прорасти спящие почки. Некоторые ученые считают, что стимулировать образование капов могут вирусы, бактерии, грибы и даже насекомые.

По исследованиям ученых формирование капа благотворно влияет на рост и развитие деревьев, делает их более устойчивыми к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды.

Также принимался вариант ответа: на рисунке 1Б изображенный нарост – это **чага (Трутовик скóшеный)** отдела Базидиомицеты. Чаще всего встречается на берёзах, отчего и получил народное название «чёрный берёзовый гриб». Реже поражает некоторые другие деревья – ольху, рябину, бук, вяз, клён. Споры прорастают только в том случае, если попадают на повреждённые участки коры. Поверхность нароста чёрная, покрыта многочисленными трещинками. Рост может продолжаться до 10-20 лет, что неминуемо ведёт к гибели дерева-хозяина.

На рисунке 1В на березе растет настоящий трутовик – сапрофит, вызывающий белую гниль, при этом древесная ткань становится хрупкой и ломкой. Распространён очень широко, в России и Европе встречается повсеместно на лиственных породах деревьев (берёза, осина, ольха, дуб, бук и на др.). Чаще всего появляется на сухостое, погибших деревьях и пнях, но может поражать и ослабленные живые деревья. Заражение живых деревьев происходит через трещины и повреждения коры, поломанные ветви. При поселении на живом дереве часто ведет к его гибели, что отрицательно сказывается на численности деревьев в лесу. Поселяясь на пнях и отмерших растениях, имеет положительное значение, способствуя быстрому разрушению древесины, создавая при этом питательный субстрат для поселения других организмов.

Критерии оценки: по 2 балла ставилось за идентификацию каждого объекта и обоснование причин выборочного роста на определенных растениях, по 1 баллу за значение для растения.

Комментарии: не оценивались ответы, касающиеся значения наростов, например, чаги для человека.

Максимальное количество – 15 баллов.

6. (7) Большинство растений, произрастающих на планете Земля зеленого цвета, который обусловлен наличием пигмента хлорофилла в их клетках. Но в природе существуют растения другого цвета.

А) Приведите примеры таких растений.

Б) Чем обусловлен цвет их тела?

В) Какое значение это имеет для растений?

Примерный ответ:

Хлорофилл, пигмент зеленого цвета, характерный практически для всех растений-фотосинтетиков. В природе часто встречаются растения другого цвета.

А) Примеры таких растений: низшие растения (красные, бурые, сине-зеленые водоросли), бесхлорофилльные растения-сапрофиты (подъельник), растения-паразиты (петров крест, повилика) и др.

Б) Цвет растений определяет пигментный состав. При этом набор пигментов у разных растений различен. Есть растения, у которых отсутствует хлорофилл, такие растения называются бесхлорофилльными (сапрофиты, паразиты).

Есть группа растений, цвет которых обеспечивает преобладающий пигмент. Например, у бурых и диатомовых водорослей преобладает пигмент бурого цвета фукоксантин, который маскирует пигменты зеленого цвета. У красных водорослей цвет таллома определяет пигмент красного цвета фикоцианин, у сине-зеленых водорослей – пигмент синего цвета фикобилин.

В) Цвет растений указывает на приспособленность их к поглощению определенного спектра лучей, чтобы обеспечить главную функцию растения – фотосинтез.

Бесхлорофилльные растения сапрофиты и паразиты перешли на гетеротрофный способ питания – приспособление к определенным условиям обитания.

В целом это позволяет растениям занять определенную экологическую нишу и снизить межвидовую конкуренцию.

Критерии оценки: по 5 баллов ставилось за примеры растений иной окраски, обоснование причин цвета тела и за значение такой окраски для растений.

Комментарии: не оценивались ответы, в которых описывалась окраска цветков растений, т.к. в формулировке задания речь шла о цвете вегетативной части тела растения (генеративные структуры у большинства растений окрашены в яркий цвет для привлечения насекомых опылителей).

Максимальное количество – 15 баллов.

7. (7) Общеизвестно, что у птиц обоняние развито хуже, чем у млекопитающих. Но некоторые представители пернатых являются исключением из этого правила. Приведите примеры таких птиц. С чем, по вашему мнению, может быть связана такая особенность?

Примерный ответ:

У птиц сравнительно небольшая плотность чувствительных клеток: на каждый квадратный миллиметр обонятельного органа приходится в среднем чуть больше 20 тысяч чувствительных клеток – это в четыре раза меньше, чем у млекопитающих. Казалось бы, можно сделать вывод, что обоняние у птиц развито слабо, но некоторые представители пернатых являются исключением из этого правила.

Обоняние хорошо развито у птиц:

А) осуществляющих сезонные перелеты. Некоторые ученые считают, что важную роль в ориентационных способностях птиц играет орган обоняния. Обонятельный отдел у птиц занимает меньшую часть носовой полости и расположен как бы в стороне от основной массы проходящего воздуха. Лишь небольшая часть воздуха, вдыхаемого птицей, поступает по узкому каналу в сравнительно широкую полость обонятельного отдела. Здесь скорость проходящего воздуха сразу падает, так что молекулы пахучего вещества рассеиваются, как одеколон, распыленный из пульверизатора. Как и у всех высших животных, обонятельный отдел носовой полости у птиц выстлан эпителиальными клетками, чувствительными к пахучим веществам. По своему строению и электрофизиологическим свойствам эти клетки аналогичны чувствительным клеткам других наземных позвоночных.

Б) обитающих в местах с недостаточным освещением.

У птиц-падальщиков (грифы, стервятники) обоняние развито достаточно хорошо и используется при поиске пищи. Американские индейковые грифы, распространенные в лесах Северной Америки и летающие низко над землей. Густые кроны деревьев не позволяют им высматривать падаль, подобно живущим на открытых пространствах азиатским грифам. Выжить крупному пернатому хищнику-падальщику в подобных условиях позволяет то, что он благодаря обонянию вынюхивает "пахучую" добычу в зарослях.

Новозеландская птица киви ведет ночной образ жизни, зрение плохо развито, поэтому птицы занимаются поиском пищи с помощью обоняния. У новозеландской киви ноздри находятся на конце длинного клюва и носовые полости в результате вытянуты. Эти особенности позволяют ей, сунув клюв в почву, вынюхивать земляных червей и другой подземный корм в темноте.

А вот у вальдшнепа — самая большая среди обследованных лесных птиц поверхность обонятельного эпителия. Это легко объяснить тем, что вальдшнепы любят заросли, заболоченные почвы и сырые леса, где всегда царит полумрак. Тут, по-видимому, зрение отодвигается на задний план и особого развития достигают обоняние и осязание, которые помогают птице добывать пищу.

В) определяющих в брачный период особей противоположного пола по запаху, например, дикие утки.

Г) использующих определенные растения (определяют их по запаху) для дезинфекции гнезд от паразитов (скворцы)

Критерии оценки: по 3 балла за каждое обоснование развитого обоняния у птиц и подтверждение этого факта примерами.

Комментарии: данный вопрос практически не вызвал затруднений. Ответы большинством участников написаны полные и обоснованные.

Максимальное количество – 12 баллов.

8. (7) Случаи, когда опасный хищник нападает с большим риском на достойного и явно превосходящего противника, в природе не так уж редки. Приведите примеры таких животных. Объясните, насколько целесообразен такой риск для хищника?

Примерный ответ:

Случаи, когда опасный хищник нападает с большим риском на достойного и явно превосходящего противника, в природе не так уж редки. В Африке не раз наблюдали нападения одиноких львов на целое стадо слонов, которое вполне может затоптать хищника (обычно дело этим и кончается).

Из хищников могут нападать на более крупную добычу: мангусты на змей, ягуары и тигры на крупных копытных животных, крокодилы на буйвола и т.д. **(5 баллов)**

Целесообразность такого риска может быть оправдана следующими причинами:

А) защита и выкармливание потомства **(1 балл)**;

Б) выживание самой особи, чтобы не умереть от голода и оставить после себя потомство (крупная добыча обеспечивает питание на длительное время) **(1 балл)**.

Повышенная агрессивность отдельных хищников является одной из движущих сил эволюции: в ответ на усилившиеся нападения начинают вырабатываться усиленные средства защиты. **(3 балла)**.

Разбалловка указана в тексте ответа.

Комментарии: не оценивались примеры животных, использующих групповую охоту на добычу (гиены, волки и др.)

Максимальное количество – 10 баллов.

9. (7) Рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. У каких животных в этом списке кислородная емкость крови наибольшая, почему?

Примерный ответ:

Кислородная емкость крови – количество кислорода, которое может быть связано кровью при ее полном насыщении, выражается в объемных процентах и определяется концентрацией гемоглобина **(1 балл)**. Исходя из определения, можно предположить, что строение эритроцита и количество гемоглобина в нем будет определять кислородную емкость крови. Соотношение площади поверхности эритроцита к его размеру – один из определяющих факторов эффективности газообмена. В связи с этим эллипсоидная форма будет эффективнее, чем шаровидная, а двояковогнутая форма эритроцитов теплокровных животных выгоднее эллипса **(3 балла)**. На эффективность газообмена также будут влиять такие факторы как:

А) особенность строения капиллярной сети: чем меньше и гуще капиллярная сеть, тем эффективнее газообмен.

Б) особенности дыхательной системы: в частности система двойного дыхания птиц, обеспечивает постоянное наличие крови, богатой кислородом.

В) особенности строения сердца: смешение крови у холоднокровных животных резко снижает кислородную емкость, в сравнении с теплокровными (2 балла).

Данные по кислородной емкости у разных групп позвоночных животных отображены в таблице (2 балла).

Группы позвоночных	Количество эритроцитов в 1 мм ³ крови, млн.	Кислородная емкость крови, % на единицу объема
Рыбы хрящевые	0,15	6,0
Амфибии хвостатые	0,12	3,0-10,0
Рептилии	0,98	7,0-12,0
Птицы	2,7-3,5	10,0-22,0
Млекопитающие	8,4	15,0-24,0

Таким образом, наибольшая кислородная емкость будет наблюдаться у теплокровных животных, но поскольку эритроциты птиц содержат ядро, то наибольшая кислородная емкость крови будет у млекопитающих. Их эритроциты не имеют ядра и практически лишены органоидов, имеют форму двояковогнутого диска, заполненного гемоглобином, что в итоге увеличивает объем гемоглобина в одном эритроците (2 балла).

Разбалловка указана в тексте ответа.

Комментарии: участники конкурса достаточно хорошо справились с данной задачей. Молодцы!

Максимальное количество – 10 баллов.

10. (8) Обычно животные имеют однотонную окраску тела, которая позволяет им маскироваться и таким образом защищаться от хищников. Но некоторые животные, имеют, наоборот очень яркую и контрастную окраску или даже полосатую, как зебра. Как вы считаете, с чем это может быть связано?

Примерный ответ:

Причин формирования ярких окрасок в мире животных очень много. Разберем некоторые, наиболее очевидные из них.

1. Расчленяющая (дизруптивная) окраска. Для нее характерно наличие контрастных полос или пятен, разбивающих контур тела на отдельные участки. При этом животное становится незаметным на окружающем фоне (зебры, тигры).

2. Яркая окраска может быть предостерегающей. Таким образом потенциальная жертва «сообщает» потенциальному хищнику о своей ядовитости (божья коровка, осы, шершни, бабочки геликониды, ядовитые лягушки др.).

3. Привлечение полового партнера. У некоторых видов животных (как правило, у самцов) в брачный период появляется яркая окраска (утки, вьюрки, чеканы, каменки и др.).

4. Мимикрия – разновидность раздражательной окраски, при этом беззащитный перед некоторыми хищниками вид имитирует внешность другого вида, имеющего различные способы защиты от хищников (муха шмелевидка, муха жарчалка). Например, бабочка *Limenitis archippus* подражает бабочке *Danaus plexippus*, которая не склевывается птицами, поскольку неприятна на вкус, при этом приобретает яркую двухстороннюю окраску крыльев.

Критерии оценки: объяснение причины – 3 балла, подтверждение примерами – 1 балл. Приведение в ответах других причин оценивалось аналогичным образом.

11. (8) По наблюдениям ученых при гнездовании пернатые отдают предпочтения определенным видам растений. В чем целесообразность такого выбора?

Примерный ответ:

1. Ветви дерева должны быть хорошей опорой для гнезда, находиться достаточно высоко, чтобы защитить потомство от хищников. Хищные птицы, строят гнезда на высоких деревьях, чтобы был хороший обзор окрестностей. Хороший пример показан в работе Тулякко Влады (Киров, 8 кл): *«При возможности выбора в лесных районах дальневосточный аист предпочитает строить гнезда на лиственнице сибирской либо, в меньшей степени – на сосне корейской. Это, вероятно, связано с тем, что лиственница является наиболее высокоствольным деревом в составе местных древостоев. Кроме того, у лиственницы зачастую происходит усыхание верхних ветвей крон дерева, что облегчает аисту строительство гнезда и подлет к нему. Определяющим фактором при выборе гнезда является возможность расположить гнездо максимально высоко над поверхностью земли».*

2. Гнездо должно быть замаскировано, скрывать кладку, птенцов и самих птиц от хищников (гнезда могут располагаться в дуплах деревьев, в глубине крон деревьев, колючих кустарников – мелкие птицы проникают в них легко, а вот более крупные хищники внутри такой кроны с легкостью проникнуть не могут) (дятлы, славка серая).

3. Обычно гнезда строятся недалеко от потенциальной кормовой базы (дятлы).

4. У одиночных птиц каждой паре соответствует определенная территория, которую они охраняют и защищают не только от хищников, но и от своих сородичей, поэтому два гнезда на одном или даже соседних деревьях встречаются не так часто (ворон).

Критерии оценки: объяснение причины – **3 балла**, подтверждение примерами – **1 балл**. Приведение в ответах других причин оценивалось аналогичным образом.

12. (8) Человек очень много идей позаимствовал из природы, например, лопасти вертолета являются аналогом крылаток клена. Какие идеи из мира растений и животных (не использованные ранее) можно еще попытаться внедрить в жизнь?

В работах участников конкурса встречается два варианта выполнения этого задания. Одни подошли к вопросу творчески и придумали оригинальную идею, может быть немного фантастическую, но обоснованную биологически. Такие примеры оценивались исходя из максимума – **5 баллов**. Другие участники в своих ответах привели большое количество примеров реально существующих разработок человечества, заимствованных из мира природы. Такие примеры оценивались исходя из **1 балла**.

Приведем пример первого и второго варианта, чтобы Вам было проще сориентироваться в своих ответах и их оценке.

Пятибалльный ответ:

Способность быстрого, иногда почти мгновенного приспособления окраски к цвету фона особенно важна для активных животных, постоянно переходящих с одного фона на другой и обратно. Благодаря этой способности, животное, оставаясь незаметным, сохраняет свободу передвижения. Изменение окраски связано с особенностями строения кожного покрова.

Широкую известность имеет свойственная всем хамелеонам способность изменять окраску и рисунок тела. Доступные хамелеону цветовые вариации зависят от преимущественной среды обитания, характерной для вида.

По аналогии свойств окраса хамелеонов можно создать защитные костюмы, изменяющие цвет, но использовать для этого не рефлекторные действия нервной системы, а IT технологии. Материал для костюма должен быть водонепроницаемым и многослойным. Верхний слой – возможно прорезиненное, прозрачное, матовое покрытие.

Следующий слой, изменяющий цвет (оптимальнее всего использовать технологии электронных чернил), затем, между ним и «подкладом», Bluetooth ресиверы, при помощи которых изменениями цвета можно будет управлять со смартфона или любого другого гаджета.

Я считаю эти костюмы полезными для ученых - биологов, изучающих жизнь животных в естественной среде.

Однобальный ответ:

Молнии на одежде напоминают строение осевых перьев у птиц, а точнее то, как соединяются между собой бороздки второго ряда.

13. (8) В наше время чрезвычайно широко распространены разнообразные диеты. Диетологи большое внимание уделяют составу, калорийности пищи, а вот вкусу гораздо меньше. Объясните с точки зрения физиологии, должна ли быть еда вкусной или это совсем необязательно?

Примерный ответ:

Формирование вкусовых ощущений человека связано с работой вкусового анализатора (**1 балл**). Периферическим звеном его являются хеморецепторные клетки, обладающие высокой специфичностью по отношению к раздражающим их химическим веществам

(**2 балла**). К тому же, постоянно действующий химический стимул приводит к снижению порога чувствительности вкусового анализатора, поэтому допустим, чтобы ощутить вкус сладкого или соленого человеку все больше требуется сахара или соли соответственно (**2 балла**).

Одновременное воздействие пищи на разные вкусовые рецепторы может усилить вкус (например, несколько крупинок соли усиливает сладкий вкус).

Вкус имеет очень большое значение в жизни нашего организма. Раздражение хеморецепторов вызывает слюноотделение, начало выделения желудочного сока, вкусная пища пробуждает аппетит, формирует положительные эмоции, которые благоприятно влияют на работу многих систем внутренних органов. Остановимся на некоторых из перечисленных выше проблем более подробно.

Прием пищи возбуждает секрецию слюнных желез и связанный с ним комплекс условно- и безусловно-рефлекторных раздражителей (**2 балла**). Афферентные пути рефлексов проходят по чувствительным волокнам тройничного, лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов (**2 балла**); эфферентные – по холинэргическим и адренэргическим волокнам автономных нервов, идущих к слюнным железам (**2 балла**). Холинэргическое воздействие приводит к секреции большого количества жидкой слюны, адренэргическое – небольшое количество слюны, густой слюны (**2 балла**).

Кроме этого, на секрецию слюны оказывает влияние состояние центральной нервной системы и эмоциональное состояние организма человека (**2 балла**). Акт пережевывания пищи и даже мысли об аппетитной еде стимулируют образование слюны, отрицательные эмоции секрецию слюны подавляют (**2 балла**).

Употребление вкусной пищи стимулирует начало секреции желудочного сока (посредством влияния блуждающего нерва) (**2 балла**).

Переживание положительных эмоций человеком происходит при раздражении определенных участков гипоталамуса и лимбической системы. С ними связаны структуры, имеющие отношение к пищевым рефлексам. Именно поэтому при употреблении вкусной пищи мы испытываем положительные эмоции (**4 балла**).

В свою очередь, когда человек испытывает положительные эмоции, у него снимается внутреннее напряжение, повышается иммунная сопротивляемость организма, снижается уровень холестерина, понижается артериальное давление (**4 балла**).

Косвенным подтверждением роли вкусовых ощущений в процессе приема пищи является широкое использование вкусовых добавок и ароматизаторов (**2 балла**).

Вкусная пища повышает аппетит, увеличивает объем потребленной пищи. Поэтому диеты для похудения отличаются отсутствием ярко выраженного вкуса (**2 балла**).

Критерии оценки: см. в тексте ответа.

14. (8) Пациентка Н. – дама преклонного возраста страдала от высокого давления. Врачи не могли прийти к единому мнению по определению причины этого симптома. Врач А. утверждал, что причина кроется в остеохондрозе, врач В. – в нарушении сердечной деятельности, врач С. – в нарушении работы почек. Как ни странно, только последний специалист оказался прав. Каким образом нарушение работы почек может повлиять на повышение артериального давления в организме?

Примерный ответ:

Мочеобразование зависит от кровяного давления в сосудистых клубочках, которое обусловлено величиной общего кровяного давления (**1 балл**). Оно зависит от уровня кровоснабжения почек, от величины просвета кровеносных сосудов (**2 балла**). Сужение капилляров почек и падение общего кровяного давления уменьшают мочеобразование (**1 балл**).

Фильтрация крови в капсулах нефронов происходит при очень высоком давлении. Падение этого давления (ниже 70-80 мм рт. ст.) может привести к нарушению процесса мочеобразования и отравлению организма продуктами метаболизма (**2 балла**). В ответ на снижение давления в сосудах почек здесь (в почках) юкстагломерулярными клетками образуется ренин, в результате этого возрастает концентрация ангиотензина-I, который превращается в ангиотензин-II – мощный фактор, повышающий давление крови. В результате этого происходит нормализация кровяного давления в сосудах почки (**4 балла**).

Если недостаточность кровоснабжения почек приобретает хронический характер, то в крови постоянно содержатся высокие концентрации ангиотензина-II, что, в конце концов, может привести к гипертонической болезни (**4 балла**).

У здоровых людей в ответ на высокие концентрации в крови ангиотензина-II в почках образуются простагландины и брадикинин, которые обладают вазодилаторным эффектом, поэтому высокое давление снижается, а корковый кровоток в почках нормализуется (**4 балла**).

Таким образом, причины гипертонии, связанные с нарушением работы почек, могут быть следующие:

- 1) недостаточность кровоснабжения почек (**2 балла**);
- 2) низкий тонус гладких мышц сосудов почек (**2 балла**);
- 3) нарушение выработки простагландинов и брадикининов в почке (**2 балла**);
- 4) патологическая активность юкстагломерулярного аппарата (**2 балла**).

Критерии оценки: см. в тексте ответа.

15. «Однодневки» Некоторые животные способны только один раз размножаться в течение всей жизни. Данная стратегия, на первый взгляд, выглядит неэффективной и неоптимальной.

1) Приведите до 5-ти примеров животных из разных таксонов, использующих такую стратегию однократного размножения.

2) Приведите обобщенный список причин, которые вынуждают животных использовать стратегию однократного размножения в течение всей жизни (список постарайтесь ранжировать от наиболее к наименее значимым).

3) Какие анатомические, физиологические и экологические особенности характерны (или могли бы быть характерны) для животных с однократным размножением?

4) К какому типу стратегий размножения *r* или *K* можно было бы отнести животных, размножающихся в своей жизни один раз?

Максимум за задачу – 18 баллов. Все баллы затем переводились в проценты.

Задача была посвящена рассмотрению особенностей животных, которые размножаются один раз в жизни и после этого, обычно, умирают. Решение данной задачи стоило начать с поиска определений основных понятий и ограничения модели исследования. Так как многие ошибки при решении берут свои корни именно отсюда, подробнее рассмотрим некоторые из них:

А) Некоторые участники не разобрались с тем, кто такие животные (во внимание не берем тех, кто просто невнимательно читал условия и зачем-то добавил в ответ еще и растения). В данной задаче речь шла о животных в понимании современных классификаций, которые отделяют одноклеточных протист от многоклеточных животных. Очевидно, что все одноклеточные протисты размножаются только один раз в жизни данной клетки, поэтому за использование в качестве примеров различных «одноклеточных животных» (эвглена, амеба, инфузория) из старых школьных учебников мы баллов не начисляли.

Б) Часто участники путали однократное размножение и однократное спаривание. Это различные понятия и однократное спаривание (часто сопровождающееся смертью самца), например, у медоносных пчел (на 7-10 день жизни) не приводит к скорой гибели самки, которая затем дает потомство еще в течение 5-8 лет. Такое интенсивное размножение трудно назвать однократным.

В) Многие участники приводили примеры без указания какого-либо систематического положения животных, либо описания их биологии (пример: Чавыча, Черная вдова, Бычок). Это сильно затрудняло определение не только того, на основании чего участник отнес их к однократно размножающимся животным, но и того, какие животные имелись в виду.

Для животных, размножающихся однократно обычно применяется термин – моноциклические.

Наличие определения или разумных ограничений на список рассматриваемых примеров оценивалось в **1 балл**.

Наиболее часто приводимыми примерами были:

1) представители семейства Лососевые, особенно тихоокеанские лососи (класс Лучеперые рыбы);

2) представители головоногих моллюсков, особенно отряда осьминоги;

3) все виды отряда поденки (класс Насекомые).

Гораздо реже указывали в качестве примеров представителей: типа кольчатые черви (напр. *Syllida*), семейства Певчих цикад, семейства Пластинчатоусых, некоторых из отряда

Двукрылых, семейства Постельных клопов, отряда Миногообразных, семейства Угревых, класса Сальпы.

С определенными оговорками мы принимали ответы, включающие представителей семейства Ланцетниковых, рода Черных вдов (семейство Пауки-тенетники), рода Сумчатые мыши (отряда Хищные сумчатые).

Последние стали настоящим хитом в ответах, видимо, благодаря обилию публикаций несколько бульварного характера в сети Интернет: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=1140203&cid=2161>

За каждый пример таксона или представителя таксона с однократным размножением ставился – **1 балл**. В случае отсутствия указания систематического положения (или описания биологии) животного – **0,5 баллов**. Максимум можно было получить **5 баллов**.

Обобщенный список причин, которые вынуждают животных использовать стратегию однократного размножения в течение всей жизни.

Наибольшее количество ошибок было связано с непониманием того, что следует указать причины того, что делает однократное размножение выгодным по сравнению с многократным.

Многие участники указывали, что причинами являются «смерть сразу после размножения», «короткая продолжительность жизни», «высокая скорость размножения» и т.д. Однако, эти утверждения являются не причинами, а следствиями однократного размножения: «смерть сразу после размножения» потому, что особи после него не нужны для дальнейшей жизни потомства и будут только конкурировать с ним за ресурсы; «короткая продолжительность жизни» т.к. особи быстро достигают половой зрелости и после размножения умирают, часто с использованием генетически детерминированной программы; «высокая скорость размножения» – это некая «компенсация» за невозможность размножаться несколько раз и отсутствие заботы о потомстве. Поэтому в **1 балл** оценивалась способность не путать причины и следствия.

Наиболее вероятными обобщенными причинами являются (до 4 баллов):

1) Смерть взрослых особей после размножения позволяет снизить внутривидовую конкуренцию (старых особей с молодыми) при ограниченной емкости экологической ниши в которой происходит размножение.

2) Однократное размножение позволяет бросить все силы, энергию и материалы на размножение (поиск полового партнера, спаривание, формирование большого количества потомков, заботу о потомстве) и расселение. Хорошим примером могут являться тихоокеанские лососи, которые все силы тратят на формирование половых клеток, миграцию в безопасные и богатые пищей для мальков мелководные районы и устья рек, а после массовой гибели формируют питательный субстрат для размножения организмов, употребляемых, в конечном итоге, в пищу мальками этих рыб.

3) Большинство моноциклических видов дает многочисленное потомство, что позволяет обеспечивать высокую изменчивость, генетическое разнообразие популяций и самое главное – быструю смену поколений. Все это дает возможность осваивать местообитания с различными, часто меняющимися условиями и эффективно к ним приспосабливаться.

4) В большинстве случаев моноциклическость позволяет эффективно разделить условия существования взрослых особей с условиями их размножения. Зачастую для более успешного размножения необходимо совершать миграции (у проходных рыб) или длительные поиски полового партнера и многократное спаривание (сумчатые млекопитающие), что связано с большим риском гибели или большой тратой ресурсов организма. Полициклические виды вряд ли могут позволить себе подобную расточительность и предпочитают «поберечь себя» для будущих свершений.

Анатомические, физиологические и экологические особенности, характерные для животных с однократным размножением (некоторые пункты могут быть не характерны для отдельных представителей моноциклических животных) – по **0,5 балла за пункт (всего 5 баллов)**:

1) наличие генетических программ фенотипа – быстрое старение и смерть после размножения (например, лососевые);

2) хорошее развитие половой системы, ориентация ее на производство максимально возможного числа потомков;

3) метаморфозы в строении, связанные с отсутствием необходимости питаться на стадии размножения (деградация пищеварительного тракта, печени, недоразвитие ротового аппарата) или для наиболее эффективного поиска партнера (изменение окраски, выраженный половой диморфизм, изменение поведения);

4) после спаривания и/или размножения животные становятся пищей для самок и/или потомства;

5) короткая продолжительность жизни взрослой стадии способной к размножению, по сравнению с неполовозрелой или личиночной стадией, что может приводить к небольшим размерам особей (относительно аналогов из полициклических видов);

6) спаривание или рождение потомков могут сопровождаться травмами для самок (ланцетники, постельные клопы, полихеты) или смертью для самцов (черные вдовы, сумчатые мыши);

7) формирование относительно большого запаса питательных веществ, необходимых для поиска партнера, миграции, производства потомков, т.к. иногда половозрелые особи не питаются;

8) в некоторых случаях возможна забота о потомстве до полного истощения ресурсов родительского организма – (забота о кладке у осьминогов);

9) местообитание часто с выраженной сезонностью и ограниченностью пищевых ресурсов в разные сезоны;

10) одновозрастная структура популяции и высокие колебания численности от года к году.

К какому типу стратегий размножения r или K можно было бы отнести животных, размножающихся в своей жизни один раз?

В большинстве случаев такие животные относятся к r-стратегам (**0,5 балла**). За пояснение и доказательство этого утверждения начислялось еще **от 0,5 до 1 балла**. В некоторых случаях моноциклические виды имеют черты K-стратегов (у осьминогов, сумчатых мышей), т.е. занимают некое «промежуточное положение» от r к K (**от 0,5 до 1 балла**).

16. «Клетки?» Согласно клеточной теории, структурно-функциональной единицей организма является клетка. Тем не менее, в составе тканей различных многоклеточных организмов обнаруживаются постклеточные образования.

1) Дайте определения понятиям «клетка» и «постклеточная структура».

2) Приведите как можно больше примеров постклеточных структур растений и животных. При ответе сгруппируйте приведенные Вами примеры согласно выполняемым в организме функциям. В каждом случае укажите, какие особенности позволяют им выполнять эти функции успешнее по сравнению с клетками?

3) Предположите, какие образования в человеческом организме выполняли бы функции различных постклеточных структур, если бы таковые не возникли в ходе эволюции. Какую постклеточную структуру было бы наиболее сложно заменить?

Максимум за задачу – 10 баллов. Все баллы затем переводились в проценты.

Вопрос 1. В первом пункте почти все дали правильные определения и получили **2 балла**. Единственный нюанс касался определения постклеточной структуры. Дело в том, что можно было найти два определения: либо это структуры, возникшие в результате редукции некоторых элементов клетки, либо это в целом структуры, возникающие из клеток в процессе дополнительных преобразований. Во втором случае к постклеточным структурам следует относить симпласт (как в поперечно-полосатой мышечной ткани). При оценивании этого пункта важно было внутреннее непротиворечие. Если использовалось первое определение, то за обнаружение в тексте симпласта, как примера постклеточной структуры, баллы снимались.

Вопрос 2. Самыми популярными примерами постклеточных структур заслуженно стали эритроцит млекопитающего, тромбоцит, чешуйки эпидермиса, ситовидные трубки, трахеи (ксилема) и «клетки» пробки. Немногие выходили за рамки человека и высших растений. Кто вышел – те молодцы, но полный балл можно было получить и за указанные выше примеры. Однако для этого нужно было для начала распределить их в группы по функциям (за простое перечисление ставилось от 1 до 2 баллов). Это сделать несложно, но некоторые забывали.

Транспортная: эритроцит, ситовидные трубки, трахеи.

Защитная: чешуйки эпидермиса, клетки пробки.

Опорная: склеренхимные волокна (их упоминали не так часто, однако пример напрашивается).

С тромбоцитами сложно. Пожалуй, их можно отнести в группу к эпидермису и пробке, но выделение в отдельную группу тоже принималось.

За перечисление и классификацию суммарно можно было получить **до 3 баллов**.

Ещё **2 балла** ставилось за указание особенностей постклеточных структур, позволяющих им выполнять свои функции лучше клеток. Этот вопрос почему-то часто упускали из виду, а ведь он нужен для ответа на вопросы третьего пункта задачи.

Эритроцит. Отсутствие ядра и органелл позволяет вместить больше гемоглобина, а также открывает больше возможностей для экспериментов с формой. В результате образуется типичная двояковогнутая форма эритроцитов, увеличивающая площадь поверхности, а также позволяющая им протискиваться сквозь узкие капилляры.

Тромбоцит. Здесь важно понимать, что это часть мегакариоцита, поэтому выгода в основном энергетическая: удобнее сделать одну большую клетку с налаженным производством многочисленных соединений, входящих в состав тромбоцита, чем много маленьких, которые все равно скоро погибнут в процессе функционирования. Кроме того, тромбоциты достаточно мелкие для того, чтобы появилась проблема минимального размера эукариотической клетки.

Роговой слой эпидермиса, склеренхимные волокна и «клетки» пробки. Эти постклеточные структуры претерпевают серьезные изменения: накапливают вещества, необходимые для придания прочности/водонепроницаемости. В результате структуры теряют возможность нормального обмена с окружающей средой, что для клетки было бы губительно. В случае эпидермиса и пробки также сказывается эффект положения: отсутствие проводящих систем не позволяет им получать питательные вещества в необходимом для живой клетки количестве. Идеи о неподверженности мертвых клеток вирусным инфекциям также заслуживают внимания.

«Клетки» проводящей ткани (флоэма) покрытосеменных теряют значительную часть цитоплазмы для уменьшения сопротивления потоку растворов.

Вопрос 3. Среди человеческих постклеточных структур необходимо было рассмотреть минимум три: эритроцит, тромбоцит, чешуйки эпидермиса.

В принципе, большинство позвоночных имеют ядерные эритроциты. Понятно, что безъядерные эритроциты обладают своими преимуществами, и замена наших эритроцитов на ядерные повлекла бы изменения кровеносной и, возможно, дыхательной систем, однако возникающие проблемы решаемы без радикальных изменений строения организма.

Тромбоциты тоже можно заменить мелкими клетками. Возможно, при этом придется увеличить их размер, однако опыт эритроцитов позвоночных показывает, что полноценные клетки способны проходить по капиллярам. Принципиальной проблемы с тромбоцитами нет.

Гораздо интереснее обстоит дело с роговыми чешуйками. Как было указано выше, образование рогового покрова вынуждает строить внешние слои эпидермиса из постклеточных образований. Таким образом, замена этих структур на клетки повлекла бы потерю рогового слоя. В таком случае наша кожа напоминала бы кожу амфибий, что привело бы к значительным изменениям дыхательной, кровеносной, выделительной систем. Возможен, тем не менее, довольно изящный (и предложенный некоторыми авторами) способ: клетки покровов могут синтезировать некий защитный водонепроницаемый слой снаружи от себя. Этот путь привел бы нас к менее значительным изменениям, затронувшим в основном покровы.

Таким образом, по-видимому, сложнее всего было бы с эпидермисом, однако и другие ответы принимались, если были достаточно аргументированы. Интересными были идеи о распределении функций между несколькими различными клетками.

За этот раздел можно было получить до **3 баллов**.

17. «Дуализм» В природе нередко встречаются двуядерные клетки. Наиболее хорошо изученными примерами являются двуядерные клетки базидиомицетов, двуядерные гепатоциты человека и инфузории, имеющие два ядра.

1) Какую роль в каждом из этих случаев выполняет двуядерность?

2) Может ли у этих клеток происходить формирование общего ядра из двух независимых и разделение общего на «половинки» и если да, то на каких стадиях жизненного цикла?

3) Для каждого из перечисленных случаев придумайте пример организма, относящегося к другому царству живого, которому пригодилось бы подобное устройство ядра. Свой выбор аргументируйте.

Максимум за задачу – 14 баллов. Все баллы затем переводились в проценты.

За первый пункт – 6 баллов, за второй пункт – 3 балла, за третий пункт – 5 баллов.

Вопрос 1. В случае базидиомицетов дикариотическое устройство ядерного аппарата играет ту же роль, что и диплоидность в организме животных: это позволяет иметь половину наследственного материала от одного родителя, а вторую – от другого. Благодаря этому каждый ген представлен двумя копиями, причем от разных организмов. И если одна из копий окажется нерабочей, вторая копия гена, скорее всего, будет нормальной. Отдельно стоит упомянуть преимущества подобного устройства ядерного аппарата перед обычной диплоидностью. В отличие от диплоидных ядер, у дикариона не перемешиваются родительские хромосомы. Гаплоидные ядра дикариона остаются независимыми и полностью самодостаточными. Многие грибы способны легко выходить из дикариотической стадии – сегмент гифы теряет одно ядро, и далее начинает развиваться гаплоидная гифа, являющаяся уже новым организмом, который может участвовать в половом процессе с другим гаплоидным грибом. При этом, если каждый из участников

полового процесса был приспособлен к среде обитания, то при слиянии получившийся дикарион будет приспособлен к этой среде как минимум не хуже. А в случае диплоидных организмов для полового процесса нужны гаметы, при образовании которых половина хромосом теряется, а с ними могут потеряться и необходимые для выживания в данных условиях аллели.

https://books.google.ru/books/about/Molecular_Biology_of_Fungal_Development.html?id=QY08gym1BXEC&hl=ru

У инфузорий одно ядро служит для хранения и передачи генетической информации, а второе – для реализации этой информации в клетке. Причем ядра специально приспособлены для лучшего выполнения своих функций. Хроматин микронуклеуса не транскрибируется, поэтому он меньше подвержен повреждениям. А из макронуклеуса в процессе его формирования удаляются все лишние участки хромосом, остаются лишь гены, которые зато амплифицируются в сотни раз, благодаря чему повышается эффективность транскрипции. Если бы у инфузорий было лишь одно полиплоидное ядро, то оно бы реплицировалось с большими проблемами – была бы необходима высокая точность, которая необязательна для макронуклеуса, так как он все равно не участвует в передаче наследственной информации.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC372963/>

Примерно 30% гепатоцитов взрослого человека полиплоидны. Одной из разновидностей этого является двуядерность: нарушается расхождение дочерних клеток при делении или же сливаются две одноядерные клетки. Причем, если в других органах в таких клетках начинается апоптоз, то в печени двуядерные клетки спокойно существуют и даже могут проходить митоз, в результате чего образуются две тетраплоидные клетки. В целом полиплоидность позволяет ускорить процессы метаболизма в клетке, а для гепатоцитов еще и важен факт, что они сталкиваются с различными токсичными веществами, а полиплоидность делает клетку более устойчивым к воздействию повреждающих факторов.

<http://www.jbc.org/content/278/21/19095.full>

Вопрос 2. У грибов, у которых стадия дикариона является одной из стадий жизненного цикла, обязательно происходит слияние ядер перед формированием спор. После кариогамии сразу следует деление мейозом.

У инфузорий макронуклеус никогда не сливается с микронуклеусом.

Также и в гепатоцитах: делиться эти ядра могут, а сливаться вместе – нет. Хотя при митозе в двуядерных гепатоцитах происходит формирование одного общего веретена деления, так что в метафазе хромосомы разных ядер все-таки оказываются вместе и смешиваются.

Вопрос 3. Дикариотическое устройство ядерного аппарата было бы полезно организмам, ведущим подобный грибам образ жизни. Тогда будет возможность пользоваться всеми преимуществами дикариона: возможность легкого выхода из дикариотической стадии в гаплоидную, простота полового процесса (простое слияние).

Дифференциация ядер на макро- и микронуклеус полезна для любых одноклеточных организмов, которые обладают большими размерами (в масштабах одной клетки) и поэтому им требуется много мРНК. Для многоклеточных с дифференцированными клетками такой подход не обязателен – функцию сохранения генетической информации выполняют стволовые клетки, а уже используют эту информацию сильно дифференцированные соматические клетки, в которых нет смысла держать два ядра, потому что на конечной стадии дифференцировки уже нет необходимости передавать генетический материал дочерним клеткам. Так что там иногда бывает полиплоидизация, но никакого "запасного" ядра не остается. Возможно, у многоклеточных, у которых каждая

клетка должна иметь возможность размножаться, система с макро- и микронуклеусом могла бы иметь место. Это могут быть грибы или водоросли (например, спирогира), а также низкоорганизованные многоклеточные животные вроде губок.

Увеличение количества ядер в клетке для увеличения продуктивности – широко распространенное в разных царствах явление.

Наиболее часто допускаемые ошибки:

- В задании спрашивалось про биологический смысл каждого из типов устройства ядерного аппарата, а не про роль каждого ядра.

- "Участвует в создании дикариотической стадии" – это не ответ на поставленный вопрос.

- Дикарион не является приспособлением для полового размножения – оно встречается и в других случаях устройства ядерного аппарата.

- То, что при регенерации печени может увеличиваться число двуядерных клеток, не значит, что двуядерность выполняет задачи регенерации. В ответе нужно было хотя бы показать, почему диплоидность может способствовать регенерации. В нормальных гепатоцитах тоже бывает по 2 ядра.

- Наличие макро- и микронуклеуса не является необходимым условием конъюгации – этот тип размножения встречается и у других организмов.

- Второй вопрос – про слияние этих ядер из одной клетки (а не о слиянии с ядрами другой клетки).

- Животным не нужно разделение функций ядер, как у инфузорий, потому что у них идет разделение клеток на половые и соматические.

18. «Простые дроби» В генетических экспериментах приходится рассчитывать вероятности появления в потомстве особей определенного фенотипа, и довольно часто такая ожидаемая вероятность является простой дробью.

1) Предложите в форме таблицы 15 схем скрещивания, которые дают какой-либо определенный фенотип с вероятностью $1/2$, $1/3$, $1/4$... $1/16$ (15 простых дробей, у которых в числителе единица, а знаменателе - числа от 2 до 16).

2) Для каждой схемы кратко укажите необходимые для нее генетические механизмы (тип доминирования, взаимодействие генов, генетическое расстояние и т.д.).

Важное примечание: оформите ответ в виде таблицы с 16 строками (шапка и 15 вероятностей) и 4 столбиками (вероятность, фенотип и его генотип, схема скрещивания, генетические механизмы к схеме скрещивания). Если Вы считает, что для какой-то строки подобрать схему скрещивания нельзя, кратко укажите, почему.

Максимум за задачу – 12 баллов. Все баллы затем переводились в проценты.

Для диплоидных организмов в скрещиваниях характерны расщепления, сумма фенотипических классов в которых представляет собой степень числа 2 – 2, 4, 8, 16 и т.д. Для моногенного наследования можно получить дроби $1/2$ (скрещивания вида $Aa \times aa$) и $1/4$ (скрещивание $Aa \times Aa$). Для дигенного наследования можно получить дроби $1/8$ (скрещивание $AaBb \times Aabb$, генотип $aabb$) и $1/16$ (скрещивание $AaBb \times AaBb$, генотип $aabb$). Если часть потомства погибает из-за летальности, то знаменатель дроби уменьшается, и таким образом можно получить $1/3$ (доля aa для скрещивания $Aa \times aa$, где генотип AA – летален), $1/12$ (доля $aabb$ для скрещивания $AaBb \times AaBb$, где летальны доминантные гомозиготы $AA--$), $1/9$ (доля $aabb$ для скрещивания $AaBb \times AaBb$, где летальны $AA--$ и $BB--$), $1/6$ (доля $aabb$ для скрещивания $AaBb \times Aabb$, где летальны $AA--$) или $1/15$ (доля $AABB$ в случае, когда летальность синтетическая, определяемая

одновременно двумя генами сразу, например, только у дигомозигот $aabb$). Также при помощи синтетической летальности можно получить дробь $1/5$, если скрещиваются родители $AaBb \times AaBb$, а гомозиготы $aabb$ умирают, то потомков $A-bb$ и $aaB-$ остается $3/15$, то есть $1/5$. Другие дроби, такие как $1/7$, $1/10$, $1/11$, $1/13$ и $1/14$ можно получить, если вспомнить о сцепленном наследовании и неполной пенетратности. При этом важно помнить, что для сцепленного наследования лучше брать анализирующее скрещивание, например $Ab/aB \times ab/ab$, так как в скрещиваниях дигетерозигот $AaBb \times AaBb$ для нахождения желаемого генетического расстояния необходимо извлекать квадратный корень из частоты гамет – например, если мы хотим найти, на каком расстоянии должны находиться сцепленные гены для того, чтобы генотип $aabb$ имел частоту $1/10$, надо найти частоту гамет ab . Для этого из $1/10$ надо извлечь квадратный корень, так как $aabb$ может образоваться только в результате слияния двух гамет с одинаковым генотипом ab . Получаем, что частота ab составит $0,316$, что больше чем $1/4$, значит, эта гамета нерекомбинантная. Значит, рекомбинантными будут гаметы Ab и aB , их частота составит по $0,184$, то есть по $18,4\%$. Значит, на две рекомбинантные гаметы придется в сумме $18,4 \times 2 = 36,8\%$, то есть расстояние между генами A и B должно быть $36,8$ сантиморганид. Если же ставить анализирующее скрещивание, то решение становится проще и долю генотипа $aabb$ в $1/10$ можно получить для двух генов, расположенных на расстоянии 20 сМ.

Решение задачи оценивалось по двум составляющим: 1) оценка отдельных строк таблицы с точки зрения соответствия требуемой вероятности и приведенных скрещиваний. Каждая строка оценивалась в **0,4 балла, в сумме 6 баллов за 15 строк**; 2) оценка генетических механизмов, которые были перечислены выше и способны объяснить требуемое расщепление. Каждый механизм оценивался в **1 балл, в сумме 6 баллов**. Если участник указывал, что некоторые строки таблицы нельзя получить, исходя из расщеплений несцепленных генов, то он получал **1 балл** за это суждение, но **не получал баллов** за оставшиеся незаполненными строки таблицы.

19. «Естественный отбор» Согласно одному из определений жизни, живыми можно считать объекты, способные эволюционировать под действием естественного отбора. А в качестве условий, обеспечивающих протекание естественного отбора можно рассматривать размножение, наследственность, изменчивость и борьбу за существование.

1) Для первых трех свойств (размножение, наследственность, изменчивость) приведите по одному объекту неживой природы, у которого одно из этих свойств отсутствует, а два других сохраняются. Свой выбор кратко обоснуйте.

2) Для всех четырех свойств приведите по одному примеру живых организмов, которые не обладают (или почти не обладают) одним из свойств, но сохраняют три других. Свой выбор кратко обоснуйте.

3) С учетом приведенных Вами примеров кратко конкретизируйте, какими характеристиками должно обладать каждое из четырех рассматриваемых свойств, чтобы успешно происходила эволюция под действием естественного отбора. Например, какой желательной должна быть наследственность: дискретной или, наоборот, непрерывной?

Максимальный возможный балл за ответ на задание – 15 (по одному баллу за каждый подпункт первого и второго вопроса и по два балла за каждый подпункт третьего вопроса).

Вопрос 1. Первый вопрос задания был призван обратить внимание на то, что именно в эволюционной теории ставится проблема отличий живого от неживого и причин этих отличий. Можно приводить разные примеры, но классические примеры «почти живых» объектов – это кристалл (есть рост-размножение и наследование кристаллической формы, но практически отсутствует наследуемая изменчивость), огонь (есть распространение-размножение и изменчивость цвета и температуры в зависимости от субстрата, но наследование выражено слабо – только высокая температура и экзотермическая реакция окисления) и звезда (звезды изменяются в ходе эволюции, но закономерным образом, так как судьба звезды зависит от ее первоначальной массы – элемент наследственности, но размножение у звезд отсутствует).

Типичные ошибки при ответе на первый вопрос: отказ кристаллам в наследственности, отнесение вирусов к неживой природе (такая точка зрения существует, но в условии задачи приведено определение, согласно которому вирусы являются живыми), отказ прионам в наследственности (в то время как передачу конформации от неприонных к прионным белкам естественно рассматривать как особый способ наследования) или изменчивости (в то время как у прионов показано наличие конформационных аналогов мутаций).

Вопрос 2. В качестве ответа на второй вопрос задания также принимались разные ответы и разные соображения. Размножение, например, отсутствует у стерильных гибридов и безъядерных клеток многоклеточных организмов. Отклонения от традиционной концепции наследственности возникают, например, в случае РНК-вирусов (количество ошибок репликации у них таково, что потомки всегда отличаются от родителей и виды размываются, представляя собой скорее «квазивиды») и в случае горизонтального переноса генов (особенно массивного горизонтального переноса генов, как в случае эндосимбиогенеза). Изменчивость может быть ограничена в случае бесполого размножения (отсутствует комбинативная изменчивость, но присутствует мутационная), в качестве гипотезы можно принять ограниченность наследственной изменчивости у некоторых «живых ископаемых», а также изменчивость могла быть ограничена на ранних этапах возникновения жизни (в рамках автотрофной гипотезы возникновения жизни на основе метаболических циклов – например, на основе восстановительного цикла трикарбоновых кислот – возникают проблемы в связи с тем, что изменчивость таких циклов крайне ограничена). Межвидовая борьба за существование может быть ослаблена у экстремофилов и при явлениях взаимопомощи; борьба с условиями внешней среды – у животных, живущих в неволе; все три вида конкуренции ослаблены в некоторых популяциях человека.

При ответе на второй вопрос типичными ошибками или неточностями были приписывание существования «живых ископаемых» исключительно ограниченной изменчивости (в то время как оно может быть связано с действием стабилизирующего отбора и другими причинами) и утверждение об отсутствии наследственной изменчивости у организмов с бесполом размножением (в то время как при размножении любых организмов неизбежны ошибки репликации).

Вопрос 3. Полный ответ на третий вопрос задания подразумевал несколько соображений по каждому из подпунктов. При прочих равных условиях желательно, чтобы потомков было больше и с этой точки зрения выгоднее бесполое размножение. Однако в ряде случаев за счет комбинативной изменчивости может быть выгоднее половое размножение, например, при непредсказуемо изменяющихся абиотических условиях или в случае борьбы с паразитами. Также желательно, чтобы разброс по числу потомков был минимален, так как большой разброс повышает роль дрейфа генов и уменьшает роль естественного отбора. У организмов с половым размножением наследственность должна

быть дискретная (должны существовать наименьшие единицы наследственности, ее «атомы»), так как при непрерывной наследственности (например, в виде некоторого поля) благоприятная мутация, возникнув у одного организма, будет «разбавляться» с каждым последующим поколением в геометрической прогрессии и естественный отбор не успеет «заметить» ее и увеличить ее частоту в популяции – так называемый «кошмар Дженкина». Изменчивость должна быть наследственной, по возможности неограниченной по спектру (чтобы адаптироваться к любым изменениям среды), но при этом частота мутагенеза не должна быть слишком высокой (в таком случае процессы регуляции в организме нарушатся). Изменчивость должна быть модулярной, дискретной (чтобы можно было комбинировать разные мутации), но при этом градуальной, постепенной (не макромутации, не сальтационизм), чтобы дать возможность накапливать мутации естественному отбору. Изменчивость должна быть ненаправленной, случайной (чтобы быть готовой к любым изменениям среды, а не только к определенным). Что касается борьбы за существование, то для осуществления естественного отбора нельзя избежать внутривидовой борьбы (так как к ней сводится в итоге и межвидовая, и абиотическая). Борьба за существование должна быть жесткой, но не слишком, чтобы не привести к быстрому вымиранию.

К типичным ошибкам при ответе на третий вопрос является утверждение о безусловном преимуществе полового размножения над бесполом; непонимание терминов «дискретная» и «непрерывная» наследственность, в частности, путаница между непрерывной наследственностью и непрерывной изменчивостью (изменчивостью по количественным признакам); рассуждения о том, что эволюция происходит для блага вида (на самом деле, как правило, естественный отбор действует на уровне отдельных организмов и максимизирует их приспособленность вне зависимости от того, какие последствия будут для вида в целом).

Рекомендуемая литература к задаче 19:

1. Maynard Smith J., Szathmáry E. The origins of life: From the birth of life to the origin of language. – Oxford University Press, 1999.
2. Ичас М. О природе живого: механизмы и смысл: Пер. с англ. – М.: Мир, 1994. – 496 с.
3. Циммер К. Эволюция: Триумф идеи. – М.: Альпина нон-фикшн, 2012. – 564 с.
4. Марков А., Наймарк Е. Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий. – М.: АСТ: CORPUS, 2014. – 656 с.
5. Марков А. Рождение сложности. Эволюционная биология сегодня: неожиданные открытия и новые вопросы. – М.: Астрель: CORPUS, 2010. – 527с.