**Интернет-олимпиада по биологии (7-8 класс) - вопросы с ответами.**

**Вопрос 1.** А. Расположите животных в порядке возрастания относительного потребления пищи (потребление пищи в калориях на килограмм массы тела в год): землеройка, собака, слон, косатка, колибри, китовая акула. Массу тела слона, косатки и китовой акулы, а также колибри и землеройки считать одинаковой.

Б. Ответ обоснуйте, подробно объяснив, от каких факторов зависит относительное потребление пищи.

**Ответ:**

А. Китовая акула – слон – косатка – собака – колибри – землеройка.

Б. Относительное потребление пищи (удельный метаболизм) зависит от многих факторов. Первый из них - теплокровность или холоднокровность. Интенсивность метаболизма (и, следовательно, потребление пищи) у теплокровных позвоночных почти в 10 раз выше, чем у холоднокровных такой же массы. Второй важнейший фактор, играющий роль для теплокровных - размеры. Чем меньше размеры, тем больше относительная поверхность тела и, следовательно, потери энергии на теплоотдачу. Наконец, важную роль может играть образ жизни - среда обитания, способ передвижения и т.п.

Проанализируем теперь предложенный набор животных. Ясно, что на первом месте (обмен наиболее медленный) окажется китовая акула. Это - холоднокровное, причем относительно малоподвижное животное. Следующие два места поделят косатка и слон, причем слон, вероятно, будет вторым, а косатка - третьей. Уровень основного обмена (потребление энергии в покое) у китообразных почти вдвое выше, чем у остальных млекопитающих (видимо, это связано с проблемой поддержания температуры тела в холодной воде), к тому же киты движутся все время - даже во сне им приходится всплывать для вдоха. На четвертом месте "от конца" окажется собака (надо сказать, что у разных собак удельный метаболизм различается в несколько раз, но все они займут промежуточное положение между более крупными и более мелкими теплокровными). Наконец, самый высокий уровень обмена - у землероек и колибри. Предположим, что масса тела их равна (она действительно близка у наиболее мелких видов). У кого же уровень обмена выше? На первый взгляд - явно у колибри. На полет затрачивается больше энергии, чем на бег по земле, к тому же у колибри выше температура тела (более 40 градусов цельсия, а у землеройки - около 38). Но тут нужно учесть и другие факторы. Во-первых, мелкие колибри живут в тропиках, а мелкие землеройки - в умеренном поясе, так что разница между температурой тела и среды для колибри не более 15-25 градусов, а у землеройки - до 40-45 (зимой). Во-вторых, ночью колибри не активны: они впадают в холодовое оцепенение, и температура их тела понижается почти до температуры среды. Землеройки же гетеротермностью не обладают и активны круглые сутки и весь год (хотя, конечно, тоже спят). Масса суточного рациона колибри примерно вдвое превышает массу тела, причем в основном пища - это нектар. Землеройка же съедает в 2-4 раза больше пищи, чем весит сама, и ее пища более калорийна - это разные животные, а зимой - семена елей и сосен. Так что, видимо, относительное потребление пищи на самом деле самое высокое у землеройки.

**Вопрос 2.** В двух одинаковых озерах обитали одинаковые по численности популяции одного и того же вида дафний – планктонных ветвистоусых рачков. В одно из этих озер (№ 1) запустили рыб, питающихся, в частности, дафниями. Через год численность дафний в озере № 2 осталась прежней, а в озере № 1 возросла. Предложите как можно больше различных объяснений этого факта.

**Ответ.** В ответах на подобные вопросы школьники часто пишут, что дафнии "почувствовали", как рыбы уничтожают их собратьев, и начали размножаться быстрее, чтобы всех не съели (вариант - рыбы съели больных и хилых, а оставшиеся здоровые и сильные размножились). Эти варианты ответа могли бы рассматриваться как разумные, если бы речь шла о скорости размножения дафний (например, о числе потомков на одну самку в неделю). Но в вопросе речь о другом - о численности популяции. Если отбросить возможность случайных колебаний (а формулировка допускает такое объяснение, и за него стоит начислять какие-то баллы), то следует объяснить, какие факторы, ограничивающие численность дафний в озере, могли измениться при вселении рыб. Основных групп объяснений три.

1. При вселении рыб появились дополнительные пищевые ресурсы. Например, вместе с рыбами случайно были внесены новые виды водорослей, которые оказались подходящей пищей для дафний. Продукты метаболизма рыб оказались "удобрением", и это вызвало рост численности бактерий и водорослей. Рыбы при поисках пищи взмучивали донные осадки, биогенные элементы быстрее возвращались в воду, и это опять-таки привело к размножению бактерий и водорослей. Наконец, рыбы могли просто подохнуть, и при разложении их тел вода обогатилась биогенными элементами.

2. Рыбы уничтожили (полностью или частично) конкурентов дафний - других планктонных ракообразных, коловраток и т.п. В результате количество пищи для дафний увеличилось, и их численность выросла.

3. Рыбы снизили численность других хищников, питавшихся дафниями - например, личинок комаров-хаоборусов, хищных планктонных ракообразных лептодор или более мелких рыб. В вопросе не сказано, насколько существенную часть рациона вселенных рыб составляли дафнии; вполне возможно, что основными потребителями дафний были не они, а другие хищники, чья численность в результате сократилась.

Важно, чтобы при ответе школьники учли образ жизни и способ питания дафний (это - планктонные рачки-фильтраторы, их пища - бактерии и одноклеточные водоросли). Идеи о том, что дафнии могли паразитировать на рыбах, питаться их икрой и т.п., засчитывать не следует.

**Вопрос 3.** А. Расположите следующие типы клеток взрослого человека в порядке убывания их числа: 1) мотонейроны спинного мозга, 2) эритроциты, 3) клетки скелетных мышц, 4) клетки эпидермиса (кератиноциты).

Б. Попробуйте (примерно) подсчитать, каково общее число каждого из этих типов клеток в теле человека. При этом можно пользоваться справочными данными, но, конечно же, не о числе клеток – предполагается, что оно нам неизвестно. Обязательно приведите ход решения!

**Ответ:**

А. 2-4-3-1

Б. Ясно, что расчетная задача такого типа должна решаться на основе каких-то справочных данных. Договоримся, что речь идет о взрослом человеке (хотя в вопросе это не указано).

1. Известно, что у человека в 1 куб.мм крови содержится около 5млн. эритроцитов. У взрослого человека около 5 л крови. В 1мл – 1000 куб.мм, в 1 л - 1000.000 куб.мм. Итак, общее число эритроцитов - 25.000.000.000.000. Можно посчитать число эритроцитов и другим способом. Объем клеточных элементов - чуть меньше половины объема крови (около 2 л). Диаметр эритроцита - около 5 мкм. Следовательно, его объем - около 100 куб.мкм. Получаем, что в 1 куб.мм эритроцитов их содержится около 10.000.000, а в 2 л - около 20.000.000.000.000.

2. Площадь поверхности тела человека - около 2 кв.м. Толщина эпидермиса (и число слагающих его слоев) разная в разных частях тела - она достигает нескольких миллиметров там, где лучше развит роговой слой и нет волосяных фолликулов и потовых желез (ладони, ступни). В среднем эпидермис кожи включает 10-20 слоев живых клеток и 10-50 слоев ороговевших кератиноцитов - чешуек. Диаметр кератиноцита - около 30 мкм, следовательно, площадь его - около 1000 кв. мкм. На площади в 1 кв.мм уместится 1000 таких клеток, на площади в 1 кв.см - 100.000, на 1 кв.м - 10.000 х 100.000 = 1.000.000.000 и на всей поверхности тела - 2.000.000.000. Приняв среднее число слоев за 50, получаем 100.000.000.000 клеток эпителия.

3. Масса поперечнополосатых мышц составляет около 1/2 массы тела человека - допустим, 40 кг. Плотность всех тканей, кроме скелета, близка к 1, следовательно, объем мышц - около 40 л. Межклеточное вещество в мышцах (как и в эпителии кожи) развито слабо, и можно считать, что вся эта масса приходится на клетки. Диаметр клеток варьирует от 10 до 70 мкм, их длина - от нескольких мм в мелких мышцах до 10 см в крупных. Масса крупных мышц больше, и можно принять средний диаметр клетки за 50 мкм, а среднюю длину - за 4 см. Площадь сечения клетки - около 2000 кв.мкм, длина - 40.000 мкм, объем - 80.000.000 куб.мкм. В 1 куб.мм - 1.000.000.000 куб.мкм, или около 12 клеток. В 1 мл - около 12.000 клеток, в 1 л - около 12.000.000, а в 40 л – около 500.000.000.

4. Каждый мотонейрон иннервирует от 10 до 1000 (в крупных мышцах) мышечных волокон (клеток). Таким образом, по нашим подсчетам, в спинном мозге не более 500.000 мотонейронов (кажется, это близко к справочным данным).

**Вопрос 4.** А. Нигерия, Индостан, Чукотка, Австралия, Япония. Жители какого из регионов, на ваш взгляд, без специальных мер профилактики имеют наибольший риск заболеть одной из следующих болезней: холерой, рахитом, раком кожи, сонной болезнью, серповидноклеточной анемией? (Для каждой болезни нужно указать один регион!)

Б. Ответ обоснуйте. С чем это связано в каждом случае, то есть почему шанс заболеть данным заболеванием наиболее высок именно в этом регионе?

**Ответ**

А. Холера - Индостан. Сонная болезнь - Нигерия. Серповидноклеточная анемия - Нигерия. Рак кожи - Австралия. Рахит - Чукотка.

Б. Холера - Индостан. Причина - жаркий климат, способствующий сохранению холерного вибриона (а по мнению некоторых исследователей, и его размножению в воде), высокая плотность населения и использование одних и тех же водоемов и водотоков для купания и водоснабжения.

Сонная болезнь - Нигерия. Этот природно-очаговый трипаносомоз, переносимый мухами це-це, эндемичен для Африки.

Серповидноклеточная анемия - Нигерия. В Африке серьезным фактором смертности остается малярия, а гетерозиготы по аллелю серповидноклеточной анемии редко ей болеют. Отбор в пользу гетерозигот приводит к тому, что во многих африканских популяциях этот аллель встречается с довольно высокой частотой.

Рак кожи - Австралия. Большое число солнечных дней в году, малый угол падения солнечных лучей, близость антарктической озоновой дыры - эти факторы приводят в повышенному ультрафиолетовому облучению. К тому же мало где еще в тропических широтах преобладает белокожее европеоидное население, у которого в привычках загорать на пляже.

Рахит - Чукотка. Риск заболеть им велик в первые полгода жизни, если ребенок родился осенью. Солнечного света, под влиянием которого вырабатывается дополнительное количество витамина D в коже, в полярную ночь нет совсем, а при недостатке света рахит может развиться в течение двух-трех месяцев. Впрочем, еще недавно в качестве ответа тут могла бы фигурировать и Япония - статистика пятидесятых годов XX века показывала, что рахит был наиболее распространен в крупных промышленных городах умеренной зоны, где дозы ультрафиолета были резко уменьшены из-за задымленности воздуха и высокой облачности.