**6 класс**

**6-1. Предположите, какие отличия можно найти в анатомии и физиологии культурных растений по сравнению с их дикими родственниками**

Главной проблемой оказалось то, что большинство участников не обратило внимания на формулировку «отличия в анатомии и физиологии» и писали про любые отличия, независимо от того, имеют ли они отношение к внутреннему строению и функционированию организма растений. Поэтому такие верные по сути утверждения, как «культурные растения не выдерживают конкуренции с сорняками» или «культурные растения могут отличаться тем, что им не нужны насекомые-опылители» оценивались минимальным баллом.

Итак, каким был возможный верный путь решения этой задачи.

Во-первых, можно было подумать о целях выращивания культурных растений человеком и о том, какие особенности этих растений важны для нас. Например, декоративные растения могут отличаться от дикорастущих родственных видов крупными и многочисленными цветками, их строением (махровые цветки), необычной окраской цветков или листьев и т. д. Плодовые растения должны давать обильные крупные плоды с высоким содержанием ценных для нас питательных веществ (например, сахаров). У других пищевых растений должны быть особенно развиты те части, которые мы употребляем в пищу. С другой стороны, пищевые растения не должны быть ядовитыми. Хотя можно учесть, что некоторые вещества, используемые растениями как токсины для защиты от вредителей, являются для нас тонизирующими, ароматическими или пряными. Можно было вспомнить или прочитать и про растения, которые мы используем для получения технического сырья (волокон для получения тканей, млечного сока для получения каучука и т.д.)

Дальше можно было найти информацию или подумать о том, какие ткани, клетки и части клеток отвечают за нужные нам особенности культурных растений. Например, питательные вещества обычно запасаются в основной ткани (паренхиме), а на уровне клеток – в вакуолях в растворённом виде или в качестве нерастворимых включений в цитоплазме (крахмал, капли масла). Развитые механические ткани и толстые клеточные стенки в тех частях растений, которые мы употребляем в пищу, нежелательны. За особенности окраски, важные для декоративных и в меньшей степени для пищевых растений, отвечают пигменты, которые содержатся в вакуолях (красные и синие антоцианы) и пластидах (зелёные хлорофиллы, оранжевые и жёлтые каротиноиды). Декоративные растения будут отличаться количеством этих пигментов в клетках. Например, у пестролистных растений часть клеток содержит хлоропласты, не способные синтезировать хлорофилл.   
Также можно было подумать о том, какие особенности строения, важные для дикорастущих растений, могли исчезнуть у культурных. Например, всем известны бананы и сорта винограда без семян, которые искусственно размножают вегетативным путём.

**6-2. Детеныши некоторых животных постоянно находятся рядом с обоими или одним из родителей длительное время после рождения. Какие есть плюсы и минусы (для родителей и детей) у того, что детеныш не расстается с мамой и/или папой?**

При ответе на вопрос значительная часть школьников ограничилась упоминанием, что родители в этом случае заботятся о детеныше (охраняют его, кормят, согревают, учат). Это правильные ответы, которые оценивались положительно, однако максимальный балл получали те работы, в которых были версии, относящиеся ко всем четырем блокам вопроса: 1) плюсы с точки зрения детеныша, 2) плюсы с точки зрения родителей, 3) минусы с точки зрения детеныша, 4) минусы с точки зрения родителей.

В числе плюсов для детёныша, кроме упомянутых выше, называли постоянное общение с родителями, который может улучшать физическое и психическое развитие, а также более высокий иммунитет за счет вскармливания молоком, содержащим материнские антитела (у млекопитающих).

С точки зрения родителей основных плюсов три:

1) Забота о потомстве улучшает его выживаемость и повышает вероятность передачи родительских генов следующим поколениям

2) Детёныш в его «детском» состоянии может быть полезен родителям (об него можно греться, группа животных кажется больше, и поэтому хищники могут опасаться нападать на них, может помогать охотиться, в трудные времена его можно съесть)

3) Детёныш будет полезен, когда вырастет – он сможет добывать пищу для семьи, охранять членов группы.

Кроме того, родители набираются опыта и будут более умело обращаться со следующими детьми, что полезно для них.

Какие минусы наблюдаются с точки зрения детёныша? В первую очередь он несамостоятелен и, скорее всего, не сможет выжить, если что-то случится с родителями. Несамостоятельность предполагает также, что детеныш «не может делать то, что хочется». Повзрослевший детеныш может так привыкнуть жить с родителями, что будет бояться расстаться с ними и не рожать свое потомство.

Минусы заботы о потомстве с точки зрения родителей более многочисленны.

Во-первых, она требует много ресурсов:

· Нужно много еды, что может даже приводить к истощению родителей

· Нужно более просторное жилище

· Нужно защищать детеныша

Во-вторых, говоря словами одного участника, родителям «приходится таскаться с детьми». Иными словами, родители становятся менее маневренны, отсюда

· Растет угроза от хищников

· Сложнее охотиться.

В-третьих, детёныш может представлять угрозу для родителей. В юности он может привлечь хищника своим «детским» запахом, а после полового созревания может составить конкуренцию родителям и, более того, убить их.

Также любой тесный контакт особей повышает вероятность передачи инфекционных заболеваний между ними (это минус как для родителей, так и для потомства).

В целом, в этом вопросе было мало списанных работ, школьники выдвигали разнообразные версии. В качестве недочета можно указать на некоторое очеловечивание животных, когда в качестве основных версий были выдвинуты радость родителей от детеныша рядом, отсутствие семейных ссор, потому что с детенышем все в порядке, благодарность ребенка за счастливое детство и т. п.

**6-3. Про то, зачем деревья в сезонном климате сбрасывают листья, знают все (или почти все). Поэтому об этом мы вас спрашивать не будем. Напишите, пожалуйста, какие преимущества в таком климате есть у вечнозеленых растений**

Сбрасывание листьев не синхронно, а равномерно в течение года могло выработаться как у тех растений, которые обитают в климате с невыраженной сменой сезонов, так и у тех, которые произрастают в неблагоприятных условиях. В последнем случае листья функционируют более одного сезона, сменяются постепенно и необходимо это для экономии ресурса растения. Наиболее очевидное преимущество состоит в том, что фотосинтез у таких растений может происходить в любое время года при достаточном уровне тепла и влажности. К тому же листья служат не один сезон и растению не нужно затрачивать большое количество энергии и питательных веществ для разворачивания всех листьев разом, что часто невозможно в условиях жесткой экономии.

Кроме того, листья у вечнозеленых растений могут выполнять дополнительные функции: во-первых, создавая термоизолирующий слой вокруг ствола и веток, а во-вторых, препятствуя росту конкурентов под растением, т. к. не остаётся времени, когда солнечный свет проходил бы свободно до нижерасположенных ярусов.

Некоторые участники вспомнили, что вечнозеленые растения, произрастающие на территории России в сезонном климате в основном хвойные, поэтому часть ответов основывалось именно на особенностях этой группы. Однако, ученикам необходимо было отобрать варианты, связанные именно с тем, что хвоя сохраняется даже в зимнее время. К сожалению, не многие справились с этой задачей. Часто, придя к мысли о том, что спрашивают именно про хвойные, участник перечислял все особенности этой группы и, несмотря на объемный ответ, получал низкий балл.

В целом с заданием участники справились неплохо, но важно отметить, что чаще всего ответ включал 1-2 близких по смыслу содержательных версии, что свидетельствует о том, что вопрос не был рассмотрен с разных сторон.

**6-4. В каких ситуациях, при каких условиях животному может быть выгодно убивать и/или есть собственных детей? По возможности, приведите примеры.**

При ответе на этот вопрос можно выделить 3 группы версий – нехватка ресурсов, регуляция численности и/или качества потомства и конкуренция.

Первая связана с нехваткой ресурсов. В случае если матери или детенышам нечего есть, выгоднее убить и съесть кого-то из них, чтобы выжить.

Второй вариант – регуляция численности, как всей популяции, так и конкретного помета. Если у самки родилось слишком много детенышей, то она не сможет выкормить их всех и в этом случае ей выгодно убить несколько для выживания остальных.

Третья группа версий самая обширная и оценивалась выше всего в виду своей низкой встречаемости. Чаще всего убийства детей встречаются в случае конкуренции их с отцом за самку. Например, если ко времени размножения самка все еще занята с предыдущим выводком, самец может убить его, чтобы самка снова была готова к размножению. Также самец может уничтожать потомство как будущих конкурентов. Несколько отдельно стоит версия о том, что детеныши, вырастая, могут конкурировать с родителями за территорию и в таком случае родители могут убивать их.

Примеры оценивались отдельно, давались дополнительные баллы за каждый правильный пример.

**6-5. Некоторые виды животных могут обитать как в городах, так и в дикой природе. Вам принесли группу животных одного из таких видов. С помощью каких экспериментов можно определить, городские перед вами животные или дикие?**

Вопросы, где нужно придумать эксперимент, традиционно получаются одними из самых трудных. Этот не был исключением. Эксперимент, пожалуй, наиболее сложная форма научного познания, так что спланировать его нелегко, особенно шестикласснику. И тем не менее именно экспериментами в основном придётся заниматься каждому, кто выберет себе в качестве основной деятельности науку. Поэтому вопрос стоило прочесть особенно внимательно…

...и увидеть фразу “с помощью каких экспериментов”. Ответы, в которых участники только описывали животных, не приносили никаких баллов. Нужно было именно смоделировать ситуацию.

Второе, на что следовало обратить внимание, — на слово “городские”. Здесь имелось в виду именно то, что такие животные обитают в городах, а не то, что они домашние (а об этом, увы, подумала почти половина участников). Это понятие близко к термину “синантропные”, то есть живущие рядом с человеком. Но слово “синантропные” решили не упоминать в вопросе, потому что оно довольно сложное.

Не надо думать, что дикие животные обязательно злые голодные хищники, а домашние — травоядные милашки. Это далеко не всегда так. Поэтому версии “дать еду, дикие набросятся на неё, а городские нет”, “подсадить к животному добычу, кто будет ловить, тот и дикий” не давали баллов. Любое животное в незнакомой ему обстановке будет более осторожным, и его поведение изменится. Очень мала вероятность, что пойманный зверь или птица будут в первую очередь думать о том, как бы кого убить. Они скорее будут пытаться высвободиться.

Воробьи, стрижи, голуби, синицы, белки в парке, бродячие собаки, блохи на этих собаках — все они городские, но не домашние. Человек для них далеко не всегда друг, поэтому большой разницы в их доверии к человеку быть не должно. По этой причине предложения вида “погладить или как-то ещё провзаимодействовать с животными, какое охотнее пойдёт на контакт, то и городское” оценивались невысоко.

Конечно же, городские животные не рождаются с предрасположенностью к взаимодействию с человеком. Поэтому эксперименты вроде “надеть ошейник”, “попробовать научить нескольким командам, кто быстрее научится, тот и городской” не приносили никаких баллов. Вероятно, те, кто их предложил, думали о домашних животных, когда писали ответ. А смысл, как мы уже сказали, был не в этом.

Но те, кто вырос в городе, будут более привычны к разнообразным стимулам, связанным с антропогенной средой: фарами и гудками машин, светофорам, фонарям. Поэтому те, кто предложил эксперимент “помигать фарами рядом с животным”, “сделать так, чтобы животное услышало звуки машин” получали достаточно много баллов — при условии, что они упомянут, что городское животное таких стимулов не испугается.

Обитание в городе часто предполагает поедание остатков чужой пищи. Наверняка вы видели ворон, собак или кошек, которые роются в помойках. Дикое животное, которое никогда не видело мусорного бачка, может и не догадаться, что в нём есть что-то съестное — в том числе потому, что оно никогда не видело пищу в такой форме. Так что если дать дикому и городскому животному городскую еду, первое, скорее всего, не будет её есть, потому что привычный рацион у него другой. Те, кто предложил такой эксперимент, получили за него много баллов. Но ещё больше “заработал” тот, кто придумал опыт “дать животному еду в “человеческой” упаковке и посмотреть, сможет ли оно её открыть, если да, то это городское”.

Определить, чем питается животное, можно не только дав ему еду. Выяснить, “городской” у организма рацион или “дикий”, можно, проверив состав его кала. Негуманный, но действенный способ — провести вскрытие и посмотреть на содержимое желудка и кишечника. Все эти варианты приносили тем, кто их озвучил, довольно много баллов.

Ещё городские животные могут отличаться от диких массой, в том числе мышечной, стойкостью к перепадам температуры и потребностями в пространстве. Всё-таки в городе чуть проще найти еду (из-за тех же помоек), поэтому “подопытных” можно просто взвесить и посмотреть, кто тяжелее. Ещё полезно сравнить относительную массу мышц: скорее всего, у диких она будет больше, так как им нужно больше передвигаться. Ещё лучше — дать физическую нагрузку. В городе проще найти места с относительно постоянной температурой (подвалы, коллекторы), так что, вероятно, устойчивость к её перепадам у городских будет ниже. Это можно проверить, поместив животное в комнату, в которой будет то холодно, то жарко. Наконец, в целом не лишено смысла посадить животных в маленькое помещение на какое-то время и посмотреть, какое из них будет спокойнее реагировать. От новой незнакомой обстановки нервничают все, тем более если помещение закрытое (срабатывает так называемый “рефлекс свободы”). Тем не менее, у городских животных территории, которые они считают своими, зачастую меньше, чем у тех, кто живёт в других экосистемах. Поэтому, по идее, они должны чуть лучше переносить нехватку места.

Самые простой эксперимент, который можно было описать: “разделить животных на две группы, одних какое-то время держать в городской обстановке, других — в негородской, и посмотреть, кто где будет лучше себя чувствовать”. Те, кто описывал подобный опыт, получали баллы, пусть и немного.

**6-6. Большинство ядовитых растений опасны, но не смертельно: их поедание, как правило, не приводит к летальному исходу. Какие объяснения вы можете предложить такому факту? Зачем или почему растения могут быть “немного ядовитыми”?**

Все версии делятся на “зачем” и “почему”, оно же “как так вышло”.

Из первого ряда самая очевидная и распространенная версия: для самозащиты. Без уточнений, от кого понадобилось защищаться растению, версия пригодная, но слабая. Мысль можно немного развернуть. Это может быть защита от поедателей (тлей, жуков, гусениц и травоядных позвоночных), от паразитов, от животных, которые могут съесть плод. Сам по себе плод не ядовит, но может быть «немного ядовитым», пока не созреет или же ядовитыми будут только семена, чтобы распространители не грызли и не повреждали их.

Совершенно справедливо писали, что у растения может быть специализированный распространитель, для которого плоды не ядовиты (как у птиц, распространяющих семена красного перца). Вообще, идея, что ядовитым может быть не все растение целиком, или не всегда или не для всех – хорошие версии, выводящие нас за плоскость вопроса.

Упоминали несколько смежных версий о том, что животное ест плоды и все же слегка отравляется. Тогда у него возникает кишечное расстройство, и оно быстро отдает почве семена, пока они не успели повредиться в кишечнике, вскоре наступает голод, и всё может повториться. Либо животное поумнее, и оно запоминает, что данное растение есть не стоит (не важно, плоды или любую другую часть), а может и потомство свое научить. Так растение оказывается спасено от поедателей. При этом можно быть не ядовитым, а просто очень горьким.

Второй ряд идей относится к объяснению, как у растения получилось стать ядовитым. Яд может не специально синтезироваться растением, а накапливаться из среды. Ядовитость может зависеть от места произрастания (загрязнения воздуха, вод или почвы), от возраста растения или от времени года, даже от массы животного-поедателя или от степени освещенности (как у борщевика, который повышает чувствительность кожи к солнечному свету).

Многие почему-то писали про лечебные растения. Даже если растения лекарственные для человека или животных, то для самого растения это не играет никакой роли. Такая версия не может быть ответом на вопрос.

Закономерно ничего не писали про продукты метаболизма, но это целый большой класс версий. Растение могло что-то нужное синтезировать через промежуточные продукты, которые оказались ядовитыми для животных. Их мало, поэтому растение «немного ядовито». Есть такая гипотеза, что ядовитые (ну или просто неприятные) вторичные метаболиты растений могли быть «легкими вариантами», способом обезопасить себя от еще более ядовитых продуктов метаболизма. Или растению нужно другое свойство этого вещества, например, привлекательный запах, а еще оно ядовито. Такой побочный эффект. Очень жаль, что не написали важную мысль: ядовитое вещество может быть ядовито для самого растения, поэтому растение может быть только «немного ядовитым», очень ядовитые экземпляры уже умерли. Или вещество может накапливаться в мертвых тканях (например, в пробке) или выделяться на поверхность, в смоляные ходы и похожие структуры. Растение может быть даже ядовитым только в случае обнаружения поблизости своего врага. А еще растение может быть ядовитым вообще не для животных, а для других растений, таким образом снижая конкуренцию.

**7 класс**

**7-1 Как животные, ведущие прикрепленный образ жизни, могут решать проблему поиска партнёра для спаривания?**

Версии, которые приводили участники олимпиады, можно разбить на несколько групп.

1) Некоторые животные просто избавляются от этой проблемы: им не нужно искать партнера, если они гермафродиты или размножаются в основном бесполым путем

2) Животное может оставаться прикрепленным и в то же время перемещаться, например, «оседлав» какой-нибудь подвижный организм

3) Животное может иметь отдельные подвижные части. Поскольку прикрепленные животные чаще всего обитают в воде, с помощью ножек или щупалец они могут создавать вокруг себя ток воды, подгоняя чужие половые клетки поближе к себе и отгоняя собственные

4) Подвижными могут быть только половые клетки — в первую очередь, сперматозоиды. Они могут прикрепляться к другим подвижным животным, путешествовать с током воды, а также активно двигаться за счет жгутиков. Самки могут выделять сигнальные вещества, привлекающие сперматозоиды.

5) Наконец, самая сложная версия: животное может быть прикрепленным или подвижным на разных стадиях жизненного цикла. Например, для бесполого размножения могут служить прикрепленные особи, а для полового — подвижные (как это бывает у кишечнополостных). Или же молодая особь/личинка может быть подвижной (как у асцидии), выбирать место рядом с другими животными, оседать там и становиться прикрепленной.

К сожалению, при проверке выяснилось, что многие участники олимпиады нашли некоторые варианты ответа в интернете и скопировали их в работу, не указывая ссылку. В таких случаях этот вопрос пришлось дисквалифицировать: по правилам олимпиады допускается цитирование только с указанием источника и не более пяти строчек.

**7-3 Многим растениям в сезонном климате приходится жить при отрицательной температуре. Какие приспособления могут помочь им справиться с заморозками?**

Вопрос, заданный участникам, требовал понимания и применения не только биологических знаний, но и физических законов. К таким закономерностям относятся свойства и природа тепла и поведение воды при замерзании.

Основной источник тепла зимой — нагретая во время теплого сезона земля, она отдает тепло воздуху над ней. Теплый воздух легче холодного, а потому поднимается и уступает место более холодному воздуху — таков механизм остывания земли. Однако, если воздуху что-то препятствует, то циркуляции теплого и холодного воздуха не происходит. Многие участники вспомнили, что снег может препятствовать воздуху, чем и пользуются низкорослые растения и растения с укороченными побегами (в том числе ставшие стелящимися или превратившиеся в подушечку), а также те, у которых верхняя часть отмирает, а подземная перезимовывает в теплой почве, например, как это происходит у многих травянистых растений (а некоторые луковичные даже имеют специальный втягивающий их луковицу в землю корешок). Если корни растут глубоко, они также меньше теряют тепла. По такому же принципу (задержание теплого воздуха) растению может помогать опушение различных частей, например, почек (но, конечно, не листьев, если они будут сброшены), и сами почечные чешуи. По той же причине для растений, произрастающих в сезонном климате, характерно утолщение различных защитных и покровных тканей (коры, пробки, кутикулы и т.д.)

Растение может терять тепло и из-за испарения воды. Вода требует очень большого количества тепла для нагревания и испарения — у нее высокая теплоемкость. Это тепло вода берет от растения, с которого испаряется. Тяжелые пары эфирных масел помогут уменьшить испарение воды, а также удержать теплый воздух. Той же цели служат и смолы, в обилии выделяемые почками хвойных растений — они как бы “запечатывают” почку.

Многие участники справедливо отметили, что жизнедеятельность растения сезонна, и в жизни растения есть периоды покоя и активности. Так, растение перераспределяет питательные вещества из листьев в другие органы, например, в луковицы или в запасающие ткани в стволе, выводит и связывает воду. Опасность воды при замерзании заключается в том, что объем льда больше объема замерзающей воды, и что образующиеся кристаллики льда разрушают острыми гранями нежные клеточные структуры. С другой стороны, совсем без воды растение обходиться не может. Есть много способов обезопасить воду: прочно связать ее специальными белками, чтобы не могли образоваться кристаллики; увеличить количество растворимых сахаров — вода станет более вязкой и температура ее замерзания уменьшится; а в клеточной стенке воду связывают гемицеллюлозы, вещества, похожие на знакомую вам целлюлозу, но отличающиеся химически. Кроме того, связывание воды также поможет избежать образования пузырьков газа, которые иначе при таянии льда образовались в проводящей системе и нарушили нормальный процесс проведения соков.

Большинство участников вспомнило и про листопад как одно из самых ярких предзнаменований перехода растения к зимнему сну, однако, к сожалению, лишь некоторые развили мысль дальше и пояснили, чем же листопад так полезен растению, а ведь тут можно было многое вспомнить: он и освобождает растение от лишних трат воды и питательных веществ, и уменьшает нагрузку на дерево (иначе на листовые пластинки легло бы много снега), а листовой опад, формируя сплошной слой у земли, может служить дополнительной защитой от промерзания корней, особенно в бесснежные зимы.

Много ответов было посвящено хвое как одной из главных адаптаций к холоду у хвойных растений. Как и в случае с версией про листопад, часто участники ограничивались написанием одного слова “хвоя” (или просто “иголки”) и редко поясняли, чем же эти видоизмененные листья так полезны растению, а ведь и испарение воды с них ниже за счет кутикулы и глубоко погруженных устьиц, и фотосинтез в не слишком суровые морозы возможен, и ветки с хвоей от снега редко ломаются за счет формы листьев. Преобразованные в хвою листья и характерная форма кроны многих вечнозеленых деревьев способствуют образованию “шалаша”, покрытого снегом, который формирует воздушную подушку и защищает корни от вымерзания.

Адаптации к сезонности климата — это адаптации не только к переживанию холода, но и адаптации к пробуждению от зимнего сна и возобновлению жизнедеятельности. Версии о таких адаптациях высоко оценивались. Они очень разнообразны: это и рост из зимующих плодов, которые должны быть скорее сухими, а не сочными; разновременная всхожесть, когда семена, проросшие ранее, угнетают рост еще не проклюнувшихся семян - тогда в случае резких заморозков еще будет, кому прорасти; более темная кора хорошо впитывает солнечное излучение, как и некоторые другие вещества, например, красные пигменты антоцианы (обратите внимание на проростки весной — многие из них красные именно из-за антоцианов!).

К сожалению, абсолютное большинство участников рассмотрели только наземные растения в контексте вопроса, и совсем не вспомнили про водные, которые в холодный сезон встречаются совсем с другими условиями, чем наземные растения. Задача пережидания неблагоприятных условий для них существенно облегчена, так как редкий водоем промерзает до дна, а жидкая вода из-за ее физических свойств имеет наибольшую плотность при 4°С, и соответственно, опускается вниз, где и перезимовывают вегетативные части и плоды водных растений.

**7-4. У млекопитающих одного вида состав молока может отличаться в довольно широких пределах, даже у одного и того же животного в разное время. Предположите, с чем это может быть связано.**

Молоко — это питательная жидкость, вырабатываемая молочными железами млекопитающих и предназначенная для питания детенышей, не способных усваивать другую пищу. Несмотря на то, что вопрос не относился к конкретному животному, участники олимпиады рассматривали и писали в основном о коровах (*Bos taurus taurus*, одомашненный подвид дикого быка), часто приводя конкретные данные по составу их молока из соответствующих руководств. Точные цифры, взятые из справочной литературы, не оценивались, поскольку не имеют отношения к ответу на поставленный вопрос: что может повлиять на состав молока у животных одного и того же вида?

Таких факторов много. Как верно писали участники олимпиады, на состав молока может оказывать существенное влияние порода/географическая раса животного, его питание, количество потребляемой воды, возраст, индивидуальные особенности конкретного животного, сколько животное двигается и не болеет ли оно чем-нибудь, в каких условиях содержится, если животное домашнее. В отдельную категорию можно вынести ответы, учитывающие периодическую смену состояния животного — его реакцию на смену дня и ночи (так, вечернее молоко у сельскохозяйственных коров отличается от утреннего), времен года, также состав молока будет очень сильно изменяться в зависимости от периода лактации (сразу после родов вместо молока будет выделяться молозиво, значительно более обогащенное белками и белыми кровяными тельцами, обеспечивающими иммунитет новорожденному; затем молозиво становится переходным, а впоследствии и зрелым молоком); молоко будет немного различаться и в зависимости от начала к концу доения или кормления (жирность молока постепенно возрастает). Время, проведенное животным на солнечном свету, теоретически может повлиять на содержание витамина D3 в молоке такого животного.

**7-5 Внеярусные растения** — **это такие, которые могут существовать на разных ярусах растительного сообщества, то есть на разной высоте от земли. Как вы думаете, какие преимущества и проблемы для растения создаёт его внеярусность?**

Внеярусные растения получают следующие преимущества:

- получают много света и даже могут выбирать наиболее благоприятные условия обитания;

- легко приспосабливаются к различным условиям внешней среды;

- снижается внутривидовая конкуренция;

- за счет одновременного нахождения в нескольких ярусах у растения есть доступ к большему числу видов опылителей

- легче распространять семена, как с помощью ветра, так и с помощью животных.

У таких растений возникают следующие сложности:

- нужен длинный стебель, а по нему сложно доставлять воду и питательные вещества

- нужны приспособления для устойчивости к ветру

- при гибели и падении растения-опоры придется снова забираться наверх

- нет специфических приспособлений к определенному ярусу

- с переходом от яруса к ярусу сильно меняются условия освещенности и для эффективного фотосинтеза нужны разные листья, а их рост сложно регулировать

**7-6. Вы давно и пристально наблюдаете за популяцией малоизученных животных мымриков в дикой природе. Вы заметили, что время от времени они едят не только свою привычную пищу, но и какую-то не характерную для них еду (например, ядовитые грибы или кору деревьев), хотя “обычной” еды им, казалось бы, хватает. С помощью каких экспериментов вы можете выяснить, зачем они это делают?**

Вопрос требовал от участников предложить эксперимент, который позволил бы понять, для чего мымрики едят нехарактерную пищу. К сожалению, многие ребята предлагали только свои гипотезы, не сопровождая их экспериментами. Такие ответы не засчитывались, так как не отвечали на вопрос.

Среди предложенных экспериментов наиболее часто встречалась идея изучить различные анализы мымриков. Например, посмотреть на биохимический состав крови, изучить их кал, мочу, сравнить биохимические показатели мымрика, который ел обычную пищу и мымрика, который ел необычную пищу и т.п. Часто такое предложение сопровождалось гипотезами, что мымрик болеет, либо что ему не хватает каких-то веществ, и необычная еда нужна ему чтобы вылечится или чтобы восполнить недостаток. Опираясь на эти гипотезы, участники также предлагали проверить здоровье мымрика, предлагать больным мымрикам нехарактерную пищу и т. п. Это всё — хорошие версии, которые оценивались тем выше, чем более подробно описывался эксперимент. Например, версия “взять больных мымриков и предложить им обычную и необычную пищу и посмотреть, что они выберут” была более “дешевой”, чем версия “взять здоровых и больных мымриков и предложить им обычную и необычную пищу и посмотреть, что они выберут”, потому что во второй версии присутствует контрольная группа из здоровых животных.

Также участники предлагали разные варианты экспериментов, в которых одна группа мымриков питается одним образом, а другая — другим. Например, одной группе давать только обычную еду, другой — только необычную. Или одну группу кормить обычной и необычной едой, а другой давать только обычную. Это хорошие идеи для экспериментов, они оценивались неплохо, особенно если участник сопровождал это своими гипотезами.

Совсем редкие версии были такими: мымрики едят необычную еду для того, чтобы плод/потомство правильно развивались, поэтому нужно части беременных мымрих давать необычную еду, а части — не давать; возможно, необычная еда нужна мымрикам для изменения своего запаха/внешнего вида в брачный период, поэтому нужно понаблюдать за поведением тех мымриков, которые ели необычную еду; необычную еду мымриков заставляет есть нейропаразит, поэтому нужно исследовать их мозг.

В целом, если участник предлагал хотя бы какой-нибудь вариант исследования, а не только писал гипотезы, это уже засчитывалось и оценивалось.

**8 класс**

**8-1. В каких случаях у двух здоровых особей одного вида может быть разное количество костей?**

Ответы на данный вопрос рассматривались в курсе зоологии и анатомии и присутствуют в школьных учебниках, но, как правило, эти факты приводились в связи с различными особенностями функционирования тех или иных организмов, без заострения внимания на том, что число костей у животного отлично от типичного. Поэтому участникам для ответа на данный вопрос было необходимо продемонстрировать умение правильно сформулировать запрос для самого себя и тогда нужный факт непременно бы всплыл в памяти.

Версии, которые приводили участники в своих ответах можно условно разделить на несколько групп.

1) Количество костей зависит от возраста особи. У новорожденных, как правило, число костей больше, т. к. со временем происходит сращение. Эту версию участники почерпнули, по-видимому, при изучении опорно-двигательной системы человека, и она наиболее часто фигурирует в ответах. Далее можно было уточнить, какие именно кости срастаются. Кроме того, у анамний может осуществляться развитие с метаморфозом тогда у личиночной и взрослой стадии число костей отличаться.

2) Половой диморфизм. Действительно, у некоторых видов, число костей у самцов и самок различно, например, за счет бакулюма или рогов, которые чаще присутствуют у самцов.

3) Индивидуальные особенности организма. Сюда можно отнести разную степень проявления рудиментарных признаков, таких как количество позвонков в копчике или появление атавизмов, например, формирование тазового пояса у некоторых китов. Кроме того, в качестве ответа участники указывали разные условия среды и физическое состояние животного. и действительно, масса животного и степень нагрузки на суставы может влиять на формирование сесамовидных костей. Также некоторые участники справедливо указывали, что у разных подвидов животных число костей может не совпадать.

4) Мутации и повреждения. Такие варианты оценивались ниже или не оценивались вовсе, т. к. в условии вопроса указано, что особь здорова. Исключения составляли те версии, в которых полученное изменение не влияет на функциональное и физиологическое состояние особи. Кроме того, высоким баллом оценивались версии, в которых рассматривалось явление аутотомии, например, отбрасывание хвоста у ящериц, т. к. даже после восстановления кости в новообразованном хвосте не формируются.

**8-2. Прививка** — **распространенный способ размножения культурных растений. При этом черенок нужного сорта (привой) приживляют на молодое деревце (подвой). Однако далеко не все культурные растения размножают с помощью прививок. Как вы думаете, почему?**

Для успешного ответа на этот вопрос участнику нужно было понимать механизм прививки и иметь знания в области ботаники. Ответы на вопрос тоже делятся на ответы, связанные с механизмом прививки, и на идеи, которые выводятся из ботанических знаний. Первая группа ответов содержит в себе довольно очевидные версии, которые предлагало большинство участников. Например, что привой и подвой должны быть из одного семейства (тут допускалась формулировка “биологически родственны”), они должны иметь одревесневший стебель, быть многолетними и т. д. Часто предлагалась версия о том, что для некоторых растений существуют более простые и не такие затратные способы вегетативного размножения.

Более редкие версии были такие: привой и подвой в чём-то принципиально различаются физиологически, например, у них разные скорости роста и развития, разные циклы цветения, разные типы фотосинтеза, привою и подвою требуются разные количества химических веществ и т. п.

Интересными и редкими были версии про то, что приживанию привоя помешают какие-то структуры на подвое, например, иголки или волоски; что на привое живёт симбионт, который помешает успешной прививке; что растения не должны выделять млечный сок.

**8-3. Останки детёнышей доисторических млекопитающих (например, мамонтят или пещерных львят) находят чаще, чем взрослых особей. Укажите как можно больше причин, почему так происходит.**

Чтобы наиболее полно ответить на этот вопрос, нужно сравнить строение и поведение детёнышей и взрослых особей.

Поскольку при решении заданий олимпиады можно было пользоваться всем, предполагалось, что участники посмотрят хотя бы фотографии останков доисторических млекопитающих и поймут, что главным образом речь идёт о тушках, а не скелетах — хотя стоит признать, что в формулировке вопроса об этом можно было бы написать и конкретнее. Конечно, звери появились сотни миллионов лет назад, но самые известные и бросающиеся в глаза останки млекопитающих — это тушки, извлечённые из многолетней мерзлоты. Им от нескольких тысяч до нескольких миллионов лет. Как раз *тушки* детёнышей сохраняются лучше, чем тушки взрослых. К костям это не относится. Напротив, до конца не окостеневший скелет должен быть более подверженным разложению, поэтому версии вроде “кости детёнышей прочнее и медленнее разлагаются” (с указанием причин) не приносили участникам баллов.

Разумные версии можно поделить на две группы. Первая объясняет, почему останков детёнышей больше, чем останков взрослых. Вторая называет причины, по которым “детские” тушки лучше сохраняются.

У подавляющего большинства видов животных детская смертность выше, чем смертность зрелых особей. Иными словами, далеко не все доживают до того момента, когда сами получают возможность размножаться. Поэтому останков детёнышей по определению больше, и если кто-то это упоминал, он уже получал немного баллов за ответ.

Можно конкретизировать причины гибели. Детёныши могут быть менее устойчивыми к холоду, нападениям хищников (но с хищниками отдельный разговор, об этом позже), голоду, обезвоживанию. Это кажется очевидным, поэтому такие уточнения добавляли незначительное количество баллов к ответу. Гораздо интереснее поведенческие причины. Детёныши, не имея достаточного опыта, могли из любопытства или “по глупости” попасть в природные ловушки и навсегда остаться там. Те, кто упоминал это в ответе, получали хорошую прибавку к оценке.

Дальше нужно понять, почему вероятность сохраниться у останков молодого зверя выше, чем у останков взрослого. Для этого стоит подумать, что вообще способствует сохранению тел. Все мы пользуемся холодильниками и морозильными камерами и знаем, что продукты дольше не портятся при температуре около ноля и ниже. Дальше — физика: из двух объектов, близких по теплоёмкости, быстрее охладится и замёрзнет тот, который меньше. Это верно и для тушек животных. У млекопитающих детёныши мельче зрелых особей (а вот у амфибий, например, не всегда), поэтому тела первых имеют больший шанс целиком вмёрзнуть в грунт, пока их не начали растаскивать падальщики или разлагать бактерии гниения. Ещё небольшие тушки быстрее заносило снегом, благодаря чему их было сложнее найти тем, кто мог бы нарушить их целостность. Те, кто это указал, получили много баллов. Также в силу своих более скромных габаритов (а также неосмотрительного поведения) зверята могли провалиться в какие-то места, куда бы не прошёл по размеру взрослый, и остаться там навсегда вне доступа хищников и падальщиков.

При равной плотности объект меньшего объёма будет легче, а смерть не всегда наступает в холодное время года (плюс на Земле почти всегда были области с тёплым климатом, где снега и льда могло и не наблюдаться). Поэтому, если, скажем, звери погибали на суше, сильными дождями их могло смыть в реку, и быстрее туда сносило более лёгкие объекты — то есть, опять же, тушки детёнышей. Там они оседали на дно, и если попадали в бескислородные условия, то хранились в практически неизменном виде очень долго. Многие современные находки мамонтят, пещерных медвежат, волчат и т.д. сделаны именно по берегам современных рек. За время, прошедшее с момента их гибели, русла рек могли поменяться и передвинуться, но всё-таки не на сотни километров.

Хотя детёнышей проще поймать и убить, чем взрослых, вероятно, охотники (в первую очередь люди) могли специализироваться на ловле половозрелых особей, потому что у них присутствовали части тела, которых нет у детей: рога, бивни и так далее. Вполне вероятно, что тела таких млекопитающих люди разделяли на части и перерабатывали — даже если не ели. Поэтому они хуже сохранились.

Маловерояно, что трупы детёнышей в среднем залегают глубже или, наоборот, выше, чем останки зрелых зверей, хотя именно такую версию выдвигали некоторые участники олимпиады. Это могло бы объяснить то, что “детские” останки более доступны для изучения, чем “взрослые”, но не соответствует истине. Чтобы получилась действительно разная глубина залегания в одном и том же районе, организмы должны были жить в разные геологические эпохи. Но как же это возможно, если один — родитель, а другой — его прямой потомок?

**8-4 Вася — сторонник здорового образа жизни. Он много читал о пользе антиоксидантов и стал целыми днями есть только орехи, овощи и фрукты. К каким нежелательным последствиям и почему может привести такая диета?**

Вопрос про своеобразную диету Васи состоит из нескольких слоев. Ограничивая свой рацион орехами и зеленью, Вася

1) рискует недополучить некоторые жизненно важные вещества, например, белки (об этом писали практически все) или железо. С жирами получилось сложнее: кто-то писал, что их будет не хватать, а кто-то наоборот, что их будет избыток (второе кажется более вероятным). Из-за этого в организме могут развиться самые разные болезни, и в работах встречались самые разные версии, от диареи до депрессии. Во время проверки мы обращали внимание в основном на строгие логические цепочки между нехваткой вещества и развитием болезни, например: “дефицит железа — нехватка гемоглобина — анемия — слабость”.

2) рискует получить слишком много каких-нибудь веществ. Многие писали про растительные волокна, которые вызовут проблемы с кишечником, реже — про избыток жиров, и совсем редко — про развитие аллергии. Буквально пару раз встретилась идея о том, что можно отравиться орехами и содержащимися в них кислотами. Тем не менее в этом есть здравое зерно: стремясь есть продукты с определенными веществами, не стоит забывать о том, что возможна передозировка других веществ. История Васи списана почти дословно с реального пациента одной из американских клиник (<https://nplus1.ru/news/2019/09/18/antioxidant-nephropathy>): этот человек действительно ел очень много орехов и зелени в погоне за антиоксидантами, а в больнице оказался из-за больных почек. Оказалось, что он получал в 10 раз больше щавелевой кислоты, чем положено, и она сформировала кристаллы в почках.

3) может добиться своей цели и получить избыток антиоксидантов в организме. Мы не зря упомянули их в вопросе, но лишь немногие в своих ответах обратили на это внимание. В то же время, известно, например, что избыток антиоксидантов может нарушить работу иммунитета, поскольку нейтрофилы убивают своих жертв в основном за счет активных форм кислорода. Потребление антиоксидантов связано с неблагоприятным прогнозом лечения некоторых видов рака. Кроме того, есть данные о том, что оно связано с ускоренным старением и сокращением продолжительности жизни, потому что в клетках снижается количество активных форм кислорода и они перестают производить собственные антиоксиданты.

**8-5 Домашние кошки нравятся человеку не в последнюю очередь потому, что любят физический контакт и напрашиваются на ласку. Приведите как можно больше причин, по которым такое поведение кошек могло закрепиться в ходе эволюции.**

Формулировка вопроса предполагает, что речь идет о причинах, почему кошки напрашиваются на ласку. Значительное количество школьников говорило о том, почему человеку приятно гладить кошку (они приятные, они снимают стресс, это любимый питомец и пр.). Эти версии не оценивались, поскольку не отвечали на вопрос. К сожалению, именно поэтому ряд участников получил за ответ на этот вопрос 0 баллов.

Те школьники, которые говорили о ласковости кошек, относительно редко обращали внимание на то, что вопрос был про эволюционно закрепленные формы поведения. В силу этого выше всего оценивались внятно описанные логические цепочки, например:

· Кошек рассматривали как полезных животных, сосуществующих с человеком – вычесывали, чтобы блох было меньше – кошка чувствовала, что после расчесывания лучше и приятнее – стала приходить под руку сама

· Тактильный контакт как элемент привыкания с обоих сторон (я осторожно трогаю кошку/ кошка осторожно дает до себя дотронуться) – постепенно закрепилось как стиль взаимодействия

· Среди кошек была конкуренция за место при доме человека, поскольку там больше еды. Человеку был склонен оставлять тех, которые не дерутся между собой и хорошо относятся к человеку, т. е. более ласковых.

Следующий блок ответов не описывает закрепление в ходе эволюции, но корректно описывает причины кошачьего поведения. Оценивались положительными баллами. Перечислены от более «дорогих» версий к более «дешевым»:

· Заболевание токсоплазмозом (распространенное у кошек) меняет их поведение и делает более ласковыми

· Кошка, когда трется о человека, метит территорию и заявляет «хозяин мой»

· Кошка ищет физического контакта - такого же, как с сородичами

· У кошки есть воспоминания о детстве (как ее вылизывала мама), и поглаживание напоминает о них (воспринимается сходным образом)

· Кошка изображает привязанность для получения еды

· Кошки любят человека.

Также небольшим количеством баллов оценивалась распространенная версия, что в процессе одомашивания кошки стали более лояльны к человеку (без уточнения каким образом).

Некоторое (к счастью, относительное небольшое число школьников) увлеклись переписыванием из интернета описания проявлений кошачьего поведения и того, как хозяин должен на них реагировать (что означает поднятый хвост, как надо гладить кошку и т.п.). Естественно, эти ответы также оценивались на 0 баллов, поскольку не содержали ответа на вопрос.

**8-6 У паразитов тоже бывают свои паразиты (их называют сверхпаразитами). При этом всем известно, что шансы на успешное заражение хозяина у паразита, как правило, малы. Кажется, что для сверхпаразита эта проблема ещё сложнее. Как сверхпаразиты могут решать задачу поиска нового хозяина?**

При ответе на этот вопрос многие, к сожалению, стали писать про «обычных» паразитов, а не про сверхпаразитов. И предлагали способы найти себе свободноживущего хозяина. Такие версии не оценивались, т. к. они не отвечали на поставленный вопрос.

Одной из самых правильных групп версий была группа про синхронизацию жизненных циклов. Во-первых, при такой синхронизации больше шансов оказаться в одном месте со своим хозяином. Например, иметь одинаковых промежуточных хозяев. Во-вторых, можно откладывать свои яйца уже в яйца или личинки хозяина. Тогда после вылупления сверхпаразит будет уже внутри своего хозяина.

Вторая группа версий посвящена поиску с помощью свободноживущего хозяина. Так, сверхпаразит может заражать новых паразитов внутри того же хозяина, или же (если их нет) временно жить в самом хозяине, ожидая паразита. Несколько отдельно стоит версия, что паразит может выделять какие-то вещества, на которые реагирует сверхпаразит.

Следует отметить, что правильной, хотя и низко оцениваемой версией, была версия, что сверхпаразит будет специализироваться на распространенных паразитах, таким образом будут выше шансы найти своего хозяина.

**9-10 КЛАСС**

**9-1 Педантичный школьник Соломон тщательно следит за своим здоровьем. Собирая образцы собственной мочи, он обнаружил, что она бывает разного цвета в зависимости от того, в какое время суток он берет пробу. Как можно объяснить такой неожиданный результат?**

В интернете можно найти немало информации о том, под действием каких факторов может измениться цвет мочи. Это:  
1) концентрация (чем более концентрированная, тем темнее)

2) объем выпиваемой жидкости (чем больше, тем светлее)

3) цветная пища (например, свекла)  
4) некоторые лекарства (например, противорвотные или снотворные)  
5) заболевания выделительной системы, при которых в моче появляются кровь, гной или кристаллы нерастворимых кислот

и так далее.

С перечислением этих факторов справились большинство участников олимпиады. Однако вопрос сформулирован сложнее: в условии цвет мочи менялся не только у одного и того же человека, но и в зависимости от времени суток. Поэтому более высокие баллы получили те участники, которые пытались придумать закономерность, согласно которой моча Соломона могла бы меняться регулярно.

Например: каждое утро она более концентрированная, чем днем, и более темного цвета. Или: каждый день Соломон ест на обед морковный салат в школьной столовой, и поэтому моча становится более оранжевой. Или: каждый вечер Соломон принимает лекарства, и они влияют на цвет мочи непосредственно после приема или утром. Или: каждое утро Соломон выходит на пробежку, на которой сильно потеет, организм теряет влагу, и моча становится более концентрированной и так далее.

С заболеваниями в этом смысле оказалось сложнее: если у человека, скажем, почечная недостаточность, то едва ли кровь в моче появится только в определенное время суток. Поэтому в большинстве случаев болезнью почек такой феномен объяснить сложно, если только не предположить, например, что у Соломона диабет, и после еды в его крови - а следовательно, и в моче - становится сильно больше сахара, от чего она мутнеет.

**9-2 Существует множество классификаций грибов на съедобные и несъедобные. И если с некоторыми видами вопросов не возникает, то другие постоянно кочуют из съедобных в условно-съедобные и даже несъедобные и ядовитые. Почему один и тот же гриб может быть отнесен разными авторами к разным группам по признаку съедобности?**

Такая ситуация может возникнуть, если один и тот же вид грибов обитает в разных условиях. Например, растущие у дорог или рядом с промышленными предприятиями грибы могут накапливать токсичные вещества из почвы или воздуха. Или в условиях разного времени года или климата – при более высоких температурах или большей освещенности грибы могут вырабатывать больше токсинов (тут многие приводили пример строчков, которые во Франции ядовиты за счет более теплого климата, а в России употребляются в пищу). Также один и тот же гриб может быть съедобен или несъедобен в зависимости от возраста – старыми грибами отравиться проще, там накапливается больше веществ из окружающей среды, могут размножаться черви и бактерии, накапливаться вредные продукты обмена веществ. Съедобность грибов может зависеть от способа приготовления, от количества и частоты употребления данного гриба в пищу. Также у составителей справочников могут быть разные критерии оценки: некоторые считают ядовитыми только те грибы, что вызывают летальный исход, а некоторые – все грибы, вызывающие отравление, даже легкое. Кроме того, биохимические исследования могут уточнять информацию и грибы переносят из одной категории в другую.

**9-3. В организме животных часто встречаются парные структуры (например, два глаза или два уха). Но не всегда их строение и/или функции полностью совпадают. Приведите примеры таких структур и предположите, зачем или почему так происходит.**

Самой часто встречающейся и одновременно не совсем верной была версия про полушария головного мозга. Много писали про то, что левое полушарие отвечает за логику, а правое - за творчество, такая версия оценивалась в ноль баллов, поскольку эта гипотеза уже давно считается неверной. Тем не менее некоторая функциональная асимметрия в головном мозге действительно присутствует, но не в полушариях в целом, а в коре больших полушарий.

Также часто приводили в пример лёгкие, которые представляют собой парный орган, но одно легкое меньше другого из-за того, что сердце смещено влево.

Очень интересной была версия про то, что у кашалотов одна ноздря превратилась в мешок для накопления воздуха для ныряния.

Часто писали про асимметрию конечностей, как функциональную (правши и левши), так и морфологическую (у некоторых крабов клешни разного размера).

Несколько человек упомянули, что у птиц редуцирован один яичник для облегчения тела.

Не засчитывались ответы, в которых просто приводились в пример парные органы, но ничего не говорилось про их возможную асимметрию.

**9-4 Знакомые многодетные родители сообщили вам, что их младшие дети развиваются быстрее, чем старшие, то есть раньше начали ползать, ходить и говорить. Как вы думаете, с чем это может быть связано?**

Формулировка вопроса предполагает, что речь идет о конкретной семье, вовсе необязательно об общей тенденции. В силу этого положительно (хотя и небольшим количеством баллов) оценивался ответ, предполагающий, что эти дети просто другие, т. е. речь идет об индивидуальных различиях. Значительно более высокий балл ставился за уточнение в силу чего могли возникнуть эти различия. Среди таких причин школьниками назывались лучшая наследственность (иное сочетание генов) и более тяжелое протекание беременности первым ребенком (вариант – лучшая готовность матери к вторым родам).

Второй блок ответов включал те факторы, которые определяются именно местом ребенка в структуре семьи. Сюда входили (перечисляются в последовательности от более высоко до менее выскоко оцениваемые):

· Больше людей вокруг (за счет старших сиблингов). Старшие могут брать на себя часть родительских функций. Уточнения версии (оценивались дополнительно):

o У младших детей круг общения получается шире

o Старшие вовлекают младших в свои дела и игры

o Старшие отвечают на вопросы более понятно, чем родители / играют в более доступные игры

· Между сиблингами есть конкуренция, поэтому младшим приходится расти быстро, чтобы «не проиграть»

· Старшие дети являются примером для младших, а младшие подражают им (тянутся за ними)

· Родители стали более опытными в деле воспитания детей

· Младшим детям предоставляется больше самостоятельности

· С младшими детьми родители больше занимаются.

Несколько отдельно стоит версия о том, что к рождению ребенка у семьи стал выше социоэкономический статус, и более высокие доходы родителей дают ребенку больше возможностей для развития.

Третья группа версий связана с так называемыми возрастными когортами (разными поколениями), предполагающими, что мир вокруг несколько меняется и это оказывает влияние на детей:

· У детей больше развивающих игрушек, разнообразных гаджетов

· Плотнее информационное поле (на детей «сваливается» с раннего возраста больше информации)

· В силу развития медицины дети нового поколения здоровее и поэтому лучше равзиваются

· Акселерация (без уточнения).

Списанных работ было мало, однако несколько школьников все-таки пошли по легкому пути, пользуясь рекомендациями для родителей, почерпнутыми из интернета, из-за чего их работы превратились в «дети разные – их надо любить все равно».

**9-5 В пищеварительной системе животных пища обычно распадается до мономеров или других простейших компонентов. Однако известны случаи, когда полимеры, органоиды клеток или даже целые клетки съеденного организма сохраняют структуру и некоторые функции в организме того, кто их съел. Предположите, с какими особенностями пищи и питающихся организмов они могут быть связаны. По возможности приведите примеры.**

Итак, вопрос разделен еще в условии на две части: особенности пищи, позволяющие остаться неизменной, и особенности поедателя.

Среди особенностей пищи почти все упоминали паразитов (сам паразитический червь, его личинка или же яйца), а также любую структуру с устойчивой оболочкой (цисты простейших, цисты или споры бактерий, или сами бактерии, споры грибов, семена или споры растений, вирусы). Отдельно упоминали специально приспосабливающихся к жизни в кишечнике бактерий (как вредных, типа Хеликобактера пилори, живущего в желудке), так и нормофлору кишечника. Обычно у этих бактерий есть защитные капсулы, а также высокая скорость размножения. А еще пища может быть такой редкой и инородной, что просто не может перевариться.

Отдельные редкие истории и примеры касаются теории симбиогенеза. (Хоть вопрос и начинается с упоминания пищеварительной системы животных, формулировка предполагает возможность говорить о любых организмах). Здесь неясно, про особенности еды или поедателя стоит говорить, зато интересных примеров очень много. Когда-то именно поедание без переваривания привело к возникновению сложных мембранных структур. У одного из видов амеб функцию митохондрий выполняют симбиотические бактерии. Многие водоросли (зоохлореллы и зооксантеллы) выполняют функции пластид у морских и пресноводных беспозвоночных. Один моллюск питается морской зеленой водорослью, но хлоропласты водоросли не перевариваются, а продолжают долго (до трех месяцев) функционировать в новом хозяине. У динофитовых водорослей может быть два разных ядра. Полагают, что они возникли при поглощении, но не полном переваривании диатомовой или золотистой водоросли. Найдены виды динофлагеллят, содержащие кроме эндосимбионта из хромофитовых водорослей криптомонаду, в происхождении которой в свою очередь участвовали красная и зеленая водоросли, а также амеба и зоофлагеллята. Получается, что одна такая клетка построена из семи клеток различного типа! А хроматофоры разных водорослей могут быть окружены двойной, тройной и даже четверной мембраной, и толщина этой «матрешки» зависит от количества успешных эндосимбиозов. Ясно, что друг друга «ели и не переваривали» разные группы организмов независимо и в разное время.

К этой же группе версий примыкает история про голожаберных моллюсков (и не только их), которые используют стрекательные клетки съеденных ими кишечнополостных.

К особенностям организма-поедателя относятся отсутствие нужного для переваривания фермента (многие приводили в пример целлюлазы), мутация (поломка) или недостаток фермента, нарушение всасывания в кишечнике. К этой же группе относятся особенности пищеварения и расстройства пищевого поведения. Животное может заглатывать пищу целиком, быть фильтратором или просто съесть больше обычного. Или оно просто пока не переварило, но собиралось.

Возможно, поедатель съел что-то вредное для организма, отравился и, практически не переваривая и не повреждая эту «пищу», вывел её. Или съел настолько плохо усваиваемую пищу, что ему не хватило длины кишечника для переваривания. Или он умер. Разумеется, такие (формально верные) ответы оценивались невысоко.

Отдельная изящная версия была про еду для птенцов или любых детенышей, которую поглощают родители, а потом отдают почти непереваренной детям.

Из рубрики «смех сквозь слезы»: 1) ГМО перевариваются; 2) статьи по здоровому питанию не имеют отношения к данному вопросу.

**9-6. Известно, что у некоторых видов животных особи в колонии делятся на “касты”, и представители этих каст существенно различаются по продолжительности жизни, иногда в несколько раз. Предположите, какими механизмами это может обеспечиваться.**

Основными ошибками при ответе на вопросы были:

1) неверное понимание вопроса, ответ не на заданный вопрос. Например, описание выгоды, получаемой колонией от разделения на касты. Прежде всего при ответе на вопрос надо убедиться, что вы отвечаете четко на то, про что спрашивали.

2) Слишком общие ответы. Вроде: из-за разделения функций. Эта мысль правильная, но ее надо раскрыть. Вы должны продемонстрировать проверяющему, то вы действительно понимаете, о чем пишете.

Хорошие рабочие ответы:

1. особи разных каст подвергаются разной опасности из-за разделения функций;
2. особи разных каст живут разное время, так как от касты может зависеть отношение к этой особи других. Как пример приводили муравьиную матку, которую кормят питательной пищей другие муравьи; или муравьей-оплодотворителей выгоняют из колонии после выполнения ими своих функций, и они погибают;
3. Разное количество пищи, которую потребляют особи разных каст во взрослом состоянии: тут опять же подходит пример про муравьиную матку, которую кормят питательной пищей, поэтому она живет дольше;
4. Представители разных каст развиваются по-разному в зависимости от пищи на ранних стадиях развития, от этих особенностей развития зависит выживаемость. Пример: пчелиная матка, котрую кормят маточным молочком в раннем периоде развития и это влияет на ее развитие так, что она живет дольше.
5. Разный физический размер особей: крупные особи лучше выживают.
6. Упоминали также разный метаболизм у представителей каст: например, то же кормление маточным молочком, предположительно, может влиять на иммунитет(<https://cyberleninka.ru/article/n/adaptogennye-effekty-yantarya-i-matochnogo-molochka-pchel-pri-stresse-zhivotnyh>)
7. Влияние длительности периода развития на продолжительность жизни в разных кастах: особи, которые развиваются дольше, живут дольше.
8. Также упоминали эпигенетические механизмы. Можно было сказать, например, что метилирование цитозиновых оснований ДНК является [основным эпигенетическим механизмом разделения каст у насекомых](https://cyberleninka.ru/article/n/epigeneticheskie-i-endokrinnye-determinanty-razlichiy-po-dlitelnosti-zhizni-mezhdu-kastami-sotsialnyh-nasekomyh/viewer) (про эпигенетику можно почитать [здесь](https://www.popmech.ru/science/55168-epigenetika-mutatsii-bez-izmeneniya-dnk/#part3)). Можно было что-то проще. Но эпигенетические механизмы, скорее всего все равно играют ведущую роль в различии продолжительности жизни насекомых.
9. Можно было написать про разное распределение пищи между кастами.

Здесь перечислены ответы, которым давалось больше всего баллов, однако почти любой ответ, содержащий здравое зерно, можно было улучшить примерами, и тогда он получал больше баллов.