

# Ответы на вопросы Межрегиональной биологической олимпиады 2006-2007 учебного года

## 6 класс

**1. Для чего животные могут использовать когти и их видоизменения? Назовите как можно больше способов и примеров животных, которые эти способы используют.**

Способы использования когтей и их видоизменений (ногтей и копыт):

**защита** — кошачьи, куньи, хищные птицы, страусы, некоторые рептилии (черепахи, игуаны, вараны и т.д.); зайцы и кенгуру защищаются ударами мощных задних лап с длинными когтями; броненосцы и ехидны при опасности с помощью когтей быстро зарываются в почву; видоизмененными когтями являются ядовитые шпоры утконоса на задних лапах; с помощью копыт млекопитающие отбиваются от хищников, могут убивать ими змей; копыта и ногти защищают концы пальцев от повреждений;

**нападение во время охоты** — кошачьи, медвежьи, куньи, хищные птицы; хищники-рыболовы (медведи, белоголовые орланы, некоторые кошачьи и др.) когтями удерживают скользкую рыбу; хищные птицы и вороны используют когти для захвата и переноса добычи в гнездо; руконожка мадагаскарская (Ай-ай) имеет очень длинные и тонкие средние пальцы кистей с когтями, с помощью которых руконожка извлекает насекомых из щелей в коре; муравьеды и панголины используют когти для разрушения термитников и муравейников, медведи — для разламывания пчелиных гнезд;

### **рытье**

**а) нор/убежищ** — большинство некрупных наземных млекопитающих, многие ящерицы, некоторые птицы (ласточка-береговушка, киви);

**б) ямок для откладки яиц** — многие птицы (закапывание яиц — черепахи, крокодилы, ящерицы, сорные куры);

**в) грунта в поисках пищи** — крот, медведи, ящерицы (например, серый варан выкапывает кладки яиц других рептилий; копытами лоси, олени, кабаны и др. разгребают подстилку, снег в поисках подножного корма);

**г) закапывание пищи про запас** — многие псовые, медведи;

**д) закапывание экскрементов** — домашние кошки;

**лазание** — кошачьи, куньи, медвежьи, лемуры, ленивцы, виверровые, игрунковые обезьяны, хамелеоны, большинство ящериц, некоторые птицы (поползень, дятлы, попугаи, птенцы гоацина); удерживание в «подвешенном» состоянии — летучие мыши, ленивцы; зацепление когтями при прыжках — белки;

**оставление пометок** — многие медвежьи и кошачьи оставляют когтями на коре деревьев вертикальные следы — задиры;

**доставание или срывание чего-либо** — панды используют когти для срывания эвкалиптовых листьев;

**удержания пищи при поедании:** грызуны, попугаи; черепахи когтями разрывают пищу и придерживают её при откусывании;

**разрывание (разделка) пищи** — кошачьи, медвежьи; очищение орехов, фруктов, поддевание и сдирание чего-либо — попугаи, некоторые приматы (включая человека), панды, коалы;

**защита и нападение в драках** между представителями одного вида (установление иерархии, конкуренция за самку, пищу, территорию) — многие кошачьи; демонстрация агрессии (например, характерная для домашней кошки поза угрозы: подняты передние лапы с выпущенными когтями);

**почесывание, удаление паразитов** — некоторые грызуны, обезьяны, кошачьи, псовые;

**перенос предметов и материала для строительства** — многие птицы, некоторые грызуны;

**улучшения сцепления с опорой при движении** — псовые, медведи, гепарды, черепахи, ящерицы, крокодилы и др.

Основное отличие в стилях охоты кошачьих и собачьих в том, что кошки подкрадываются или нападают из засады, а собачьи находят добычу, преследуют её и догоняют. У всех кошек (за исключением гепарда) втяжные когти, что позволяет им совершенно бесшумно подкрадываться к добыче на мягких подушечках пальцев и сохранять когти всегда острыми.

**2. Существуют местообитания, где все растения — мелкие (мельче, чем растения тех же или родственных видов в других местообитаниях). Какие это местообитания и с чем эта особенность растений связана в каждом случае?**

Самыми популярными ответами, конечно, были «пустыня» и «тундра». В первом случае небольшой размер объясняли нехваткой воды, изредка добавляя, что небольшой размер позволяет растению

меньше испарять, а во втором – холодом. Но небольшой размер растений в тундре скорее вызван наличием вечной мерзлоты (трудно держаться и питаться), а также сильными зимними ветрами, которые не позволяют вырасти выше верхней границы снежного покрова, чем непосредственно холодом. Для обоих местообитаний справедливо указывали на нехватку элементов минерального питания для нормального роста. Несколько человек назвали экстремально короткий вегетационный период одной из причин небольшого размера растений в тундре: они просто не успевают вырасти за лето. Справедливо это утверждение и для многих пустынь, где быстрый рост возможен только в короткий период дождей.

Кроме того, мелкие растения обычны в высокогорьях, в первую очередь по «тундровым» причинам (короткое лето и зимние ветры), а так же из-за того, что в каменистой почве трудно вырастить обширную корневую систему. Но жителям равнинных областей средней полосы тоже за примерами таких местообитаний далеко ходить не нужно: достаточно взглянуть под ноги! Растения на тропинках мелкие, потому что на них постоянно наступают; растения на обочинах дорог часто, кроме того, испытывают на себе нехватку воды и минеральных веществ, а также воздействие выхлопных газов. Кстати, в окрестностях заводов, сильно загрязняющих среду разнообразными отходами, могут встречаться местообитания с массой мелких растений. Оказывать негативное влияние на растения, приводя к уменьшению их размеров, могут не только люди и климатические факторы, но и травоядные животные. Действительно, на пастбищах все растения небольшие. Трудно вырасти до больших размеров растениям-эпифитам — тем, которые произрастают на ветвях деревьев. Здесь они испытывают проблемы как с водой, так и с минеральными веществами.

Но не всегда небольшой (по сравнению с растениями тех же или родственных видов в других местообитаниях) размер растений говорит о том, что растению чего-то не хватает; бывает и наоборот. Например, растения, растущие на солнечном месте, обычно меньше в высоту, чем их сородичи из тенистых местообитаний: им не нужно «тянуться» к свету.

**3. Многие животные не способны принимать пищу в течение длительного времени (недели, месяцы), или на определенных стадиях развития. Приведите как можно больше примеров таких животных и объясните, с чем может быть связана такая особенность их питания.**

Животные, которые не способны питаться в течение длительного времени — это, прежде всего, те, пищеварительная система которых остаются совсем или частично не развитой. Так происходит в тех случаях, когда за питание и накопление запасных питательных веществ «ответственна» только определённая стадия развития животного, чаще всего личиночная. Во взрослом состоянии по этой причине не едят волосатики, многие бабочки, подёнки, комары-звонцы и долгоножки; не питаются некоторые личиночные стадии паразитов, которые участвуют в расселении, например, мирацидий и церкария печёночного сосальщика.

Не питаются организмы на стадии яйца или икринки: птицы, рептилии, амфибии, рыбы, многие беспозвоночные. После вылупления из яйца некоторые личинки сохраняют запас питательных веществ, например, в желточном мешке, а пищеварительная система у них остаётся недоразвитой. Соответственно, и питаться они не могут. Это мальки рыб и головастики. Не питаются насекомые с полным превращением на стадии куколки: бабочки, жуки, ручейники, двукрылые и др.

Не способны питаться многие животные во время брачного периода и/или ухода за потомством: лососи, идущие на нерест, пингвины, высиживающие яйца, крокодилы, пауки-птицеяды и некоторые рыбы во время охраны кладки яиц.

Многие организмы впадают в спячку или в оцепенение. Действительно, животные в таком состоянии есть не способны: это и лягушки, и караси, вмёрзающие в лёд, и медведи, бурундуки, сони, барсуки, ежи, хомяки и даже еноты и енотовидные собаки, впадающие в зимнюю спячку, и цепенеющие ящерицы, змеи, амфибии, насекомые, и пустынные организмы, переживающие самые жаркие периоды во сне, и двоякодышащие рыбы, зарывающиеся в грязь на несколько засушливых месяцев, птенцы некоторых птиц (стрижей), способные впасть в оцепенение на несколько холодных и дождливых дней. С другой стороны, многие из этих животных просыпаются периодически, чтобы подкрепиться заранее запасённой едой. Достаточно вспомнить бурундука. А многие из них просыпаются и во время оттепели и вполне способны питаться! Да вот добыть пищу для них оказывается сложно...

Не способны к частому питанию животные с медленным обменом веществ, питающиеся крупной добычей (крупные змеи). Многие кровососущие животные (пиявки, клещи, комары) едят редко, но помногу, накапливая, «консервируя» кровь в организме. Некоторые клещи способны обходиться без пищи до 8 лет.

Во время линьки не едят членистоногие (например, раки) и змеи, но продолжается это недолго

(несколько дней). Питание «редко, но помногу» свойственно многим хищникам (крупные кошачьи, волки и проч.) Правда, они всё-таки способны к питанию и в другом режиме. Верблюд запасается впрок питательными веществами и водой. Это не значит, что верблюд во время голодовки не способен есть. Голодовка у него вынужденная и в любой момент может прерваться. Поэтому подобные версии ответов оценивались невысоко.

**4. Разделите живые организмы из списка по биологическим признакам на 2 группы максимальным числом способов. Список: 1)росянка, 2)амёба, 3)молочнокислая бактерия, 4)человек, 5)курица, 6)летучая мышь, 7)капуста, 8)блоха. Для каждого способа укажите признак, который вы использовали. Внимание! При проверке ответов на этот вопрос отдельно оцениваются придуманные Вами способы и правильность каждого деления на группы.**

Верной считалась классификация, согласно которой каждый организм могло попасть только в одну из двух указанных групп. В том числе верными считались способы, при использовании которых в одну из групп попадал только один объект, а в другую — все остальные. Другие классификации (групп больше двух, некоторые организмы попадают в две группы, некоторые не попадают никуда) не оценивались. Если по какому-то признаку организмы делились более чем на две группы, возможна была классификация типа «имеющие такой признак — имеющие другой». Такая классификация тоже оценивалась.

Стоит отдельно отметить, что если участник олимпиады писал, что вольвокс — животное (такое деление встречается в старых учебниках), то эта версия оценивалась так же, как и то, что это подвижная водоросль. При том, что в настоящее время одноклеточных (в том числе колониальных) эукариот принято выделять в отдельную группу Protista, которая, вероятно, в свою очередь распадается на несколько царств.

Приводим основные (далеко не все!) варианты деления.

<b>Одноклеточные:</b> 2, 3	<b>Многоклеточные:</b> 1, 4, 5, 6, 7, 8
<b>Видимые невооруженным глазом:</b> 1, 4, 5, 6, 7, 8, некоторые амёбы	<b>Наблюдаемые под микроскопом:</b> 2, 3
<b>Простейшие:</b> 2	<b>Остальные:</b> 3, 4, 5, 6, 7, 8, 1
<b>Имеют постоянную форму тела:</b> 3, 4, 5, 6, 7, 8, 1	<b>Не имеют:</b> 2
<b>Бактерии:</b> 3	<b>Остальные:</b> 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8
<b>Анаэробы:</b> 3	<b>Остальные:</b> 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8
<b>Растения:</b> 1, 7	<b>Остальные (животные, бактерии, простейшие):</b> 4, 5, 6, 8, 3, 2
<b>Имеют корень:</b> 1, 7	<b>Не имеют корня:</b> 2, 3, 4, 5, 6, 8
<b>Имеют листья:</b> 1, 7	<b>Не имеют листьев:</b> 2, 3, 4, 5, 8, 6
<b>Имеют хлорофилл:</b> 1, 7, некоторые амёбы	<b>Не имеют хлорофилла:</b> 2, 3, 4, 5, 6, 8
<b>Животные:</b> 4, 5, 6, 8	<b>Остальные (растения, простейшие, бактерии):</b> 1, 7, 3, 2
<b>Млекопитающие:</b> 4, 6	<b>Остальные:</b> 1, 2, 3, 5, 7, 8
<b>Пойкилотермные:</b> 1, 2, 3, 7, 8	<b>Гомойотермные:</b> 4, 5, 6
<b>Хищные растения:</b> 1	<b>Остальные:</b> 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
<b>Имеют крылья:</b> 5, 6	<b>Не имеют крыльев:</b> 1, 2, 3, 4, 7, 8
<b>Ведут прикрепленный образ жизни:</b> 1, 7	<b>Способны передвигаться активно или пассивно:</b> 3, 2, 4, 5, 6, 8
<b>Имеют постоянные конечности:</b> 4, 5, 6, 8	<b>Не имеют постоянных конечностей:</b> 1, 2, 3, 7
<b>Имеют системы внутренних органов</b> 4, 5, 6, 8	<b>Не имеют:</b> 1, 2, 3, 7
<b>Облигатные паразиты:</b> 8, некоторые амёбы	<b>Остальные:</b> 3, 1, 2, 4, 5, 6, 7
<b>Насекомоядные:</b> 1, 5, 6 (некоторые виды)	<b>Остальные:</b> 2, 3, 4, 6, 7, 8

<b>Половой способ размножения:</b> 1, 4, 5, 6, 8, 7	<b>Бесполой способ размножения:</b> 2, 3
<b>Живородящие:</b> 4, 6	<b>Остальные:</b> 1, 2, 3, 5, 7, 8
<b>Развиваются из семян:</b> 1, 7	<b>Остальные:</b> 2, 8, 3, 4, 5, 6
<b>Выражен половой диморфизм:</b> 4, 5, 6, 8	<b>Не выражен:</b> 1, 7, 2, 3
<b>Жидкая среда обитания:</b> 2, 3	<b>Наземно-воздушная среда обитания:</b> 4, 5, 6, 8, 1, 7
<b>Остальные:</b> 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8	<b>Ведут ночной образ жизни:</b> 6
<b>Издают звуки:</b> 4, 5, 6	<b>Не издают:</b> 1, 7, 3, 2, 8
<b>Имеют волосистой или перьевой покров:</b> 4, 5, 6	<b>Не имеют:</b> 1, 2, 3, 8, 7
<b>Имеют когти или ногти:</b> 4, 5, 6	<b>Не имеют:</b> 1, 2, 3, 8, 7

**5. Многие водные животные и водоросли способны обитать на днищах кораблей. Какие преимущества перед другими особями своего вида они могут получить за счет такого образа жизни, и какие проблемы могут у них при этом возникнуть? По возможности, приведите примеры к вашим версиям ответа.**

Прежде всего, нужно заметить, что в формулировке вопроса не было информации о том, обитателей какого корабля мы рассматриваем. То есть ответы, описывающие фауну и флору затонувших кораблей и ответы, касающиеся кораблей исправных и находящихся на плаву, в принципе, были одинаково верны. Но два этих случая сильно отличаются.

На движущихся кораблях обитают, прежде всего, животные, способные прочно прикрепляться к субстрату. Это, например, губки, кишечнорастворимые (актинии, колониальные гидроидные полипы и т.п.), черви (сидячие многощетинковые черви, большинство из них строят известковые трубки-домики на днищах кораблей), моллюски (корабельный червь тередо в деревянных днищах, мидии и им подобные двустворчатые на поверхности почти любых днищ, многие брюхоногие, способные прочно «держаться» ногой за дно), ракообразные (наиболее многочисленны среди них морские уточки и морские жёлуди), мшанки. Среди них могут обитать и мелкие подвижные представители этих же групп. Кроме того, с кораблями часто путешествуют рыбы-прилипалы. Из водорослей на днищах обычны красные корковые, одноклеточные и нитчатые зелёные, диатомовые, некоторые бурые. Если же мы говорим о затонувшем корабле, то к этому списку можно добавить хрупких и неприспособленных к сильным течениям животных, таких как морские лилии и перья, колонии кораллов. А также морских звёзд, ежей и офиур, брахиопод и других. В щелях днища часто находят убежище осьминоги и рыбы. Если же говорить о типично пресноводных животных-обрастателях, то можно вспомнить ручейников и личинок некоторых других насекомых, гидру, губку-бадягу и т.д. Кроме того, во всех случаях более чем вероятно найти на днище корабля кладки икры многих организмов. Конечно, на днищах кораблей обитают и простейшие и бактерии, но подобные версии оценивались низко, ведь в вопросе шла речь о водорослях и животных. Какие же преимущества есть у всех этих организмов, обитающих на днищах? Во-первых, субстрат. Организмы-обрастатели в море постоянно испытывают недостаток мест для прикрепления (или ещё и укрытия в случае с затонувшим кораблём). Во-вторых, если речь идёт о движущемся корабле, то одним из неоспоримых преимуществ является его движение! Это позволяет прикрепленным организмам расселяться и занимать новые территории, находить более благоприятные места, не затрачивая энергию на самостоятельное передвижение. Быстрое движение обеспечивает постоянный приток планктона и взвешенной органики к организмам-фильтраторам, вода вокруг всегда новая с новыми пищевыми объектами. Для водорослей это тоже важно: постоянно обновляющаяся вода приносит с собой микро- и макроэлементы, необходимые для их роста и развития. Это же быстрое течение уносит от организмов вредные продукты обмена веществ, обеспечивает, благодаря хорошему перемешиванию, постоянное высокое содержание кислорода в воде, препятствует занесению организмов-обрастателей песком и илом, «смывает» паразитов. В поверхностных слоях воды (где и находится днище движущихся кораблей) – вода обычно хорошо прогрета, там светло. Потенциальным хищникам сложно угнаться за движущимся кораблём (а если корабль затонувший, то в нём есть множество укрытий, которыми могут воспользоваться донные обитатели), так что днище является ещё и неплохой защитой для них.

Почти все недостатки такой жизни (если мы говорим о движущемся корабле) сводятся к резкой смене условий обитания: переходе из солёной воды в пресную и наоборот, смене температурных

режимов, появлению в новом месте нахождения корабля новых хищников. Немало опасностей таит в себе и скорость корабля: быстрое течение может привести к повреждению или гибели организма, к отрыву от днища. Люди тоже не приветствуют обрастателей: их поджидают сухие доки, чистка и ремонт корабля, специальные токсичные или слишком гладкие (чтобы невозможно было прикрепиться) покрытия для днищ. Организм, прикрепленный таким образом, может оказаться изолирован от особей своего вида (если корабль переходит в другую среду обитания), в таком случае он не будет принимать участия в размножении. Неприятности обитателям затонувших кораблей могут доставить недостаток света и большое давление на глубине, и сильное течение, волны в случае, если корабль затонул где-нибудь рядом с рифами.

**6. Форма тела человека и других позвоночных животных поддерживается внутренним скелетом. Большинство беспозвоночных животных и растения также поддерживают постоянную форму тела, но другими способами. Какие способы поддержания формы тела у них встречаются, и для кого характерен каждый способ?**

К сожалению, как уже давно замечено, не все шестиклассники «доживают» до последнего вопроса в олимпиаде. Очень много работ, где ответов на этот вопрос нет вовсе. Часто ответ содержит только одну версию. Многие школьники неверно поняли смысл вопроса и написали о растениях, цепляющихся за опору (плющ, горох и т.д.), и таким образом сохраняющих вертикальное положение, а также о поддержании вертикального положения водорослями за счет наличия в них пузырьков газа и водными растениями за счет аэренхимы. Несмотря на отличие поддержания формы тела от поддержания положения тела в пространстве, мы оценили и эти версии, правда небольшим количеством баллов. Те, кто правильно понял вопрос, писали про механические волокна, чуть реже про тургорное давление и совсем уже редко про каменистые клетки и склерейды.

В ответах про беспозвоночных животных было много ошибок, связанных с тем, что в качестве примеров почему-то приводили змей, черепах и амфибий. Те, кто правильно понял, о ком речь, писали чаще всего про кожно-мускульный мешок у червей, панцири моллюсков и хитиновый покров у разных членистоногих. Реже вспоминали гидроскелет (например, у круглых червей), и совсем уж нечасто спикулы губок. Особым приятным сюрпризом было то, что несколько шестиклассников знают о существовании цитоскелета и его роли в клетке.

## 7 класс

**1. Школьник Петя нашел на поляне в лесу группу из нескольких редких растений одного вида. Он внес в почву возле этих растений удобрения, а придя на следующий год, растений этого вида не обнаружил. Что могло произойти? Приведите как можно больше возможных вариантов ответа.**

Ответы на этот вопрос распались преимущественно на две крупные ветви. В первой исчезновение растений (при этом подразумевалась их гибель) связывали с влиянием удобрения. Самый простой и общий ответ — эти растения не переносят удобрений — оценивался, но низко. Более высокие баллы можно было получить за счет объяснений, например:

- из-за большого количества удобрений корни перестали дышать, растение погибло
- удобрение погубило семена, растение не появилось на следующий год
- удобрение изменило кислотность почвы
- удобрение погубило бактерий/грибов-симбионтов.

Вторая ветвь ответов — о влиянии внешних факторов на растения (здесь рассматривали не только вариант гибели). Самыми популярными были версии о том, что растениям не подошли климатические условия, их сорвали/вытоптали или еще как-нибудь погубили люди. Версии о влиянии животных были следующие:

-животные съели растения. Более высокие баллы получили авторы, сообразившие, что вегетативная надземная часть у многолетников и так отмирает осенью, а весной опять появляется. Поэтому выше оценивались версии о том, что растения-однолетники не смогли размножиться, если животные съели верхушки, что животные повредили корни, или что растения погубили паразиты. Сама идея о том, что растение — однолетник, уже оценивалась, дополнительные баллы получались при объяснении того, почему не было обнаружено потомство (семена были занесены слишком далеко и т.д.)

Были версии и о влиянии растений. Не очень частой была идея о конкуренции. Почему-то намного чаще встречалась версия о нападении паразитических растений, что возможно, но намного менее вероятно, чем гибель из-за конкуренции.

Есть группа оригинальных версий, говорящих о том, что растения остались, но по каким-то причинам не были найдены или узнаны. Самая простая и популярная из них — мальчик перепутал место — оценивалась, разумеется, невысоко. Гораздо реже встречалась версия о том, что мальчик пришел не в тот сезон, и растений не было видно. К сожалению, при этом обычно писали, что он пришел зимой, и растения были под снегом. А ведь эта версия действительно может быть актуальна, если ее применить к эфемероидам, у которых надземная часть отмирает очень быстро.

Более интересные идеи: новые растения были очень маленькие (не успели вырасти); растение цветет через год (или раз в несколько лет), и мальчик его не узнал. Кроме того, молодые растения могут отличаться от взрослых и строением вегетативных частей (например, другая форма листьев).

Последняя группа гипотез связана с размножением. Начинается она с самой простой идеи — семена не проросли. Другие идеи: не произошло опыление; растения двудомные, а в популяции все были одного пола.

В конце приведем лучшие, на наш взгляд, версии:

-из-за удобрений разрослись другие растения и вытеснили эти;

-растение — однолетник, из-за удобрения оно начало развивать свои вегетативные органы, и генеративные не успели сформироваться.

Последняя идея встретилась, к сожалению, только в одной работе. Очень хорошая версия, а главное — биологически правдоподобна. Действительно, многие удобрения (например, азотные) стимулируют рост вегетативных органов. Соответственно, цветение начинается позже, а если растение к тому же является интродуцентом (т.е., занесенным), зима для него может наступить действительно внезапно, и размножиться оно не успеет.

## **2. Какие животные больше половины времени своей жизни тратят на питание? С чем может быть связана эта их особенность?**

Ответ на данный вопрос должен был включать 2 части: надо было назвать животных и объяснить, зачем эти животные тратят так много времени на пропитание. Самыми распространенными и не вполне корректными были версии о том, что животные впадающие в спячку (медведи и т.д.) вынуждены тратить много времени на еду, чтоб запасти на зиму жир, а также о том, что много едят животные, которые много двигаются (лошади, птицы и т.д.). Также встречалась сходная с ответом про спячку версия про личинок насекомых, которые во взрослом состоянии не питаются.

Вообще оказалось, что сложно назвать животных, которые точно тратят на питание большую часть времени, поэтому обычно писали о животных, которые просто много едят.

Кроме высокой подвижности, много энергии приходится тратить теплокровным на поддержание высокой температуры тела, поэтому млекопитающие и птицы должны тратить больше времени на питание, особенно мелкие (при малом размере велико отношение площади поверхности тела к объему, а значит, велика теплоотдача).

Следующая группа версий связана с тем, что пища может быть недостаточно питательная или плохо усваиваемая. Сама идея была довольно распространена, но примеры встречались редко. К сожалению, никто не вспомнил об огромной экологической группе животных-фильтраторов (губки, двустворчатые моллюски, низшие хордовые и т.д.), которые вынуждены питаться почти непрерывно. Кроме того, их питание может быть совмещено с дыханием: протекающая вода используется для газообмена. Очевидно, что в этом случае питаться приходится постоянно. Одним из редких был ответ про земляных червей, которые двигаются под землей, пропуская почву через кишечник.

.Упоминались микроорганизмы, которые получают энергию за счет бескислородного расщепления. Выход энергии получается небольшой, вот они и потребляют пищу постоянно.

Наконец, непрерывно питаться могут организмы, которые постоянно находятся рядом с источником пищи, а ее избыток может быть израсходован на рост или размножение. Это характерно для разнообразных паразитов (в первую очередь червей и простейших, последних, согласно школьной программе, тоже можно называть животными).

## **3. У многих видов растений все цветки у каждого экземпляра одинаковы. У других на одном растении встречаются разные цветки. В чем может быть причина, и для чего могут быть нужны различия в строении и окраске цветков у одного растения? По возможности, приведите примеры.**

Вопрос оказался не слишком сложным, хотя и не изобиловал разнообразием версий. Самым популярным был, конечно, ответ про раздельнополые цветки. Многие школьники резонно предполагали, что все произошло из-за того, что разные цветки получили разное количество энергии, питательных веществ, или же в них оказалось разное количество пигмента или же вовсе разные

пигменты. Такие версии без объяснений оценивались невысоко. Далее по популярности следуют указания на возможные повреждения цветков, а также мутации (с которыми связывают всё и всегда). Некоторые школьники предложили вполне логичную версию о том, что цветки разного цвета привлекают различных опылителей (разные животные лучше видят в определенных областях спектра). Не упустили и идеи о том, что все это просто случайность (изменчивость — свойство всего живого). Две версии, которые могли быть основаны на школьной программе и личном опыте, были на удивление редки: пигмент со временем меняет цвет и идея о том, что одни цветки привлекают насекомых, но опыляются не они, а другие. При этом далеко не все школьники конкретизировали последнюю идею словом «сложноцветные». Далее следуют редкие и оригинальные версии:

- пигменты у растений меняют цвет в зависимости от возраста растения или побега, при оплодотворении и созревании (чтобы насекомые знали, кого уже пора опылять, а кого уже поздно),
- пигменты меняют цвет при заражении грибами, бактериями или вирусами (некоторые декоративные растения специально инфицируют, чтобы придать им специфическую пеструю окраску),
- привитые растения, которые могут иметь цветки разных типов просто в силу того, что это два разных вида,
- на дереве могут расти эпифиты и цвести,
- растение может быть искусственно созданным химерным организмом,
- на одном растении могут быть одновременно цветки с длинными тычинками и короткими пестиками и наоборот во избежание самоопыления.
- В заключение — отличный пример, встреченный в одной работе. У смоковницы три вида цветков: мужские с тычинками, женские с короткими пестиками-столбиками и женские с длинными пестиками-столбиками. У диких смоковниц все типы соцветий находятся на одном дереве.

**4. В некоторых странах скот (например, овец) выпасают на литорали (полоса берега, которая затопляется во время прилива и обнажается во время отлива). Какой в этом может быть смысл? Можно ли в таком случае использовать литораль как основное пастбище? Почему Вы так считаете?**

Ответ на вопрос состоит из двух частей: из объяснения, зачем может понадобиться выпасать скот на литорали и можно ли использовать ее как основное пастбище.

Большинство отвечающих понимали вопрос правильно и успешно справились с заданием. Но были и такие, которые считали, что в вопросе идет речь о сезонных разливах рек, или прямо указывали, что приливы – явление непредсказуемое, подобное цунами, и запросто может смыть весь скот в море с пастухом вместе.

Среди положительных сторон выпаса можно перечислить:

1. наличие в морской растительности комплекса минеральных веществ, полезных для организма, в т.ч. йода;
2. скот, как и все травоядные животные нуждаются в соли, ее недостаток можно восполнить, если пить морскую воду или есть водоросли;
3. вместе с растительной пищей на литорали овцы могут употреблять мелких беспозвоночных, это разнообразит питание и станет опять же источником полезных веществ;
4. растения на литорали обычно влажные, сочные;
5. животные могут ополоснуться, смыть грязь;
6. литораль, как правило, ровный участок, который хорошо просматриваются. Это облегчает выпас.
7. На литорали отсутствуют характерные для леса хищники;
8. кроме всего прочего выпас может проводиться на литорали просто из-за недостатка лугов (они распаханы).
9. или же временный выпас на литорали дает восстановиться основному пастбищу.

Как основное пастбище литораль использовать нежелательно. Могут возникнуть следующие трудности:

1. отсутствие привычной для животных растительности;
2. недостаточное количество корма, следовательно, быстрый подрыв кормовой базы;
3. неудобства во время приливов;
4. переизбыток соли в пище, поиски пресной воды;
5. загрязнение воды, нарушение экосистемы литорали;
6. скот может повредить ноги на камнях прибрежной зоны;
7. сильные ветра в приливной зоне могут стать причиной заболеваний животных.

**5. Поручик Чебурков завел дома террариум и посадил в него ящерицу. Через месяц он подсадил к ней вторую ящерицу того же вида, чтобы им вместе было веселее. Через неделю подсаженная ящерица погибла. То же самое случилось еще с двумя последовательно подсаженными туда ящерицами. Чем, по-Вашему, может объясняться такой результат? Как можно было бы проверить Ваши предположения?**

Вопрос также состоит из двух частей: версия и проверка. К сожалению, большая часть школьников не ответила на вторую часть. Было очень много ответов, что проверить можно в ходе эксперимента, но не указывали сам ход эксперимента. Многие предлагали провести наблюдение за теми же ящерицами, о которых идет речь в вопросе, но там ясно сказано, что ящерицы погибли. Хороших схем опытов было очень мало.

Среди причин гибели большая часть связана с тем, что первая ящерица убивала подсаженных. Это может быть от территориальности, от того, что все ящерицы были одного пола (опять же территориальность и конкуренция). Подсаживаемые ящерицы могли быть слабее — маленькие или, наоборот, старые, или плохо перенесшие перевозку. Сильная первая ящерица могла отнимать у других еду или не подпускать к поилке. Первая ящерица могла устраивать кладку, поэтому была агрессивна.

Второй блок версий связан с условиями жизни в террариуме. Первая ящерица была приспособлена, для остальных условия (температура, влажность, режим дня и ночи, пища и т.д.) были неподходящими. Или же они вытеснялись из-за конкуренции в неподходящие условия. Они могли быть выловлены их природы, и просто не уметь пить из поилки и есть корм, им не хватало свободы, они пережили стресс. Чебурков мог не рассчитывать пищи на несколько ящериц, они голодали и начался каннибализм.

Поручик мог покупать больных ящериц, и они вскоре умирали. Гораздо реже встречалась версия, что первая ящерица была носителем заболевания, поэтому сама оставалась жива, а подсаживаемые погибали. В террариуме мог быть возбудитель заболевания, а у первой ящерицы был к нему иммунитет.

Проверка гипотез включала следующие шаги:

1. изучить литературные данные или проконсультироваться у специалиста;
2. смоделировать такую же ситуацию и выяснить, случайные ли это события;
3. взять ящериц другого пола или возраста, в зависимости от гипотезы;
4. определить пол и возраст ящериц;
5. взять ящериц другого вида, чтобы проверить, зависит ли результат от вида;
6. создать необходимые условия обитания;
7. если был токсин, то выделить его и добавить в пищу;
8. если был возбудитель, то найти его;
9. обследовать труп на предмет ран, признаков болезни или укусов;
10. вырастить ящериц вместе и посмотреть, будут ли конфликты;
11. провести опыт не в террариуме, а в загоне;
12. провести тот же опыт, но с прозрачной перегородкой;
13. первую ящерицу посадить в другой террариум с обитателями.

**6. У насекомых иногда встречаются крылья необычной формы: с длинными выростами или крупными вырезами. Какой в этом может быть смысл? По возможности, приведите примеры.**

Вопрос, как и предполагалось, оказался сложным, версий и примеров было мало. Несколько неожиданно оказалось то, что многие авторы действовали по принципу «не знаешь, что писать — пиши хоть что-нибудь» и писали об окраске крыльев, а среди примеров упоминали всех известных насекомых, включая комаров и комнатных мух, у крыльев которых нет ни выростов, ни вырезов, ни даже окраски.

**Распространенные правильные версии:**

Увеличение маневренности полета (выросты и вырезы позволяют делать резкие повороты при полете). Кстати, скорость полета за счет такой формы крыльев может лишь снижаться. Маскировка — резные крылья позволяют слиться с местностью — речь идет о явлении похожем на «расчленяющую» окраску. Возможна и маскировка под нечто конкретное (лист, цветок, веточку...)

**Редкие версии:**

Крыло может быть повреждено хищником или при выходе из кокона

Выросты и вырезы могут быть нужны, чтобы издавать звуки

Вырезы нужны для лучшего складывания и расправления крыльев (бронзовки)

Выростом можно считать птеростигму (компактное утолщение на переднем крае крыла), которая способствует увеличению скорости и маневренности полета.

### **Видимо, не реализуемые в природе, но разумные версии:**

11. Отпугивание хищника (возможно визуальное увеличение размера насекомого за счет выростов)
12. Привлечение противоположного пола и половой диморфизм
13. Наличие вырезов приводит к снижению веса крыла, т.е. более мелкое насекомое может нести большее крыло (верно, но летные качества при этом, скорее всего, будут ухудшаться).
15. Предупреждение об опасности или ядовитости за счет необычной, хорошо запоминающейся формы (как привило, все-таки об этом предупреждает яркая окраска).
17. Вырост на крыле может использоваться подобно хвосту ящерицы; хищник хватается жертву за вырост, он отрывается, а жертва быстро улетает.

### **8 класс**

#### **1. Вы, возможно, замечали, что после дождя на асфальте можно найти намного больше дождевых червей, чем на поверхности почвы. С чем это может быть связано?**

Точного ответа на этот вопрос не существует (как и на вопрос, зачем вообще дождевые черви вылезают во время дождя). Есть только различные предположения. Поэтому разберем варианты, встречавшиеся в работах:

- 1) Вода механически выталкивает/вымывает червей из их ходов. Версию оценивали, но невысоко. Вспомните, что черви в воде тонут, к тому же, для вымывания червя из его извилистого подземного хода требуется высокое давление, которое при дожде не создается.
- 2) Вода заливает ходы червей, возникает нехватка кислорода, черви вылезают наверх. Хорошая версия, но она в полной мере не объясняет, почему черви скапливаются на асфальте. К тому же, черви в воде дышать могут, и довольно долго (до нескольких дней).
- 3) Вода, при накоплении ее внутри и на поверхности почвы, насыщается солями и различными веществами, образуя раствор с разными осмотическими/кислотными свойствами, что вредно для червей с их нежными покровами. Отличная версия, была высоко оценена.
- 4) Черви ползут на асфальт запасаться водой. Неплохой вариант. Запасаться водой черви могут для разных целей: увлажнить покровы, чтобы впоследствии вырабатывать больше слизи, необходимой для передвижения; напиться водой, чтобы интенсивнее заработала выделительная система, и из организма были удалены накопленные вредные метаболиты (никто эту версию полностью не изложил); запастись водой, чтобы впоследствии расходовать ее на откладывание яиц и выработку слизи для кокона (очень хорошая идея, встреченная лишь в нескольких работах); питаться водой с растворенными веществами (идея оценивалась невысоко; вспомните, как и чем питаются дождевые черви).
- 5) Асфальт чем-то привлекает червей. А) мокрый асфальт выделяет какие-то вещества, привлекающие червей (вполне возможно); Б) структура поверхности асфальта привлекательна для червей (тоже хорошая идея, поскольку для червей осязание является важным ощущением при ориентации в пространстве); В) по асфальту легче передвигаться, чем по размокшей земле (идею оценивали, но невысоко, т.к. черви живут в почве разной консистенции, и спокойно там передвигаются).
- 6) Черви вылезают на стук капель, это рефлексорное поведение. Хорошая идея. У беспозвоночных многие стимулы могут вызывать такое поведение. Некоторые школьники писали, что шум дождевых капель похож на приближение крота – хищника, питающегося червями. Сложно судить о том, насколько это правдоподобно, но идея хорошая и была высоко оценена.
- 7) Черви выползают в дождь, чтобы спариваться и откладывать яйца/коконы. Версия интересная, была высоко оценена, особенно, если школьники писали, что дождь служит для червей знаком/стимулом для начала размножения. Правда, в связи с этой идеей было встречено много ошибок: утверждение, что половые клетки выделяются в воду (на самом деле у них внутреннее оплодотворение); что черви откладывают яйца в воду (на самом деле оставляют в почве) и т.д.
- 8) Черви случайно приползают на асфальт и не могут уползти — нельзя зарыться и могут мешать бордюры. Версия была хорошо оценена, т.к. больше всего похожа на правду.
- 9) Асфальт после дождя быстрее прогревается, поэтому черви ползут на тепло. Хорошая идея, особенно если дети объясняли, для чего червям нужно тепло (повышение обменных процессов для начала размножения и т.д.).
- 10) Никто из школьников эту версию не придумал, но она существует: некоторые черви могут быть заражены паразитами, изменяющими их поведение (тогда черви начинают вылезать на стук капель или интенсивно ползать по поверхности почвы), поэтому зараженные особи выползают и скапливаются на асфальте или в лужах, где может происходить дальнейшее развитие паразитов. Примеры та-

кого изменения поведения у животных есть, и их немало (плавание рыбы с гельминтами у поверхности воды, выползание на открытые места улитки-янтарки, зараженной лейкохлоридиумом, выползание на высокие стебли кобылок, зараженных грибами и рассеивающими при этом споры грибов, и т.д.).

**2. Разделите организмы из списка по биологическим признакам на 2 группы максимальным числом способов. Список: (1)ряска трехдольная, (2)элодея канадская, (3)петров крест, (4)спирогиря, (5)семенной папоротник, (6)секвойя, (7)пузырчатка, (8)люпин, (9)вольвокс, (10)алоэ, (11)омела. Для каждого способа укажите признак, который Вы использовали. Внимание! При проверке ответов на этот вопрос отдельно оцениваются придуманные Вами способы и правильность каждого деления на 2 группы.**

Приводим основные (далеко не все!) варианты деления.

признак	примеры	
место обитания	вода	1, 2, 4, 7, 9
	суша	все остальные
сложность строения	одноклеточные	9
	многоклеточные	все остальные
подцарство	низшие (водоросли)	4, 9
	высшие	все остальные
время существования	вымерли	5
	настоящее время	все остальные
подвижность	подвижное (имеет жгутики)	9
	неподвижное	все остальные
наличие цветков	есть	1, 2, 3, 7, 8, 10, 11
	нет	все остальные
наличие корней	нет	4, 7, 9, 11
	есть	все остальные
наличие стебля	нет	1, 4, 9
	есть	все остальные
наличие хлорофилла	нет	3
	есть	все остальные
выращивание в культуре	да	6, 10, 11, 8, 2
	нет	все остальные
способ питания	гетеротрофы	11, 7, 3
	автотрофы	все остальные
использование человеком	лекарственные	11, 7, 10
	не лекарственные	все остальные
	на корм скоту или удобрение	1, 2, 4, 8
	не используется	все остальные
азотфиксация с помощью клубеньковых бактерий	есть	8
	нет	все остальные
суккуленты	да	10
	нет	все остальные

Для справки добавим, что семенные папоротники — ныне вымерший класс голосеменных, процветавший в мезозое. Элодея канадская — цветковое растение, но в Евразию были завезены только экземпляры с пестичными цветками, поэтому у нас она размножается только вегетативно.

**3. Три бизнесмена поспорили, что выгоднее: содержать свиноферму, рыборазводный пруд или разводить крупных съедобных наземных улиток. Какие биологические аргументы мог бы привести каждый из них?**

К сожалению, данный вопрос оказался неправильно понят большинством участников олимпиады, и они рассматривали только экономические, а не биологические особенности разведения данных

животных. Ниже приведены основные биологические признаки, по которым можно оценить выгоду содержания того или иного животного.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
необходимая площадь	большая	большая	маленькая

Для содержания свиней необходима большая площадь, т.к. они животные крупные и занимают много места, необходимо место для кормушек, очистных сооружений, прохода работников и проезда техники. Нужны здания для хранения и приготовления кормов, причем многие используемые корма объемны. В отдельных случаях используют выпас животных, поэтому к площади зданий прибавляется площадь пастбищ.

При разведении рыб часто требуется много отдельных прудов, садков или аквариумов – для икры, для мальков, для молодняка, для подросших и взрослых особей, для размножения и т.п. Кроме того, теплолюбивые виды рыб, такие, как осетровые, содержатся в мелких водоемах, где вода прогревается быстрее, т.е. такие сооружения занимают большую поверхность.

Улиток содержат в террариумах или на открытых газонах, им тоже необходимы отдельные места для молодняка и особей различного размера, но благодаря небольшим размерам даже взрослых особей предприятия по разведению улиток не занимают больших площадей, так что по этому признаку разведение улиток более выгодно.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
время роста до товарного качества	210-380 дней	350 и более дней	250-300 дней

Время роста предложенных в вопросе организмов примерно одинаково, но рыбы и свиньи в этом отношении несколько прибыльнее. Время роста свиней зависит от того, какая порода выращивается. Наиболее быстро откармливают мясные породы свиней — за 7-8 месяцев. Для получения сала лучше использовать взрослых свиноматок или откармливать животное хотя бы 11-13 месяцев. Но есть и другие способы повышения эффективности этого бизнеса. Например, можно продавать молочных поросят, что ускоряет получение прибыли.

У некоторых видов рыб половая зрелость наступает быстрее, чем достижение товарной массы, поэтому если рыбы используются для получения икры, то и время их выращивания сокращается.

Улиток же продают только по достижении ими товарного веса, то есть время их выращивания сократить нельзя и прибыль будет получена через длительный промежуток времени.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
численность потомства	6-10	несколько тысяч — десятки тысяч	30-150
скорость размножения	средняя	очень большая	большая

Скорость размножения можно определить как произведение количества потомков на частоту размножения. У свиней, рыб и улиток примерно одинаковая частота размножения, но количество потомства различное. Больше всего потомства рождается у рыб, при этом следует учитывать, что при искусственном содержании гибель мальков незначительна и по этому признаку разведение рыбы значительно выгоднее, чем свиней и улиток.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
гермафродитизм	нет	нет	есть

Свиньи и рыбы раздельнополы. В экономическом смысле это не всегда выгодно, потому что для того, чтобы, например, получить икру, можно содержать только самок, но для размножения рыбы придется содержать и самцов тоже. При выращивании улиток такой проблемы нет, так как они гермафродиты и все особи обладают одинаковыми товарными качествами.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
товарный продукт	мясо, кости, внутренние органы, кожа, щетина, навоз	мясо, икра	мясо, раковины

По этому показателю наиболее выгодно содержание свиней, т.к. от них получают различные продукты, которые можно сбывать на предприятия различных отраслей (пищевую, кожевенную и т.д.) и получать большой доход. Кроме того, если, например, мясо свиней по каким-либо причинам не годится для употребления в пищу, то шкуру и щетину все равно можно продать, а из костей сделать муку, т.е. прибыль все равно будет получена.

Мясо рыбы и икра в основном перерабатываются на одном предприятии, и если вследствие неправильного хранения или транспортировки продукция испортится, то финансовые вложения не будут оправданы.

Мясо улиток используется как деликатес для людей, некоторыми видами улиток в южных районах нашей страны кормят домашнюю птицу, а раковины перерабатываются на удобрения.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
корм	комбикорм, свежий растительный корм (грубые и сочные корма), зерно, отруби и т.д.	комбикорм, свежий растительный корм	свежие листья и побеги

Для того, чтобы животные быстрее набирали массу, им требуются оптимальные условия питания. Несмотря на распространенное заблуждение, свиньи являются животными, очень чувствительными к этому фактору. Для быстрого набора максимальной массы им требуется питание различными кормами, причем в разном возрасте им требуется различная, строго подобранная диета. Также им необходимо гораздо большее разнообразие кормов, чем рыбам и улиткам. Не следует забывать, что им требуется много корма на одну особь, да и сами корма часто очень объемны, т.е. процесс кормления очень трудоемок.

Рыбы не так привередливы к условиям кормления. Разумеется, им необходим качественный корм, подкормки и добавки, но их рацион более прост и может быть ограничен комбикормом и свежим растительным кормом.

Улитки наиболее неприхотливы – для питания им достаточно свежих листьев и побегов, т.е. по этому признаку их содержание, особенно в теплых районах, наиболее просто и выгодно.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
количество корма на одну особь	большое	небольшое	небольшое

Свиньи — животные теплокровные, поэтому для поддержания температуры тела им требуется больше корма, следовательно, часть еды уходит не на наращивание массы тела, а на поддержание температуры, что не выгодно, т.к. большие объемы корма занимают больше места при хранении, процесс кормления трудоемок, да и затраты на корм выше.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
требования к факторам внешней среды	температура, наличие пространства	температура воды, содержание кислорода и примесей в ней, обогрев в зимнее время	температура, влажность, освещение, подкормка препаратами кальция

По этому фактору рыбы являются более чувствительными, чем свиньи и улитки. Рыба очень сильно реагирует на состав, температуру воды и содержание кислорода в ней, а поскольку поддержание этих факторов в оптимальном состоянии трудо- и энергоемко, то и содержание рыбы по этому так же наименее выгодно.

Улитки меньше зависят от условий внешней среды, но, например, если не поддерживать определенную длину светового периода, то они не размножаются, а при отсутствии кальциевых подкормок в их организме раковина не образуется, и они гибнут.

Наименее подвержены влиянию внешних условий свиньи, им требуется корм, чистота, и приемлемая температура.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
трудоемкость выращивания	большая (поддержание температуры, кормление в больших количествах, уборка отходов)	большая (чистка прудов, поддержание температуры и химического состава воды, разделение рыб по размерам, оплодотворение икры)	маленькая (поддержание температуры и влажности, светового периода, чистка, кормление, пересадка взрослых особей после откладки яиц)

Из сказанного выше следует, что наименее трудоемким является содержание улиток.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
загрязнение окружающей среды	есть	нет	нет

Свинофермы запрещается содержать рядом с населенными пунктами и водоемами, т.к. возможно попадание в источники питьевой воды возбудителей опасных болезней. Таким образом, по этому признаку выгоднее содержание рыб и улиток.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
болезни, опасные для человека	есть	есть	есть

Все перечисленные животные могут быть переносчиками или временными хозяевами опасных для человека болезней, но т.к. по строению свиньи более близки к человеку, чем рыбы и улитки, то и заболеваний, опасных для человека, у них больше. Соответственно, на свиноферме должен быть более тщательный санитарный контроль и более квалифицированный персонал, что требует дополнительных затрат.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
выявление заболевших особей и лечение	простое	очень сложное	сложное

Наиболее просто установить заболевание и провести лечение у свиней, т.к. каждую особь можно отдельно осмотреть, изолировать, вакцинировать и т.п. В стае рыб или в массе улиток заболевшая особь не заметна, и изолировать ее от остальных для того, чтобы не произошло заражение других животных, практически невозможно. Из-за этого болезнь может быть не замечена вовремя и может погибнуть большое количество особей. Поэтому выгода от разведения улиток или рыб по данному фактору будет меньше.

признак	свиноферма	рыборазводный пруд	разведение улиток
оценка численности животных и отбор готовых к продаже	простые	сложные	простые

Так же, как и в предыдущем пункте, оценка свиней по этому фактору наиболее проста из-за того, что они крупные. Улитки мелкие, поэтому подсчет их затруднен, а рыба находится под водой и ее не видно, т.е. для подсчета особей приходится пользоваться специальными методиками, и их численность и состояние популяции сложно определить «на глаз».

Кроме всех перечисленных факторов можно упомянуть, что у свиней есть такой признак, как агрессивность и неуправляемость, они издадут громкие звуки и неприятно пахнут (из-за чего, в частности, свинофермы и запрещено держать рядом с населенными пунктами). Рыба очень чувствительна к факторам внешней среды, и часто из-за несоблюдения условий содержания наблюдается массовый мор. У улиток можно выделить такой фактор, что масса готовой продукции реализуется по большой цене, но имеет небольшой вес и объем, т.е. хранить и транспортировать ее дешевле. Но так же стоит отметить, что не во всех странах улитки используются в пищу, поэтому, скорее всего, их целесообразнее всего выращивать в промышленных масштабах рядом с местами их потребления.

#### **4. Многие ядовитые животные имеют яркую предупреждающую окраску. Однако из этого правила есть ряд исключений. Какие исключения Вы знаете, и с чем они могут быть связаны?**

Предполагалось спрашивать только о ядовитых животных без предупреждающей окраски, но вопрос оказался сформулирован так, что можно было обсуждать и противоположные исключения. Впрочем, объяснений тому, что не ядовитые животные имеют предупреждающую окраску, немного и они широко известны:

- мимикрия (подражание ядовитым — коралловая змея, ивовая пяденица, осовидные мухи, тараканы, похожие на божьих коровок и т.д.)
- бабочки типа павлиньего глаза («глаза» на крыльях напоминают глаза хищника)
- животные, способные менять окраску (хамелеон и т.п.) могут пользоваться предупреждающей окраской в тех случаях, когда это целесообразно

Обратные исключения намного более разнообразны.

В большинстве случаев они связаны с тем, что данные животные — хищники и должны быть незаметны для потенциальных жертв (пауки, змеи и т.д.). Кроме того, защита пассивно ядовитых животных с помощью предупреждающей окраски имеет тот существенный недостаток, что хищник должен сначала попробовать на вкус одного обладателя этой окраски (который при этом может серьезно пострадать), а уже потом научиться их избегать. Поэтому более выгодным способом защиты может быть маскировка, а в случае обнаружения хищником — активная защита. Можно отпугивать хищника с помощью других приспособлений, которые не так сильно демаскируют их обладателя

(трещотка гремучей змеи, иглы и т.д.) Детеныши активно ядовитых животных могут быть еще неспособны использовать имеющийся у них яд для защиты, в связи с чем им приходится маскироваться. Животное может не иметь естественных врагов и поэтому не нуждаться в предупреждающей окраске.

К сожалению, никто из участников олимпиады не написал о том, что есть огромное число хищников, для защиты от которых предупреждающая окраска неэффективна. Для того чтобы хищники «правильно» реагировали на предупреждающую окраску, они должны обладать зрением, желательна цветным, также желательна развитая способность к обучению. Очевидно, что, например, жертвам кишечнорастворимых, ресничных червей или полихет предупреждающая окраска не поможет. Также она бесполезна там, где невозможно или неэффективно цветовое зрение (ночью, в почве, в мутной воде или на большой глубине и т.д.) и хищники пользуются для обнаружения добычи другими органами чувств.

**5. Известно, что ископаемые амфибии были очень крупными и, по крайней мере, многие из них — морскими. Современные амфибии намного мельче, и все связаны с пресными водоемами. Предложите как можно больше возможных объяснений этого факта.**

Вопрос явным образом разбивается на две части: почему амфибии уменьшились в размере и почему среди них исчезли морские формы.

Самое обычное объяснение обоих событий — конкуренция с рептилиями: в первом случае со всеми вообще, а во втором — с морскими. Морские рептилии (ихтиозавры, плезиозавры, плакодонты) появляются в начале триаса; последние находки крупных и активно плавающих морских амфибий — это как раз ранний триас. Убедительно объяснить уход амфибий из моря резким изменением их физиологии и (или) вымиранием филогенетических ветвей, имевших какую-то особую физиологию, не удастся; дело в том, что многие крупные морские амфибии принадлежали именно к тем группам стегоцефалов, которые считаются близко родственными современным лягушкам (капитозавры, трематозавры). Скорее всего, причина исчезновения морских амфибий — не физиологическая, а экологическая. Известно, что и современным амфибиям тип водного обмена (который у них очень сходен с водным обменом акул) в принципе вполне позволяет переносить морскую воду; лягушка-крабоед из Юго-Восточной Азии живет в солоноватой воде постоянно, а европейская камышовая жаба, по некоторым данным, может даже метать икру в воде Балтики. Амфибии не уходят в море не потому, что они физиологически этого не могут, а потому, что им там по экологическим причинам нечего делать. К тому времени, когда большинство морских рептилий вымерло (в конце мезозоя; некоторые — позже), уже возникло огромное разнообразие костистых рыб, которые и заполнили в море все экологические ниши, какие там только можно придумать. Заметим, что костистые рыбы — группа молодая, она появляется в конце триаса, одновременно с млекопитающими; так что палеозойским амфибиям костистые рыбы никак быть конкурентами не могли.

Аналогичным образом, общее уменьшение размера послетриасовых амфибий достаточно убедительно объясняется конкурентным давлением, с одной стороны, костистых рыб, а с другой — млекопитающих и, видимо, в какой-то степени ящериц; все эти группы возникают в триасе. Тут, вероятно, сыграла большую роль даже не зависимость амфибий от водной среды, а вызванная слишком низким темпом их обмена веществ примитивная организация их двигательной системы. Среди амфибий нет, и никогда не было ни совершенных бегунов, ни пловцов такого класса, как окунь или хотя бы щука. Поэтому они и не смогли составить конкуренцию ни млекопитающим, ни костистым рыбам; а чтобы повысить основной обмен настолько сильно, чтобы освоить новые способы движения, им надо было качественно изменить физиологию — перестать быть амфибиями. Как минимум, это потребовало бы отказа от кожного дыхания и более-менее полного разделения потоков крови (уже динозавры это имели). Амфибиям, физиологически оставшимся амфибиями, осталось только прятаться.

Кроме того, самые крупные формы среди наземных позвоночных — растительноядные, а растительноядных амфибий нет, и никогда не было вообще; здесь действует запрет, связанный все с теми же особенностями (поскольку растительноядение требует более эффективного метаболизма, чем хищничество).

Оценивались также следующие версии:

- в маленьких водоемах крупным животным тесно
- над небольшим пресным водоемом летает больше насекомых, чем над крупным морским
- Насекомые, которыми питались древние амфибии, были крупнее, следовательно и амфибии сами были большего размера
- проще выбраться на сушу из топких берегов животным с небольшим весом тела
- вода в пресных водоемах лучше прогревается и икра быстрее созревает

**6. Самцы и самки у тропической ящерицы полупалого геккона, на взгляд человека, практически неразличимы. Как они сами могут определять пол друг друга? Предложите как можно больше гипотез и способов их проверки.**

Разберем версии, встречавшиеся в работах.

- определение пола возможно по обонятельным стимулам.

У рептилий хорошо развито обоняние, и они используют его при общении. Многие школьники представляют, что запахи могут быть специфическими (характерными для вида и пола), а также, что существуют определенные вещества, привлекающие полового партнера и вызывающие у него определенное поведение. Эти вещества называются **ФЕРОМОНЫ** (не ферменты и не гормоны, как писали многие!!!). У ящериц есть хорошо развитые кожные железы — бедренные поры, секрет которых может содержать (и скорее всего, содержит) феромональные вещества. Ящерицы могут оставлять метки секретом бедренных пор, специальными пахучими выделениями из клоаки, фекалиями и мочой, и по этим меткам возможен поиск особей противоположного пола. Наверняка, многие замечали, что ящерицы и змеи часто высовывают язык и как бы ощупывают им воздух. При этом раздвоенный язык рептилий улавливает разные молекулы (то есть запахи) в окружающем воздухе и затем доставляет их в специальный обонятельный орган — **Якобсонов орган**, расположенный у рептилий на небе. Якобсонов орган у гекконов развит плохо, но он присутствует. Также при встрече самец и самка могут ощупывать друг друга при помощи языка и улавливать таким образом половые феромоны. При помощи языка и Якобсонова органа животные могут изучать и запаховые метки.

- определение пола возможно по звукам.

- определение пола по интуиции

Версия не оценивалась, т.к. никто не объяснил механизма такого распознавания.

- определение пола по температуре тела

Версия также не была оценена. Во-первых, температура тела рептилий сильно зависит от окружающей среды. Во-вторых, повышение температуры тела у самок, о чем писали некоторые школьники, может происходить у рептилий в редких случаях, например, во время высиживания кладки яиц (у некоторых змей), и процесс это энергоемкий — змея держит мышцы в тонусе, за счет чего и вырабатывается тепло, необходимое для развития зародышей. Повышение температуры тела при овуляции известно у млекопитающих (у человека, например), но никакие данные о подобных процессах у рептилий неизвестны. К тому же, у животных одного вида должны быть одинаковые физиологические характеристики, а разная температура тела – серьезное различие.

- определение пола по местообитанию

Эта версия также осталась без оценки. Никто не описал подробно способ такого разделения и способ поиска полового партнера в этом случае.

- определение пола по тактильным ощущениям.

Такой вариант теоретически вполне возможен. Форма и структура чешуи у самок и самцов может различаться. Чувствовать такие тонкие различия можно, например, при помощи языка. Ощупать друг друга лапами рептилии не могут, т.к. покров из ороговевших чешуй не позволяет ощущать мелкие неровности. И хотя у рептилий существуют отдельные специальные чувствительные чешуи, определить с их помощью столь тонкие различия сложно.

- определение пола возможно визуально.

А) сразу оговорим, что по виду половых органов у гекконов пол определить нельзя! Не видны у них эти органы. У самца парные половые органы (гемипенисы) в спокойном состоянии втянуты в специальные карманы в клоаке. У некоторых видов можно отличить самца от самки по расширенному основанию хвоста, но неизвестно, выражено ли это у гекконов, и могут ли сами гекконы использовать такой признак для распознавания пола.

Б) по особенностям окраски. Формулировка вопроса допускает такую возможность. Действительно, могут существовать мелкие детали узора и оттенки, незаметные человеку, но видимые гекконам. Следует также вспомнить о том, что строение глаз у млекопитающих и рептилий различно, и можно предположить, что у гекконов есть какие-то особенные рецепторы сетчатки, улавливающие изменение оттенков на коже, или мелкие пятна, или реагирующие на контрастность окраски. В общем, тут довольно широкое поле для фантазии. Специфическая окраска у гекконов, как писали некоторые школьники, может быть не постоянной, а появляться на время брачного периода. Более того, окраска тела может меняться и во время специфического поведения, которое гекконы могут демонстрировать друг другу при встрече. Такое быстрое изменение окраски у рептилий возможно благодаря

существованию в их коже специальных клеток с пигментами — хроматофоров, которые могут быстро сжиматься-расширяться и перемещаться в толще кожи, изменяя ее цвет. Так менять окраску способны хамелеоны, некоторые другие ящерицы и некоторые змеи.

В) также визуальное распознавание пола возможно по форме различных частей тела (например, форме головы, как писали многие школьники, форме ушного отверстия, форме отдельных чешуй, форме различных выростов, если таковы есть). Еще можно упомянуть о существовании у некоторых рептилий специальных окрашенных кожных складок, которые могут расправляться при определенных формах поведения и служить хорошим зрительным стимулом. Хотя полупалый геккон не обладает такими складками, мы оценивали такую версию, т.к. она правомерна для рептилий в целом.

Г) распознавание пола возможно и по визуальной оценке размеров отдельных частей тела (длина лап, длина хвоста, толщина хвоста, например). Действительно, пропорции тела у самок и самцов могут различаться, и многие об этом написали. Предположение школьников о том, что самцы могут быть значительно крупнее самок (или наоборот) было оценено не очень высоко, поскольку формулировка вопроса исключает такой вариант. К тому же, следует учитывать и тот факт, что самцы и самки могут становиться половозрелыми и до достижения какого-то определенного размера, и вообще, многие рептилии способны расти в течение всей жизни, так что большой размер тела о принадлежности к определенному полу нам ничего не поведает.

Д) ну и, конечно же, зрительное распознавание пола возможно по специфическому поведению, которое могут демонстрировать как самцы, так и самки. К сожалению, никто из школьников не рассказал об этом способе подробно. И, скорее всего, у полупалого геккона существует именно такой способ определения пола. Полупалые гекконы живут довольно скученно, на стенах домов, на стволах деревьев, и постоянно встречаются с особями своего вида. Можно предположить, что какой-нибудь геккон-самец, встретив другого геккона своего вида, продемонстрирует определенные телодвижения, привлекающие самку. Если другой геккон окажется самцом, то он агрессивно отреагирует на поведение нашего героя. Если же это будет самка, то она может продемонстрировать ответное поведение. Геккон-самец может повторить свои привлекающие движения, чтобы точно удостовериться, что перед ним – самка. Таким образом, возможно существование целого специфического поведенческого ритуала, состоящего из сложной последовательности ответов самки и самца на поведение друг друга. Стоит добавить, что в этот ритуал распознавания пола могут быть вовлечены и запахи, и звуки, и демонстрации окрашенных участков тела (например, самец может сначала обнаружить запаховые метки, найти по ним самку и продемонстрировать привлекающее самку поведение, а самка может в ответ издать какие-то специфические звуки и т.д.). И только последовательный анализ всех этих сигналов может дать геккону понять, кто перед ним – самец или самка.

Теперь поговорим об экспериментальной проверке.

Версии «посмотреть, понаблюдать, изучить» – не оценивались.

Корректный эксперимент для выяснения, по какому же стимулу гекконы распознают пол, может быть поставлен следующим образом. Если мы предполагаем, что гекконы распознают половую принадлежность друг друга, например, по запаху, то мы можем экспериментально убрать этот стимул.

Для этого самца и самку можно поместить в стоящие вплотную прозрачные, легко пропускающие звуки емкости с герметично закрытыми крышками, чтобы они могли видеть и слышать друг друга, но не чувствовали запахов. При этом следует провести контрольный эксперимент: либо убедиться, что наши самец и самка демонстрируют брачное поведение и спариваются, если они сидят в одной емкости, либо взять контрольных животных и поместить их в те же условия, но с возможностью чувствовать запах друг друга (проделать дырочки в стенках емкостей-отсадников). Для того чтобы убедиться, что полученные результаты действительно для всех гекконов, а не только для одной пары, лучше взять несколько/много пар для экспериментальных и контрольных условий. Также для выяснения роли определенных стимулов в распознавании пола мы можем взять эти отдельные стимулы и предъявить их животному. Например, можно взять чистую ватку, потереть ей тело самки (и получить ее запах), и потом положить вату в террариум, в котором сидит самец. В контрольном опыте мы можем использовать чистую ватку. Можно сделать макет геккона и нанести на него специфическую окраску, по которой, как мы предполагаем, происходит определение пола. В качестве контрольного эксперимента можно предъявить животным неокрашенный макет. Вариантов экспериментов можно придумать много. Если же мы предполагаем наличие сложного ритуала узнавания самца и самки, то можно придумать сложный многоэтапный эксперимент для выяснения того, какие стимулы важны

для животных сначала, какие – потом, в ответ на какие стимулы проявляется специфическое поведение, и как эти стимулы могут варьировать (можно изменять интенсивность звуков, концентрацию запахов, размер пятен окраски и т. д.). В общем, тут открывается широчайшее поле деятельности.

## 9 класс

**1. Средние размеры животных клеток около 0,015 мм; а растительных — около 0,04-0,05 мм. При этом у разных животных и растений встречаются гигантские клетки, которые в 10 или более раз крупнее обычных. Приведите примеры таких клеток. С чем в каждом случае могут быть связаны их размеры?**

Если приводить примеры всех клеток, которые больше среднего размера, не хватит, наверное, тетради. Куда важнее попробовать их классифицировать и объяснить, зачем этим клеткам нужны большие размеры и почему на их месте не может находиться много клеток нормального размера.

Например, очень длинные клетки – нейроны, мышечные.

Нейроны должны быстро передавать нервный импульс. Внутри клетки такой импульс передается путем изменения электрического потенциала на мембране клетки. Это происходит очень быстро, значительно быстрее, чем действие химического синапса. В нем требуется время для выделения в синаптическую щель медиатора, для его связывания с рецептором на мембране второй клетки и для конформационных изменений молекул ионных каналов.

Клетки скелетной мышцы должны быстро и, главное, одновременно реагировать на нервный импульс. Для этого мышечное волокно имеет длину всей мышцы. Что касается сердечной мышцы, то она разделена на отдельные клетки. Однако их мембраны связаны сквозными каналами, что обеспечивает быструю передачу импульса. Кроме того, если бы волокно состояло из нескольких клеток меньшего размера, актин-миозиновая структура, обеспечивающая сокращение волокна, оказалась бы разделена мембранами на несколько частей. Промежутки между этими частями потеряли бы способность к сокращению.

Клетки большого объема часто выполняют запасующую функцию. Жировая ткань, клетки плодов и т.д. Очевидно, что энергетически выгоднее раздуть одну клетку до размеров «цистерны», чем не тратить ресурсы на клеточное деление.

Аналогичная ситуация с яйцеклетками. Если яйцеклетка плацентарных животных может не иметь огромных размеров, то икра или яйца вынуждены быть большими — пока организм не сформируется и не вылупится, кормить его снаружи никто не будет.

До огромных размеров вырастают клетки проводящих тканей у растений. Они приобретают форму трубки, по которой перемещается жидкость. Боковые стенки клетки становятся стенками трубки, и чем клетка больше, тем шире просвет этой трубки. В принципе, трубку можно сделать и из нескольких клеток — например, сосуды животных, в этом случае жидкость стенки трубки состоят из клеток, но растения пошли другим путем.

Для одноклеточных организмов увеличение размера клетки — основной способ увеличения размеров тела (другой способ — образование колонии). Увеличение размера может служить для защиты от хищников сравнимой величины (правда, в этом случае появляется «интерес» со стороны более крупных хищников, которые не интересовались данным видом раньше), для накопления резервных веществ и т.д. Часто одноклеточные разрастаются до таких размеров, что мощности одного ядра не хватает, чтобы обеспечить такой организм рибосомами. Тогда появляются многоядерные одноклеточные.

Несегментированный мицелий некоторых грибов по сути представляет собой одну гигантскую многоядерную клетку. Такое строение — не самое ценное эволюционное приобретение, однако, в природе разрешено все, что не запрещено, т.е. все, что не очень сильно мешает выживанию в данных условиях.

А вот быстро делящиеся клетки (клетки меристемы, раковые) никогда не бывают огромными — между раундами деления они не успевают вырасти и обычно мельчают из поколения в поколение. Деление же совсем больших клеток очень затруднено или невозможно.

**2. Листья у растений бывают с ровным краем — цельнокрайние (сирень, злаки) и с различными зубчиками или вырезами — нецельнокрайние (крапива, дуб). Иногда эти особенности имеют приспособительное значение. Как Вы думаете, какое? Постарайтесь предложить как можно больше различных вариантов и в каждом случае обосновать Ваше мнение.**

Следует заметить, что в большинстве случаев приспособительное значение формы листового края (но не самого листа!) является сомнительным. Чаще всего она определяется систематическим

положением растения. Тем интереснее случаи, когда форма края листа дает растению какие-то преимущества.

Цельнокрайний лист (при прочих равных параметрах) оказывается более прочным. В самом деле, при деформации нецельнокрайнего листа в основании вырезов возникает максимальное напряжение, что может привести к разрыву листовой пластинки.

Для растений, прирастающих в водоемах с заметным течением, важна обтекаемая форма листа, чтобы листья не отрывало потоком воды. Вокруг зубчиков и вырезов могут возникать завихрения, поэтому водные растения чаще цельнокрайние.

На краю листа могут находиться волоски, железки. Для увеличения их количества нужно увеличить периметр листа. В этом случае выгодна нецельнокрайность. Гидатоды (видоизменённые устьица или железки, выделяющие жидкую воду) часто расположены именно на кончиках зубчиков листовых пластинок.

Листья крапивы покрыты жгучими волосками. Обычно травоядные начинают поедать лист с края, поэтому там важно создать высокую концентрацию волосков, чему способствует пильчатая форма края.

Другой способ защиты, применяемый нецельнокрайними растениями – превращение зубчиков в шипы (например, алоэ). Цельнокрайние листья злаков и осок, инкрустированные кремнеземом, достаточно прочные и острые, чтобы разрезать кожу животного, пытающегося их съесть.

У злаков основание листовой пластинки бывает окружено влагалищем нижележащего листа. Т.к. лист нарастает основанием, он мог бы при росте цепляться зубчиками за края влагалища.

Насекомоядным растениям типа венериной мухоловки зубчики могут быть нужны для более плотного смыкания краев ловчих листьев и удержания добычи.

У каланхоэ из придаточных почек на зубчиках листа развиваются побеги (“детки”), впоследствии опадающие и укореняющиеся.

Часто встречалась версия, что нецельнокрайность позволяет увеличить или уменьшить площадь листовой пластинки. В действительности очевидно, что мелкие зубцы по краю листа дают весьма незначительный выигрыш площади, эквивалентный изменению линейного размера листовой пластинки на несколько процентов. Исключение составляют растения с мясистыми листьями, у которых заметная доля площади листа приходится на его боковую поверхность (в этом случае форма листа существенна). Поскольку толстые листья характерны для суккулентов, которым важно сократить отношение площади листа к его объему для уменьшения испарения, такие листья чаще бывают цельнокрайними.

**3. Известно, что кроты делают запасы из дождевых червей. При этом у каждого червя крот откусывает передний конец тела, благодаря чему червь не уплзает. Предложите эксперименты, с помощью которых можно узнать, как крот определяет передний конец тела червя.**

Ответ на этот вопрос предполагает предложить схему эксперимента. Этот эксперимент должен подтвердить или опровергнуть выдвинутую предварительно гипотезу. Просто посадить крота и червя в аквариум и начать за ними наблюдать недостаточно.

Гипотезы могут быть различными:

- крот находит передний конец тела червя на ощупь по пояску, по ориентации щетинок,
- по запаху и вкусу – они могут отличаться на переднем и заднем конце
- крот может слышать, в какую сторону червь ползет и т.д.

В идеале гипотезу следует сформулировать в виде вопроса, на который может быть даны ответы да или нет.

Выдвинув гипотезу, можно приступать к планированию эксперимента.

*С помощью этого эксперимента надо попытаться опровергнуть выдвинутую гипотезу. Если не получилось, значит, она верна. Если получилось – значит, увы. Фактов, подтверждающих любую гипотезу всегда можно привести множество, поэтому только с помощью попытки ее опровергнуть мы сможем проверить ее на прочность.*

Эксперимент должен затрагивать основные детали гипотезы. Например, если предполагается, что крот находит передний конец по вкусу, просто посадить участников в аквариум и посмотреть недостаточно. Такое наблюдение ничего не докажет – мы же не увидим, какой у червя вкус по мнению крота. А вот попробовать намазать голову червя выделениями хвоста и посмотреть, будет ли крот ошибаться – можно попробовать.

Если предполагается, что крот ориентируется на поясок, поясок можно удалить и т.д.

Хорошо бы спланировать эксперимент так, чтобы разделить влияние разных факторов, выделять их по одному и оценивать вклад каждого. Для этого необходимо изменять какое-либо одно условие проведения эксперимента, оставляя неизменными другие. Например, если (как было неоднократно

предложено в ответах) привязать к кроту видеокамеру с подсветкой, скорее всего, крот червей запасать не будет. И невозможно будет сказать, произошло ли это потому, что крот перестал отличать передний конец от заднего, или потому, что его пугает свет и жужжание камеры, или потому, что пока он ее от себя не отвяжет, есть ему не захочется.

Для того, чтобы исключить влияние случайных факторов, нужно поставить контрольный эксперимент. Например, если мы помещаем крота в аквариум с червями без поясков, а он их почему-то игнорирует, нужно убедиться, что это связано именно с поясками, а не с тем, что крот оказался в незнакомой обстановке, что аквариум ему слишком тесен, что почва из цветочного магазина его чем-то не устраивает. Если же крот не потерял интереса к червям и их переднему концу, то можно предлагать ему модифицированных червей из эксперимента.

Если предполагается, что крот ориентируется на то, в какую сторону ползет червь, и предлагается предъявить ему червя, привязанного за хвост на нитку, чтобы червь как бы полз в другую сторону, нужно исключить возможность того, что крот не узнает червя, т.к. его дергают за нитку слишком быстро или слишком медленно. В идеале, эксперименты должны исключить влияние всех факторов, кроме одного, изучаемого.

**4. Для большинства животных характерна билатеральная (двусторонняя) симметрия тела, реже встречается радиальная (лучевая). Лучевая симметрия может быть первичной (если у данного животного нет двусторонне-симметричных предков) или вторичной (если двусторонне-симметричные предки есть). У каких известных Вам животных лучевая симметрия первична, а у каких вторична, и как отличить первичную лучевую симметрию от вторичной? Приведите как можно больше примеров и способов.**

Вопрос и, соответственно, ответ на него, состоит из двух частей. В первой требуется просто привести примеры, а вторая часть — «проблемная». Самый очевидный пример вторичной лучевой симметрии — иглокожие, происхождение которых от билатерально-симметричных примитивных вторичноротых считается вполне доказанным. Кроме того, есть некоторое количество животных, у которых вторичная радиальная симметрия проявляется частично: например, нематоды, у которых действительно есть значительные черты лучевой симметрии, особенно во внешнем строении. Встречавшийся иногда ответ «оболочники» следует все-таки считать ошибкой: даже взрослая (сидячая) особь асцидии представляет собой все-таки билатерально-симметричное существо. Зато отчасти верным, как ни странно, является также встречавшийся довольно часто ответ «кишечнополостные». Согласно традиционной точке зрения, до сих пор сохраняющейся в учебниках, кишечнополостные относятся к группе Radialia, и их радиальная симметрия однозначно рассматривается как первичная. Однако в последние несколько лет появились и другие гипотезы. Например, В.В. Малахов (2004) считает, что действительно первичная лучевая симметрия наблюдается только у гребневиков (Stenophora), а у стрекающих кишечнополостных (Cnidaria) она вторична. Другими словами, предполагается, что медузы, гидры и кораллы тоже происходят от билатерально-симметричных предков. Связана эта гипотеза отчасти с новыми взглядами на происхождение многоклеточных животных в целом, а отчасти с пересмотром системы стрекающих кишечнополостных: самым примитивным классом среди них теперь считаются не гидроиды, а коралловые полипы, в строении которых элементы билатеральной симметрии как раз присутствуют.

В порядке «экзотики», о которой вряд ли могут быть осведомлены школьники (хотя всякое бывает), можно упомянуть одну из теорий происхождения многоклеточных животных — теорию билатерогастреи Г. Егерстена, согласно которой билатеральная симметрия была исходной вообще для всех Metazoa. Если принято гипотезу Егерстена, то получается, что у любых многоклеточных радиальная симметрия может быть ТОЛЬКО вторичной.

Вторая часть — вопроса «проблемная»: как отличить вторичную радиальную симметрию от первичной? Все реальные ответы на этот вопрос так или иначе сводятся к понятию «сравнительный анализ». Перечислим вкратце имеющиеся здесь конкретные возможности:

1) Тщательно исследовать морфологическое разнообразие группы животных, к которой принадлежит спорный объект. Если в ее составе найдутся не только радиально-симметричные формы, но и билатерально-симметричные — это, как минимум, позволяет рассмотреть гипотезу о вторичности радиальной симметрии в этой группе, особенно если ее билатерально-симметричные представители оказываются сравнительно примитивными по другим (не связанным непосредственно с типом симметрии) признакам.

2) Если рассматриваемая группа животных состоит только из радиально-симметричных форм — сопоставить имеющиеся данные с ее положением на филогенетическом древе, построенном, опять же, по ДРУГИМ признакам (не связанным непосредственно с типом симметрии). В крупномасштабной

систематике в качестве таких признаков чаще всего используются особенности ранних стадий индивидуального развития – тип дробления (спиральное, радиальное или другое), способ закладки рта («первичноротость» или «вторичноротость»).

3) Исследовать анатомию животного, чтобы поискать следы билатеральной симметрии в различных невидимых снаружи системах органов (нервной, кровеносной, опорно-двигательной и т.д.). У животного, у которого радиальная симметрия действительно вторична, такие следы найдутся наверняка.

4) Частная, но очень важная возможность – исследование промежуточных стадий индивидуального развития. Например, сильнейшим аргументом в пользу вторичности радиальной симметрии у иглокожих является тот факт, что их плавающая личинка представляет собой чисто билатерально-симметричное животное, очень похожее на личинку некоторых других вторичноротых, остающихся билатерально-симметричными и во взрослом состоянии (кишечнодышащие).

Что касается типичных ошибок при ответе на этот вопрос, то практически все они были связаны просто с его непониманием. Особенность данного вопроса в том и состоит, что практически любой АДЕКВАТНЫЙ (соответствующий формулировке) ответ может быть правильным хоть в какой-то степени. Например, если школьник писал, что вторичной радиальной симметрией обладают кишечнополостные, ему засчитывался за это положительный балл: соответствующее представление хотя и не является общепринятым в зоологии, но все же существует. Хоть какой-то положительной оценки здесь заслуживал (и удостаивался) любой адекватный и корректный ответ, пусть даже и не соответствующий современным положениям науки (поскольку и сами эти положения во многих случаях неоднозначны). Но если ответ обнаруживал, что школьник в принципе не понимает, что вообще такое двусторонняя и лучевая симметрия, то мы уже ничем не могли ему помочь. Заметим для справки, что эта информация приведена в начальных разделах любого школьного учебника зоологии.

**5. Известно много видов земноводных, кожа которых покрыта ядовитыми выделениями. Почему среди млекопитающих, кожа которых богата железами, как и кожа амфибий, такой способ защиты почти не встречается?**

Единогласного и общепринятого ответа на этот вопрос нет, разнообразные же соображения можно сгруппировать в виде нескольких пунктов:

1) Млекопитающие, как правило, покрыты шерстью, которая будет чисто механически мешать выполнению ядовитыми железами своей функции.

2) У млекопитающих есть другие способы защиты, в частности и в особенности их кожа сильнее ороговевает и является значительно более прочной, чем кожа амфибий. У последних в связи с кожным дыханием сильное ороговение (больше одного слоя кератинизированных клеток) физиологически «запрещено», и такие способы защиты, как, например, покрывание роговыми чешуями (типа панголина) просто невозможны.

3) Тонкая постоянно влажная кожа должна быть хорошей приманкой для паразитических организмов – грибов и простейших, яд может служить защитой от них. Сухие толстокожие млекопитающие в этом нуждаются меньше.

4) Отсутствие у млекопитающих физиологической потребности в том, чтобы кожа постоянно была влажной. У амфибий, опять же в связи с их кожным дыханием, такая потребность есть, а раз уж кожу и без того постоянно приходится покрывать слизью, почему бы не превратить эту слизь еще и в средство защиты?

5) Вскармливание детенышей молоком. Детеныши могли бы отравиться, если бы кожные железы их родителей систематически выделяли яд.

6) Врагами амфибий являются, как правило, представители других классов. Поэтому их яд опасен для рептилий и теплокровных, а для амфибий безвреден. Судить об этом можно хотя бы по тому, что бесхвостые амфибии (лягушки и жабы) после линьки, как правило, пожирают собственную сброшенную шкуру. Млекопитающим пришлось бы перестраивать метаболизм, либо «изобретать» чрезвычайно специфический яд, чтобы представители одного отряда (например, хищники) от него гибли, а представители другого (например, грызуны) — нет. Поскольку млекопитающим еще и свойственно вылизываться, они наверняка пострадали бы от собственного яда.

7) Млекопитающим очень невыгодно быть постоянно влажными – теряется много воды и падают термоизолирующие свойства шерсти. Так что им пришлось бы выделять жирорастворимый яд (содержащийся, например, в выделениях сальных желез), но он заведомо будет действовать медленнее, чем водный раствор, и, значит, будет менее эффективен.

**6. У растений, как и у животных, встречается иммунитет к различным инфекциям, в частности, к паразитическим грибам. По каким особенностям строения и развития можно отличить растение, устойчивое к заражению данным видом гриба, от неустойчивого? Какие реакции на проникновение гриба могут быть характерны для устойчивого, а какие — для неустойчивого к нему растения?**

Прежде всего, следует отметить, что паразиты обычно специализированы, т.е. поражают растения определенного семейства, рода или вида. Поэтому можно утверждать, что гриб, паразитирующий на злаках, окажется безвреден для крестоцветных.

Спора паразитического гриба, попадая на поверхность растения, прорастает гифой, которая затем проникает внутрь растения через поврежденные ткани либо естественные отверстия — устьица, чечевички, рыльце, гидатоды. Некоторые грибы могут внедряться и непосредственно через клеточную стенку. Другой уязвимый орган растения (про который многие школьники забывали) — корень, т.к. в почве фитопатогенные грибы хорошо сохраняются, а условия благоприятны для их развития. Грибные гифы или их отростки прорастают в клетки растения и начинают питаться за их счет.

Помешать грибу проникнуть внутрь растения могут особенности покровных тканей. Это, во-первых, толщина клеточных стенок, сильное развитие коры, пробки, кутикулы. Во-вторых, проникновению мицелия в ткани листа может препятствовать сильное опушение. В-третьих, малое число, анатомические особенности и мелкий размер устьиц. Последнее, впрочем, не всегда надежная защита, т.к. размер устьица в любом случае превышает толщину гифы. Важнее может оказаться ритм дневных устьичных движений. Если устьица закрыты на рассвете, когда растения покрыты росой, не происходит заражения грибами, требующими обильного увлажнения для прорастания спор. Закрытый околоцветник не позволяет спорам попадать на внутренние части цветка. Заражению препятствует и гладкая поверхность растения, на которой не могут задержаться споры. Помешать проникновению инфекции в зоне повреждения может обильное выделение сока или смолы (особенно содержащих фитонциды), быстрая регенерация или опробковение и одревеснение примыкающих к ране тканей.

Кроме того, что она является механической преградой для прорастания гиф, кутикула может способствовать защите растения еще одним путем: на гладких листьях с сильным восковым налетом капли воды не задерживаются, растения быстро высыхают и споры гибнут. Быстрому высыханию растения также способствует рыхлая форма куста.

Некоторые растения периодически отбрасывают старые органы, которые с высокой вероятностью могут оказаться зараженными. Перед этим из них происходит отток питательных веществ в другие части растения.

У растений может формироваться приобретенный иммунитет. Такое растение, успешно справившееся с инфекцией (следы поражения могут сохраниться, например, в виде пятен отмершей ткани), некоторое время будет устойчиво к данному виду гриба.

Была высказана идея, что к паразиту будет устойчивым растение, лишенное поражаемого органа. Например, если гриб поражает цветки, а растение размножается вегетативно.

Выше перечислены анатомо-морфологические признаки, по которым можно отличить устойчивое растение от неустойчивого. Кроме того, существует ряд физико-химических факторов, отвечающих за иммунитет растения к фитопатогенам.

Главный из них — выделение фитонцидов на поверхности и внутри растения. Фитонциды — вещества различной химической природы. Обычно они убивают паразитические грибы либо подавляют их рост и размножение. Другие возможные функции — привлечение организмов-антагонистов патогена и вызывание отрицательного хемотропизма у паразитических грибов.

Иногда иммунитет возникает за счет недостатка в тканях растения питательных веществ, необходимых для данного гриба (например, углеводов). Причиной устойчивости также может стать кислотность клеточного сока, неблагоприятная для паразитического организма, содержание в тканях алкалоидов и других продуктов метаболизма.

Чтобы из поток веществ из растительной клетки шел в гифы, осмотическое давление в последних должно быть выше, чем в клетках растения-хозяина.

Еще один эффективный способ уйти от заражения — изменение сроков вегетации так, чтобы пройти наиболее уязвимые стадии, когда условия неблагоприятны для гриба. Некоторые растения развиваются настолько быстро, что гриб, даже проникнув внутрь, не успевает причинить существенного вреда до того, как созреют семена. Строго говоря, последние два способа под определение иммунитета не подходят.

В ответ на заражение в растении начинают вырабатываться фитоалексины — вещества, токсичные для паразита — и подавляется синтез веществ, необходимых для его роста. Выделяются ферменты, разрушающие грибные клеточные стенки; лектины — вещества, склеивающие хитиновые волокна в клеточной стенке грибов и препятствующие росту гиф. Появляются белки, ингибирующие грибные ферменты. Потребность в быстром синтезе большого количества новых веществ приводит к увеличению числа рибосом в клетках растения. По количеству рибосом и белков можно судить о степени иммунности данного растения.

В пораженных клетках образуются активные формы кислорода — перекиси, супероксид-анионы, гидроксид-радикалы и др. Это ведет к гибели инфицированной клетки, сопровождающейся характерными изменениями органоидов, а вместе с ней и паразита. Зачастую гибнут также клетки, окружающие зону инфекции, а иногда растения отбрасывают зараженные органы.

Клеточные стенки вокруг пораженного участка утолщаются, может происходить их опробкование или одревеснение. В результате проникшие гифы локализуются и погибают.

Токсины, выделяемые фитопатогенными грибами, способны разрушать растительные ферменты или снижать их активность. Если это им удастся, иммунный ответ подавляется, гибели клеток в зараженной области не происходит. Более того, взаимоотношения биотрофного паразита и не иммунного к нему растения на первых стадиях напоминают симбиоз. Часто паразит даже стимулирует клетки хозяина, вызывая их интенсивный рост. Даже при распространении гиф по всем тканям растение может сохранить тургор и зеленый цвет, начать интенсивно куститься и т.п. При этом, правда, гриб подавляет отток питательных веществ в другие части растения, так что накопление крахмала и других веществ в запасающих тканях не происходит вовсе или весьма незначительно. Такое сожительство может быть весьма продолжительным, внешние признаки заражения зачастую появляются только в момент спороношения.

Картина, обратная описанной, наблюдается при взаимодействии растения и сапротрофного паразита. Сапротрофы питаются мертвой органикой, поэтому гриб, проникнув в ткани растения, начинает выделять токсины, убивающие или ослабляющие соседние клетки. Затем в такие клетки врастают гифы. Так гриб обеспечивает появление новых порций мертвого органического вещества. На пораженном растении быстро появляются участки отмерших тканей.

Стоит добавить, что у растений нет специализированных клеток, отвечающих за иммунитет (аналогичных лимфоцитам животных). Антитела у растений также не обнаружены.