



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

БИОЛОГИЯ, 2016

**ЗАДАНИЯ И РЕШЕНИЯ
ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО БИОЛОГИИ**

в Кировскую Летнюю многопредметную школу
и на заочное отделение ЦДООШ
в 2016 году

**Киров
2016**

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

Задания и решения вступительной работы по биологии в Кировскую
Летнюю многопредметную школу и на заочное отделение ЦДООШ в 2016
году. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2016. – 22 с.

Задачи и их решения предложены:

6-7 классы – Е.Н. Лимонова, 8 класс – Д.Ю. Петухова, 9-10 классы: «Безгуморальные животные» — Ломов Н.А., «Новые уши» — Шилов Е.С., «Наш единственный союзник» — Шилова О.Н., «Капризный белок» — Агапов А.А., «Естественный отбор 2.0» — Кузин И.А.

Подписано в печать 30.05.2016

Формат 60×84^{1/16}. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,7

Тираж 100 экз.

**Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение
дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных
школьников», Киров, 2016**

1. (6) В своей жизни человек использует разнообразные соки растений, в том числе и такие необычные как березовый, мангустиновый, картофельный, морковный и кизилловый. Из каких органов растения они готовятся? В чем заключается их польза?

Примерный ответ

Сок – это жидкий пищевой продукт, полученный в результате отжима съедобных спелых плодов или овощей. Он содержит большое количество витаминов и других полезных веществ, поэтому человек включает его в свой пищевой рацион.

Березовый «сок» собирают во время сокодвижения, делая надрез на стволе дерева. Содержит большое количество органических кислот, фруктовый сахар, микроэлементы и витамины группы В. Доказано, что вещества в составе сока березы стимулируют обменные процессы в организме и способствуют выведению канцерогенов и токсинов. Этот природный напиток рекомендуют людям с заболеваниями органов дыхательной системы, при бронхитах и кашле, а также частых головных болях и нарушениях функций печени. Кроме того, березовый сок полезен для тех, кто страдает радикулитом, артритом, подагрой или ревматизмом.

Общеизвестно, что регулярное употребление березового сока благоприятно сказывается на процессе расщепления камней в мочевом пузыре и почках. А еще этот натуральный напиток способствует скорейшему заживлению язв и ран.

Мангустиновый сок изготавливается из плодов-ягод тропического растения мангустин (рис. 1). Вещества, составляющие основу сока, обладают антиоксидантными свойствами. Мангустиновый сок («ХанГо») рекомендуют пить для поддержания хорошего самочувствия и скорейшего выздоровления после тяжелых болезней и операций. Проводятся исследования о возможном благотворном воздействии некоторых веществ, входящих в состав сока, при лечении рака.

Картофельный сок – продукт отжима видоизмененных побегов – клубней. Его чаще используют при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Но также используют как мочегонное, легкое слабительное, противомикробное, регенерирующее, болеутоляющее, спазмолитическое, ранозаживляющее, общеукрепляющее и противовоспалительное средство. Картофельный сок способен привести к норме водно-солевой и общий обмен веществ, поддерживать необходимый уровень гемоглобина, улучшать функционирование сердечно-сосудистой системы и почек. А так же понижать повышенное артериальное давление, стимулировать активность кишечника, устраняя при этом запоры хронического характера, улучшать работу пищеварительной системы и повышать аппетит, устранять изжогу, болевые ощущения в желудке и кишечнике, внутренние кровотечения желудка.

Морковный сок получают из корнеплодов. Как известно, ни один другой овощ не содержит столько же бета-каротина, как морковь. При поступлении в наш организм бета-каротин превращается в витамин А, который улучшает зрение, положительно сказывается на иммунной системе, способствует укреплению костей и зубов, предотвращает возможные нарушения функционирования щитовидной железы. Кроме того, витамин А оказывает положительное воздействие на волосы, ногти и кожу. Помимо этого, данный витамин обладает прекрасным эффектом очищения организма.

Кизилловый сок изготавливают из плодов-костянок. Сок используется при лечении широкого спектра заболеваний, среди которых лихорадка, сахарный диабет, кишечные



Рис. 1. Плоды мангустина

болезни, простуда. Кроме того, биологически активные компоненты, которые входят в состав плодов кизила обыкновенного, не только нормализуют артериальное давление, но и предупреждают развитие склероза, укрепляя иммунитет в целом. Кизил обыкновенный, в котором содержится больше витамина С, чем в лимоне, рябине или крыжовнике, применяется в качестве действенного профилактического средства при риске отравлений ртутью, свинцом и иными веществами, поскольку пектины, входящие в состав плодов кизила, связывают вредные вещества и способствуют их быстрому выведению из организма.

Критерии оценки: по 1 баллу за название органа, из которого получают сок и по 1 баллу за значение сока. *Максимальное количество – 10 баллов.*

2. (6) При осеннем посеве одного экспериментального участка вместо озимой ржи случайно посеяли семена яровой. Каковы будут последствия путаницы? Ответ обоснуйте.

Примерный ответ

Результат подобной путаницы – отсутствие урожая, а при экстремально холодной зиме возможна гибель растений.

Отсутствие урожая: у озимой ржи при низких температурах идет закладка цветочных почек, а в последствие и развитие плодов, а у яровой только при положительных.

Озимая рожь обычно устойчива к низким температурам, а яровая может вымерзнуть.

Критерии оценки: по 2 балла за каждый результат и по 3 балла за каждое обоснование. *Максимальное количество – 10 баллов.*

3. (6) Согласно палеонтологическим раскопкам, в эру динозавров леса были образованы споровыми растениями. Как Вы думаете, могли ли в тех первобытных лесах произрастать древовидные мхи? Объясните свою точку зрения.

Примерный ответ

Мхи являются споровыми растениями, как папоротники, хвощи и плауны, но при этом существенно отличаются от перечисленных групп. На взрослом растении папоротника образуются споры – это спорофит, а на листостебельных растениях мха развиваются гаметы – это гаметофит (**2 балла**). Для распространения спор не нужна вода – споры распространяются ветром. Для распространения гамет (для того, чтобы подвижные мужские гаметы попали к женским) нужна капельно-жидкая вода. Поэтому мхи не могли быть высокими, они всегда были приземистыми, только в этом случае успешно может произойти процесс оплодотворения и образования спорофита (**3 балла**).

К тому же для обеспечения высокого древесного растения водой необходима хорошо развитая корневая система и проводящие ткани, эффективно выполняющие свои функции, которые у мхов не развиты (**3 балла**).

Таким образом, мы можем предположить, что в первобытных лесах древовидные мхи не могли произрастать (**2 балла**).

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 10 баллов.

4. (6) Путешествуя по лесам Средиземноморья Паганель заметил дерево, листья которого имели причудливую форму. Побеги дерева имели большое количество плодов. А цветков на дереве уже не было. Ученому захотелось посмотреть, как же может цвести этот привлекательный на его взгляд растительный организм. Он решил вернуться в эту местность через год и полюбоваться на его обильное цветение. Но ни через год, ни через два, ни через пять лет сделать ему этого не удалось, хотя плодоношение наступало

регулярно. И каково же было его удивление, когда он понял, в чем он ошибся. Попробуйте и Вы раскрыть причину столь неудачных многолетних наблюдений ученого.

Примерный ответ

Всем известно, что плод – это орган, который образуется из завязи, в результате успешного опыления и двойного оплодотворения. Но увидеть таинственный цветок Паганелло не удалось поскольку его внимание привлек не плод как таковой, а соплодие – структура, которая является производным не одного цветка, а целого соцветия.

Называется это растение инжир, известный еще как фиговое дерево, фига, смоковница, смоква, винная ягода. Окраска соплодия грушевидной формы у разных сортов различна: от зеленого до черно-фиолетового, но чаще всего встречается фиолетовая, красноватая и желтая.

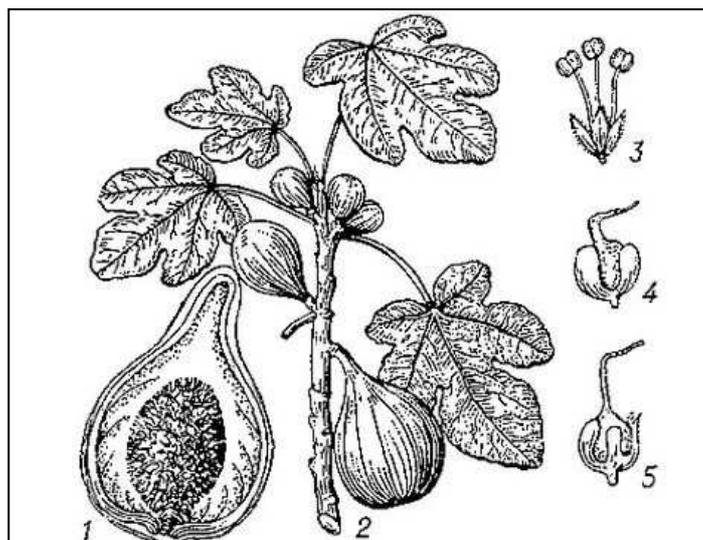


Рис. 2. Инжир:
1 – разрез соцветия; 2 – ветка с плодами;
3 – тычиночный цветок; 4-5 – пестичные цветки.

Инжир – растение двудомное, образующее две формы оригинальных соцветий: мужские – каприфиги (несъедобные образования, похожие на плоды) и женские – фи́ги (съедобные плоды). В каприфигах находятся короткие тычиночные цветки, а в фи́гах – длиннопестичные цветки (рис. 2). Крошечные цветки размещаются внутри соцветий и потому скрыты от любопытных взглядов. Эти соцветия называемые сиконии или сикониумы, имеют округло-грушевидную форму, расположены на ветвях и полые внутри. Опыление осуществляется только осами из рода *Бластофага*.

Паганель был настоящим ученым, но кроме этого, он был очень рассеянным человеком, и, вероятно, из-за своей рассеянности он не смог вовремя понять, что инжир имеет особое строение соцветия, из которого впоследствии формируется соплодие.

Критерии оценки: 2 балла за название растения, **8 баллов** за обоснование (особенности строения соцветия – **4 балла**, особый способ опыления – **2 балла**, описание соплодия – **2 балла**). *Максимальное количество – 10 баллов.*

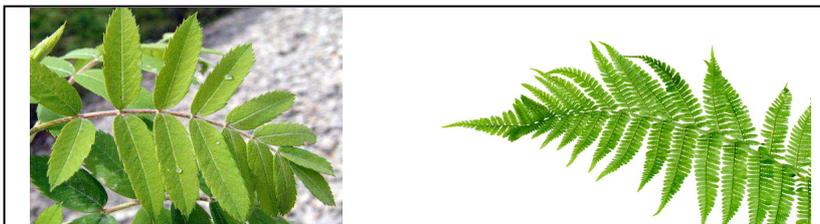
5. (6) Мы сгруппировали органы различных растений в пары на основании их внешнего сходства. Но несмотря на это между организмами каждой пары есть существенные различия. Подумайте, что это за различия? (Для каждой пары данный вопрос рассмотрите отдельно).

Примерный ответ

А – пара «цветков» шиповник и поповник (нивяник). Только на первой фотографии действительно показан цветок (**1 балл**), а на второй – соцветие корзинка, в образовании которого принимают участие большое количество цветков (трубчатые образуют желтую серединку, а ложноязычковые – белый венец, окружающий его; увидеть такой «цветок» насекомым-опылителям гораздо проще) (**2 балла**).

Б – пара «листьев» – рябины и папоротника. Лист рябины по происхождению, строению, росту, функционированию является настоящим листом (образуется из поверхностных клеток в точках роста почек, растет основанием, имеет дорзо-вентральное

строение, основная функция – фотосинтез) (2 балла). «Лист» папоротника по внешнему виду похож на простой дважды перисто-рассеченный лист. Как и лист рябины он имеет дорзо-вентральное строение и является фотосинтезирующим органом. Но растет он не



А основанием, а верхушкой. Кроме того, в определенное время на нижней стороне этих листовидных структур появляются органы спороношения – сорусы. Эти два признака являются признаками побегов. Поэтому листовидные структуры папоротников называют специальным термином – «вайя» (от др.-греч. βῆλον – пальмовая ветвь), который подчеркивает двоякую природу этих образований (3 балла).

Б В – пара «плодов» – яблоко и ананас, яблоко – плод – производное цветка

(1 балл), ананас – соплодие – производное соцветия (1 балл).

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 10 баллов.

6. (7) Иногда в природе насекомые встречаются поодиночке, но довольно часто они образуют группы, скопления. Сравните скопления, образуемые саранчой и муравьями.

Примерный ответ

В природе групповые скопления среди животных встречаются достаточно часто. Ярким примером тому являются скопления саранчи и муравьев. Но между этими группами есть существенные различия.

Признак сравнения	Саранча	Муравьи
Цель создания скоплений	Экстренная социальная форма, призванная сохранить популяцию. Связана с поиском пищи и расселением	Образ жизни, социальные животные: защита семьи путем строительства «дома», выведение потомства, обеспечение пищей
Скорость передвижения (или расселения)	Высокая	Оседлые, могут переселяться на несколько десятков метров (строить новый муравейник)
Питание	Фитофаги	Хищники, миксофаги
Иерархия	Отсутствует	Очень хорошо развита
Развитие особей	Прямое	С метаморфозом

Критерии оценки: по 1 баллу за каждые: признак сравнения, и его особенности у саранчи и муравьев. Максимальное количество – 15 баллов.

7. (7) Неблагоприятные условия животные переносят в состоянии анабиоза и спячки. Какой способ будет преобладать у животных умеренной зоны, а какой у животных пустыни? Почему? Для каких животных спячка – приемлемый способ преодоления неблагоприятных условий, а для каких – нет? Почему?

Примерный ответ

Для того, чтобы дать ответ на вопрос необходимо, в первую очередь, дать определение терминов анабиоз и спячка.

Анабиоз (от греч. anabiosis – оживление, возвращение к жизни) – это состояние живого организма, при котором жизненные процессы настолько замедлены, что отсутствуют все видимые признаки проявления жизни (**1 балл**). В основе явления анабиоза лежит обезвоживание организма (без нарушения структуры белка). При этом животные, впадающие в анабиоз, могут терять половину и даже три четверти заключенной в тканях воды. Анабиоз наблюдается при резком ухудшении условий существования (низкая температура, отсутствие влаги и др.). При наступлении благоприятных условий жизни происходит восстановление нормального уровня жизненных процессов.

Среди позвоночных в анабиозе могут находиться некоторые амфибии (например, сибирский углозуб), а также рыба даллия и др. холоднокровные животные.

Оживление животных, впавших в состояние анабиоза, наступает только тогда, когда тканевые жидкости остаются при низкой температуре в переохлажденном, т. е. жидком, состоянии. Это возможно и при мгновенном переходе воды в стекловидную аморфную массу, вследствие чего протоплазма не разрушается. При образовании кристаллов льда, разрушающих структуру клеток и белковых молекул, оживление невозможно (**1 балл**).

Спячка – период замедления жизненных процессов и метаболизма у теплокровных животных в периоды малодоступности пищи, когда невозможно сохранять активность и высокий уровень метаболизма (**1 балл**). Характеризуется снижением температуры тела, замедлением дыхания, и всех процессов метаболизма. Основным физиологическим смыслом спячки является сохранение энергии в период неблагоприятных естественных условий (морозов, бескормицы). Во время спячки повышается устойчивость организма к действию неблагоприятных внешних условий. Сигнал к переходу в спячку – это сезонное изменение параметров внешней среды (уменьшение светового дня, понижение среднесуточных температур). Окончание спячки связано с изменениями в организме, которые могут определяться длительным действием неблагоприятных условий. Спячка обеспечивает морозостойкость и зимовку организмов. В условиях жаркого засушливого климата наблюдается летняя эстивация, а при низких температурах – гибернация (**1 балл**).

Среди животных, как умеренной зоны, так и пустыни могут встречаться оба способа перенесения неблагоприятных условий (**2 балла**).

Спячка, как способ преодоления неблагоприятных условий, приемлема для теплокровных животных, способных накапливать значительное количество питательных и биоактивных веществ в виде подкожного жира (**3 балла**). Большинство позвоночных животных не способны к защите тканей от разрушения при замораживании, что делает невозможным для них использования механизма анабиоза, который энергетически гораздо выгоднее спячки. Таким образом, использовать механизм анабиоза способны только животные, имеющие соответствующие механизмы предварительного изменения химического состава тканевых жидкостей. Например, печень углозуба синтезирует количество глицерина, равное 37% массы его тела, что позволяет переносить низкие температуры. Были найдены экземпляры, пробывшие в оцепенении в условиях вечной мерзлоты от 80 до 100 лет и благополучно вернувшиеся к жизни (**3 балла**).

Комментарии: участники конкурса, предложившие такой вариант ответа, как «...Наиболее устойчивы к высушиванию, нагреванию, охлаждению спорообразующие

бактерии, грибы. У многоклеточных организмов также угнетение жизнедеятельности и ее почти полная остановка вошли в нормальный цикл развития – семена, споры», баллы не получили, т.к. в условии задачи предлагалось рассмотреть только животных.

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 12 баллов.

8. (7) Гуляя по осеннему лесу любознательный Миша Иванов нашел куколку бабочки, малоподвижную ящерицу, «спящую» муху и решил понаблюдать за ними в долгие зимние месяцы в домашних условиях. Какие изменения могут произойти с перечисленными животными за этот период?

Примерный ответ

Для наблюдений в зимний период Миша подобрал очень разных животных, но при этом они все зависимы от температуры окружающей среды.

Бабочка – насекомое, которое переносит неблагоприятные условия в виде личинки (гусеницы), куколки или взрослого насекомого, которое может впадать в анабиоз. Мы можем предположить, что в зимний период, поскольку в квартире тепло – из куколки (при определенной влажности и температуре) может «вылупиться» бабочка. Если ее обеспечить питанием, то она спокойно проживет до весны и ее можно будет выпустить на волю. Куколка может погибнуть от недостаточности влаги, или диапауза может быть остановлена увеличением длины светового дня (дополнительным освещением) (4 балла).

Ящерица – холоднокровное животное, сильно зависящее от температуры окружающей среды, поэтому в зимний период она впадает в анабиоз. В домашних условиях Миша сможет спокойно наблюдать за поведением ящерицы и в зимний период, т.к. при положительной температуре она выйдет из анабиоза и будет вести активный образ жизни (3 балла).

Муха переносит низкие температуры аналогично бабочке. Из всех животных она быстрее всех выйдет из оцепенения и начнет активно летать (но быстро погибнет, даже при наличии еды и воды, т.к. продолжительность жизни невысокая) (3 балла).

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 10 баллов

9. (7) Общеизвестны и достаточно хорошо изучены сезонные миграции птиц. Некоторые насекомые также способны совершать относительно дальние перелеты. Чем отличаются такие перелеты насекомых и птиц? Ответ рассмотрите на конкретных примерах.

Примерный ответ

Сезонные миграции бабочек очень напоминают перелеты птиц. Но между ними есть существенные различия.

Основная причина перелета птиц – инстинкт, длина светового дня, наличие пищи, мест для гнездовий и конкуренция, а бабочек – сезонные изменения климата, связанные с понижением температуры и нехваткой корма. Увеличение миграционной активности бабочек часто связано с недостатком витамина "Е" в питании, который необходим для созревания половых продуктов (4 балла).

Осенью в жаркие края летят все птицы, выросшие в наших лесах: и взрослые и молодые. У бабочек улетает на зимовки только молодежь, развившаяся летом из яиц, отложенных бабочками, прилетевшими весной с юга. Каждая бабочка только раз в жизни совершает такое путешествие (2 балла). Ежегодно совершают перелеты монархи репейницы, совка-гамма, луговая желтушка (1 балл).

Вести наблюдения за перелетами бабочек труднее, чем за птицами. Труднее организовать их мечение. Стандартно используется метка различными красками (1 балл).

Если птицы не меняют свой ареал и ежегодно летают в одно и то же место, то бабочки летят туда, где есть корм и тепло, чтобы отложить яйца (1 балл).

При перелете птицы ориентируются по солнцу, звездам, а для бабочек значение имеет направление и скорость ветра, т.к. насекомые мигрируют в основном с воздушными потоками, т.е. ветром. Миграции способствуют расселению насекомых, но редко бывают направленными (**3 балла**).

Необходимое условие миграции – способность животных к навигации, т.е. к определению направления движения. Механизмы навигации разнообразны. При расселении некоторые животные используют постоянно направленные ветры, например пассаты или муссоны (перелеты стай саранчовых), что позволяет им успешно достигать благоприятных для размножения мест. При активной навигации птицы могут использовать определенные ориентиры, меняя их на разных отрезках пути: положение Солнца, Луны и звезд (астронавигация), оптические ориентиры на земной поверхности (очертания берегов, горные хребты, долины рек и др. визуально воспринимаемые особенности земной поверхности). Восприятие «родного ландшафта», особенности которого запоминаются, запечатлеваются обычно на первых фазах самостоятельной жизни животного, позволяет молодым птицам, впервые совершающим перелет, самостоятельно добираться до мест зимовок и возвращаться на родину. То же знакомство с особенностями «родного ландшафта» обеспечивает «инстинкт дома» – способность возвращаться к гнезду даже из заведомо незнакомого места. Ориентирами могут служить и многие другие особенности среды (включая геохимические, акустические) и магнитные поля (**3 балла**).

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 15 баллов.

10. (7) Мы в ответе за тех, кого приручили. Люди обычно заводят домашних питомцев из каких-либо положительных убеждений (одни таким образом спасаются от одиночества, другие реализуют свою потребность заботиться о ком-то, третьим просто интересно наблюдать за животными). Подумайте, может ли это безобидное увлечение братьями нашими меньшими оказаться бедой для человека. В каких случаях и почему?

Примерный ответ

Домашние питомцы в некоторых случаях могут представлять угрозу для жизни и здоровья своих хозяев. Причин этому может быть несколько:

– аллергические реакции – причем у взрослых членов семьи аллергии может не быть, а у детей она иногда ярко и внезапно проявляется, поскольку их иммунная система еще сформировалась не полностью; аллергию может вызвать шерсть, запах животного и т.д.;

– животные могут стать переносчиками различных экто- и эндопаразитов и стать причиной болезни человека. Болезни, передающиеся от животных человеку, называются зоонозами. Возбудителями этих болезней могут быть простейшие, грибы, бактерии, хламидии и вирусы. Индивидуальная восприимчивость к ним у каждого человека зависит от состояния иммунной системы, возраста, состояния здоровья и других факторов;

– дикие животные, переносчики опасных для человека заболеваний (не пролеченные при изъятии из природы) могут привести к болезни человека (стригуший лишай);

– агрессивные животные (хищные – крокодилы, лисы, некоторые породы собак, крупные хищные кошки – тигры, рыси и др.) могут нанести травмы, в том числе способные привести к летальному исходу;

– ядовитые (змеи, пауки) при неосторожном обращении могут «ужалить».

Критерии оценки: по **2 балла** за каждое указанное и обоснованное отрицательное значение домашнего животного. **Максимальное количество – 10 баллов.**

11. (8) В природе существуют паразиты и паразитоиды. Что лежит в основе разделения организмов на эти две группы? Каковы причины таких отличий? Сравните стратегии выживания этих организмов.

Примерный ответ

Паразиты – организмы, живущие на поверхности или внутри другого организма (хозяина), извлекающие из него питательные вещества. Это может причинить вред хозяину. Паразиты встречаются у многих видов растений и практически у всех видов животных. Паразит, живущий внутри хозяина, называется эндопаразитом, а паразит, живущий на поверхности тела хозяина – эктопаразитом. Многие паразиты, такие как простейшие, блохи и черви, переносят болезни или вызывают повреждения, через которые может проникать инфекция. Некоторые виды кукушек и воловьих птиц подкидывают свои яйца в гнезда других птиц, что является гнездовым паразитизмом. Паразит, паразитирующий на другом паразите, называется гиперпаразитом.

Паразитоид – организм, который проводит значительную часть своей жизни (в личиночной стадии), проживая на или внутри своего единственного хозяина, которого он постепенно убивает в процессе поедания. Например, различные летающие насекомые, такие как наездники, откладывают свои яйца в тело хозяина, который становится пищей для личинок насекомого.

Таким образом, они подобны паразитам, за тем исключением, что паразиты не убивают хозяина. Взрослые стадии паразитоидов (имаго) – это свободноживущие организмы.

Стратегии выживания:

– паразиты – постепенное использование ресурсов хозяина, «заинтересованность» в длительной жизни последнего;

– паразитоиды – быстрое использование всех ресурсов хозяина, отсутствие «заинтересованности» в его выживании.

Приспособления:

– паразиты – в процессе эволюции возникают приспособления, направленные на выживание в другом организме-хозяине (толстая кутикула, препятствующая перевариванию в ЖКТ, редукция некоторых систем органов и развитие органов размножения, специальные органы прикрепления), также снижения иммунных реакций хозяина;

– паразитоиды – выработка имаго специальных веществ, способствующих длительному сохранению «корма» для личинок, строгая последовательность поедания органов хозяина (жизненно важные органы поедаются последними).

Критерии оценки: по **2 балла** – понятие паразитов и паразитоидов, по **1 баллу** – приведение примеров, объяснение различных стратегий выживания – по **2 балла**, описание приспособлений **5 баллов**. *Максимальное количество – 15 баллов.*

12. (8) Какие животные изображены на фотографиях? Что у них общего и в чем заключаются различия?



1



2



3



4

Примерный ответ

1 – тип Хордовые, класс Пресмыкающиеся – змея.

2 – тип Хордовые, класс Пресмыкающиеся – веретеница.

3 – тип Хордовые, класс Земноводные – червяга.

4 – тип Кольчатые черви, класс Малощетинковые – дождевой червь.

Сходства: червеобразная форма тела, отсутствие конечностей.

Основные различия оформлены в виде таблицы.

Признак	Объект 1 змея	Объект 2 веретеница	Объект 3 червяга	Объект 4 дождевой червь
Покров	Кожа сухая с роговыми чешуйками		Кожа голая, влажная	
Пищеварительная система	Сквозная, заканчивается клоакой, в переваривании пищи участвуют железы (слюнные, печень, поджелудочная железа)			Сквозная, заканчивается анальным отверстием, из желез развиты только известковые железы
Кровеносная система	Замкнутая: трехкамерное сердце и сосуды, два круга кровообращения			Замкнутая, представлена сосудами
Органы дыхания	Легкие		Легкие и кожа	Кожа
Органы выделения	Тазовые почки с мочеточниками		Туловищные почки, кожа	Метанефридии
Нервная система	Трубчатая			Узловая
Половая система	Раздельнополые животные			Гермафродиты, оплодотворение перекрестное
Развитие	Начало развития происходит на суше	... в воде		Развиваются в почве

Критерии оценки: по 1 баллу – за определение объекта, 2 балла – за указание сходств, 4 балла – за указание различий. *Максимальное количество – 10 баллов.*

Комментарии. Признаки для сравнения могли быть выбраны иные, но они должны были грамотно отражены в ответе. Если в сравнении обсуждались не четыре объекта, а два или три – балл снижался. При наличии фактических ошибок балл также снижался

(например, некоторые участники указали, что у змей отсутствует хвостовой отдел позвоночника, а почки туловищные).

13. (8) В мире живых организмов нередко встречаются особи, у которых развиты светящиеся органы, например у глубоководных рыб – специальные выросты, играющие роль приманки. Представьте, что в процессе эволюции появилось цветковое растение, имеющее светящиеся органы. А) Какие органы, по вашему мнению, у таких растений могли бы светиться? Б) Для каких целей растение может использовать их свечение? В) Какие проблемы могут появиться у подобного организма?

Примерный ответ

Светящиеся органы у цветковых растений могли бы появиться для разных целей.

– Самая актуальная на наш взгляд – появление в цветке светящихся структур, например чашелистиков или лепестков, которые бы выполняли функцию привлечения насекомых-опылителей. Особенно важным это могло бы стать для цветущих ночью растений.

– У насекомоядных растений могут быть светящимися видоизмененные листья – ловушки. Основная цель – привлечение насекомых – источников пищи.

– Появление светящихся плодов – для привлечения их распространителей.

Проблемы:

– для образования светящихся органов необходима дополнительная энергия и специальные механизмы, которые могут возникнуть за счет недоразвития или уменьшения размеров других органов;

– нежелательное привлечение фитофагов, которые могут съесть светящийся орган, а не способствовать решению основной цели.

Критерии оценки: по 2 балла – за органы и цель их свечения; по 2 балла – за возможные минусы. *Максимальное количество – 10 баллов.*

14. (8) Общеизвестно, что отличительным признаком класса Птицы является способность к полету. А могут ли позвоночные животные других классов летать? Если да, то какие приспособления им в этом помогают, если нет, то почему?

Примерный ответ

Активный (машущий) полет характерен для представителей класса Млекопитающие отряда Рукокрылые, но в других классах встречаются животные, которые могут довольно продолжительное время планировать.

Они известны среди:

1) класса Костных рыб – летающие рыбы (хорошо развиты широкие грудные плавники, хвостовой плавник имеет хорошо развитую нижнюю лопасть по сравнению с верхней, плавательный пузырь больших размеров);

2) класса Земноводные – летающие (веслоногие) лягушки (между хорошо развитыми пальцами передних и задних ног имеется широкая кожистая перепонка – с помощью ее лягушки планируют с дерева на дерево, а с помощью присосок на подушечках пальцев удерживаются на опоре в момент приземления);

3) класса Пресмыкающиеся – летающие ящерицы (имеют кожистые складки по бокам тела и на шее, которые расправляются при планировании)

4) класса Млекопитающие – летяги, сумчатые летяги, шерстнокрылы (планируют с помощью кожистой перепонки между передними и задними конечностями, у шерстнокрылов перепонка начинается у шеи, позади ушей и заканчивается у кончика хвоста).

Критерии оценки: 2 балла за разделение активного полета и планирования, по 2 балла – за указание животных и описание приспособлений. *Максимальное количество – 10 баллов.*

15. (8) Известно, что в разные века в разных странах средняя продолжительность жизни сильно варьировала. Однако, большинство ученых сходятся в одном: конец XX – начало XXI века – это истинная «эра долголетия» за всю историю человечества. Как Вы считаете, одинакова ли средняя продолжительность жизни людей в XXI веке, обитающих в европейской части России, Западной Европе, Юго-Восточной Азии, Африканских странах? Какие основные факторы оказывают влияние на продолжительность жизни в этих регионах?

Примерный ответ

Средняя продолжительность жизни или ожидаемая продолжительность жизни человека – один из важнейших демографических показателей, показывающий уровень смертности населения стран.

В большей степени на продолжительность жизни людей влияют:

– экономическое благополучие страны, заинтересованность граждан и государства в сохранении и поддержании здоровья нации, что связано с уровнем развития медицины: наличием необходимого количества медицинских работников, использованием передовых технологий в области сохранения здоровья (**2 балла**);

– санитарно-гигиенические нормы (чистить зубы, мыть руки перед едой, не употреблять в пищу грязные фрукты и овощи) принятые в стране; пропагандирование здорового образа жизни, разъяснительная работа о вреде курения, алкоголя, наркотиков (простой запрет мало эффективен – «запретный плод сладок», гораздо эффективнее действует демонстрация последствий этих вредных привычек) (**1 балл**);

– распространение эпидемий (связано с быстрым распространением опасных возбудителей, активными миграциями людей между странами и континентами, природными условиями) (**1 балл**);

– природные факторы (особенности климата, рельефа, экстремальные погодные факторы и пр.) (**1 балл**);

– пищевой рацион – недостаток белков, витаминов, микроэлементов и пр. (**1 балл**);

– снижение рождаемости и уровень смертности (**1 балл**).

Начиная с XIX века средняя продолжительность жизни в мире постоянно растёт, особенно это заметно на примере Западных стран, которые «стареют». С начала XX века на среднюю продолжительность жизни человека влияют такие факторы, как искоренение детской смертности и поддержание жизни людей пенсионного возраста.

В указанных в условиях задачи регионах продолжительность жизни неодинакова. Наибольшая она в **Западной Европе**, что обеспечивается такими факторами как: высокий уровень благосостояния, доступность качественной медицинской помощи, успешная борьба с неинфекционными заболеваниями (например, болезнями сердца), борьба с вредными привычками на уровне государств (сокращение масштабов употребления табака).

Наименьшая продолжительность жизни в **Африканских странах**, хотя в последнее время достигнуты некоторые успехи (например, снизилась детская смертность), но вместе с тем в данном регионе все же недостаточно развита система здравоохранения, население не обеспечено медикаментами в необходимом количестве (по данным ВОЗ только каждый третий африканский ребенок с предполагаемой пневмонией получает антибиотики). Наиболее распространенной причиной преждевременной смерти по-прежнему являются

инфекционные болезни и связанные с ними состояния, многие люди не имеют доступа к безопасным источникам питьевой воды и пр.

Критерии оценки: указание факторов, влияющих на продолжительность жизни человека – **7 баллов**. Объяснение причин различной продолжительности жизни в конкретных регионах – **8 баллов**. **Максимальное количество 15 баллов**.

16. (9-10) «Безгуморальные животные» У большинства многоклеточных организмов регуляция жизнедеятельности осуществляется двумя системами: нервной и гуморальной (гормональной). Данные системы в норме действуют согласованно, взаимно дополняя друг друга.

1) Сформулируйте основные сходства и различия между принципами организации и функционирования нервной и гуморальной систем (кратко, в виде таблицы).

2) Как вы считаете можно ли провести четкую границу между нервной и гуморальной регуляциями? Свое мнение обоснуйте.

3) Предложите, как могли бы быть устроены организмы, которые обладали бы только нервной системой регуляции, но не обладали бы гуморальной. Для этого среди беспозвоночных и позвоночных животных выберите по одной систематической группе, представители которой наиболее легко могли бы осуществить такой переход. Насколько «безгуморальные» организмы отличались бы от представителей указанных Вами групп с точки зрения физиологии, онтогенеза, экологии? Опишите, с какими основными проблемами столкнулись бы эти организмы. Каким образом они могли бы их разрешить?

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

1) **Сходства между принципами организации и функционирования нервной и гуморальной систем:** действуют удаленно, регулируют какие-то процессы в организме, в работе обеих систем наблюдается иерархичность – обычно есть центр и подчиняющиеся элементы системы, причем элементы взаимно влияют друг на друга, есть отрицательные обратные связи, клетки-мишени обладают системами передачи сигнала внутрь клетки и преобразования его в определенный эффект, и именно от этих систем зависит эффект в каждой клетке.

Различия между принципами организации и функционирования нервной и гуморальной систем: путь передачи (через клетки или через жидкие среды организма), сигнал нервной системы передается быстрее, эффект также максимально быстрый, система более адресная, позволяет образовывать сложные схемы и связи (рефлекторные дуги, нейронные сети, нервные центры), но требует тесного контакта нервного окончания с клеткой для восприятия сигнала, кратковременные эффекты. Гуморальная система влияет на экспрессию генов и таким образом отвечает за долговременные эффекты, за масштабные изменения (так как позволяет согласовывать одновременный ответ любого числа клеток и органов), за регуляцию роста и развития. Гуморальная регуляция позволяет переключаться между большим количеством разных вариантов регуляции (нервная – только 2 типа: возбуждение – торможение, гуморальная – много вариантов гормонов, каждый гормон – свой набор и сочетание различных эффектов в организме).

За каждую верную мысль (строку таблицы) – **по 0,5 баллов**, всего **не более 2,5 баллов за сходство и 2,5 баллов за различия**.

2) **Как вы считаете можно ли провести четкую границу между нервной и гуморальной регуляциями? Свое мнение обоснуйте.**

В принципе, оба ответа при должной аргументации имеют право на существование. Можно, потому что передача в нервной системе – через потенциал действия, этого нет в

гуморальной системе. С другой стороны, передача сигнала между нейронами – это гуморальная передача. А медиаторы нервной системы часто сами могут выступать в роли гормонов. Наконец, в организме эти две системы тесно связаны между собой. Гуморальная система сама управляется нервной, а самые важные гормоны синтезируются нервными клетками.

За эту часть можно было заработать до 2 баллов.

3) Предложите, как могли бы быть устроены организмы, которые обладали бы только нервной системой регуляции, но не обладали бы гуморальной... Насколько «безгуморальные» организмы отличались бы от представителей указанных Вами групп с точки зрения физиологии, онтогенеза, экологии? Опишите, с какими основными проблемами столкнулись бы эти организмы. Каким образом они могли бы их разрешить?

«Безгуморальные» животные – те, которые не имеют гуморальной системы: в них отсутствуют специальные органы – эндокринные железы. Отдельные клетки вполне могут обладать паракринной секрецией, но это не считается гуморальной системой. «Безгуморальное» беспозвоночное: например, это может быть гидра или планария. Они и так безгуморальные, так что отличия были бы минимальные. А вот позвоночное будет, например, каким-нибудь круглоротым, но без выраженной личиночной стадии: либо всю жизнь проводят, как личинки нынешних миног (фильтраторы), либо же сразу – хищники, не испытывающие проблем с поиском пищи, в идеале – сразу экзопаразит. Организм без гуморальной системы не сможет нормально приспосабливаться к различным ситуациям и изменяющимся условиям среды, не сможет менять свою программу развития, сменять типы поведения (родительское, поисковое и т.д.). Так что это может быть только организм, у которого пищеварение, размножение, рост и развитие, системы поддержания гомеостаза очень просты (основаны на простых рефлексах) или же эти параметры в организме очень конститутивны, их не нужно регулировать (постоянно выделяет пищеварительные ферменты, не умеет приспосабливаться к состоянию голода, постоянно создает половые продукты). При этом клетки должны быть более устойчивы к изменениям внутренней среды, чем у нормальных животных. «Безгуморальное» животное будет расти и развиваться одинаково и с одной скоростью всю жизнь (не будет личиночной стадии). Такое животное будет устроено проще и будет обитать там, где можно быстро найти пищу, и очень стабильные условия среды.

Можно было заработать до 5 баллов за полный ответ на третью часть задачи.

17. (9-10) «Новые уши» Одним из направлений медицины будущего считается создание искусственных органов при помощи 3D-принтера, печатающего клетками.

1) Распределите органы человека (не менее десяти) на группы, исходя из степени сложности воссоздания их физиологических функций при помощи такого принтера.

2) С какими особенностями строения и функционирования соответствующих клеток и тканей связано разделение на эти группы?

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

При ответе на задачу логичнее начать с вопроса 2, и понять, с какими особенностями строения и функционирования соответствующих клеток и тканей связаны различия в сложности воссоздания тканей при помощи «клеточного принтера».

1) С точки зрения сложности клеточного состава ткани мы должны различать «простые» органы и ткани, состоящие из небольшого числа типов клеток (жировая ткань, альвеолы легких, островки Лангерганса, щитовидная железа, мышцы и т.д.) и «сложные», состоящие из множества типов клеток, которые могут быть похожи морфологически, но

сильно различаться функционально. Сложные органы могут быть тонко структурированы макроанатомически, например, разбиты на отделы, так что при воспроизведении ткани на «клеточном принтере» велик риск перепутать типы клеток и получить в результате не работающий орган (головной мозг, красный костный мозг, гонады и т.д.) (2 балла).

2) С точки зрения соотношения клетки/внеклеточный матрикс мы можем выделить три уровня организации, по мере усложнения – один или несколько слоев клеток на подложке из базальной мембраны (эпителии); небольшое количество клеток, «замурованных» в однородный внеклеточный матрикс (хрящ); большое число клеток, окруженных тонким, но очень различающимся по свойствам внеклеточным матриксом (нервная ткань, органы иммунной системы). Нужно отметить, что из отдельных клеток при помощи клеточного принтера достаточно сложно воссоздать синцитии (трофобласт, скелетные мышцы), а для эпителиев желателно сохранить базально-апикальную полярность клеток (3 балла).

3) С точки зрения способности клеток выжить в суспензии внутри «клеточного принтера» и не погибнуть сразу после печати ткани следует различать клетки, склонные к апоптозу, и клетки, способные к длительному выживанию в неблагоприятных условиях. К первому типу относятся нейроны, гепатоциты и т.д., ко второму – клетки красного костного мозга, клетки соединительной ткани, миоциты (1 балл).

4) Кроме того, после имплантации в печатаемый орган клетки должны быть способны к самоорганизации и готовы участвовать в его частичной регенерации в случае гибели соседних клеток (1 балл).

5) С точки зрения макроанатомии создание функционального органа усложняется наличием в нем крупных кровеносных сосудов, нервов и нервных узлов (1 балл).

6) Для отсутствия отторжения органа его надо печатать собственными клетками будущего реципиента, однако так называемые иммунопривилегированные органы (мозг, глаза, мужские гонады и т.д.) можно создавать из клеток, похожих по набору молекул МНС и минорных антигенов на клетки будущего реципиента, но не строго ему идентичных (1 балл).

Наличие микроциркуляции и капиллярного кровоснабжения не является усложняющим фактором, так как капилляры легко образуются эндотелиальными клетками *de novo*.

Наличие в ткани межклеточных контактов не является усложняющим фактором, так как в норме клетки практически всех типов легко образуют требующиеся контакты со своими соседями и матриксом.

За 1 вопрос ставилось до 5 баллов, при правильном разбиении органов на группы, по 0,5 балла за орган, соответствие органа группе отмечалось знаком +. Если органов было более 10, за «лишние» баллы не ставились.

18. (9-10) «Наш единственный союзник» Основной ролью иммунной системы является защита от инфекций. Иммунная система млекопитающих состоит из двух частей: врожденного и адаптивного иммунитета, последний функционально подразделяют на Т-клеточный и В-клеточный.

1) Предложите классификацию инфекций человека исходя из того, какая ветвь иммунитета преимущественно контролирует данную инфекцию. Есть ли инфекции, не контролируемые иммунной системой?

2) Приведите по одному примеру для каждого из предложенных Вами типов инфекций.

3) Наличие и количество каких молекул и клеток нужно определить у больных и здоровых людей, чтобы выяснить, какая часть иммунной системы контролирует это заболевание?

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

В целом, в формулировке вопроса содержится подсказка в виде краткого плана одного из возможных решений. Однако помимо простого перечисления пунктов, указанных в задаче, следует пояснить, каким критериям будут соответствовать классифицируемые агенты.

1) Инфекции, контролируемые преимущественно врожденным иммунитетом: не проникающие в клетки хозяина бактерии и эукариотические паразиты. Эти патогены могут нейтрализоваться фагоцитозом или содержимым гранул гранулоцитов. Пример – стрептококковые и стафилококковые инфекции, гельминтозы. Также к этой группе следует отнести бактерии, блокирующиеся образованием гранулемы (микобактерии). Если относить к врожденному иммунитету NK-клетки, являющиеся по морфологии лимфоцитами, но работающие по принципам врожденного иммунитета, то в этом пункте стоит указать вирусы: их инфекционный цикл прерывается при лизисе зараженной клетки NK-клеткой. Примером могут служить герпесвирусы и папилломавирусы. Условно к инфекциям, контролируемым врожденным иммунитетом, можно отнести бактериальные и грибные оппортунистические инфекции, проявляющиеся только при иммунодефиците и невирусные инфекции других млекопитающих, которыми человек не заражается. Вирусные болезни, к которым нечувствителен человек, как правило, не заражают его не потому, что активно работает иммунная система, а потому что на клетках нет достаточно похожего рецептора или иной молекулы, при помощи которой вирус мог бы проникнуть в клетки.

2) Инфекции, контролируемые преимущественно Т-лимфоцитами: внутриклеточные инфекции, сдерживаемые лизисом зараженных клеток (вирусы, риккетсии, и т.д.). Зараженные клетки при этом могут напрямую лизироваться CD8⁺ Т-лимфоцитами (Т-киллерами). В случае поглощения таких патогенов макрофагами CD4⁺ Т-лимфоциты (Т-хелперы) стимулируют эти клетки врожденного иммунитета к усиленному фагоцитозу и активному перевариванию паразитов (сальмонеллы, микоплазмы).

3) Инфекции, контролируемые преимущественно В-лимфоцитами: бактерии, живущие вне клетки (например, бордетелла), простейшие (трипаносомы), макропаразиты. Можно отнести к этой группе и вирусы, особенно при вторичном заражении. Это инфекционные агенты, которые доступны для эффекторных механизмов, связанных с иммуноглобулинами: прямая нейтрализация связыванием (вирус гриппа после иммунизации вакциной), опсонизация для фагоцитоза, запуск комплемента.

4) Инфекции, не контролируемые иммунной системой. Такие, для которых у иммунной системы в принципе нет механизмов нейтрализации (прионы, например PrpSc) или такие, которые эффективно блокируют существующие механизмы. Пример – вирус иммунодефицита человека.

По 1 баллу за обоснование пункта классификации, по 1 баллу за адекватные примеры, итого – 8 баллов.

Комментарий: в случае, если классификация состояла просто из перечисления пунктов, по сути уже обозначенных в задаче, без объяснения общих признаков патогенов, попадающих в эту группу или иного обоснования выделения данной группы, за каждый пункт ставилось **по 0,5 балла**.

Многие авторы решений вслед за авторами публикаций, из которых брался материал, охотно добавляли в данную классификацию рак. Обращаем Ваше внимание на то, подавляющее большинство раковых опухолей не способны кого-либо заражать. Если же речь идет о раке, вызванном онкогенными вирусами, то, как правило, иммунная система отвечает на них как на вирусную инфекцию, реагируя именно на вирусные

антигены и цитокины, выделяемые зараженными клетками или стрессорные лиганды на их поверхности.

Для исследования вопроса о преимущественном контроле инфекции какой-либо ветвью иммунитета можно анализировать кровь здоровых и больных людей: этот метод наименее инвазивен и предполагает большое количество возможных методов исследования. Как правило, в основе иммунных реакций лежит пролиферация – избирательное размножение клеток, активно участвующих в иммунном ответе. Кроме того, эти клетки могут приобретать новые свойства, которые также можно определять лабораторными анализами. И, наконец, в крови может меняться количество как сигнальных, так и эффекторных молекул. Для вышеуказанной классификации можно привести следующие примеры:

1) повышенное содержание лейкоцитов, в том числе гранулоцитов. При инфекционном процессе может наблюдаться так называемый «сдвиг формулы влево» – увеличение доли незрелых нейтрофилов. Что касается НК-клеток, то в крови можно определять долю активированных клеток. Гуморальная часть ответа врожденной ветви также поддается детекции. Так, например, можно определять в крови содержание С-реактивного белка, способствующего опсонизации бактерий или сигнальные молекулы, такие как цитокин IFN γ (интерферон-гамма). Снижение содержания таких индикаторных клеток или молекул на фоне инфекции также может свидетельствовать о потенциально высокой роли врожденного иммунитета в контроле инфекции, которая перешла в хроническую фазу и успешно подавляет иммунные реакции;

2) повышение количества активированных CD8⁺ Т-лимфоцитов будет свидетельствовать об их вовлечении в иммунный ответ. Можно исследовать более детально количество и фенотип циркулирующих CD4⁺ и CD8⁺ лимфоцитов для уточнения типа патогена;

3) для В-клеток имеет смысл детектировать не сами клетки, а продукт их работы, так как плазматические клетки, наиболее эффективно производящие антитела, находятся в лимфоидной ткани, а не в циркулирующей крови. В плазме крови при инфекции, преимущественно контролируемой гуморальным адаптивным иммунитетом, можно будет наблюдать последовательное повышение IgM, а затем IgG;

4) в случае инфекционных агентов, успешно обходящих механизмы нейтрализации, можно наблюдать снижение содержания клеток или молекул, вовлеченных в контроль похожих, но менее агрессивных патогенов. Так, при инфекции ВИЧ наблюдается снижение количества CD4⁺ Т-лимфоцитов, в которых и происходит репликация вируса и которые при развитии вируса в других клетках запускали бы иммунный ответ. Если же инфекционный агент не контролируется иммунной системой в принципе, как это происходит с прионами, нам вряд ли удастся найти какие-то информативные изменения в составе иммунных клеток и молекул крови.

По 1 баллу за правильный набор детектируемых клеток или молекул для каждого пункта классификации, итого 4 балла.

19. (9-10) «Капризный белок» Один выдающийся ученый изучал некоторый мембранный рецептор в культуре иммортализованных клеток человека. После очередного пересева клеток он обнаружил, что количество исследуемого белка в плазматической мембране сильно снизилось. Студент, который вел эту культуру, пропал в неизвестном направлении, поэтому невозможно однозначно определить причину произошедшего.

1) Что такое иммортализованная клеточная линия? Как можно получить такие клетки?

2) Предложите 5 наиболее вероятных гипотез, объясняющих причину снижения количества белка в мембране.

3) Предложите схему эксперимента, позволяющего выбрать верную причину из предложенных гипотез.

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

1) **Иммortalизованная клеточная линия** – это популяция клеток, происходящая из многоклеточного организма, которая в норме не пролиферирует бесконечно, но в результате некоторых изменений получила такую способность.

Чтобы получить такие клетки, можно:

1. Активировать ген теломеразы.
2. Заразить клетку вирусом, снимающим блок клеточного деления.
3. Стимулировать мутагенез и отобрать «удачные» клоны.
4. Частный случай, используемый для продукции моноклональных антител: слияние лимфоцита с раковой клеткой с образованием гибридомы.

За эту часть можно было получить до **2 баллов**.

2) **Гипотез, объясняющих причину снижения количества белка в мембране, можно выдвинуть очень много, вот основные группы:**

а) мутация в гене, кодирующем данный белок. Здесь необходимо уточнить, почему из-за этого концентрация белка в мембране снизится. Либо мутация приводит к аминокислотным заменам в домене, встраивающимся в мембрану, либо в домене, участвующем в регуляции этого встраивания, либо это мутация в регуляторном участке, либо это просто нонсенс-мутация в одной из копий гена (тогда белка окажется в два раза меньше). За каждый такой подпункт можно было набирать баллы;

б) мутации могли случиться в генах, «обслуживающих» регуляцию экспрессии, посттрансляционных модификаций, транспорта и встраивания в мембрану данного белка. Опять-таки, баллы можно было получить за каждый из подпунктов;

в) студент мог добавить что-то ненужное/не добавить что-то нужное в среду. Тут все ограничивается лишь фантазией отвечающих. Но данный пункт оценивался **не более, чем в 1 балл**, сколько версий бы ни было. Чаще даже в 0,5 балла, поскольку версии оказывались непроработанными. (Сюда же относились версии о недостаточно аккуратном/своевременном пересеве культуры студентом);

г) поскольку наш белок является рецептором, то могут существовать внутренние механизмы регуляции его концентрации в зависимости от наличия лиганда к нему. Нет лиганда – концентрация рецептора падает. Можно далее уточнять, куда именно пропадает рецептор: идет на деградацию или во внутренние мембраны;

д) отдельно оценивалась довольно оригинальная версия о том, что клетки дифференцировались и рецептор синтезировать перестали (хотя отчасти ее можно отнести в пункт «в»).

За эту часть можно было заработать до **5 баллов**.

3) **Схема эксперимента зависит от тех гипотез, которые были предложены, поэтому приводить конкретную схему здесь не имеет смысла. Обозначим лишь основные методы, которые можно было в неё включить:**

- а) секвенирование ДНК, как способ обнаружения мутаций;
- б) «сенвенирование РНК»: обратная транскрипция с клеточных мРНК и дальнейшее определение последовательности ДНК, либо количественная ПЦР. Так можно оценить проблемы на этапе транскрипции;
- в) слежение за локализацией белка с помощью радиоактивных изотопов либо флуоресцентных меток;

г) если речь идет о добавлении/недобавлении какого-то агента в среду, то проще всего повторить пересевы с соответствующими контролями.

Важно было именно представить схему эксперимента. Например, «Секвенируем ДНК. Если обнаруживается замена в гене рецептора, то верна гипотеза 1, если нет, переходим к стадии 2, на которой...»

За простое перечисление методов можно было набрать до **2 баллов**, за схему – до **3 баллов**.

20. (9-10) «Естественный отбор 2.0» Механизм естественного отбора выглядит простым и универсальным, поэтому концепция естественного отбора используется не только в биологии, но и, например, в программировании и теории познания. Тем более логично попробовать применить ее не только к организмам, но и к биологическим объектам на других уровнях организации живого (молекулярном, клеточном, органно-тканевом, популяционно-видовом, биогеоценотическом, биосферном).

1) Приведите универсальное определение естественного отбора, применимое не только к организмам.

2) Для каждого из уровней организации жизни поясните, исходя из приведенного определения, может ли среди объектов данного уровня происходить естественный отбор.

3) Для каждого из перечисленных уровней организации, на которых, по Вашему мнению, возможен естественный отбор, приведите по одному наиболее убедительному примеру, подтверждающему его существование.

Максимум за задачу – 11 баллов. Все баллы затем переводились в проценты.

Существует множество разных определений естественного отбора. Например, можно определить его как влияние наследственной изменчивости на эффективность размножения. Однако, любое определение естественного отбора явно или неявно включает следующие предпосылки: наличие у некоторых объектов способности к размножению, наследственности, случайной наследственной изменчивости (мутаций), участие этих объектов в борьбе за существование (в условиях ограниченности ресурсов) и зависимость успеха в борьбе за существование от наследственности и наследственной изменчивости. В случае классического естественного отбора такими объектами являются организмы и, таким образом, речь идет о естественном отборе среди организмов.

Многие школьники дали слишком общее определение, например: «сохранение наиболее приспособленных к данной среде объектов». Это определение не естественного отбора, а отбора на устойчивость. Отбор на устойчивость характерен как для живых, так и для неживых объектов (например, в природе чаще наблюдаются стабильные изотопы химических элементов, так как нестабильные распадаются). В то же время естественный отбор в природе встречается, по-видимому, только среди биологических объектов, и именно он представляет наибольший интерес для биологов. Поэтому определение отбора на устойчивость вместо естественного отбора и подбор соответствующих примеров засчитывались лишь частично. Максимальный балл за ответ на первый вопрос – **2 балла**.

Возможен ли естественный отбор не среди организмов, а среди других биологических объектов? Этот вопрос во многом является открытым, поэтому засчитывались не только приведенные ниже варианты, но и другие разумные рассуждения. Дж. Мейнард Смит считал, что возникновение нового уровня естественного отбора (например, объединение нескольких прокариот с возникновением первых эукариот или объединение нескольких одноклеточных организмов с появлением многоклеточных) – это один из главных типов эволюционных переходов. В любом случае при ответе нужно

доказывать, что мы имеем дело действительно с естественным отбором среди объектов данного уровня биологической организации, а не с классическим естественным отбором среди организмов и не с отбором на устойчивость.

О естественном отборе на уровне биологических молекул можно говорить либо в случае, если молекула в каком-то смысле является организмом (первые самокопирующиеся РНК согласно гипотезе мира РНК), либо если молекула размножается и «мутирует» в ущерб организму («эгоистичная ДНК» в виде мобильных элементов, прионы).

О естественном отборе на уровне клеток можно говорить либо в случае одноклеточных организмов, либо в случае, когда клетки размножаются в ущерб организму (злокачественная опухоль). Однако последний пример – это пример отбора в рамках физиологии, а не эволюции.

О естественном отборе на уровне тканей и органов говорить вряд ли можно, так как не происходит их размножения и конкуренции (пример злокачественной опухоли не совсем подходит, т.к. она не обладает уровнем целостности ткани или органа).

Многие школьники написали, что естественный отбор на уровне популяций, конечно, возможен, так как популяция – элементарная единица эволюции. Однако когда так говорят, то подразумевают, что естественный отбор происходит среди организмов, а на уровне популяции проявляется его эффект (на уровне отдельных семей эффект естественного отбора статистически не отличим от случайных воздействий). А естественный отбор среди популяций – это другое явление, его часто называют групповым отбором. Теоретически групповой отбор представить можно, так как у популяций есть аналог размножения (разделение популяции на несколько новых), есть наследственная изменчивость (за счет мутаций и миграций) и популяции могут конкурировать друг с другом. Ч. Дарвин использовал групповой отбор для объяснения возникновения альтруизма. В течение полувека длится спор о теоретической возможности и эмпирических доказательствах группового отбора. Среди его современных противников можно назвать, например, Р. Докинза, а среди сторонников – Э.О. Уилсона. В качестве примера группового отбора можно привести эволюцию некоторых патогенов в сторону меньшей вирулентности: популяции более вирулентных патогенов проигрывают в конкуренции с менее вирулентными, так как погибают вместе с хозяином. Что касается видов, то аналогом размножения на уровне видов является видообразование, и многочисленность видов в некоторых таксонах может быть связана с повышенным видообразованием, а не с лучшей приспособленностью на уровне организмов.

Естественный отбор среди биогеоценозов проблематичен, так как для них сложно привести примеры размножения и конкуренции на основе наследственной изменчивости. Сукцессии биогеоценозов соответствуют либо онтогенезу, либо отбору на устойчивость, но не естественному отбору среди биогеоценозов.

Нам известна только одна биосфера, поэтому отбор среди биосфер полностью гипотетичен (столкновение биосфер при переселении на другие планеты, либо столкновение с сохранившимся на Земле фрагментом древней биосферы). В любом случае это будет скорее отбор среди биогеоценозов, причем отбор на устойчивость, а не естественный отбор.

Критерии оценки ответа на второй вопрос: по 1 баллу за обсуждение каждого уровня биологической организации (максимум – 6 баллов).

Критерии оценки ответа на третий вопрос: по 1 баллу за пример естественного отбора на том уровне, на котором он возможен (максимум – 3 балла).

Список рекомендуемой литературы:

1. Марков А.В. Рождение сложности. Эволюционная биология сегодня: неожиданные открытия и новые вопросы. – М.: Астрель: CORPUS, 2010.
2. Марков А.В., Наймарк Е.Б. Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий. – М.: АСТ: CORPUS, 2014.
3. Maynard Smith J., Szathmáry E. The origins of life: From the birth of life to the origin of language. – N.Y.: Oxford University Press, 2000.