



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

БИОЛОГИЯ, 2017

**ЗАДАНИЯ И РЕШЕНИЯ
ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО БИОЛОГИИ**

в Кировскую Летнюю многопредметную школу
и на заочное отделение ЦДООШ
в 2017 году

**Киров
2017**

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 2017 году. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2017. – 21 с.

Задачи и их решения предложены:

6-7 классы – Е.Н. Лимонова, 8 класс – Е.Г. Шушканова, 9-10 классы: «Короткое северное лето» — О.Н. Шилова, «Самый главный цикл» — А.А. Агапов, «Органеллы?» — В.С. Вьюшков, «Триплоиды» — Е.С. Шилев, «Факторы эволюции» — И.А. Кузин.

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, 2017

ПРИМЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО БИОЛОГИИ

1. (6) «Советы Мюнхгаузена» Знаменитый выдумщик барон Мюнхгаузен написал книгу «Советы огородникам». Некоторые из них приведены ниже. Объясните ценность этих советов с биологической точки зрения.

А) В яркий солнечный день обильно опрыскивайте листья растений – это их освежает.

Б) Никогда не рыхлите почву, т.к. это способствует повреждению корней.

В) Для закалки рассады особенно полезно использовать холодную воду.

Г) Уничтожайте дождевых червей, обитающих в почве, они подгрызают корни.

Д) Используйте инсектициды для уничтожения насекомых.

Примерный ответ

А) Нецелесообразный совет. На солнце поливать растения не следует, так как капли воды, попавшие на стебли и листья, собирают солнечные лучи, как маленькие линзы, и могут причинить серьезные ожоги (1 балл). Кроме того, при высокой температуре вода быстро испаряется с поверхности почвы, не успевая дойти до корней (1 балл). Поэтому поливать лучше вечером или утром теплой водой.

Б) Нецелесообразный совет. Часто после поливов и дождей образуется почвенная корка. При этом крупные поры почвы заполняются водой, происходит уплотнение особенно тяжелых суглинистых почв. При недостатке в почвенном воздухе кислорода угнетается деятельность корневой системы, и корешки могут погибнуть. Рыхление нарушает корку, поэтому данный процесс иначе называют «сухим поливом» (1 балл). Этот прием проводят для улучшения газопроницаемости почвы и сохранения ее влажности, а также для борьбы с сорняками.

При правильном уходе за растениями корневая система даже при рыхлении обычно не повреждается (1 балл).

В) Нецелесообразный совет. Растения любят теплый душ и полив, поэтому для повышения холодостойкости использовать холодную воду нежелательно. Стандартное закаливание заключается в следующих видах воздействия: температурное – подготовка растений к возможным снижениям или повышениям температуры; световое – прием адаптации к более яркому освещению, чтобы растение не погибло от солнечных ожогов; воздушное – приспособливание к ветровым нагрузкам, к определенному режиму увлажненности воздуха. В результате подобного влияния растения будут приобретать такие морфологические признаки, как: крепкий и устойчивый стебель; большие листья насыщенного зеленого цвета; хорошо развитая корневая система (1 балл).

Холодную воду для полива не рекомендуется использовать, т.к. погибают корневые волоски, которые осуществляют поглощение почвенной воды. Как следствие, растение может погибнуть (1 балл).

Г) Нецелесообразный совет. Дождевые черви улучшают структуру почвы, делая ее воздухо- и влагопроницаемой. За сутки червь перерабатывает количество земли, равное его весу, то есть пять граммов, за год – около двух килограммов; обогащает ее химический состав, повышая в ней содержание полезных веществ: магния, кальция, фосфорной кислоты.

Разрыхляя почву и улучшая ее химический состав, черви способствуют лучшему росту растений, их цветению и плодоношению. Делая в земле ходы, они облегчают доступ воздуха вглубь земли.

Главная их пища – отмирающие корни и растительные остатки, поэтому они сосредоточены в верхних слоях почвы. Живые корни они не повреждают (2 балла).

Д) У данного совета есть положительные и отрицательные стороны. Большинство инсектицидов – препараты, направленные на уничтожение конкретной группы вредителей, что поможет справиться, например, с колонией тли. Поскольку препараты токсичны,

значит, их не стоит применять без веских оснований (**1 балл**). Отрицательная сторона состоит в том, что при обработке растений могут погибать и полезные насекомые.

Желательно использовать биологические способы борьбы с вредителями (**1 балл**).

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

Комментарии: участники конкурса практически все возмущены советами барона Мюнхгаузена. Давали очень хорошие пояснения по каждому совету. Молодцы!

2. (6) «Чудо-цветок» Из органов каких растений составлен вымышленный организм, представленный на рисунке 1? Назовите семейства, к которым принадлежат эти растения. Свой ответ поясните.



Рис. 1.

Примерный ответ

Орган	Семейство	Пояснение
Корень	Бобовые	Характерная особенность бобовых – <u>наличие клубеньков на корнях</u> , возникающих в результате возникновения симбиоза с азотофиксирующими клубеньковыми бактериями.
Стебель	Злаковые	Стебель – <u>соломина</u> , цилиндрический, полый с хорошо выраженными узлами и междоузлиями.
Лист	Сложноцветные	Листья одуванчика имеют специфическую <u>форму листовой пластинки</u> – струговидную, собранные в <u>прикорневую розетку</u> .
Цветок	Лилейные	<u>Простой околоцветник из шести свободных лепестков</u> , расположенных в два круга. Тычинок шесть. Пестик один.
Плод	Пасленовые	<u>Плод – многосемянная коробочка</u> , снаружи покрытая шипами. При созревании коробочка растрескивается по створкам.

Критерии оценки: по **1 баллу** за каждые семейство и пояснение его выбора. **Максимальное количество – 10 баллов**

Комментарии: вопрос не вызвал особых затруднений. Некоторые участники теряли баллы, забывая указать семейство или приводя в ответе неполное пояснение.

3. (6) «Карантинные виды» Повилика и некоторые другие растения включены в список карантинных видов. Назовите 5 нежелательных для нашей страны растений, которые еще не включены в этот список, но, по вашему мнению, могли бы быть кандидатами на включение. По каким критериям Вы их отбирали?

Примерный ответ

Карантинные сорные растения занимают особое положение среди большого количества сорных трав из-за высокой вредоносности, т.к. легко вытесняют многие культурные виды (**2 балла**).

Многие карантинные сорные растения являются переносчиками возбудителей вирусных и бактериальных заболеваний, опасных для культурных растений (**2 балла**).

Большинство карантинных сорняков не поедаются животными, поэтому засоренные ими луга и пастбища становятся малопродуктивными (**1 балла**).


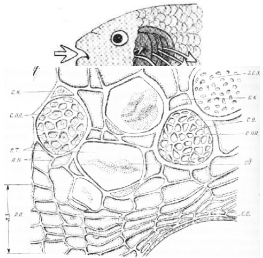

Критерии оценки: часть баллов указана в тексте ответа, кроме того по **1 баллу** можно было получить за каждый из 5 примеров, если он был с пояснениями. **Максимальное количество – 10 баллов**

Комментарии: к сожалению, участники конкурса забывали указать критерии отбора растений, остановившись на перечислении растений.

4. (6) «Аналоги» На рисунке 2 приведены 6 изображений различных частей одежды человека или предметов, используемых им в быту. У каких организмов встречаются части тела, похожие или одноименные с изображенными на рисунке. С какими целями они используются этими организмами?

Примерный ответ

Изображения	У каких организмов встречаются <u>части тела</u> , похожие или одноименные с изображенными на рисунке.	С какими целями они используются этими организмами?
<p>1.</p> 	<p>Индузий – «вуаль» у гриба диктиофоры сдвоенной.</p> 	<p>Основная роль индузия – привлечь насекомых, которые смогут разнести споры гриба (2 балла).</p>
<p>2.</p> 	<p>Юбка, велум, или покрывало, гриба.</p> 	<p>1. Велум – оболочка, защищающая в молодом возрасте плодовое тело гриба. 2. При росте гриба покрывала разрываются и остаются на плодовом теле в виде колец и вульвы на ножке, различных чешуек и лоскутов, покрывающих шляпку. 3. Наличие остатков покрывал и их признаки важны для определения грибов. Гриб, имеющий белые пластинки, «воротничок» и «юбочку» – ядовитый (1 балл).</p>
<p>3.</p> 	<p>1. Губки – тип водных многоклеточных животных, ведущих прикрепленный образ жизни. 2. Аналог у растений – воздухоносная ткань – аэренхима.</p>   <p>Поперечный срез стебля рдеста (<i>Potamogeton</i> sp.)</p>	<p>1. Питание большинства видов осуществляется путем фильтрации воды, прогоняемой через расположенную внутри тела губки водоносную систему различной сложности (2 балла). 2. Газообмен у растений, обитающих в условиях недостатка кислорода. (3 балла).</p>
<p>4.</p> 	<p>Шляпка гриба.</p> 	<p>1. Часть плодового тела гриба, выполняющая функцию спорообразования. 2. Форма шляпки, ее размер, цвет, характер поверхности являются важными определительными признаками грибов (1 балл).</p>

<p>5.</p> 	<p>1. Жабры рыб, моллюсков, членистоногих.</p>  <p>2.</p> <p>Ситовидные поля в ситовидных трубках луба (флоэмы у цветковых растений).</p>	<p>1. Жабры – орган водного дыхания. Из омывающей жабры воды в кровь поступает кислород, а из крови в воду удаляется углекислый газ (1балл).</p> <p>2. Транспорт органических веществ по лубу (2 балла).</p>
<p>6.</p> 	<p>1. Аск или сумка у грибов отдела Аскомицеты.</p> <p>2. Сумка у сумчатых млекопитающих.</p>	<p>1. Орган спорообразования (2 балла).</p> <p>2. Сумчатые отличаются от плацентарных млекопитающих тем, что появляются на свет недоразвитыми, а затем растут в сумке у матери. Сумка – складка кожи в нижней части брюшной поверхности сумчатых животных, служащая для ношения детенышей (1 балл).</p>

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

Комментарии: некоторые участники конкурса невнимательно прочитали формулировку задания, описывая у организмов ткани, а не части тела.

5. (7) «Хамелеоны» Некоторые растения меняют окраску венчика в ходе развития цветка.

а) Приведите примеры таких растений.

б) Предположите, возможны ли подобные изменения листьев? Если возможны, то для чего они нужны растениям. (Осенние изменения окраски рассматривать НЕ НУЖНО).

Примерный ответ

а) В ходе развития цветка некоторые растения меняют окраску венчика. Ярким примером является медуница, окраска венчика цветка которой меняется с розовой на синюю. Подобное явление можно наблюдать у кобеи, вьюнка, лотоса и некоторых других растений.

Биологический смысл: привлечение насекомых опылителей, у которых хорошо выражено цветное зрение (**1 балл**).

Изменение окраски венчика регулируется разными механизмами:

1. Изменение кислотности клеточного сока вакуолей в клетках лепестков венчика (розовый цвет – кислая среда, синяя – щелочная) (**2 балла**).

2. Интересную версию нашла Панова Юлия (г. Новосибирск): «Как установили австралийские ученые, за 1-2 дня до раскрытия бутона температура в цветке повышается до 30-35 градусов. Повышение температуры происходит за счет обменных процессов в митохондриях и связано, по одной из теорий, со своеобразным теплообменом между цветком и насекомым-опылителем. Возможно, температура цветка влияет на его окраску (<http://www.real-roma.ru/Fedotov/lotos/lotos.htm>)» (**2 балла**).

б) Листья у некоторых растений тоже могут менять свою окраску. Причины могут быть следующие:

1. Стресс-фактор (избыток ультрафиолетового излучения, низкие ночные температуры в теплое время года и др.). Увеличивается выработка антоциана, который придает листьям оттенки багрового цвета (**3 балла**).
2. Недостаток или избыток минеральных элементов (макроэлементов: азота, фосфора и калия; микроэлементов: марганца, магния, железа и др.). Недостаток азота – листья бледно зеленого цвета, фосфора – фиолетовые жилки на листьях и т.д. (**2 балла**).
3. Для привлечения насекомых опылителей – верхние прицветные листья молочая красивейшего (пуансеттии) окрашиваются в желтый или малиновый цвета, которые берут на себя функцию венчика, т.к. цветки мелкие невзрачные (**2 балла**).
4. Некоторые этиолированные листья при доступе света снова становятся зелеными (**3 балла**).

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

Комментарии: 0,5 балла получали те участники, которые перечисляли растения (венчик менял окраску) без каких либо пояснений.

6. (7) «Дихотомический ключ» Ниже перечислены растения. Составьте дихотомический ключ для их распределения. Какие критерии (параметры) Вы взяли для разделения и почему?

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. плаун булавовидный, | 6. копытень европейский, |
| 2. сосна обыкновенная, | 7. кошачья лапка двудомная, |
| 3. медуница обыкновенная, | 8. черника, |
| 4. ветреница дубравная, | 9. береза, |
| 5. дуб черешчатый | 10. герань лесная. |

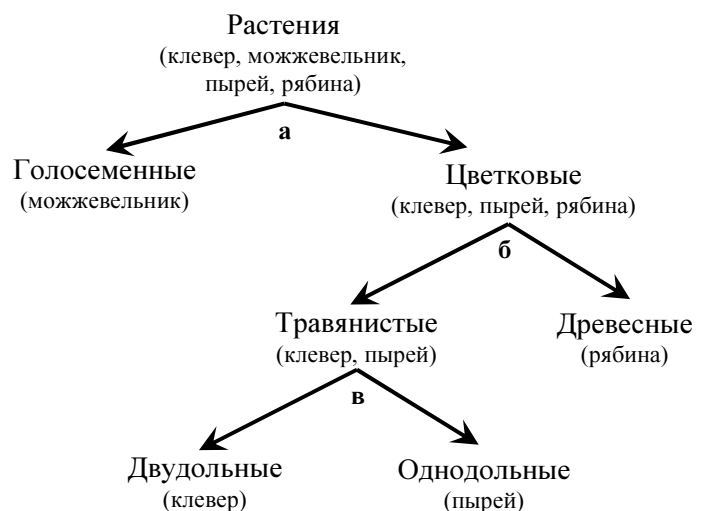
ПРИМЕР

Список растений:

1. клевер белый,
2. можжевельник обыкновенный,
3. пырей ползучий,
4. рябина обыкновенная.

Критерии для разделения:

- а) систематическое положение;
- б) жизненная форма;
- в) систематическое положение.



Примерный ответ

Основные критерии для разделения растений, предложенных в задаче, можно было взять следующие:

1. Размножение (споровое и семенное). *Некоторые участники критерий называли – «систематическое положение». В таком случае, какой таксон можно применить для таких групп растений?*
2. Систематическое положение:
 - отделы Голосеменные и Покрытосеменные (для разделения на отделы можно было выбрать критерий – расположение семязачатков);
 - семейства Лютиковые, Кирказоновые, Березовые и др.;
 - классы Однодольные и Двудольные (данный критерий был неудачным, т.к. по нему нельзя было привести примеры однодольных растений, в таком случае, какой смысл его использовать?)
3. Жизненные формы по И.Г. Серебрякову (деревья, кустарнички и травы).
4. Расположение цветков (одиночные или собраны в соцветия) и другие.

Критерии оценки: по 1 баллу за каждый критерий, если по нему действительно можно было разделить растения на группы, по 0,5 балла за примеры растений в каждой группе. **Максимальное количество – 15 баллов.**

Комментарии: некоторые участники решили показать свой высокий уровень знаний, используя по критерию «жизненные формы по К. Раункиеру» понятия фанерофиты и хамефиты. Но! Затем хамефиты поделили на травы и кустарнички! **Анализируйте информацию, которую пишете в ответе!**

7. (7) «Чудо-насекомое» Из частей каких насекомых составлено вымышленное животное, представленное на рисунке 3? К каким отрядам относятся эти насекомые? Где (в каких условиях) оно могло бы обитать? Какой образ жизни вести?

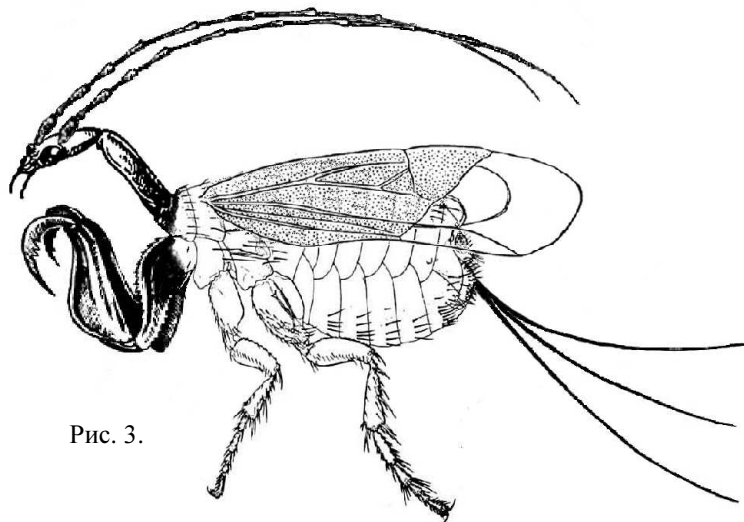


Рис. 3.

Примерный ответ

В ответе следовало не просто перечислить насекомых, но и указать какие именно части принадлежат изображенному на рисунке насекомому!

1. Голова верблюдки – отряд Верблюдки.

2. Передние конечности богомола – отряд Богомолы.

3. Туловище, средние и задние конечности блохи – отряд Блохи.

4. Хвост поденки – отряд Поденки.

5. Усики жука усача – отряд Жесткокрылые.

6. Крылья клопа – отряд Полужесткокрылые, Клопы.

Такое насекомое могло бы обитать во влажных лесах и быть хищником, так как у него развиты передняя хватательная пара ног, крылья и грызущий ротовой аппарат. Образ жизни такого насекомого мог бы быть одиночным.

Критерии оценки: по 2 балла за каждую часть насекомого и название отряда (пункты ответа 1-6), 3 балла за условия обитания и образ жизни. **Максимальное количество –**

15 баллов

Комментарии: некоторые участники голову верблюдки приняли за голову богомола, находили крылья перепончатокрылых и указывали, что хвост поденки помогает передвигаться в воде. Фантазия участников соответствовала фантастическому насекомому.



Рис. 4.

8. (7) «Коммуникации» Многие домашние животные, например, кошки и собаки, могут демонстрировать различные внешние сигналы.

а) В каких ситуациях и для чего они могут их использовать? Сравните «значение» сходных (по внешней форме) сигналов у собак и кошек (см. рис. 4).

б) Могут ли появиться у этих домашних питомцев индивидуальные (не видоспецифичные) сигналы? Если да, то что лежит в основе их появления?

Примерный ответ

Коммуникация в мире животных играет очень важную роль, т. к. позволяет обмениваться информацией, которая помогает им выживать в естественных условиях, регулировать поведение. Язык животных задействует много каналов связи – зрительный, обонятельный, слуховой. Самые древние каналы связи – запаховые и звуковые. Внешние сигналы (язык жестов и мимики, поз животных), о которых спрашивается в данном вопросе, могут быть умиротворяющие, брачные (ухаживание), агрессивные, пищевые, покорности (подчинения) и др. Важнейшей особенностью является их эмоциональный характер **(3 балла)**.

а) Собака и кошка – высокоорганизованные социальные животные, обучающиеся общению в стае или прайде с рождения. Внешне похожие сигналы, как например, высоко поднятый хвост (рис 4.) может иметь разное значение. Так у кошек такой сигнал демонстрирует удовольствие, хорошее настроение, хорошее расположение к партнеру, отсутствие страха; а у собаки – уверенность, настороженность (внимание) и не всегда хорошее расположение к партнеру. Второй пример на рисунке означает одинаковый сигнал, как у кошек, так и у собак: угроза, агрессия, страх – это ритуальное поведение вместо кровопролитных драк **(2 балла)**.

б) Домашние собаки и кошки социализированы на человеке, им постоянно приходится контактировать друг с другом. В связи с чем у данных организмов могут появиться свои индивидуальные особенности поведения т.к. у них можно создавать достаточно сложные условные рефлексы, поощряя за верные действия и наказывая за неверные **(3 балла)**.

Условные рефлексы – это приобретенные рефлексы, свойственные отдельному индивиду (особи). Они возникают в течение жизни особи и не закрепляются генетически, т. е. не передаются по наследству. Формируются условные рефлексы на базе безусловных рефлексов при участии высших отделов мозга. Условно-рефлекторные реакции зависят от прошлого опыта, от конкретных условий, в которых формируется условный рефлекс. Животные могут повторять специфические сигналы, которым их научила мать (подражать другим животным из группы). Таким образом, если домашние животные сосуществуют с хозяином достаточно долго, они могут своими конкретными поведенческими реакциями «сообщить» определенную информацию, например, вести к кормушке, т. к. проголодались **(2 балла)**.

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

Комментарии: некоторые участники конкурса забывали про анализ рисунка, теряя на этом баллы.

9. (7) «Правила моей кухни» Человек может использовать в пищу различные организмы в сыром виде или после специальной обработки. Проанализируйте, по каким причинам одни организмы (растения и животные) желателно употреблять в сыром виде, а другие нужно есть исключительно после термической обработки.

Примерный ответ

Причины употребления организмов без термической обработки:

1. Сохранение биологически активных веществ, антиоксидантов, витаминов, которые при нагревании или заморозке в той или иной степени разрушаются. Это могут быть многие овощи и фрукты **(2 балла)**.
2. Содержание клетчатки в растениях позволяет организму быстрее насытиться **(1 балл)**.
3. Вкусовые качества сырого продукта выше. Например, морской гребешок, устрицы **(1 балл)**.

Причины обязательной термической обработки при употреблении организмов в пищу.

1. Уничтожение паразитических червей и других болезнетворных микроорганизмов. Выдерживание потребляемого продукта при определенной низкой или высокой температуре убивает паразитов и их некоторые стадии, делая продукт безопасным к употреблению. Например, свиньи (паразиты – трихинеллы, свиной солитер), корова (паразит – бычий цепень), рыбы семейства карповых (паразит – кошачий сосальщик) **(2 балла)**.
2. Разрушение токсичных веществ. Сушка, вымачивание и термическая обработка при определенных температурах избавляет пищевые организмы от ядовитых для человека веществ, делая их пригодными к употреблению. Например, маниок, орляк, недозревший зеленый картофель (вредное вещество соланин) **(2 балла)**.

Причины, по которым термическая обработка желательна.

1. Облегчение усваивания в желудочно-кишечном тракте человека. Грубая клетчатка некоторых растений может травмировать слизистую оболочку желудка. Например, свекла **(2 балла)**.
2. Увеличение содержания биологически активных веществ, антиоксидантов и витаминов в продукте после термической обработки. Например, шпинат (кальций, цинк, железо), томат, морковь (витамин А) **(3 балла)**.
3. Улучшение вкусовых качеств после термической обработки. Например, картофель, баклажан **(2 балла)**.

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

Комментарии: некоторые участники конкурса писали про мед, оливковое масло. Баллы за описание полезности этих продуктов не ставились, т.к. в задании речь идет про употребление в пищу растений и животных.

10. «Памятники животным» Предложите, каким лабораторным животным можно поставить памятники (из тех, которым пока памятники не поставлены)? Составьте рейтинг (топ-5) таких животных. Для построения рейтинга вам необходимо выработать критерии (параметры) согласно которым вы будете сравнивать предложенных Вами животных.

Примерный ответ

Критерии для рейтинга:

1. Массовость использования.
2. Важность открытия.
3. Универсальность.

В рейтинг могли бы войти следующие организмы.

Дрозофилы классический объект генетических исследований, изучение механизмов иммунитета, диабета, рака. Плюсы: высокая плодовитость, короткий срок развития, неприхотливость при разведении, большое число мутационных линий, малое число хромосом.

Крысы вторые по частоте использования для опытов позвоночных животных (после мышей). Крыс используют в психологических исследованиях, тестах на токсичность и в изучении раковых заболеваний, испытаниях новых вакцин и лекарств, для исследования наследственных заболеваний человека, а также для проведения операций по трансплантации органов и т.д. (памятник мыши есть, а крысе – нет).

Кролики используются при исследовании в области стоматологической имплантологии, в экспериментальной хирургии, в физиологии, в токсикологических исследованиях, в фармакологии для моделирования атеросклероза, тромбозов, заболеваний опорно-двигательной системы, заболеваний, инфекционных заболеваний, также для выработки антител.

Миниатюрные свиньи используются в медико-биологических и биотехнологических исследованиях, в разработке методов лечения патологий ряда систем органов, в доклинических исследованиях фармакологических препаратов, в тестировании

косметических препаратов и средств бытовой химии и др. Плюсы: содержать проще и выгоднее, чем обычных свиней.

Круглые черви (*Caenorhabditis elegans*): тела червей содержат все известные виды тканей, ограниченное число клеток, быстрый цикл. Используются в исследованиях процессов размножения и эволюции видов.

Хомяки могут быть использованы вместо мышей для типирования пневмококков и при изучении лейшманиоза; в настоящее время одни из самых распространенных лабораторных млекопитающих (3 место); для получения клеточных линий; для производства терапевтических препаратов.

Курица наиболее распространенный среди птиц лабораторный объект, один из основных модельных организмов в классической и современной генетике. Куриный эмбрион является классической культуральной средой в вирусологии.

Данио-рерио почти прозрачная на ранних стадиях развития пресноводная рыбка; важный объект водной токсикологии и токсикопатологии, широко используется в качестве модельного организма для изучения развития позвоночных и функций генов позвоночных.

Кальмары. Изучение ионного транспорта через мембрану аксона гигантских нейронов при различных электрических условиях. Результаты этих исследований позволили сконструировать математическую модель потенциала действия.

Критерии оценки: (максимальный балл – 10)

Структурированность – 1,5

Доказательность каждого объекта: описание, соответствие своим критериям – по 1,5

Указание источников – 1

Лишняя информация (-2)

Комментарии: часто упоминались морские свинки, но памятник им есть.

В Германии, в местности Риесорт, стоит памятник морским свинкам. Их использовали в лабораторных целях в двадцатых годах прошлого века для борьбы с ящуром.

11. «Домашние насекомые» В настоящее время «одомашненными» насекомыми можно считать только пчелу и тутового шелкопряда. Составьте рейтинг (топ-5) насекомых, одомашнивание которых наиболее целесообразно с точки зрения хозяйственной пользы и, возможно, с точки зрения биологии этих животных. Для построения рейтинга вам необходимо выработать критерии (параметры) согласно которым вы будете сравнивать предложенных Вами насекомых.

Примерный ответ

Критерии для рейтинга:

1. Актуальность проблемы (не только уничтожение вредителей).
2. Эффективность решения проблемы.
3. Простота и дешевизна содержания.
4. Безопасность для человека.

В топ-5 могут быть

1. Насекомые – утилизаторы мусора.

Большая восковая моль (огневка пчелиная, отряд Чешуекрылые) – известный пчеловодам вредитель. Вырабатывает фермент, способный разрушать полиэтилен с большой скоростью – использование для уничтожения мусора. Сейчас гусениц этого вида разводят в коммерческих целях в качестве наживки для рыбалки.

Черная львинка (черная муха-солдат) личинки перерабатывают органические остатки в разы быстрее червей. Сами личинки могут использоваться как источник кормового белка.

Также для утилизации мусора органического происхождения могут быть использованы муравьи, личинки зеленой падальной мухи.

2. Насекомые – источники белка.

Мучные жуки (отряд Жесткокрылые) – питательную ценность личинок трудно переоценить, кроме того, в них много меди, натрия, калия, железа, цинка и селена. А

выращивать можно даже в домашних условиях.

Саранча (отряд Прямокрылые) отличается быстрым набором биомассы, высокой питательностью. Необходим контроль перемещения, возможна селекция на бескрылость.

3. Насекомые, уничтожающие вредителей.

Наездники (отряд Перепончатокрылые) – откладывают свои личинки в яйца (личинки) других насекомых. Их можно выращивать в лабораториях на питательных средах. Однако это достаточно сложно.

Мухи-тахины (ежемухи, отряд Двукрылые). Круг вредителей, которых они уничтожают, просто огромен и эффективность высока. Личинки большинства видов тахин питаются и развиваются за счет насекомого-хозяина.

А также златоглазки, жужелицы, стрекозы.

Кошенильные червецы (отряд Полужесткокрылые). Производство красной краски (кармин), используется как пищевая добавка E120.

Шмели (отряд Перепончатокрылые) – лучшие опылители растений, можно использовать для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Способны собирать нектар и получать мёд, которым кормят своё потомство, но запасов на зиму не делают.

Комментарии: *примеры из других классов не учитывались (науки).*

Критерии оценки: (максимальный балл – 10)

Структурированность – 1,5

Доказательность каждого объекта: описание, соответствие своим критериям – по 1,5

Указание источников – 1

Лишняя информация (-2)

12. «Хронология» Изучение годичных колец у деревьев позволяет узнать не только возраст деревьев, но и условия, в которых они произрастали. Изучение каких структур и органов животных позволяет получить аналогичную информацию? Какую информацию, помимо возраста, можно извлечь из анализа предложенных вами структур и органов и на какую максимально возможную «глубину» времени?

Примерный ответ

Млекопитающие

- По зубной формуле можно определить отряд животного, предположить, чем питается.
- По состоянию зубов (их количеству, истертости, цвету) определяют возраст и условия жизни, состояние здоровья.
- По кольцам на рогах полорогих (например, у коров с каждым отелом образуется кольцевидный перехват на рогах), по количеству отростков на рогах плотнорогих (ответвления на рогах начинают появляться на 3-й год жизни, затем их количество увеличивается), по копытам.
- По ушным пробкам у усатых китов можно определить возраст, условия питания, даже загрязненность воды тяжелыми металлами. В пробке каждый год закладывается по два слоя: светлый и темный. Также на «китовом усе» можно увидеть неровности – «годовые шаги».
- По состоянию шерсти (яркость, густота, чистота, наличие седых волос) оценивают состояние здоровья, особенности питания, приблизительный возраст.

Птицы

Особых структур нет, учитывают возрастные изменения оперения, например, молодые особи часто имеют оперение серо-коричневых тонов. Заболевания или нарушения в питании вызывают появление на перьях стрессовых отметин - это линии без пигментации или темные полосы поперек пера.

Рептилии

- По зонам роста на костях.
- По пластинкам панциря черепахи можно определить примерный возраст (по количеству колец на пластинке) и условия жизни (питание, подвижность и др.).

Костные рыбы

- По чешуе и жаберным крышкам определяют возраст и условия жизни. Ежегодно под имеющейся чешуйкой нарастает новая пластинка несколько большего диаметра. Неравномерность на чешуе выражается в виде различной толщины рубчиков, валиков. Обычно рыбы летом растут быстро, к осени их рост замедляется, а зимой вовсе прекращается, что отражается на размерах валиков.

- У некоторых рыб годовые кольца можно обнаружить на отолитах, срезах позвонков и плавниковых лучей.

Пластинчатожаберные моллюски

Возраст определяют по кольцевой структуре раковины (в зимний период рост замедляется, вследствие чего на внутренней стороне раковины образуется дугообразный рисунок), 1 год равен 1 дуге.

Критерии оценки: (максимальный балл – 10)

Структурированность – 0,5

Примеры из класса Млекопитающих – до 4

Примеры других позвоночных – до 4

Примеры беспозвоночных – до 1

Указание источников – 0,5

Лишняя информация (-2)

13. «Бессмертные растения» Растения – удивительные организмы и некоторые из них можно назвать практически бессмертными. За счет каких анатомических, морфологических, онтогенетических и других особенностей растения могут обладать значительно большей продолжительностью жизни, чем большинство животных?

Примерный ответ

Анатомические особенности

- В растениях хорошо развиты образовательные ткани (меристемы), в составе которых можно обнаружить инициальные клетки, способные к неограниченному количеству делений, т.е. само растение способно к неограниченному росту.

- Развитая способность к регенерации, при помощи раневых меристем.

- Наличие тканей, обеспечивающих возможность запасать вещества и воду.

- У многих древесных форм есть микориза, которая играет роль корневых волосков, т.е. выполняет функцию увеличения площади всасывания).

Морфологические

Растение представляет собой модульный организм, в котором нет определенного количества частей, благодаря чему растения, по сравнению с животными, являются более пластичными, что позволяет им лучше приспособиться к изменяющимся условиям среды.

Онтогенетические

- Многие растения способны к вегетативному размножению.

Физиологические

- Большинство растений – автотрофы, т.е. синтезируют необходимые органические вещества в процессе фотосинтеза.

- Развитая способность к регенерации, при помощи раневой меристемы.

- Синтезируют фитонциды – биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие болезнетворных бактерий.

- Выработка алкалоидов, эфирных масел и смол.

- Устойчивость к действию ультрафиолетового излучения.

- Замедление процессов жизнедеятельности в неблагоприятных условиях (зимой).

Критерии оценки: (максимальный балл – 10)

Структурированность (выделение особенностей) – 1

Примеры с объяснением – до 8

Указание источников – 1

14. (9-10) «Короткое северное лето» У животных разных систематических групп выработались разнообразные приспособления к кратковременному и долговременному охлаждению.

а) Рассмотрите различные приспособления животных к низким температурам окружающей среды и создайте их обобщенный список, основываясь на сходстве механизмов или применяемых подходов. В решении приведите *только* полученный список с пояснениями и примерами, *подробно описывать сами приспособления не нужно.*

Максимум 10 баллов

б) Какие из приведенных Вами адаптаций характерны также и для человека? Какие из приведенных адаптаций животных человек различными способами (например, с помощью каких-либо технологий) воспроизводит в своих целях? Что это за способы? **Максимум 3 балла**

в) Существуют ли у животных приспособления, воспроизведение которых в настоящее время недоступно человеку как физиологически, так и технологически? Свой ответ обоснуйте. **Максимум 2 балла**

Ниже приведен один из возможных ответов с пояснениями относительно оценки.

Холод для животных может стать угнетающим фактором по нескольким причинам:

- 1) ферментативные системы и рецепторы организма имеют некоторый оптимум температур, при которых организм функционирует нормально;
- 2) при сильном охлаждении могут запускаться нежелательные реакции на органном уровне. Так, у человека при гипотермии повышается риск фибрилляции желудочков и остановки сердца;
- 3) все живые организмы, которые нам известны, имеют довольно много воды в своем составе. При замерзании вода образует кристаллы, которые легко повреждают клетки и ткани.

А. Исходя из проблем, связанных с воздействием низких температур, можно составить список соответствующих им адаптаций. Животные сопротивляются этим воздействиям либо попытками пережить охлаждение, либо попытками всегда поддерживать температуру тела выше, чем температура окружающей среды.

Приспособления животных по времени действия и эффективности можно разделить на адаптации к кратковременному охлаждению и переживанию долгих холодов. По механизмам действия такие адаптации можно разделить на следующие группы:

- 1) для теплокровных животных характерны приспособления, помогающие минимизировать потери тепла: шерстный или перьевой покров, подкожный жир, в некоторых случаях – увеличение размера тела (правило Бергмана, хорошо выполняется для медведей), уменьшение площади поверхности тела для наземных животных (правило Аллена), кровоснабжение конечностей по принципу теплообменника (конечности ластоногих). При кратковременном охлаждении может меняться интенсивность кровоснабжения покровов и внутренних органов, перьевой или шерстный покров приподнимается при помощи специальных мышц;
- 2) повышенная температура тела поддерживается увеличением теплопродукции: разобщением окислительного метаболизма и производства АТФ, образованием специализированной ткани, занимающейся теплопродукцией – бурого жира (особенно характерна для животных, впадающих в спячку, например, барсуков). В качестве источника тепла также используются мышечные сокращения, например, дрожание у млекопитающих и движения крыльями у насекомых;
- 3) состояние покоя, сопровождающееся падением скорости метаболизма (гибернация, спячка и анабиоз) помогает пережить неблагоприятные периоды времени как теплокровным (ежи), так и пойкилотермным животным (лягушки, тихоходки). У животных с многостадийным циклом развития развитие, как правило, синхронизируется с сезонным циклом, в результате чего зимуют наиболее устойчивые покоящиеся стадии;

- 4) для животных характерны и поведенческие адаптации: постройка убежищ (норы мышей), миграция (птицы), согревание в группах (императорские пингвины, грызуны);
- 5) невозможность поддерживать повышенную температуру тела вынуждает избегать хотя бы замерзания воды внутри организма: вырабатывать белковые, углеводные и другие антифризы (например, белковые у рыб, углеводные у насекомых и лягушек, мочевины у лягушек и глицерин у насекомых), снижать количество воды в организме (жуки). Кроме того могут наблюдаться и другие приспособления к неизбежному охлаждению: изменение липидного состава мембран, использование изоформ ферментов и т.д.

Максимальное число баллов за ответ на данный вопрос – 10. За использование любой другой классификации адаптаций баллы НЕ снимались, учитывалось упоминание данных принципов и приведение адекватных примеров.

Б. Человек – теплокровное животное, для которого характерны перечисленные методы теплоизоляции (волосистой покров, пусть и редуцированный, подкожный жир) и теплопродукции: дрожь, разобщение окислительного метаболизма и производства АТФ, в том числе в бурой жировой ткани. Недостаток собственной шерсти люди прекрасно компенсируют теплой одеждой.

Трудно сказать, есть ли у человека инстинктивное поведение, касающееся постройки убежищ, однако культура поддерживает эти обычаи и технологии, позволяя, в том числе, укрываться от холода. Применение огня, и, тем более, центрального отопления делает возможной зимовку практически в любом месте Земли. Перемещение человека в пространстве в зависимости от сезона также доступно и активно практикуется.

Максимальное число баллов за ответ на этот вопрос – 3. Оценивается последовательность в рассмотрении адаптаций, которые приведены автором решения в пункте А, обоснование выбора и его правильность.

Комментарии: *данный вопрос был посвящен исключительно выживанию человеческого организма, однако многие участники включили в ответ еще и применение адаптаций животных в бионике. Спасибо, ваш кругозор нас радует, но на баллы не влияет.*

В. По всей видимости, самыми недоступными остаются антифризы, так как они значительно меняли бы физико-химические свойства внутренней среды организма, такие как осмолярность и вязкость. Обратимый «гипобиоз», сопровождающийся охлаждением, применяется при некоторых медицинских процедурах (гипотермия при операциях на сердце, введение в искусственную кому). Однако продолжительность такого воздействия ограничена, и ведение таких пациентов требует постоянного контроля, а потому вряд ли анабиоз возможен и целесообразен для переживания холодов.

Максимальное число баллов за ответ на этот вопрос – 2. Оценивается последовательность в рассмотрении адаптаций, которые приведены автором решения в пункте А, обоснование выбора и его правильность.

15. (9-10) «Самый главный цикл» Для определения продолжительности клеточного цикла в двух клеточных культурах было подсчитано количество клеток, находящихся в определенный момент в состоянии митоза. Оказалось, что в первой культуре 415 клеток из 19985 проанализированных находятся в состоянии митоза, а во второй — 304 из 14637.

а) Дайте определение понятия «клеточный цикл».

Клеточный цикл – период существования клетки от момента её образования путём деления материнской клетки до собственного деления или гибели. *Это определение скопировано из Википедии. Принималось также любое другое, не искажающее смысл.*

За это можно было получить **1 балл**.

б) Рассчитайте продолжительность клеточного цикла в каждой из двух культур клеток, приняв продолжительность митоза постоянной и равной 1 часу.

Для первой культуры составляем такую пропорцию:

$$415 - 1$$

$$19985 - x$$

Для второй культуры такую:

$$304 - 1$$

$$14637 - x$$

Получаем, что x в обоих случаях равен примерно 48. То есть, продолжительность клеточного цикла в обеих культурах одинакова и составляет около 48 часов или 2 суток.

За это можно было получить **до 2-х баллов**.

в) Ученые обнаружили в холодильнике пробирку X с неизвестным веществом (или смесью веществ) и вылили ее содержимое во вторую клеточную культуру. В результате продолжительность клеточного цикла снизилась вдвое. Предположите, какое вещество (или смесь веществ) могла находиться в пробирке X? Для этого предложите три наиболее вероятные на ваш взгляд гипотезы и поясните ваш ответ.

Снижение продолжительности клеточного цикла означает более частые клеточные деления в культуре клеток.

Ниже перечислены группы гипотез, **за каждую** из которых можно было получить **не более 2-х баллов**. Поскольку гипотез всего нужно было предложить 3, то суммарно получается **6 баллов за этот пункт задачи**.

1. Это могли быть питательные вещества (сюда относятся все ответы типа «глюкоза», «аминокислоты» и т.д.). *Никто же не сказал, что культуры содержались в оптимальных условиях.* Если им не хватало определенных веществ, и мы их добавили, клетки вероятнее всего начнут делиться чаще.*
2. Это могли быть естественные митогены (вещества, стимулирующие клеточное деление). Сюда относятся факторы роста, гормоны (включая растительные гормоны – никто же не сказал, какие у нас клетки). Для каждого фактора роста или гормона необходимо было указать, на какие клетки он действует: «допустим, наша культура была растительным каллусом, тогда добавление цитокининов могло привести к наблюдаемому эффекту».*
3. Мутагены. Они привели к множеству мутаций в ДНК, некоторые из них затронули протоонкогены или онкосупрессоры. Это могло привести к появлению клеток, которые делились быстрее.
4. Различные факторы, влияющие на передачу сигнала от рецепторов, узнающих митогены. *Такой ответ не принимался, если не пояснялось, как эти факторы попадают в клетки.* Очень часто в пример приводили белки циклины. Но лишь считанное количество работ содержали догадки, что циклины могли находиться внутри везикул, и тогда легко могли проникнуть в клетки.

* Сыворотка крови могла подойти под оба эти пункта. Количество баллов в таком случае могло доходить сразу до 4-х, но при условии, что автор пояснял, что в сыворотке находятся и питательные вещества, и митогены.

Итого можно было получить до 9 баллов за эту задачу.

16. (9-10) «Органеллы?» Границы между органеллами и макромолекулярными комплексами сложного состава в эукариотических клетках зачастую условны и зависят от личной точки зрения ученых или авторов учебников. Например, рибосомы, являющиеся по сути таким макромолекулярным комплексом, в большинстве школьных учебников относят к органеллам, а другие подобные (и даже большие по размерам) комплексы – нет.

а) Приведите примеры (не более 10) различных макромолекулярных комплексов, встречающихся в клетках эукариот. Постарайтесь, чтобы эти примеры максимально отличались по выполняемым функциям и локализации в клетке.

б) Предложите 5 критериев (параметров), в соответствии с которыми будет проводиться граница между настоящими органеллами и макромолекулярными комплексами.

в) Какие макромолекулярные комплексы можно будет включить в число органелл хотя бы по одному из Ваших критериев?

г) Для каких из приведенных макромолекулярных комплексов возможна дальнейшая эволюция в направлении образования обособленных органелл (соответствующих Вашим критериям)? Ответ поясните.

Проведем разбор задачи по пунктам:

а) Приведите примеры (не более 10) различных макромолекулярных комплексов, встречающихся в клетках эукариот. Постарайтесь, чтобы эти примеры максимально отличались по выполняемым функциям и локализации в клетке.

Необходимо было привести несколько примеров макромолекулярных комплексов. Учитывалось наличие пояснений к каждому примеру (и их правильность).

Для характеристики макромолекулярных комплексов необходимо разобраться с единицами измерения массы молекул. Обычно в биологии для макромолекул применяется единица Дальтон (Да) – атомная единица массы. Масса атома водорода примерно равна 1 Да. Удобно использовать мегадальтон (МДа) – 10^6 Да, и килодальтон (кДа) – 10^3 Да. Масса эукариотической рибосомы примерно 3 МДа. Масса гемоглобина – 67 кДа (белок средней массы).

Примеры макромолекулярных комплексов:

1) Апоптосома – крупный белковый комплекс (примерно 1 МДа), локализованный в цитозоле и участвующий в апоптозе – программируемой клеточной гибели.

2) Протеасома – белковый комплекс, участвующий в регулируемой деградации клеточных белков. 26S протеасома имеет массу около 2 МДа. Протеасомы встречаются как в цитозоле, так и в ядре.

3) Многие клеточные ферменты также образуют крупные многосубъединичные комплексы. Пример – пироватдегидрогеназный комплекс митохондрий, имеющий массу более 4 МДа. Он катализирует превращение пировиноградной кислоты в ацетил-кофермент А.

4) Крупные белковые комплексы составляют основу электрон – транспортных цепей митохондрий и хлоропластов. Более того, отдельные комплексы ЭТЦ митохондрий могут формировать единый суперкомплекс – респирасому, состоящую из комплексов I, III, IV с массой более 1 МДа. Фотосистемы хлоропластов также являются примером макромолекулярных комплексов.

5) Сплайсосома – комплекс из белков и некодирующих РНК (малые ядерные РНК, мяРНК), осуществляющий вырезание интронов из незрелой мРНК в ядре эукариот. Имеет массу в несколько мегадальтон.

6) Ферритин – многосубъединичный белок животных, связывающий железо (одна белковая молекула из 24 одинаковых субъединиц связывает 4500 атомов железа!). Молекулярная масса - 450 кДа.

7) Сама рибосома может рассматриваться как макромолекулярный комплекс из рРНК и рибосомальных белков, осуществляющий синтез белка на матрице мРНК.

Можно приводить и другие примеры. Главное, чтобы приведенные комплексы действительно были макромолекулярными (имели массу больше нескольких сотен килодальтон – чтобы отсечь большинство средних белков).

б) Предложите 5 критериев (параметров), в соответствии с которыми будет проводиться граница между настоящими органеллами и макромолекулярными комплексами.

Возможные критерии:

1) Наличие липидной мембраны. Органеллы в отличие от макромолекулярных комплексов окружены фосфолипидной мембраной, создающей замкнутый компартмент.

2) Органеллы должны быть расположены в цитозоле (не могут входить в состав других органелл). Так, например, макромолекулярные комплексы ЭТЦ митохондрий не могут рассматриваться как самостоятельные органеллы, поскольку расположены во внутренней мембране митохондрий.

3) Масса органелл больше массы макромолекулярных комплексов. В качестве границы можно привести 3 МДа – масса эукариотической рибосомы.

4) Органеллы присутствуют во всех без исключения клетках эукариот (у прокариот органелл нет согласно первому критерию – нет внутриклеточных мембранных компартментов). Например, ферритин встречается только в клетках животных.

5) Органеллы образуются из других органелл. Так, митохондрии и пластиды способны делиться. Внутриклеточные везикулы отделяются от ЭПР и аппарата Гольджи. Напротив, белковые макромолекулярные комплексы собираются из синтезированных на рибосомах белков (однако стоит учитывать, что белки органелл также синтезируются на рибосомах).

Возможны и другие критерии. Главное – наличие пояснений.

в) Какие макромолекулярные комплексы можно будет включить в число органелл хотя бы по одному из Ваших критериев?

1) Апоптосома удовлетворяет второму критерию – локализована в цитозоле.

2) Протеасомы находятся в цитозоле всех эукариот, удовлетворяя критериям 2) и 4).

3) Пируватдегидрогеназный комплекс имеет массу более 3 МДа и встречается у всех эукариот, имеющих развитые митохондрии, удовлетворяя критериям 3) и 4)

4) Ферменты ЭТЦ встречаются у всех эукариот, имеющих развитые митохондрии.

5) Сплайсосома имеет массу более 3 МДа (критерий 3). Наличие сплайсомных интронов показано для большинства эукариот, за исключением некоторых представителей простейших.

6) Ферритин расположен в цитозоле (критерий 2).

7) Рибосомы эукариот имеют массу 3 МДа (критерий 3), расположены в том числе в цитозоле (критерий 2) и встречается у всех эукариот (критерий 4). Видим, что согласно нашей системе критериев рибосома является макромолекулярным комплексом, а не органеллой.

г) Для каких из приведенных макромолекулярных комплексов возможна дальнейшая эволюция в направлении образования обособленных органелл (соответствующих Вашим критериям)? Ответ поясните.

Как мы видим, основным критерием, строго разделяющим органеллы и макромолекулярные комплексы, является наличие мембраны. Из перечисленных комплексов заключение в мембрану может давать некоторое эволюционное преимущество в случае протеасомы: создается дополнительный пункт контроля расщепления клеточных белков, состоящий в регулируемом поступлении белков во внутренний компартмент новой органеллы для осуществления протеолиза.

Также некоторую пользу может принести заключение ферритина в мембрану, позволяя более тонко регулировать внутриклеточную концентрацию железа.

17. (9-10) «Триплоиды» Представьте себе, что Грегор Мендель работал бы с триплоидными организмами, у которых три пола и для развития зиготы нужны три родителя.

а) Как формулировались бы в этом случае законы Менделя?

б) Какие расщепления наблюдались бы при полном доминировании для моногенного и дигенного наследования?

в) Как выглядело бы в этом случае уравнение Харди-Вайнберга?

При решении задачи часть участников использовала более простую и наглядную систему с двумя аллелями для каждого гена, в то время как другая часть участников посчитала, что для триплоидов обязательно наличие трех аллелей. Первая модель была

более простой и продуктивной, и показывала зависимость соотношения генотипов потомства от соотношения генотипов родителей. Тем не менее, в решении оценивались обе модели, хотя в рамках второй из них можно было набрать меньшее количество баллов.

Большинство участников справилось с формулировками закона единообразия первого поколения (первый закон) и независимого наследования генов (третий закон), поскольку они практически не отличались от стандартных формулировок, однако второй закон (о характере расщепления во втором поколении) вызвал определенные затруднения. **За каждый из законов давался один балл, всего за эту часть можно было получить 3 балла.**

В рамках первой модели (с двумя аллелями) нужно было указать возможность двух вариантов: 1) $AAA \times AAA \times aaa$ (гетерозиготы AAa расщепляются по фенотипу $26 : 1$, по генотипу $8 AAA : 12 AAa : 6 Aaa : 1 aaa$) и 2) $AAA \times aaa \times aaa$ (гетерозиготы Aaa расщепляются по фенотипу $19 : 8$, по генотипу $1 AAA : 6 AAa : 12 Aaa : 8 aaa$), **по 1 баллу** за каждое, в рамках второй модели с тремя аллелями и ступенчатым доминированием достаточно было указать одно расщепление по фенотипу $19 : 7 : 1$ (1 балл). Авторам решений нужно обратить внимание, что наличие трех гамет приводит к необходимости представлять решетку Пеннета в виде трехмерного куба $3 \times 3 \times 3$, в то время как многие из них ошибочно использовали плоскую решетку 3×3 (не учитывая третий пол) или кубическую $2 \times 2 \times 2$ (не учитывая различия в частоте гамет A и a).

Соответственно, в поколении F_2 в рамках первой модели могло быть три расщепления по фенотипу: $676 : 26 : 26 : 1$ (по обоим генам $26 : 1$, например от скрещивания трех одинаковых гетерозигот $AAaBBb$), $361 : 152 : 152 : 64$ (по обоим генам $19 : 8$, например от скрещивания трех одинаковых гетерозигот $AaaBbb$) и $494 : 208 : 19 : 8$ (по одному гену $19 : 8$, а по второму гену $26 : 1$, например от скрещивания трех одинаковых гетерозигот $AAaBbb$). Некоторые школьники скрещивали неодинаковых гетерозигот, что вообще противоречит единообразию F_1 , однако баллы за такие лишние скрещивания не вычитались.

Таким образом, в рамках первой модели можно было написать 5 расщеплений по фенотипу (2 для F_1 и 3 для F_2) и получить таким образом 5 баллов за часть Б. В рамках второй модели для трех аллелей у обоих генов в поколении F_2 можно получить 9 фенотипических классов в соотношении $361 : 133 : 133 : 49 : 19 : 19 : 7 : 7 : 1$, таким образом, в рамках второй модели можно было получить за часть Б два балла (1 за F_1 и 1 за F_2).

Уравнение Харди-Вайнберга для двух аллелей формулируется как $p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3 = 1$, для трех аллелей – $p^3 + q^3 + r^3 + 6pqr + 3p^2q + 3pq^2 + 3p^2r + 3pr^2 + 3q^2r + 3qr^2 = 1$.

Уравнение оценивалось в один балл, кроме этого, **еще 1 балл** можно было получить за пояснения того, почему используется формула куба суммы, чему в формуле соответствуют частоты отдельных генотипов и тому подобные пояснения. **Итого за часть В можно было получить два балла.**

Теоретический максимум за всю задачу 17 составлял 10 баллов.

18. (9-10) «Факторы эволюции» В настоящее время основной эволюционной теорией считается синтетическая теория эволюции, однако, она возникла в результате изучения не всех живых организмов, а только эукариот.

а) Укажите характерные для прокариот особенности следующих элементарных факторов эволюции, первоначально описанных для эукариот: 1) мутации; 2) комбинативная изменчивость; 3) естественный отбор; 4) дрейф генов; 5) поток генов.

б) Сравните эукариот и прокариот по значению этих факторов для их эволюции.

При проверки задачи использовались следующие условные обозначения и принципы оценки (писавшие работу участники могут их увидеть внутри файлов со своими ответами): бирюзовым выделены верные и существенные утверждения (за каждый – 1 балл), желтым – частично верные и существенные тезисы (за каждый – 0,5 баллов), красным – явно неверные утверждения (за них балл не снижался). Фрагменты верные, но не существенные

для решения задачи не выделены цветом. Ответы на части а) и б) можно совместить, поэтому повтор одного и того же утверждения в двух частях решения не учитывался.

(1) Все мутации у прокариот наследуются (в отличие от соматических мутаций у многоклеточных прокариот). Мутации у прокариот в среднем происходят чаще, и связано это в первую очередь с большей частотой мутаций при репликации. Прокариоты часто (но далеко не всегда) имеют «гаплоидный» набор генетического материала, поэтому «рецессивная» (точнее говоря, связанная с потерей функции) мутация может сразу же проявляться в фенотипе. Но здесь тоже следует сделать оговорку, так как даже у прокариот с «гаплоидным» набором плоидность конкретного гена зависит от его удаленности от ориджина репликации и от скорости деления клетки: у прокариот удвоение, учетверение и т.д. ДНК вблизи ориджина предшествует делению клетки. Кроме того, некоторые гены в гаплоидном состоянии могут быть представлены в нескольких копиях (впрочем, как и эукариот). Также у прокариот выше доля «вредных мутаций», так как в их геноме меньше «мусора», мутации в котором обычно нейтральны + у прокариот больше размер популяции и, соответственно меньше роль дрейфа генов, который делает слабо вредные мутации нейтральными. У прокариот в среднем меньше размер генома, но больше размер популяции, поэтому общий объем мутаций в популяции сопоставим с эукариотами.

(2) В качестве аналога комбинативной изменчивости у прокариот можно рассматривать совмещение генетического материала в результате горизонтального переноса генов (конъюгации, трансформации и трансдукции). При горизонтальном переносе передается лишь часть гаплоидного генома (в отличие от полового размножения у эукариот). Горизонтальный перенос генов у прокариот, как и мейотическая рекомбинация у эукариот, может препятствовать действию хrapовика Мёллера (накоплению в популяции «генетического груза» вредных мутаций) за счет восстановления «дикого типа».

(3) Прокариоты быстрее размножаются (что увеличивает скорость отбора по сравнению с эукариотами, размножающимися бесполом путем), но вряд ли это можно рассматривать (что сделали многие школьники) как компенсацию за отсутствие комбинаторики генов в ходе полового размножения: так мы путаем причину со следствием (если бы эукариоты могли размножаться быстро без потери своих преимуществ, то они проэволюционировали бы в этом направлении). У прокариот есть движущий (положительный), очищающий (отрицательный) и дизруптивный отбор. Стабилизирующий отбор (в первоначальном смысле, который вкладывал в него Шмальгаузен – как отбор на устойчивость фенотипа к мутациям и внешним воздействиям) выражен слабее, чем у эукариот. Половой отбор отсутствует. О балансирующем отборе в случае «гаплоидного» набора также говорить сложно. У прокариот выделяют особую форму отбора – «периодический отбор», характеризующийся массовой избирательной гибелью клеток при периодических ухудшениях условий среды (эта гибель вносит вклад в поддержание границ между бактериальными видами). Кроме того, у прокариот встречаются CRISPR-Cas системы, которые можно рассматривать как механизм «ламарковской», а не «дарвиновской» эволюции.

(4) Как уже было сказано, дрейф генов ослабевает с увеличением размера популяции, поэтому в эволюции прокариот он имеет меньшее значение. В дрейф генов у прокариот не вносят вклад отклонения от ожидаемого распределения аллелей по гаметам и от объединения аллелей в зиготе, но по сравнению с эукариотами остается компонента, связанная со «случайной» гибелью и «случайной» разницей в скорости размножения.

(5) Что касается потока генов, то «миграции» прокариот с одной стороны в целом затруднены их меньшей способностью к активному передвижению, с другой – увеличивается вклад пассивного переноса. Частью механизма потока генов у прокариот можно считать горизонтальный перенос генов (см. выше), который, по-видимому, чаще происходит среди близкородственных клеток. Однако у прокариот в сравнении с эукариотами гораздо чаще реализуется поток генов между отдаленными таксонами (за счет горизонтального переноса генов; у эукариот частичным аналогом можно считать

отдаленную гибридизацию). В целом горизонтальный перенос генов является одним из основных механизмов эволюции прокариот.

Рекомендуемая литература:

1. Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. – М.: ЗАО «Издательство Центрполиграф», 2014. – 527 с.
2. Марков А., Наймарк Е. Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий. — М.: АСТ: CORPUS, 2014. – 656 с.
3. Марков, А. Рождение сложности. Эволюционная биология сегодня: неожиданные открытия и новые вопросы. – М.: Астрель: CORPUS, 2010. – 527 с.