

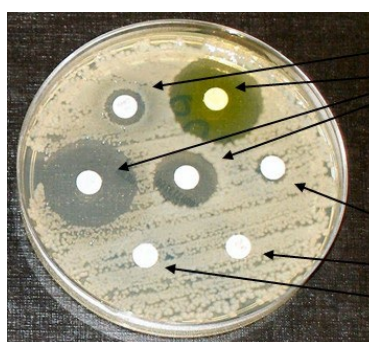
Ответы на вопросы второго этапа Всероссийской олимпиады школьников  
"Высшая проба" по биологии, 9-10 класс, 2023 г.

Максимальное количество баллов — 100.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Школьник Алеша решил определить устойчивость бактерий, которые обитают на коже рук, к антибиотикам. Первоначальная гипотеза была такой: у тех, кто по результатам опроса принимает антибиотики чаще, устойчивость бактерий к ним выше.

С кожи рук одноклассников и учителей Алеша собирал пробы микрофлоры: руки протирали стерильными марлевыми салфетками, ополаскивали их в стерильном физиологическом растворе и высевали этот раствор на чашки Петри с питательной средой. Затем на чашки помещали бумажные диски, пропитанные растворами различных антибиотиков, и оставляли чашки в термостате на ночь при 37<sup>0</sup>С, после чего доращивали при комнатной температуре до появления видимых колоний. Если колонии на чашке вырастали, но пространство вокруг диска оставалось чистым, микрофлору рук считали чувствительной к данному антибиотику (см. рис.). Если же колонии вырастали вплотную к диску, микрофлору считали резистентной к данному антибиотику (см. рис.). Все участники эксперимента были опрошены, чтобы узнать, какие антибиотики они принимали и как часто.



К антибиотикам на этих  
дисках микрофлора  
чувствительна

К антибиотикам на этих  
дисках микрофлора  
резистентна

В результате оказалось, что микрофлора, устойчивая к наибольшему числу антибиотиков, принадлежала молодой учительнице, которая говорила, что много лет не принимает антибиотики.

Какие могут быть причины у такого неожиданного результата эксперимента?

**Ответ**

1. Опрос не дает 100% уверенности в действительной ситуации – можно забыть, не сказать правду и т.д.
2. Учительница могла принимать антибиотики раньше, и устойчивые к ним бактерии могли сохраниться в ее организме.
3. Широкое использование антисептиков приводит к распространению устойчивых к антибиотикам микроорганизмов. В эту же категорию следует отнести использование антибактериального мыла или других косметических средств.
4. Учительница могла «подхватить» чужих резистентных бактерий после контакта с другими людьми: родственниками, учениками или просто пассажирами в автобусе.
5. Антибиотики могут содержаться в продуктах животноводства, которыми питаются люди.
6. У бактерий множество процессов обмена генетической информацией. Бактерии кожи человека, не принимавшего антибиотики, могут получить гены устойчивости от бактерий других людей при контактах.
7. Хотя методика эксперимента правильная, при его выполнении могли быть допущены ошибки.

**Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.**

**Часто встречающиеся неправильные версии:**

1. «У учительницы генетическая предрасположенность к резистентности». В данном эксперименте оценивались не гены учительницы, а устойчивость бактерии, т.е. их генотипы.
2. «Сильный иммунитет учительницы обуславливает «сильные» бактерии, которые устойчивы к антибиотикам». Это так не работает. Устойчивость к антибиотикам – это результат включения особых механизмов их нейтрализации при

непосредственном контакте бактерии и антибиотика, и он никак не связан с иммунитетом учительницы.

3. «Учительница могла сделать прививку». Прививки не влияют на генотипы бактерий, живущих на коже человека.
4. «Учительница могла болеть\быть беременной\находиться в стрессе». Эти факторы относятся к организму человека и не имеют влияния на резистентность бактерий.
5. «Учительница вела здоровый образ жизни\принимала витамины\соблюдала гигиену». Укрепление здоровья человека никак не связано с появлением устойчивых к антибиотикам бактерий – это разные организмы.

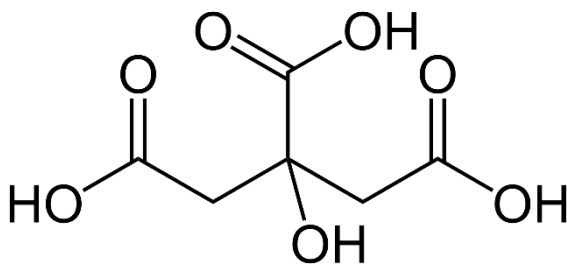
### Критерии оценивания.

За каждую из приведенных в ответе и понятно объясненных и обоснованных версий начисляли 2 балла (10 класс) или 3 балла (9 класс). Всего не более 12 баллов.

### Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

#### Лимонная кислота



Лимонная кислота ( $C_6H_8O_7$ ) – один из метаболитов цикла Кребса – используется в различных областях промышленности и производится в огромных масштабах. Несмотря на различие технологий получения, продуцентом лимонной кислоты в большинстве случаев является гриб *Aspergillus niger*.

В некоторых странах для получения лимонной кислоты используют культивирование *Aspergillus niger* на багассе – отходах, получаемых при переработке сахарного тростника. При этом гриб растет в лотках, которые укладываются друг на друга, что увеличивает экономическую эффективность производства. Вместимость одного такого лотка площадью  $1 \text{ м}^2$  составляет 1 кг багассы, а продуктивность процесса составляет  $0.25 \text{ моль}_{\text{лимонной кислоты}}/\text{м}^2 \times \text{ч}$ . Посчитайте, сколько лимонной кислоты получится в ходе культивирования

*Aspergillus niger* в системе из 10 уложенных друг на друга лотков размером  $2 \times 2$  м в течение двух суток?

Справочные данные: число Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>; Ar(O) =16, Ar(C)=12, Ar (H)=1

### Решение и критерий оценивания

1. Найдем площадь лотка, содержащего субстрат:  $2\text{м} \cdot 2\text{м} = 4 \text{ м}^2$  – 2 балла (1 балл, если указана формула, но численный ответ не получен)
2. Найдем суммарную площадь лотков, по которой распределен субстрат:  $4 \cdot 10 \text{ м}^2 = 40 \text{ м}^2$  – 2 балла (1 балл, если указана формула, но численный ответ не получен)
3. Посчитаем, сколько лимонной кислоты образуется в такой системе за час:  $40 \text{ м}^2 \cdot 0,25 \text{ моль}_{\text{лимонной кислоты}} / \text{м}^2 \times \text{ч}^{-1} = 10 \text{ моль} \times \text{ч}^{-1}$  – 2 балла (1 балл, если указана формула, но численный ответ не получен)
4. Посчитаем, молярную массу лимонной кислоты:  
 $6 \cdot 12 + 8 + 7 \cdot 16 = 192 \text{ г/моль}$  – 1 балл
5. Найдем массу образующейся лимонной кислоты:  
 $192 \text{ г/моль} \cdot 48 \text{ ч} \cdot 10 \text{ моль} \times \text{ч}^{-1} = 92160 \text{ г} = 96,12 \text{ кг}$  – 4 балла

Так как в задании не было указано, в каких единицах измерения необходимо указать ответ, то за правильный ответ также засчитывалось правильно найденное количество вещества:

$$48 \text{ ч} \cdot 10 \text{ моль} \times \text{ч}^{-1} = 480 \text{ моль}$$

Если участник неверно находил площадь одного лотка (например,  $2 \text{ м}^2$  вместо  $4 \text{ м}^2$ ), то за задачу не могло быть получено более 1 балла (за молярную массу лимонной кислоты).

Если участник неправильно находил молярную массу лимонной кислоты и из-за этого получал численно неверный ответ, то оценка снижалась на 2 балла.

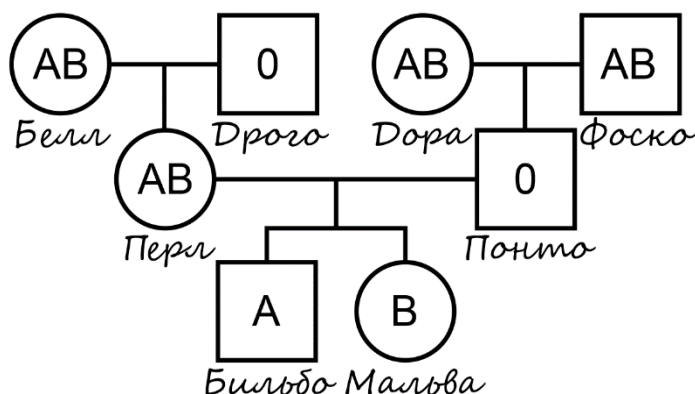
За арифметическую ошибки при вычислении (кроме вычисления молярной массы, описанного выше), оценка снижалась на 1 б. за каждый пункт, в котором допущена ошибка, кроме случаев, когда полученный результат противоречил здравому смыслу (например, масса полученной лимонной кислоты составляла 96 тонн и т.д. В таких случаях каждый ошибочный пункт оценивался в 0 баллов. Ответы без решения оценивались в 0 баллов.

## Задание № 3 (14 баллов). Расчетная задача.

У человека группа крови по системе АВ0 определяется единственным не сцепленным с полом геном I, у которого есть три аллеля: I(A), I(B), I(0). У гомозигот I(0)I(0) первая группа крови 0(I), у людей с генотипами I(A)I(A) и I(A)I(0) – вторая A(II), генотипы I(B)I(B) и I(B)I(0) соответствуют третьей группе B(III), у гетерозигот I(A)I(B) – четвертая группа АВ(IV). Также у человека известен «бомбейский феномен», связанный с геном H: у гомозигот hh – первая группа крови независимо от генотипа по гену I.

У хоббитов известны те же четыре группы крови. Их определяет единственный ген, у которого те же три аллеля взаимодействуют таким же образом. У хоббитов встречается и «бомбейский феномен» (вошедший в историю как «ширский феномен»). Единственное отличие от людей – ген H у хоббитов находится в уникальной части X-хромосомы. Как и у людей, у хоббитов гомогаметный пол женский (XX), гетерогаметный – мужской (XY).

На схеме представлена часть обширной хоббитчей родословной. Какие дети и с какой вероятностью могут родиться у Перл и Понто?



Ответ приведите в процентах с точностью до второго знака после запятой.

**Решение.**

Начнём с того, что это очень простая задача.

В условии сказано, что у хоббитов группа крови (если не считать «бомбейского феномена») определяется так же, как и у людей. С учётом этого браки Белл-Дрого и Дора-Фоско выглядят неправдоподобными: там не может быть детей с такими группами крови, какие есть в условии. Значит, в деле замешан «бомбейский феномен».

Начнём с брака Белл и Дрого. У них рождается дочь (Перл) с генотипом I(A)I(B) – и, очевидно, X(H)X<sub>-</sub> (у неё группа крови не 0). Если бы её отец имел «настоящую» группу крови 0 с генотипом I(0)I(0), у Перл не было бы группы крови АВ. Делаем вывод, что у Дрого проявляется «бомбейский феномен» (его генотип X(0)Y). Его генотип по гену I нам

неинтересен, но его дочь от него получила X-хромосому. Значит, генотип Перл  $I(A)I(B)X(H)X(h)$ .

Теперь рассмотрим брак Доры и Фоско. Ни у одного из них «бомбейский феномен» не проявляется (иначе хотя бы у одного из них была бы группа крови 0), но у их сына Понто как раз «бомбейский феномен». В противном случае мы не смогли бы объяснить рождение ребёнка с группой крови 0 от родителей с группой крови АВ. Значит, генотип Понто совершенно точно  $X(h)Y$  (он унаследовал аллель  $X(h)$  от гетерозиготной матери). При таких группах крови родителей генотип Понто по гену I может быть  $I(A)I(A)$ ,  $I(B)I(B)$  или  $I(A)I(B)$ .

Теперь посмотрим на детей Перл и Понто. С учётом известного нам генотипа Перл  $I(A)I(B)X(H)X(h)$  легко установить, что генотип Понто  $I(A)I(B)X(h)Y$ . В любом ином случае у них не могло бы быть детей с группами крови А и В (проверьте это самостоятельно). Зная генотипы Перл и Понто, легко установить, какими будут группы крови их детей.

**Ответ:**

Сын с группой крови 0(I): 25,00

Дочь с группой крови 0(I): 25,00

Сын с группой крови А(II): 6,25

Дочь с группой крови А(II): 6,25

Сын с группой крови В(III): 6,25

Дочь с группой крови В(III): 6,25

Сын с группой крови АВ(IV): 12,50

Дочь с группой крови АВ(IV): 12,50

**Критерий оценивания.**

1. Правильное обозначение генов (2 б.)
2. Обоснованное определение генотипа Перл (2 б.)
3. Обоснованное определение генотипа Понто (2 б.)
4. Правильное вероятностное соотношение генотипов их детей (4 б.)
5. Обоснованное определение группы крови у каждого их потомков (3 б.)
6. Ответ в правильно указанных процентах (например, не 25%, а 25.00%, как требовалось в условии задачи) (1 б.).

Ответ без решения оценивался в 0 баллов.

**Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.****Внимательно прочитайте текст, затем приступайте к выполнению заданий.**

Коллаген – это фибриллярный белок, составляющий основу межклеточного вещества соединительной ткани костей, хрящей, сухожилий, кожи, а также зубов. Поэтому коллаген – самый распространенный белок у млекопитающих, составляющий до 30% массы всех белков организма. В синтез коллагена вовлечено несколько десятков белков, в том числе ферменты с ионами металлов (железо и медь). Ежегодно создаются новые препараты для улучшения синтеза коллагена, компенсирующие процессы старения.

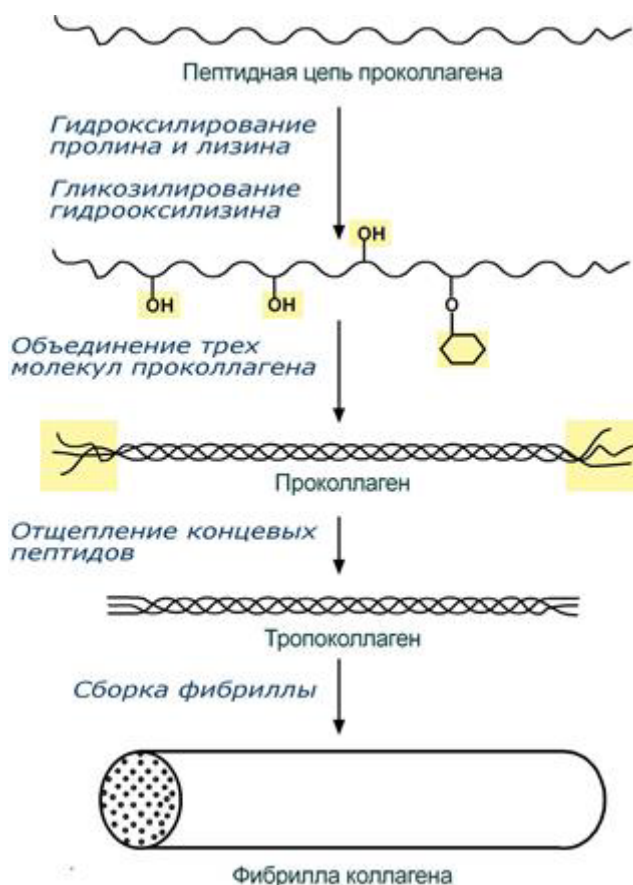
Поскольку разные локации в организме обладают разной спецификой, коллаген – полиморфный белок. Существует не менее 19 типов коллагена, отличающиеся по первичной структуре и локализации в организме.

Синтез и созревание коллагена включает несколько этапов, проходящих как в клетке, так и во внеклеточном матриксе.

Первый этап – синтез на рибосоме полипептидной цепи проколлагена, которая включает около 1000 аминокислот. Внутренняя часть цепи проколлагена состоит из повторяющихся триад аминокислот. В триадах первая аминокислота всегда глицин, вторая — пролин или лизин, а третья — чаще всего пролин.

Пролин и лизин подвергаются модификации – гидроксированию. Гидроксирование пролина и лизина начинается в период трансляции коллагеновой мРНК на рибосомах, продолжается на растущей полипептидной цепи и завершается вскоре после окончания трансляции (рис.). По количеству посттрансляционных модификаций коллаген является одним из «чемпионов» среди белков клетки.

Жесткая циклическая структура пролина и гидроксипролина (содержание этих аминокислот в коллагене не позволяет образовать обычную для белков правозакрученную  $\alpha$ -спираль) приводит к тому, что образуется т.н. "пролиновый излом". Благодаря такому излому формируется левозакрученная спираль, где на один виток приходится 3 аминокислотных остатка.



([https://biokhimija.ru/images/aminokisloty-](https://biokhimija.ru/images/aminokisloty-belki/S02-sintez-kollagena.jpg)

[belki/S02-sintez-kollagena.jpg](https://biokhimija.ru/images/aminokisloty-belki/S02-sintez-kollagena.jpg))

Реакции гидроксилирования катализируют оксигеназы - железо-содержащие ферменты. Необходимыми компонентами этой реакции являются  $O_2$  и витамин С. При цинге — заболевании, вызванном недостатком витамина С – нарушается гидроксилирование остатков пролина и лизина. В результате этого образуются менее прочные и стабильные коллагеновые волокна, что приводит к хрупкости и ломкости кровеносных сосудов и развитию симптомов цинги. Клиническая картина цинги характеризуется возникновением множественных точечных кровоизлияний под кожу и слизистые оболочки, кровоточивостью дёсен, выпадением зубов, анемией.

После гидроксилирования каждая проколлагеновая цепь соединяется водородными связями с двумя другими, образуя тройную спираль. В таком виде они секретируются в межклеточное пространство (рис).

В межклеточном матриксе концевые фрагменты коллагенов I, II и III типов отщепляются специфическими пептидазами, в результате чего образуются молекулы тропоколлагена, которые и являются структурной единицей коллагеновых фибрилл (рис.). При снижении



активности этих ферментов (синдром Элерса-Данло-Руссакова, тип VII) концевые пептиды проколлагена не отщепляются, вследствие чего нарушается образование тропоколлагена и далее нарушается образование нормальных коллагеновых фибрилл. Нити коллагена видны под микроскопом в виде дезорганизованных пучков. Клинически это проявляется малым ростом, искривлением позвоночника, привычными вывихами суставов, высокой растяжимостью кожи.

У коллагенов некоторых типов (IV, VIII, X) концевые фрагменты не отщепляются. Это связано с тем, что такие коллагены образуют не фибриллы, а сете-подобные структуры, в формировании которых важную роль играют концевые фрагменты.

Основа структурной организации коллагеновых фибрилл — ступенчато расположенные параллельные ряды молекул тропоколлагена, которые сдвинуты на  $1/4$  относительно друг друга. Молекулы коллагена не связаны между собой «конец в конец»: между ними имеется промежуток в 35 — 40 нм. Предполагается, что в костной ткани эти промежутки выполняют роль центров минерализации, где откладываются кристаллы фосфата кальция.

Фибриллы коллагена образуются спонтанно, путём самосборки. Образовавшиеся коллагеновые фибриллы укрепляются внутри- и межцепочечными ковалентными сшивками. Количество поперечных связей в фибриллах коллагена зависит от функции и возраста ткани. Например, между молекулами коллагена ахиллова сухожилия сшивков особенно много, так как для этой структуры важна большая прочность. С возрастом количество поперечных связей в фибриллах коллагена возрастает, что приводит к замедлению скорости его обмена у пожилых людей. Одна из основных причин старения кожи и появления морщин – нарушения синтеза и метаболизма коллагена, хотя истончение жировой клетчатки и ухудшение удержание влаги кожными структурами тоже вносят определенный вклад.

### Задания

**Для ответа на задания используйте материал прочитанного текста. В каждом задании содержится не менее одного верного утверждения. Вам нужно выбрать все верные утверждения. Запишите их в таблицу к вопросу №4 в бланке ответов.**

1. Выберите правильную (правильные) последовательность событий:

А. Синтез на рибосоме полипептидной цепи проколлагена IV типа – начало гидроксирования пролина и лизина – образование левозакрученной спирали – отщепление концевых фрагментов проколлагена – образование тройной спирали – секреция в межклеточное пространство – сборка коллагеновых фибрилл.

Б. Синтез на рибосоме полипептидной цепи проколлагена I типа – начало гидроксирования пролина и лизина – образование левозакрученной спирали – образование тройной спирали – отщепление концевых фрагментов проколлагена – секреция в межклеточное пространство – сборка коллагеновых фибрилл.

В. Синтез на рибосоме полипептидной цепи проколлагена II типа – начало гидроксирования пролина и лизина – образование левозакрученной спирали – образование тройной спирали – секреция в межклеточное пространство – отщепление концевых фрагментов проколлагена – сборка коллагеновых фибрилл.

Г. Синтез на рибосоме полипептидной цепи проколлагена III типа – начало гидроксирования пролина и лизина – образование тройной спирали – образование левозакрученной спирали – отщепление концевых фрагментов проколлагена – секреция в межклеточное пространство – сборка коллагеновых фибрилл.

2. Выберите структуры, где содержится коллаген.

А. Копыта и рога

Б. Волосы

В. Сухожилия

Г. Кости

3. Выберите правильные (правильное) утверждения:

А. Молекула коллагена образует альфа-спираль.

Б. Выпадение зубов при цинге можно предотвратить приемом хвойного отвара, богатого витамином С.

В. Между молекулами коллагена ахиллова сухожилия много поперечных сшивков.

Г. Для синтеза коллагена необходим кислород.

4. У пожилых людей появляются морщины, потому что:

А. Уменьшается количество воды в структурах кожи.

- Б. Истончается жировая клетчатка.
- В. Нарушается углеводный обмен.
- Г. Нарушается синтез заменимых аминокислот.
- Д. Увеличивается количество коллагена в коже.

5. Чем коллаген отличается от большинства других белков:

- А. Повторяющийся аминокислотный состав.
- Б. Молекулы объединяются по три и образуют тройную спираль.
- В. Имеет много форм.
- Г. В синтез, помимо рибосомы, вовлечено необычно большое число ферментов.
- Д. Множественные посттрансляционные модификации.

**Ответ**

- №1. В
- №2. В, Г
- №3. Б, В, Г
- №4. А, Б
- №5. А,Б,В,Г,Д

**Критерии оценивания**

Оцениваются только полностью правильно выполненные задания.

№1-№5 3 б. за задание.

**Особенность заданий № 5- №7 - наличие большого числа решений. Помните, что чем больше разумных вариантов ответа Вы приведете, тем более высокой будет оценка. ВАЖНО: учитываются только верные ответы; за неверные гипотезы оценка не снижается!**

**Задание №5 (16 баллов).**

Хорошо известно, что видовой и количественный состав растений в населенных пунктах отличается от видового и количественного состава растений на прилегающих территориях. Почему?

**Ответ и критерий оценивания**

Каждая из перечисленных ниже версий оценивалась 2 баллами. Недостаточно подробно или недостаточно понятно сформулированную версию оценивали в 1 балл. Максимальная оценка – 16 баллов.

1. Грязь, запыленность, общее загрязнение в населенных пунктах, не связанное с промышленностью и автотранспортом.
2. Загрязнение воздуха из-за выхлопов автомобилей и промышленных выбросов в атмосферу.
3. Загрязнение воды, слив отходов производства в водоемы и водотоки.
4. Загрязнение почвы, мусорные свалки, промышленные выбросы отходов на землю, загрязнение противогололедными реагентами.
5. Вытаптывание.
6. Выпас скота.
7. Направленное уничтожение: вырубка, выкашивание.
8. Искусственное высаживание в населенных пунктах не характерных для данной местности культур; засев сельхозугодий монокультурами.
9. Вытеснение культурными растениями представителей естественной флоры.
10. Изменение гидрорежима территории, изменение влажности (воздуха, почвы) в населенных пунктах.
11. Отличие режима освещенности (затененности) в населенном пункте от прилегающих территорий.
12. Отличие температурного режима. Правильная версия: упоминание "эффекта теплового острова" - в населенных пунктах теплее, чем в окрестностях.
13. Отсутствие достаточного количества или конкретных видов опылителей в населенных пунктах.
14. Отсутствие или недостаточное количество в населенных пунктах распространителей семян и плодов.
15. Отсутствие симбионтов и изменение состава сообществ в населенных пунктах.
16. Изменение почвы в населенных пунктах: нарушена структура горизонтов, создан искусственный состав.
17. Внесение удобрений, уход за растениями.
18. Внесение ядохимикатов, гербицидов, пестицидов.
19. Разный состав консументов.

20. Ограниченное пространство для роста и распространения семян (плодов) в городах.
21. Подверженность болезням из-за угнетения в городах.
22. Различные условия расположения населенного пункта и окружающих территорий (долина в горах, остров с населенным пунктом в море, озере, болоте и т.п.).
23. Искусственное создание водоемов.
24. Природные пожары.

**Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.**

Не оценивались версии, изложенные недостаточно понятно или подробно, без объяснения, как именно предлагаемые факторы влияют на растения, например:

1. Антропогенное воздействие/ Воздействие человека/ Человеческий фактор.
  2. Вред.
  3. Температура.
  4. Влажность.
  5. Стихийные бедствия.
- и т.п.

Не оценивались версии с упоминанием отдельных аспектов деятельности человека, не относящихся непосредственно к данному вопросу, например, селекция новых сортов культурных растений.

#### **Задание № 6 (16 баллов).**

Биолюминесценция – это способность живых организмов излучать свет. Как вы думаете, для чего им это нужно?

#### **Ответ и критерии оценивания**

Каждая из перечисленных ниже версий в случае понятного и подробного объяснения оценивалась в 3 балла. Максимальная оценка – 16 баллов.

Здесь и далее БЛ – биолюминесценция

- БЛ используется хищниками для охоты/приманивания жертв (рыбы из отряда удильщикообразных)
- БЛ служит для маскировки в окружающей среде (*Watasenia scintillans*)
- БЛ позволяет мимикрировать под другой организм (светлячки рода *Photuris*)
- БЛ используется для отпугивания/отвлечения внимания хищников (*Watasenia scintillans*)
- БЛ используется в качестве предупреждающей окраски/предупреждения о непригодности этого организма в пищу (*Acanthephyra purpurea*)
- БЛ нужна для привлечения полового партнёра (светлячки)
- БЛ используется для внутривидовой коммуникации (светлячки)
- БЛ может использоваться в качестве механизма для симбиоза (бактерии-симбионты фонареглов и др. рыб)
- БЛ позволяет приманивать разносчиков спор (справедливо только для грибов, при упоминании растений версия не засчитывается)
- БЛ позволяет отличить особей своего вида по частоте "миганий", паузам и т. д. (версии, сформулированные фразой: "БЛ нужна, чтобы отличить своих от чужих" считается неполной, т. к. не ясно, как именно происходит определение) (светлячки)
- БЛ является реакцией на внешний раздражитель (ночесветка)

Версии, сформулированные одним словом, неясно и/или неподробно объясненные или содержащие незначительную биологическую/логическую ошибку, а также слишком широкие и размытые оценивались в 1 балл.

**Версии, перечисленные ниже, получали 1 балл за оригинальность и хорошее биологическое мышление.**

- БЛ помогает организмам образовывать колонии
- БЛ является механизмом конкуренции
- БЛ позволяет осуществлять навигацию стаи
- БЛ является следствием питания, определенным субстратом/организмами

- БЛ бывают только детёныши, что позволяет их родителю обнаружить их
- БЛ используется хищником в атаке на жертву в качестве отвлекающего манёвра
- Животное выделяет БЛ вещества в среду, чтобы пометить что-либо

**Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции. Максимальный балл за вопрос – 16.**

#### **Разбор наиболее частых версий, получивших 0 баллов**

- БЛ используется для выработки энергии. БЛ – АТФ зависимый процесс, при котором энергия тратится
- Упоминание БЛ растений. БЛ растения выведены человеком для исследовательских и декоративных целей
- БЛ используется для освещения пространства вокруг себя, чтобы видеть лучше. Света от БЛ совсем недостаточно для освещения пространства вокруг. Намного эффективнее большие глаза, редукция зрения в пользу других анализаторов и другие приспособления к темноте.
- БЛ никак не используется. БЛ - АТФ зависимый процесс, а значит его наличие «просто так» было бы не выгодно с эволюционной точки зрения
- БЛ нужна для красоты/для выражения эмоций/для выказывания любви и т. д. не засчитывались, т. к. эти понятия антропоморфны и слабо применимы по отношению к животному миру.
- БЛ является следствием мутации/химических процессов. Всё, что происходит в живых организмах так или иначе является следствием мутации, которая произошла когда-то в ходе эволюции. Также, в основе большинства биологических процессов лежат химические реакции, поэтому эта версия слишком размытая и не отвечает на поставленный вопрос.

**Задание №7 (16 баллов).**

Открытие антибиотиков стало настоящей революцией в медицине и спасло миллионы жизней. К сожалению, с вирусами дело обстоит сложнее: до сих пор не найдено сопоставимых по эффективности лекарств. Однако немалые успехи все же достигнуты, а создание новых противовирусных препаратов – одно из основных направлений современной биомедицины и биофармацевтики.

Предложите различные механизмы действия противовирусных препаратов.

**Ответ и критерии оценивания**

Подробно описанная, обоснованная и биологически корректная версия оценивалась 3 баллами; корректный, но неполный ответ оценивался 2 баллами; версии «разрушение генетического материала/РНК/ДНК вируса», «разрушение капсида/белковой оболочки вируса» и «ингибирование вирусных ферментов», лишенные каких-либо уточнений, оценивались 1 баллом. При наличии в ответе биологических ошибок балл снижался. Максимальная оценка – 16 баллов.

**Ниже представлен перечень версий, оцениваемых 3 баллами:**

1. Ингибирование прикрепления вириона к поверхности клетки и проникновения вируса в клетку.

Поскольку образование новых вирусных частиц невозможно вне клетки, этап проникновения вируса в клетку является привлекательной целью для многих противовирусных препаратов. Возможные механизмы предотвращения данного события включают блокирование рецепторов на поверхности клетки, с которыми связываются белки оболочки вируса; блокирование белков вирусной оболочки, отвечающих за прикрепление вириона к поверхности клетки и участвующих в слиянии мембраны вируса с мембраной клетки

2. Ингибиторы «раздевания» вируса.

Речь идет о препаратах, блокирующих ионный канал M2 вируса гриппа. Известно, что после связывания вируса гриппа с поверхностью клетки происходит эндоцитоз, вследствие чего вирусная частица оказывается внутри эндосомы. Закисление



внутреннего пространства эндосомы способствует слиянию ее мембраны с оболочкой вируса; при этом М2 обеспечивает перенос протонов внутрь вирусной частицы, где они играют важную роль в отделении вирусного рибонуклеопротеина от белка М1, свободный рибонуклеопротеин далее выходит в цитоплазму клетки. При блокировании ионного канала М2 рибонуклеопротеин вируса оказывается связан с М1 и не может покинуть эндосому

3. Ингибирование встраивания вирусной ДНК в геном клетки-хозяина.

Важным этапом в жизненном цикле ретровирусов является встраивание двухцепочечной ДНК вируса в геном клетки-хозяина, осуществляемое специальным ферментом – интегразой. Препараты, ингибирующие интегразу, активно применяются в составе антиретровирусной терапии

4. Ингибирование репликации вирусного генома.

Большинство препаратов данного типа – аналоги нуклеозидов, мишенью которых являются вирусные полимеразы; они могут как связываться с активным центром фермента, блокируя его, так и встраиваться в растущую цепь, останавливая синтез. Так, например, при лечении инфекций, вызываемых герпесвирусами, активно применяются ингибиторы вирусных ДНК-полимераз (точнее, их предшественники). Ингибиторы обратной транскриптазы (РНК-зависимой ДНК-полимеразы, ревертазы) являются частью антиретровирусной терапии. Наконец, ингибиторы РНК-зависимых РНК-полимераз могут быть частью терапии, направленной на подавление РНК-вирусов

5. Использование олигонуклеотидов для подавления экспрессии вирусных генов.

При лечении некоторых вирусных заболеваний применяются антисмысловые олигонуклеотиды (англ. *antisense oligonucleotides, ASOs*) – короткие последовательности ДНК, комплементарные участку мРНК вируса. Связывание ASO с целевым транскриптом приводит к деградации последнего РНКазой H, и, как следствие, снижению экспрессии кодируемого вирусом белка. Схожего эффекта можно добиться при использовании малых интерферирующих РНК (англ. *small interfering RNAs, siRNAs*), участвующих в механизме РНК-интерференции

6. Ингибирование вирусных протеаз.

Во многих случаях вирусные белки кодируются одной последовательностью нуклеотидов и синтезируются как единая полипептидная цепь; впоследствии протеазы расщепляют эту цепь на отдельные функциональные белки. Таким образом, препараты, ингибирующие вирусные протеазы, препятствуют созреванию белков вируса

7. Ингибирование выхода вирусных частиц из клетки.

Описанным эффектом обладают, например, ингибиторы нейраминидазы вирусов гриппа. Известно, что прикрепление вируса гриппа к клетке осуществляется за счет взаимодействия гемагглютинина на поверхности вириона и сиаловой кислоты – широко распространенного компонента многих мембранных гликопротеинов. При высвобождении вируса гриппа описанное выше взаимодействие нежелательно, поэтому в мембране вируса гриппа присутствует специальный белок, отщепляющий сиаловую кислоту, – нейраминидаза.

8. Стимуляция иммунного ответа организма.

В дополнение к препаратам, специфично подавляющим активность вируса в организме, при лечении вирусных заболеваний широко применяются интерфероны. Они оказывают комплексное влияние на защитные механизмы организма, в том числе активируют клетки иммунной системы, способствуют подавлению экспрессии вирусных генов и увеличению экспрессии МНС класса I для более эффективной презентации клетками антигенов

9. Применение моноклональных антител или плазмы от донора, содержащей антитела к вирусу.

Связываясь с белками оболочки вируса, антитела препятствуют их взаимодействию с рецепторами на поверхности клетки и, как следствие, делают невозможным проникновение вируса в клетку. Более того, присоединяясь к поверхности вируса, они могут инициировать его разрушение системой комплемента или способствовать его поглощению фагоцитами.

**Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции**

Отметим, что версии, описывающие вакцинацию, не оценивались. В отличие от противовирусных препаратов, применяющихся для лечения вирусной инфекции, вакцинация является превентивной мерой, иными словами она направлена на предотвращение заболевания здорового человека.