

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
БИОЛОГИЯ. 2024–2025 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

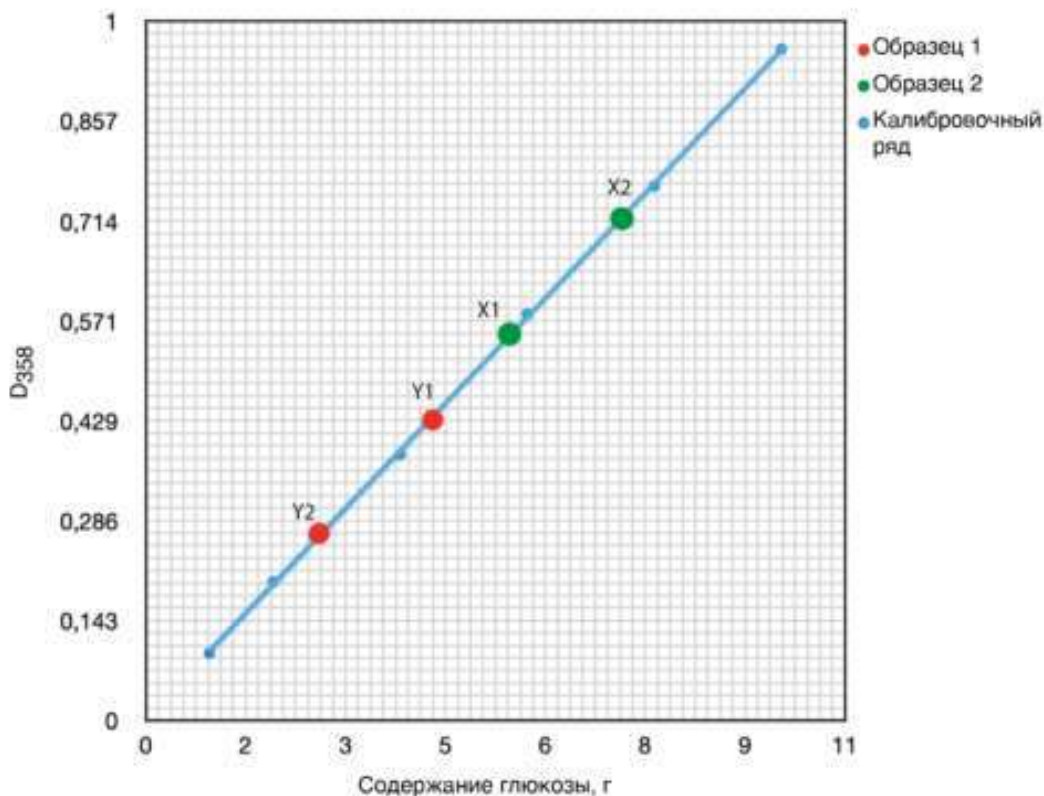
Максимальный балл за работу – 348.

Часть 1

На каждый вопрос даны четыре варианта ответа. Выберите только один правильный. Максимальный балл за каждое задание – 5.

Задание 1

Растения, так же как и животные, способны разрушать полисахариды, поэтому их ферменты тоже активно изучаются. В лаборатории исследовали образцы двух растений для определения активности амилазы. Для этого проверяли содержание моносахаридов в гомогенате растений до и после инкубации в течение 30 минут. Отобрали два образца (показаны красным и зелёным цветом). Для определения моносахаридов использовали реакцию с пикриновой кислотой, для этого к равным объёмам проб приливали равный объём реактива и проводили спектрофотометрирование при длине волны 358 нм. Синим цветом на графике изображена калибровочная кривая зависимости оптической плотности раствора от содержания в нём глюкозы. Ознакомьтесь с графиком и выберите верное утверждение.



- а) Исходя из данных графика, активность амилазы во втором образце выше в 1,5 раза, чем в первом.
- б) Количество крахмала в образце 1 после инкубации снизилось вдвое.
- в) X<sub>2</sub> соответствует образцу 2 после инкубации.
- г) Удельное содержание углеводов в образце 2 выше, чем в образце 1.

**Ответ:** в.

### **Задание 2**

Для хлоропластов водорослей с пластинчатым слоевищем порфиры (отдел Красные водоросли), ламинарии (класс Бурые водоросли) и ульвы (отдел Зелёные водоросли) общим является

- а) происхождение в результате первичного эндосимбиоза от цианобактерии
- б) две мембраны (наружная и внутренняя) в оболочке хлоропласта
- в) отложение запасного продукта в строме хлоропласта
- г) наличие хлорофилла а

**Ответ:** г.

### **Задание 3**

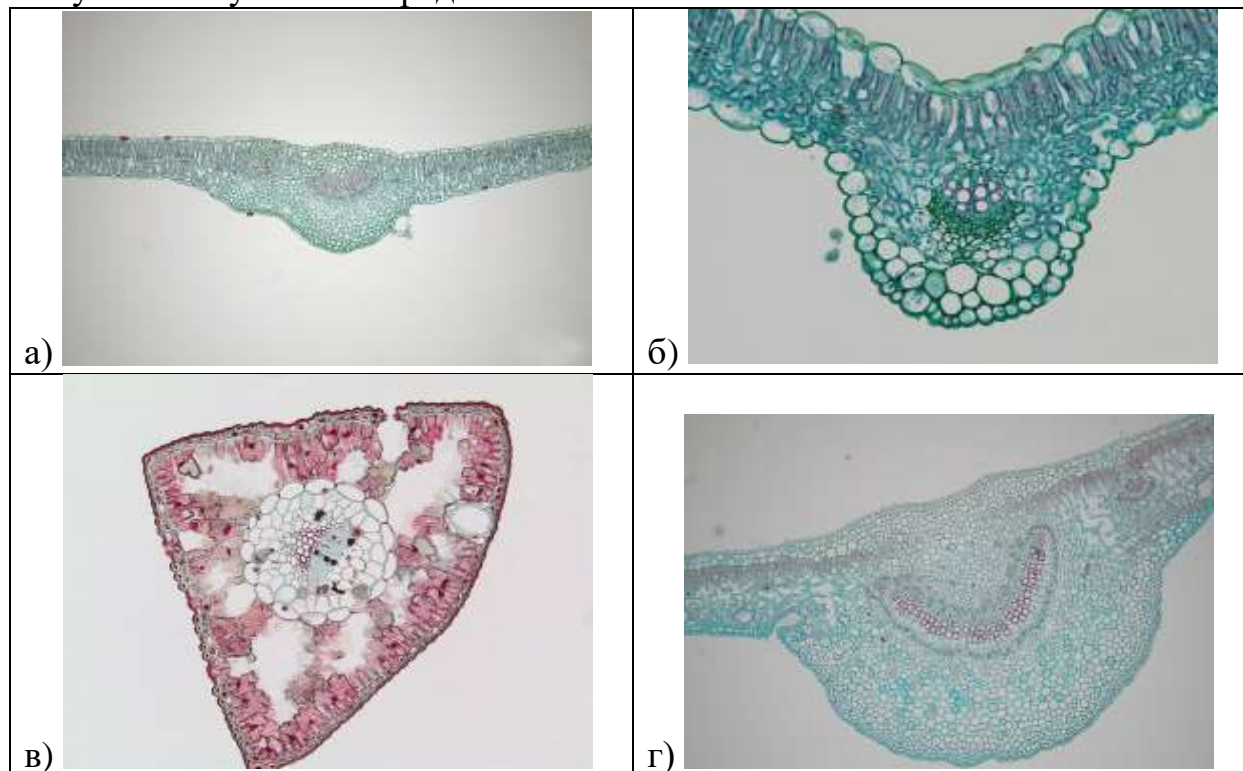
Случилась беда: неосторожный садовод просыпал на газон смесь с неорганическими удобрениями для растений! В составе удобрения были соединения с микроэлементами – цинком, медью, железом, хлором и молибденом. Собрать порошковое удобрение уже не получится, а вот выбрать **неверно** указанное последствие для жизнедеятельности растений после этого события можно.

- а) Повышение концентрации солей в почве приведёт к выходу воды из клеток растения и развитию симптомов, схожих с симптомами при засухе.
- б) Высокое содержание некоторых ионов металлов может замедлить рост растений, так как вызовет повышение концентрации активных форм кислорода вследствие катализа реакций их образования.
- в) На листьях растений могут появляться некротические пятна, развивающиеся вследствие токсичности некоторых ионов в высоких концентрациях.
- г) Повышение концентрации катионов из удобрения будет стимулировать поглощение других катионов из почвы и, несмотря на другие факторы, приведёт к активации роста растения.

**Ответ:** г.

#### Задание 4

Структура растения соответствует выполняемым функциям, что, в свою очередь, соответствует условиям обитания организма. Выберите изображение среза листа, который обладает наименьшей скоростью транспирации среди четырёх предложенных вариантов в связи с обитанием в засушливых условиях среды.



Ответ: в.

#### Задание 5

Замечали ли вы, что есть общие черты в отличиях всех домашних животных от их диких предков? Ещё Чарльз Дарвин обратил внимание на так называемый синдром одомашнивания (*Domestication Syndrome*). Среди модифицированных признаков в синдроме одомашнивания – депигментация (белые пятна), уменьшенные или висячие уши, маленькие челюсти, ювенильное поведение. Послушание и пониженная агрессивность связываются учёными с недоразвитостью мозгового вещества надпочечников, ответственного за выработку адреналина и реакцию «бей или беги». В 2014 году вышла статья, в которой была выдвинута гипотеза о том, что синдром одомашнивания вызван тем, что люди, стремясь выбрать покладистых животных, неосознанно выбирали животных с генетическими дефектами в клетках одной из зародышевых структур. Как вы думаете, в какой?

- а) склеротом сомитов
- б) нервный гребень
- в) мезодерма
- г) энтодерма

**Ответ:** б.

### **Задание 6**

Кочевые муравьи дают отличный материал для исследования муравьиных войн. Для них мир разделяется на три категории: другие колонии того же вида, другие виды кочевых муравьёв и другие животные, включая другие виды муравьёв, не являющихся кочевыми. Их реакция на каждую из категорий совершенно различается. У кочевых муравьёв есть три типа реакций на конфликты: игнорирование, избегание и атака. Кочевые муравьи занимаются фуражированием - добыванием пищи, для этого они высылают большую группу, проходящую через лес. Иногда подобный рой приближается к рою представителей другого вида кочевых муравьёв. Они просто игнорируют друг друга: два огромных роя спокойно проходят друг сквозь друга. Другие типы реакций встречается очень редко. Когда две колонии кочевых муравьев одного вида вступают в контакт, они очень быстро распознают, что встретились с членами другой группы. Но вместо того, чтобы начать битву, обе колонии отступают в противоположном друг от друга направлении. Когда кочевые муравьи сталкиваются с представителями другого, некочевого вида муравьёв, происходит обратное: они начинают атаку и пытаются убить каждого муравья из этой колонии. Кочевые муравьи нападают на очень большие колонии других видов муравьёв, рассматривая их как добычу. Основываясь на полученной информации, выберите **неверное** утверждение.

- а) Кочевые муравьи могут напасть на кочевых муравьёв другого вида, а кочевых муравьёв своего вида они не трогают.
- б) Одна из любимых жертв для кочевых муравьёв – другие виды муравьёв, не являющихся кочевыми.
- в) В целом кочевые муравьи не принимают участия в войнах с другими кочевыми муравьями.
- г) Кочевые муравьи вступают в бой с некочевыми муравьями вне зависимости от количества некочевых муравьёв.

**Ответ:** а.

### Задание 7

Гормоны – вещества с биологической активностью, выделяемые железами внутренней секреции. У человека гормоны могут иметь разное происхождение и химическую структуру. Из предложенного списка выберите тот гормон, который по химической структуре является пептидом.

- а) кортизол
- б) эндорфин
- в) тироксин
- г) дофамин

**Ответ:** б.

### Задание 8

Если при обследовании пациента было выявлено, что электрическая ось (направление суммарного вектора кардиограммы) сердца у него расположена горизонтально, то это может свидетельствовать о том, что:

- а) сердце расположено параллельно продольной оси тела
- б) повреждено левое предсердие
- в) у пациента инфаркт правого желудочка
- г) у пациента хроническая гипертония

**Ответ:** а.

### Задание 9

На фотографии ниже представлены вегетативные структуры мха-печёночника *Marchantia polymorpha*, развивающиеся на его плоских талломах. Исходя из строения этих «чашечек» и созревания в них выводковых почек, укажите, какую функцию они выполняют.

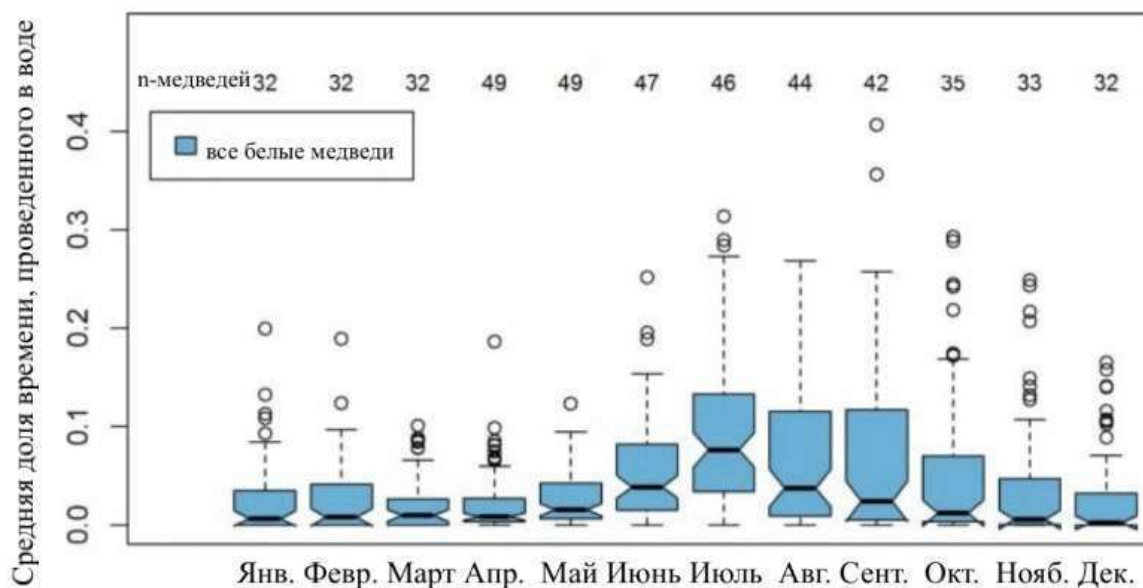


- а) Собирают солнечное излучение, что способствует поддержанию оптимальной для созревания спор температуры.
- б) Выполняют функцию присосок, для прикрепления таллома к субстрату.
- в) Способствуют распространению выводковых почек при попадании в них капель воды.
- г) При отделении от таллома распространяются ветром и распределяют выводковые почки на дальние расстояния.

**Ответ:** в.

### Задание 10

Сокращение площади морского льда в Арктике, несомненно, представляет серьёзную угрозу для белых медведей, но понимание потенциальной пластичности поведения этих животных в связи с происходящими изменениями требует знания их навыков плавания и ныряния. Учёные в течение года наблюдали за поведением белых медведей, живущих на архипелаге Шпицберген, для того чтобы понять, коррелирует ли время плавания с количеством льда. Дрейфующий морской лёд в этом районе обычно достигает максимальной протяжённости зимой и весной, а минимальной – летом и осенью. На представленном графике изображена зависимость средней доли времени, проведённой в воде, от месяца. Изучите график и выберите верное утверждение.



- а) Больше всего времени в воде белые медведи проводили в июне.
- б) Купание чаще всего происходило летом и осенью, в месяцы с высоким уровнем ледяного покрова на море, и реже зимой и весной, когда ледяной покров был меньше.
- в) Из данных графика следует, что способность белых медведей к плаванию и нырянию может предоставить им возможность расширить ареал.
- г) Прогнозируется, что текущие тенденции к сокращению морского льда на Шпицбергене уменьшат среднюю долю времени, проведённого в воде.

**Ответ:** а.

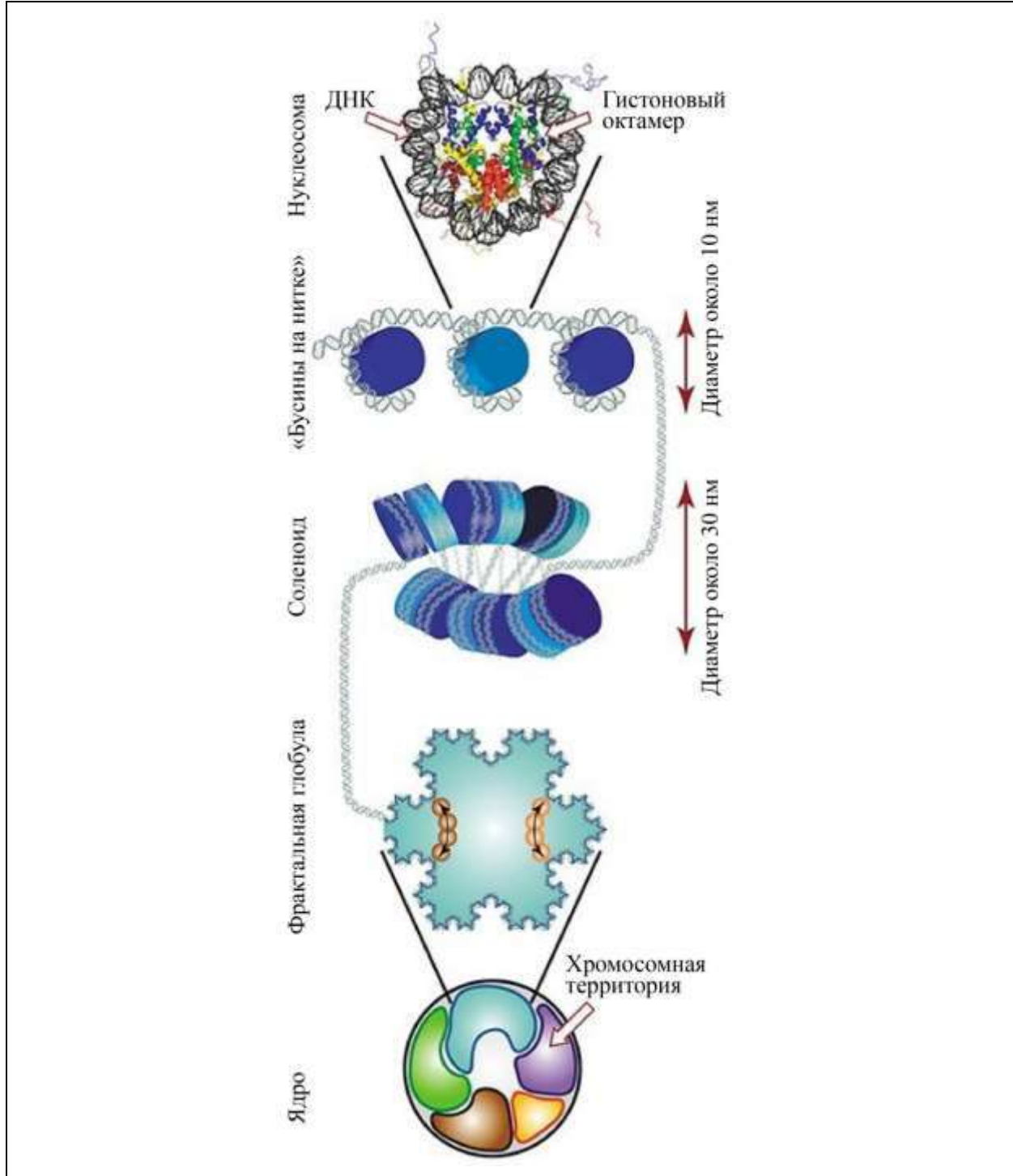
### **Задание 11**

На иллюстрации показана модель упаковки ДНК в ядре клетки с помощью нуклеосом (изображены в виде синих и голубых округлых белковых структур диаметром около 10 нм). Диаметр ядра клетки в среднем составляет около 10 мкм. Примем, что нуклеосомы, как и ядро, по форме представляют собой шары.

Формула объёма шара:  $(4\pi R^3)/3$ .

Посчитайте, сколько таких нуклеосом могло бы поместиться в ядре, если бы оно полностью было ими заполнено без пустот.





- а)  $10^3$
- б)  $10^6$
- в)  $10^9$
- г)  $10^{12}$

**Ответ: в.**



### **Задание 12**

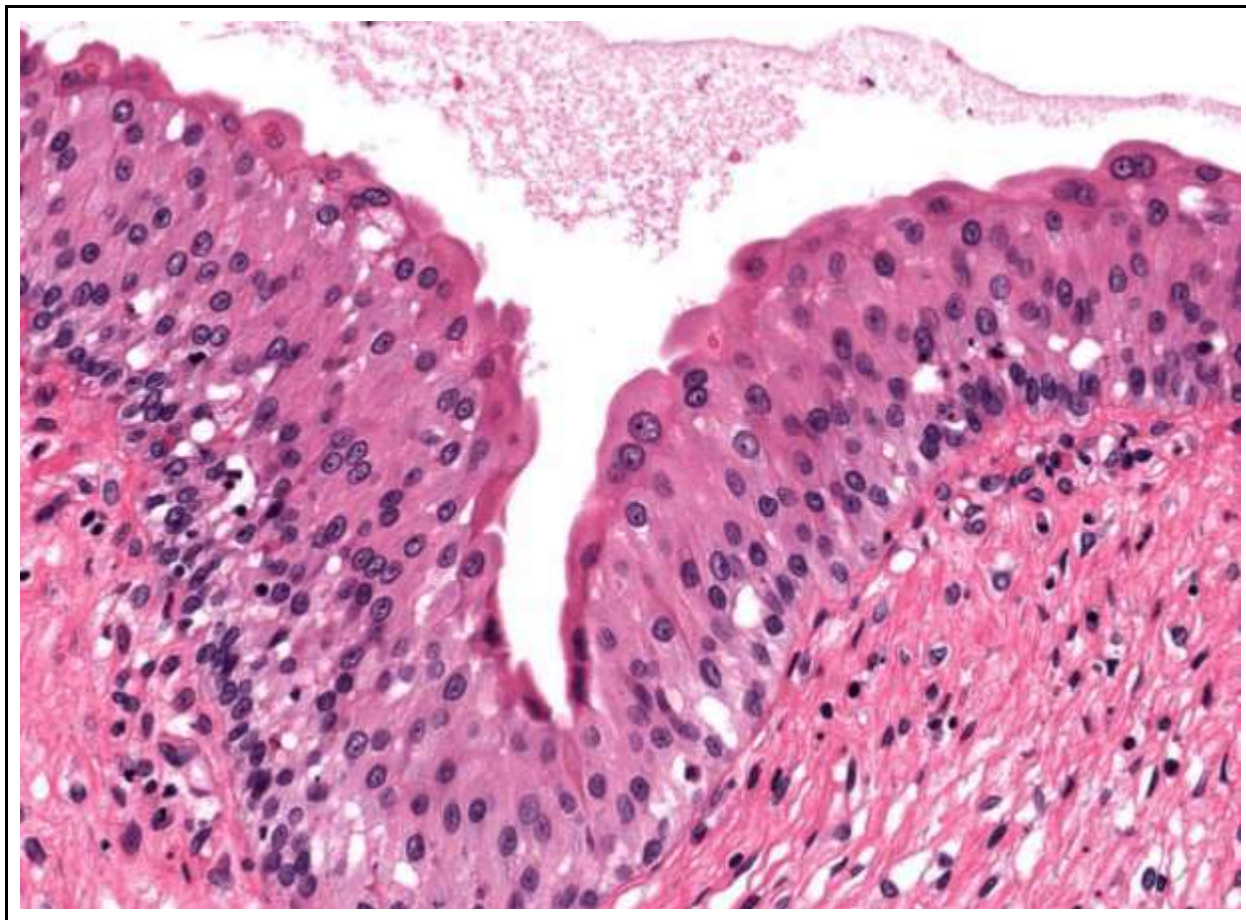
Процесс превращения опухоли в злокачественную часто сопровождается приобретением опухолевыми клетками способности к подвижности. Изменённый фенотип таких клеток позволяет им распространяться по организму и давать метастазы в различных органах. Появление какого из перечисленных ниже фенотипических изменений клеток опухоли НЕ будет приводить к повышению способности к метастазированию?

- а) эпителиализация (приобретение характерных для эпителиальных клеток полярности и изолированности мембраной)
- б) снижение экспрессии генов белков, участвующих в формировании плотных межклеточных контактов
- в) повышение экспрессии протеаз, способных разрушать компоненты внеклеточного вещества тканей
- г) повышение устойчивости к апоптотическим сигналам

**Ответ:** а.

### Задание 13

Тело человека состоит из множества различных тканей, каждая из них имеет свои особенности, по которым её можно отличить на гистологическом препарате. На картинке представлен гистологический препарат эпителиальной ткани, которую можно встретить в



- а) дыхательной системе
- б) пищеварительной системе
- в) выделительной системе
- г) кровеносной системе

**Ответ:** в.

### Задание 14

В клетках харовых водорослей можно наблюдать различные виды движений, например, циклоз (движение цитоплазмы), а также вращение хлоропластов вокруг своей оси. Для того чтобы установить источник энергии такого движения, был проведён ингибиторный анализ. Выяснилось, что к действию дициклогексилкарбодиимида (ингибитора транслокации протонов в АТФ-синтазе митохондрий) вращение хлоропластов и циклоз на свету устойчиво, а в темноте чувствительно. Кроме того, вращение хлоропластов тормозилось ионами аммония, влияющими на разность рН хлоропластов и цитоплазмы; однако, если концентрация ионов аммония в добавляемом растворе была невелика, торможение вращения хлоропластов удавалось преодолеть, повысив интенсивность света. Ингибиторами вращения также оказались разобщители-протонофоры (вещества, способствующие переносу ионов водорода через мембраны). Цитохалазин В, блокирующий полимеризацию актиновых микрофиламентов, не влиял на вращение хлоропластов, но полностью останавливал циклоз.

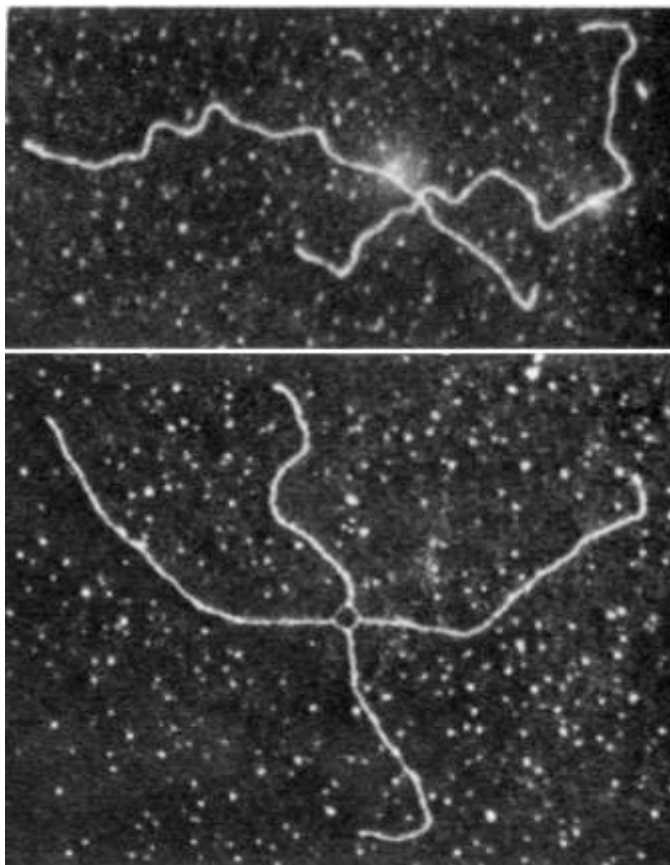
Выберите **неверное** утверждение.

- а) Циклоз является АТФ-зависимым процессом.
- б) Вращение хлоропластов не зависит от электрохимического градиента протонов.
- в) Вращение хлоропластов и циклоз – независимые процессы.
- г) Дициклогексилкарбодиимид блокирует синтез АТФ на кристах митохондрий.

**Ответ:** б.

### Задание 15

На рисунке изображена структура, образуемая двумя молекулами ДНК, которую удалось заснять Хантингтону Поттеру в 1977 году. Выберите верное утверждение об этой структуре.



- а) Данная структура образуется в результате межнитевой сшивки азотистых оснований.
- б) Данная структура образуется в результате димеризации пиримидинов.
- в) Такие структуры можно обнаружить в профазе II мейоза.
- г) Данная структура образуется в результате гомологичной рекомбинации.

**Ответ:** г.

### Задание 16

Исследователи скрестили растения с белыми цветками с растением с тёмно-бордовыми цветками, в первом поколении все растения имели розово-красные цветки. Далее исследователи скрестили друг с другом потомков первого поколения и во втором получили следующее расщепление по фенотипу:

1 белые : 6 бледно-розовые : 15 розовые : 20 розово-красные : 15 красные :  
: 6 бордовые : 1 тёмно-бордовые.

Далее исследователи скрестили все растения с бледно-розовыми цветками со всеми растениями с бордовыми цветками. Установите расщепление по фенотипу от такого скрещивания.

- а) 1 белые : 6 бледно-розовые : 15 розовые : 20 розово-красные : 15 красные :  
6 бордовые : 1 тёмно-бордовые
- б) 1 бледно-розовые : 4 розовые : 6 розово-красные : 4 красные : 1 бордовые
- в) 1 бледно-розовые : 1 бордовые
- г) 1 розовые : 2 розово-красные : 1 красные

**Ответ:** г.

### Задание 17

Какое наследование представлено на рисунке?



- а) сцепление с аутосомой
- б) сцепление с X хромосомой
- в) сцепление с Y хромосомой
- г) митохондриальный тип

**Ответ: в.**

### **Задание 18**

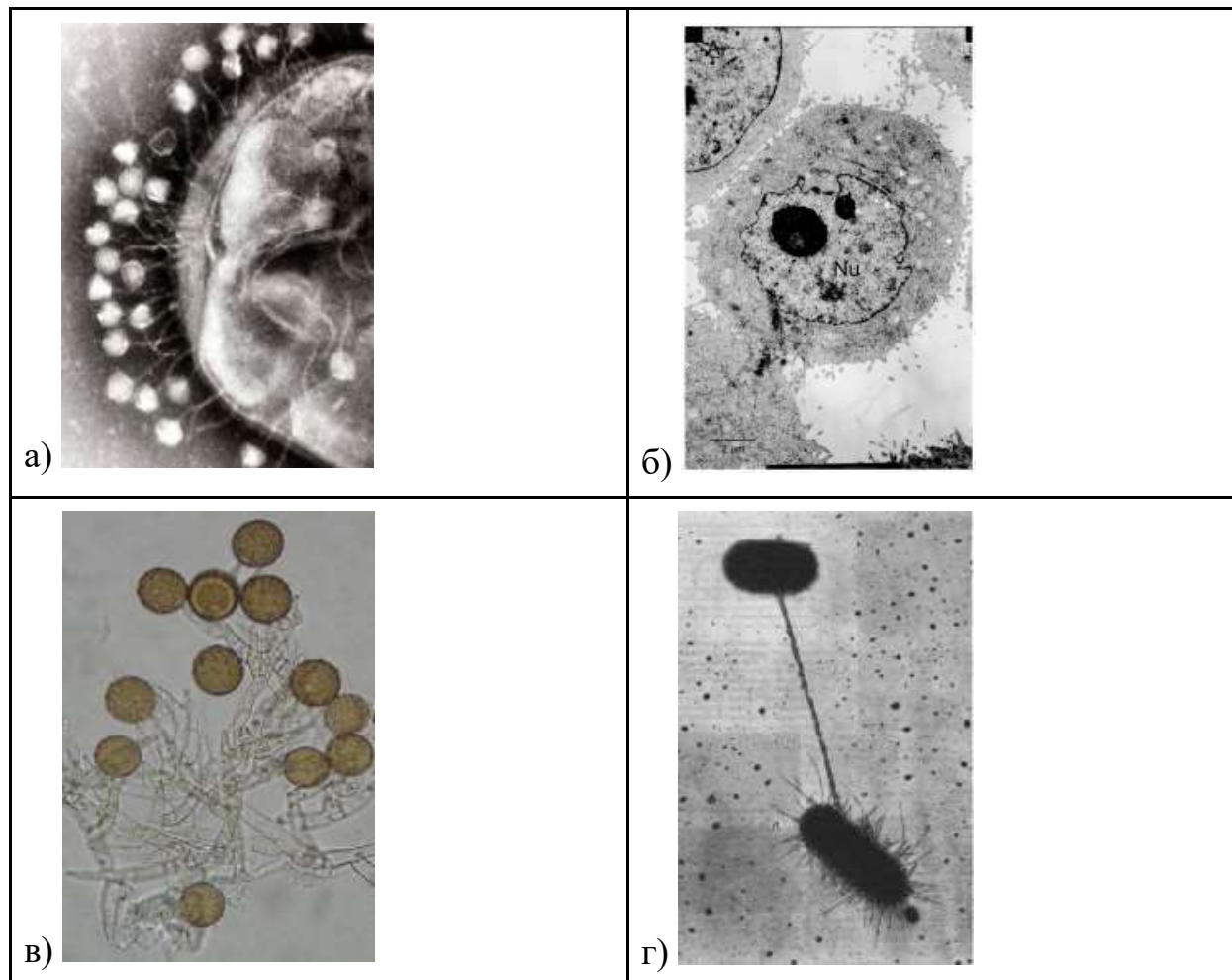
Для нормальной жизнедеятельности животным организмам нужны витамины. Человек получает многие витамины из пищи. Так как не все витамины одинаково растворяются в воде или других растворителях, их количество в разной пище различается. Жирная пища богата многими жирорастворимыми витаминами, но, к сожалению, содержит небольшое количество витаминов, растворяющихся в воде. Из предложенного списка выберите витамин, который **не** является жирорастворимым.

- а) холекальциферол
- б) пиридоксин
- в) дегидроретинол
- г) филлохинон

**Ответ: б.**

### Задание 19

Выберите фотографию, на которой запечатлена часть процесса трансдукции.

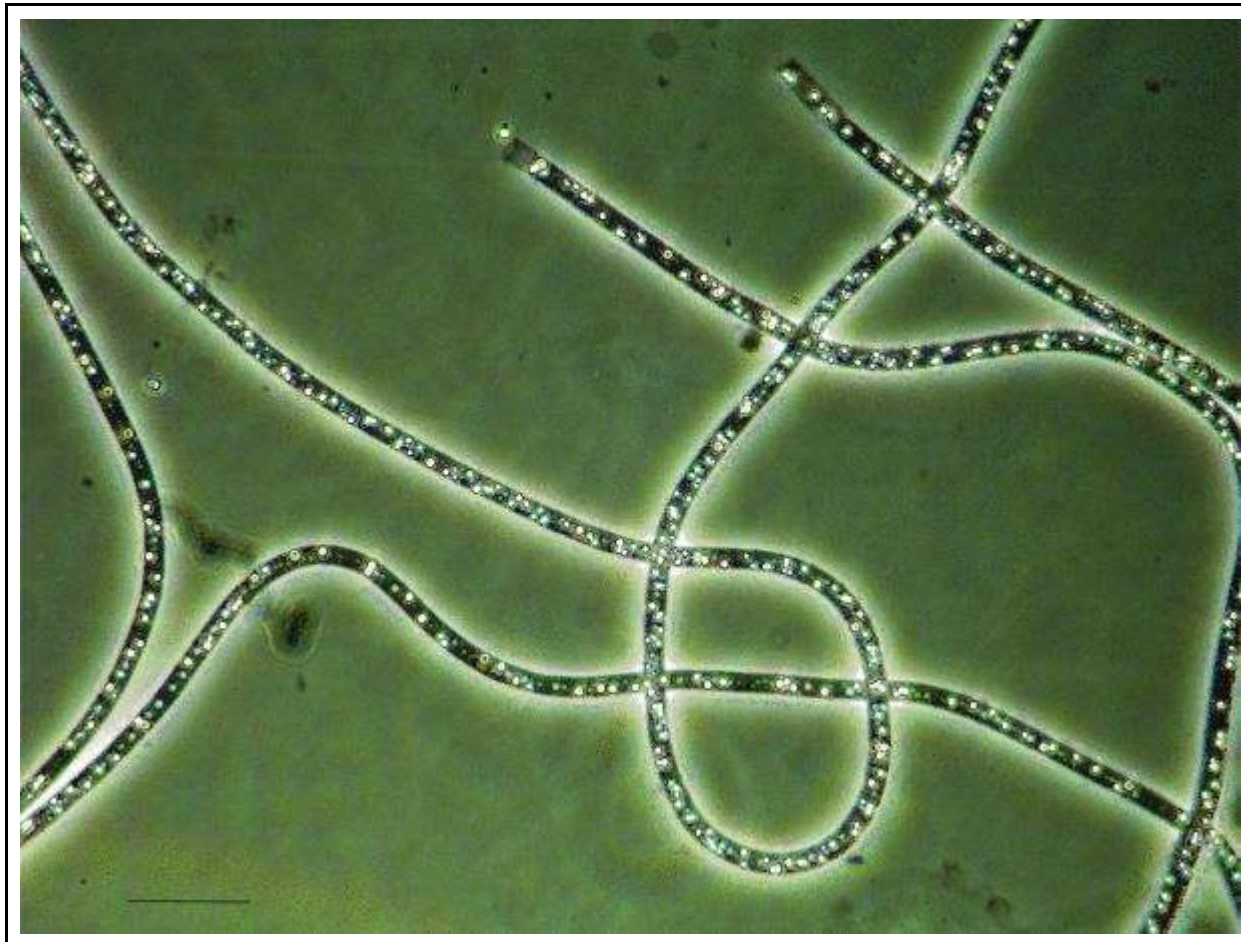


Ответ: а.

### Задание 20

В холодных источниках с резким запахом сероводорода можно встретить нитевидную бактерию рода *Veggiatoa*, благодаря которой русский микробиолог С. Н. Виноградский открыл хемолитоавтотрофию. Выберите **неверное** утверждение об этом организме.





- а) Для процесса фиксации углекислого газа этой бактерии необходим солнечный свет.
- б) Бактерия может использовать сероводород, получая в качестве продукта глобулы элементарной серы.
- в) Бактерия использует сероводород как источник электронов, которые она тратит на фиксацию углекислого газа.
- г) Если температура источника повысится, то эти бактерии не смогут в нём выжить из-за худшей растворимости сероводорода.

**Ответ:** а.

### Задание 21

В случае инбредных популяций закон Харди-Вайнберга немного изменяется и выглядит следующим образом ( $p$  – частота  $A_1$ ,  $q$  – частота  $A_2$ ,  $f$  – коэффициент инбридинга)

Генотип	$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
Частота	$p^2 + fpq$	$2(1 - f)pq$	$q^2 + fpq$

Вы поймали 190 некоторых диплоидных организмов из инбредной популяции, они имеют следующие генотипы по некоторому аллелю: 90 AA : 16 Aa : 84 aa.

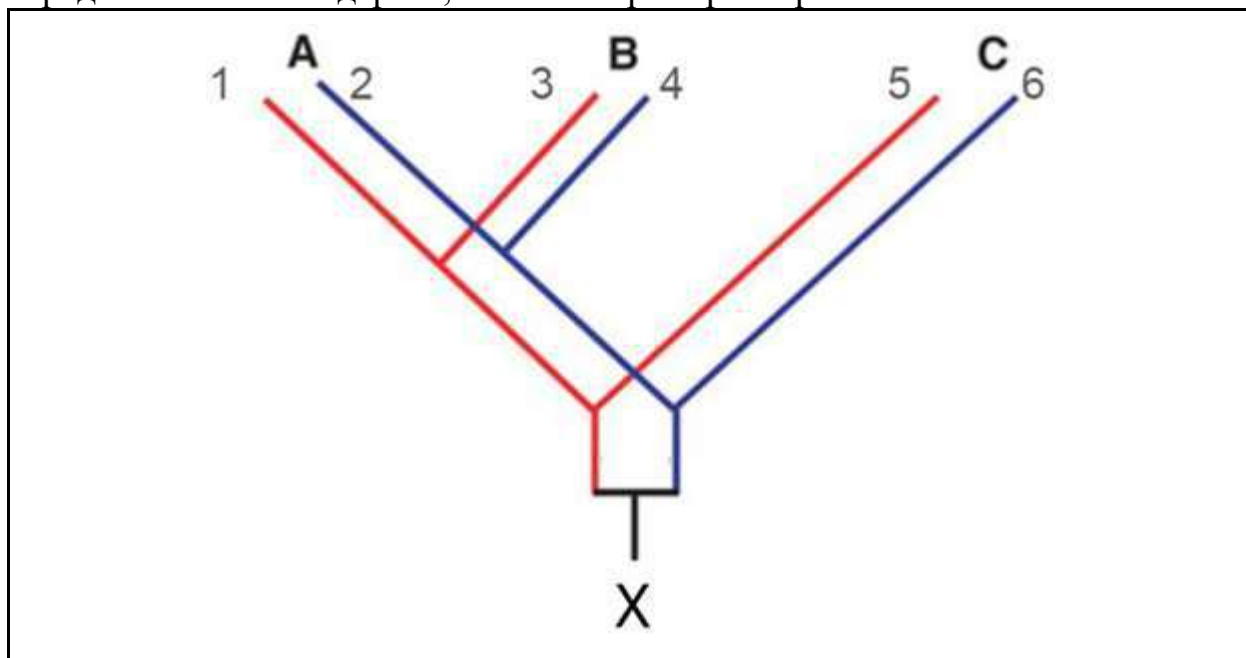
Выберите верное утверждение.

- а) Если бы популяция не была инбредной, то мы бы ожидали в этой выборке 95 гетерозигот (если принять равновесие в популяции).
- б) Коэффициент инбридинга для этой популяции составляет 0,169.
- в) Повышение инбридинга приводит к увеличению числа гетерозигот в популяции.
- г) Так как инбридинг снижает генетическое разнообразие, все популяции с инбридингом неминуемо вымрут.

**Ответ:** а.

### Задание 22

На рисунке ниже изображено эволюционное дерево генов (1–6), принадлежащих трём видам организмов (А–С) и произошедших от общего предкового гена (X). Среди перечисленных генов можно выделить несколько пар ортологов – гомологичных генов, произошедших от общего предка и разделившихся в результате видообразования. Какая из пар генов, представленных на дереве, является примером ортологов?



- а) ген 1 и ген 5
- б) ген 1 и ген 4
- в) ген 1 и ген 2
- г) на дереве нет ортологичных генов

**Ответ:** а.

### Задание 23

Болезнь Хантингтона – тяжёлое нейродегенеративное заболевание. Риск его развития связан с количеством нуклеотидных повторов CAG в гене белка НТТ (хантингтин). Проводилось исследование, целью которого было составить профили популяции по риску заболевания болезнью Хантингтона. Ниже представлена таблица содержания повторов CAG в разных гаплотипах (А – С) людей из разных регионов. Рассмотрите таблицу и выберите верное утверждение.

	Вся популяция		Пациенты с болезнью Хантингтона	
	Восточная Азия	Европа	Восточная Азия	Европа
Среднее кол-во CAG	16.9	17.8	45.1	45.0
N (кол-во испытуемых)	73	428	31	199
A-1	0.00	0.07 (29)	0.00	0.50 (100)
A-2	0.00	0.13 (54)	0.00	0.29 (57)
A-3	0.03 (2)	0.12 (50)	0.00	0.11 (22)
A-4	0.11 (8)	0.09 (37)	0.00	0.02 (3)
A-5	0.27 (20)	0.06 (27)	0.13 (4)	0.00
B	0.16 (12)	0.04 (19)	0.10 (3)	0.00
C	0.40 (29)	0.47 (200)	0.77 (24)	0.02 (5)
Другие	0.03 (2)	0.3 (12)	0.00	0.04 (7)

- Увеличение количества CAG-повторов в гене НТТ снижает риск заболевания.
- Люди из Восточной Азии реже страдают от болезни Хантингтона.
- Гаплотипический состав больных в популяциях разных регионов различается.
- Гаплотип С чаще встречается в азиатской популяции, чем в европейской.

**Ответ: в.**

### Задание 24

Учёные исследуют две популяции некоторых южноамериканских птиц. В частности, их интересует вопрос: различаются ли достоверно средние длины клювов у птиц из двух разных популяций. При этом известно, что длины клювов имеют нормальное распределение. Чтобы ответить на свой вопрос, они поймали по 10 представителей каждой из популяций и измерили их клювы в сантиметрах (см. таблицу).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее	Выборочная дисперсия
I популяция	4,04	3,39	4,52	3,97	2,08	2,06	3,24	3,01	4,32	2,91	3,354	0,752
II популяция	1,5	2,24	2,93	1,58	2,4	1,62	2,04	1,77	2,11	1,92	2,011	0,192

Далее учёные использовали двухвыборочный  $t$ -тест для независимых выборок (см. формулу ниже) для проверки своей нулевой гипотезы о равенстве средних размеров клюва в двух популяциях.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

где  $\bar{X}$  – среднее значение в популяции,  $s^2$  – выборочная дисперсия,  $N$  – численность выборки.

Для данного эксперимента при уровне значимости 0,05 критическое значение  $t$ -теста составляет 2,101.

Рассчитайте значение  $t$ -теста и выберите верное утверждение.

- Уровень значимости 0,05 означает, что если мы отвергнем нулевую гипотезу, то будем правы с вероятностью 0,05.
- Использование сложных статистических тестов для такой задачи неоправданно, так как очевидно, что средние длины клювов в двух популяциях различаются.
- Десять птиц из каждой популяции недостаточно для ответа на заданный вопрос с использованием данного статистического теста, нужно поймать хотя бы по сто птиц из каждой популяции.
- Значение  $t$ -теста больше критического, поэтому мы отвергаем нулевую гипотезу о равенстве средних длин клювов в двух популяциях.

**Ответ:** г.

### Задание 25

Кукушка подбрасывает свои яйца для высиживания множеству других видов птиц. Чтобы новые родители не заподозрили обман, кукушки адаптируют окраску своих яиц под яйца хозяев. Так, у европейских кукушек существует по меньшей мере 15 морф яиц. Выберите, каким образом кукушка подстраивает облик своего яйца под яйца хозяев.



а) Окраска определяется после перемешивания генов отца и матери в процессе гаметогенеза, а затем мать-кукушка выбирает хозяев в зависимости от цвета яйца.

б) Кукушка откладывает очень много яиц в гнёзда различных хозяев, такая стратегия позволяет «угадать» для некоторых яиц нужных родителей.

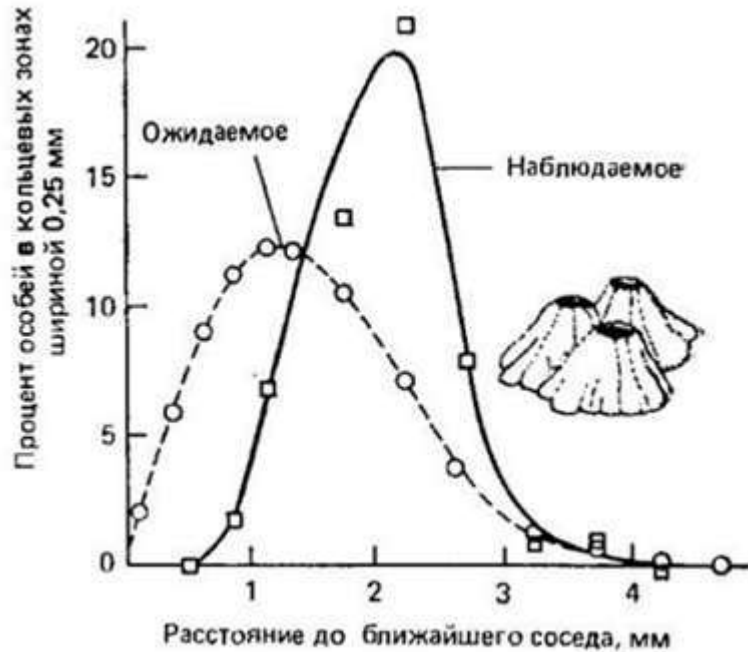
в) Самка запоминает своих приёмных родителей и откладывает яйца только в гнёзда этого вида, окраска яйца при этом будет зависеть только от митохондриальной ДНК.

г) Кукушка – скрытная птица, поэтому самец разведывает гнезда нужных хозяев и передаёт самке их местоположение путём голосовых сигналов, информация об окраске яйца при этом будет храниться в половой хромосоме самца.

**Ответ: в.**

### Задание 26

На рисунке ниже представлены результаты исследования Crisp (1960) по изучению расселения морских желудей (*Balanus sp.*). В ходе этой работы учёные рассчитали теоретическое распределение расстояния до ближайшего соседа, исходя из предположения о случайном расселении баянусов, и сравнили это распределение с наблюдаемым в реальной жизни. Внимательно изучив график, укажите, о наличии какого экологического явления в популяции баянусов свидетельствуют полученные результаты.



- а) кооперация
- б) конкуренция за пищевые ресурсы
- в) мутуализм
- г) наличие у баянусов симбионта

**Ответ: б.**



### Задание 27

Знали ли вы, что самыми хорошо адаптированными к жизни в пустыне оказываются не цветковые растения, а мхи? Мох из пустынной части Северной Америки и Китая *Syntrichia caninervis* может вегетировать и размножаться даже при условии отсутствия осадков в течение нескольких месяцев. Но как мху это удаётся? На изображении левая фотография демонстрирует синтрихию в сухом состоянии в гербарии, правая – при увлажнении. Выберите наиболее подходящий механизм, объясняющий эту адаптацию.

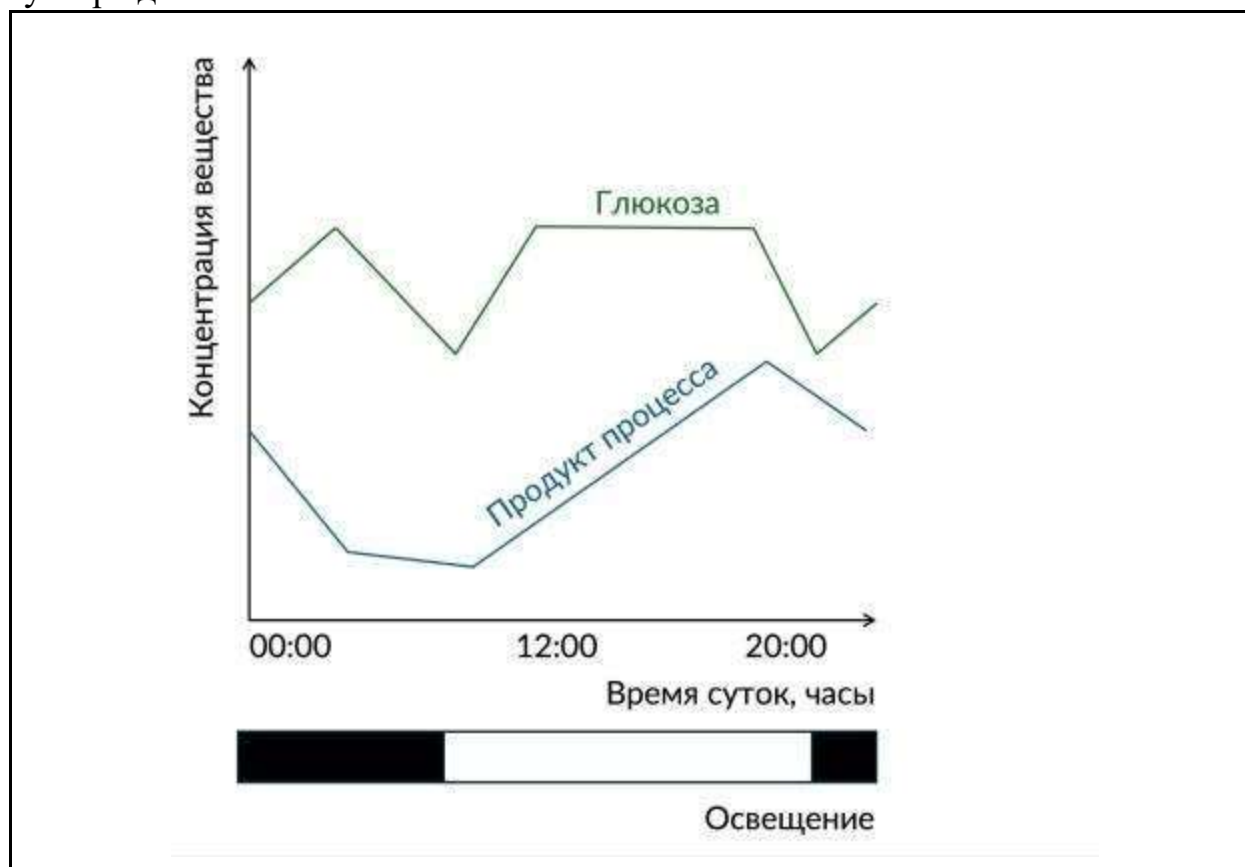


- а) Синтрихия обладает гигроскопичным волосковидным выростом на кончике листа, который собирает атмосферную влагу на рассвете и на закате.
- б) Синтрихия открывает устьица только в ночное время, что позволяет поддерживать среднесуточную транспирацию на минимальном уровне.
- в) Корневая система синтрихии дорастает до водоносного слоя.
- г) Синтрихия развивает водоносную паренхиму в листьях, что позволяет ей запасать жидкость во влажный период.

**Ответ:** а.

### Задание 28

На графике отображена динамика некоторого очень важного метаболического пути растений. По оси X отложено время суток (в часах), по оси Y – изменение концентрации двух веществ. Одно из веществ – глюкоза – субстрат для этого процесса, а другое вещество, которое засекречено, – продукт метаболического пути. Под осью времени также показано состояние освещённости: закрашенная область – тёмное время суток, белая область – светлое время суток. Изучите внимательно график и выберите верное утверждение.



- а) Этот процесс скорее всего происходит в цитоплазме клетки растения.
- б) Для протекания этого процесса напрямую необходима энергия солнечного света.
- в) Данным процессом может являться синтез крахмала в фотосинтезирующих листьях.
- г) Одним из субстратов этого процесса является кислород.

**Ответ:** в.

### Задание 29

Если летом отрезать ветку ивы, лишить её листьев и поставить в воду, то через несколько дней из спящих почек появятся боковые побеги, также на стебле начнут развиваться корни. Выберите верное утверждение.



- а) Обрезка листьев нужна черенку, чтобы стимулировать фотосинтез стебля.
- б) Корни развиваются из верхушечной образовательной ткани почек, оказавшихся под водой.
- в) Стимуляция образования корней в нижней части черенка происходит из-за разницы освещённости в верхней и нижней частях стебля.
- г) Структурные вещества для развития побегов и корней в безлистном состоянии черенок черпает из запасов крахмала в паренхимных тканях стебля.

**Ответ:** г.

## Часть 2

**Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 1 до 5). Ваше решение относительно каждого (выбор, верен данный вариант ответа или нет) оценивается в 2 балла. За ошибочное решение вычитается 1 балл. Минимальное количество баллов за каждое задание – 0. Максимальный балл – 10.**

### Задание 30

Какие из указанных условий среды снизят эффективность фотосинтеза у молодого и здорового проростка дуба в пересчёте на единицу массы мезофилла?



- а) Повышение концентрации углекислого газа в пологе леса.
- б) Снижение интенсивности освещения под кроной высоких кустарников.
- в) Повышение температуры воздуха с 10 до 24 градусов по Цельсию в дневное время.
- г) Обильные осадки после продолжительного периода засухи.
- д) Сильное поражение листьев дуба ложной мучнистой росой.

**Ответ:** б, д.

### Задание 31

Анаболизм и катаболизм представляет собой ряд ключевых циклов метаболизма. Выберите примеры катаболических процессов в организме.

- а) цикл Кребса
- б) синтез АТФ
- в) фотосинтез
- г) цикл Кальвина
- д) гликолиз

**Ответ:** а, д.

### Задание 32

Выражение «горячий лёд» иногда может быть совершенно справедливым. На фотографии показан кусочек льда, который при поднесении зажжённой спички загорается. К такому удивительному явлению может привести один из продуктов жизнедеятельности живых организмов. Выберите верные утверждения.



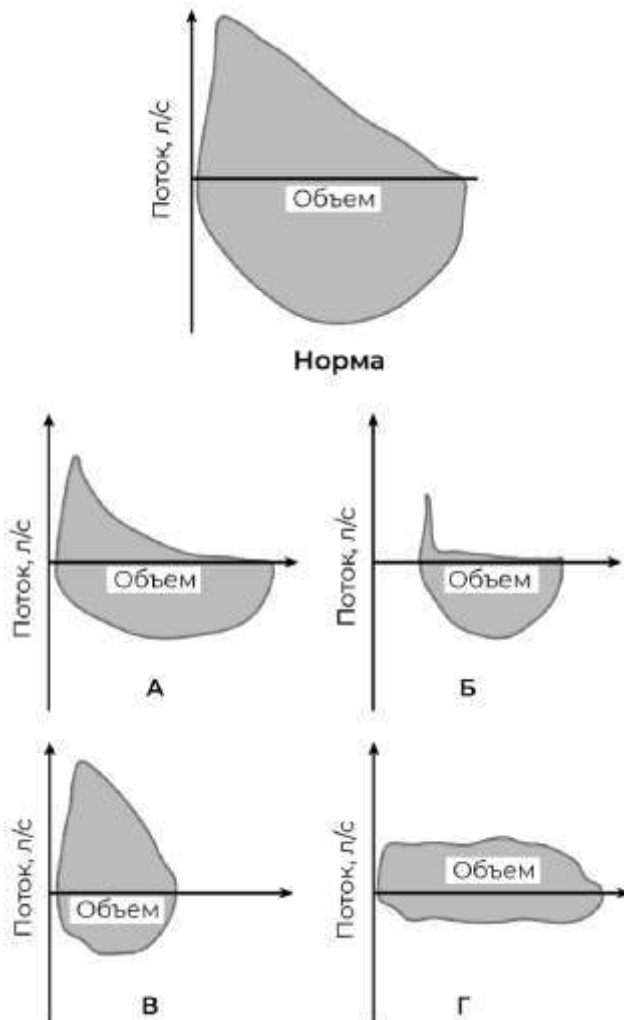
- а) К синтезу такого горючего соединения способны бактерии и археи.
- б) Горючее соединение – один из парниковых газов.
- в) Данный лёд не содержит в своём составе воду, а состоит из замороженного углекислого газа.
- г) Горючее соединение – простейший углеводород, который может входить в состав природного газа.
- д) Это горючее соединение синтезируется только анаэробными прокариотами.

**Ответ:** б, г, д.



### Задание 33

В физиологии для описания работы дыхательной системы используют диаграммы поток-объём. На таких диаграммах по оси ординат откладывается поток (скорость воздуха), при этом отрицательный поток обозначает движение воздуха в лёгкие, а положительный – из лёгких. На картинке представлены изображения таких диаграмм в норме и патологии, в одинаковом масштабе. Рассмотрите картинку и выберите верные утверждения.



- а) Все патологии лёгких приводят к уменьшению дыхательного объёма.
- б) При патологии «Б» увеличивается остаточная ёмкость лёгких.
- в) При патологии «А» пациент имеет проблемы со вдохом.
- г) Патология «В» наблюдается при фиброзном изменении лёгочной ткани (потере эластичности).
- д) При патологии «Г» присутствует обструкция дыхательных путей.

**Ответ:** б, г, д.

### Задание 34

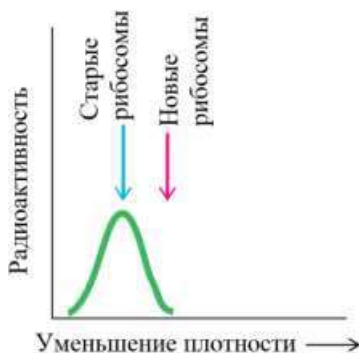
Гексопреналин – лекарственный препарат, агонист  $\beta$ 2-адренорецепторов (рецепторов адреналина). Выберите эффекты, которые может вызвать этот препарат.

- а) токолитическое действие (расслабление гладкой мускулатуры)
- б) тахикардия (увеличение частоты сердечных сокращений)
- в) увеличение концентрации глюкозы в плазме крови
- г) спазм бронхов
- д) покраснение кожи лица

**Ответ:** а, б, в, д.

### Задание 35

В 1961 году Франсуа Жакоб вместе с коллегами осуществил следующий эксперимент. Он вырастил бактериальные клетки в среде, содержащей тяжёлые (нерадиоактивные) изотопы  $^{15}\text{N}$  и  $^{13}\text{C}$ , а затем перенёс их в среду, не содержащую тяжёлых изотопов, и инфицировал бактериофагами. Данный фаг останавливает транскрипцию и трансляцию генов хозяина. Новая среда содержала радиоактивный изотоп  $^{32}\text{P}$ , из-за чего синтезируемая РНК оказывалась меченой. Затем Жакоб с помощью центрифугирования в градиенте плотности установил, что радиоактивная метка связана со старыми (тяжёлыми), а не с новыми (лёгкими) рибосомами. Новые (лёгкие) рибосомы на рисунке – это гипотетические рибосомы, которых по факту не было. Методика и результаты описанного эксперимента приведены на рисунке. Какой факт Жакоб доказал с его помощью?



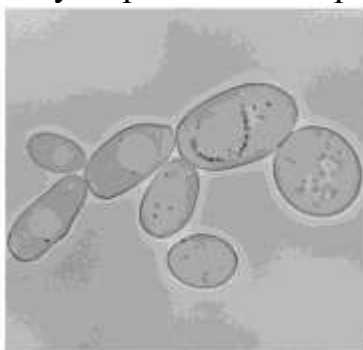


- а) Рибосомы не могут появляться в клетке *de novo*.
- б) Рибосомы могут транслировать различные молекулы РНК.
- в) Рибосомы состоят из двух субъединиц.
- г) Бактериальные клетки не растут на среде с радиоактивным фосфором.
- д) Бактериальные клетки становятся более устойчивы к заражению бактериофагами при переносе из среды, содержащей тяжёлые изотопы, в среду, не содержащую тяжёлых изотопов.

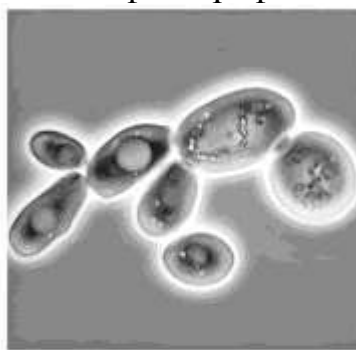
**Ответ: б.**

### Задание 36

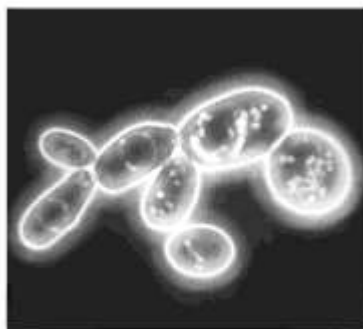
Выберите верное утверждение об организме на фотографиях.



А



Б



В

- а) Фотография Б – пример электронной микроскопии, а А и В – световой.
- б) Это многоклеточный эукариотический организм.
- в) Для этого организма характерно наличие клеточной стенки.
- г) Для получения этих фотографий требуется провести специальную обработку объекта, которая приводит к гибели клеток и невозможности получить прижизненные изображения объекта.
- д) В процессе жизнедеятельности в условиях контакта с кислородом данный объект может вырабатывать вещество, используемое в пищевой промышленности и в качестве технического растворителя.

**Ответ: в.**

### Задание 37

Какие гаметы может образовывать организм, полученный от скрещивания тетраплоидов AAAABBBBCCCC и aaaaBBBBssss, при условии, что гены ABC находятся на одной хромосоме, расстояние между генами А и В – 20 сМ, между генами В и С – 30 сМ. При кроссинговере хромосомы образуют два попарных бивалента.

- а) ABC
- б) abc
- в) AaBbCc
- г) AaBBcc
- д) aaBBCC

**Ответ:** г, д.

### Задание 38

Ацетил-кофермент А (ацетил-СоА) – это ключевой метаболит в клеточном обмене веществ. Он образуется при окислении органических веществ в ходе катаболизма и может использоваться клеткой для синтеза новых веществ в анаболических процессах. Укажите, в каких из перечисленных ниже метаболических путях происходит перенос ацетильной группы с молекулы ацетил-кофермента А на субстрат.

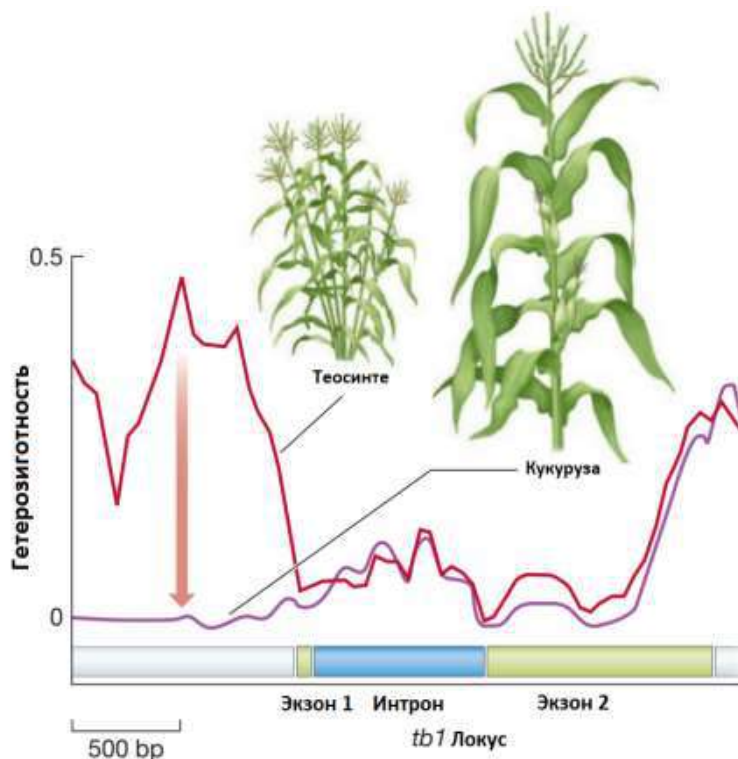
- а) гликолиз
- б) молочнокислое брожение
- в) цикл трикарбоновых кислот
- г) синтез белка на рибосомах
- д) синтез жирных кислот

**Ответ:** в, д.



### Задание 40

Определение гетерозиготности групп особей может много рассказать об эволюционной истории последовательностей. Перед вами гетерозиготность в гене *tb1*, ответственном за ветвление, у двух растений – современной одомашненной кукурузы и её предка теосинте. Рассмотрите рисунок и выберите верные утверждения.



- а) Гетерозиготность во всех точках кодирующей последовательности всегда меньше гетерозиготности некодирующих участков.
- б) Снижение гетерозиготности у современной кукурузы в регуляторной последовательности перед геном *tb1* свидетельствует об эффекте основателя, который возник при перевозке кукурузы из Южной Америки в страны Старого Света.
- в) Снижение гетерозиготности у современной кукурузы в регуляторной последовательности перед геном *tb1*, скорее всего, стало результатом сильного естественного отбора.
- г) Снижение гетерозиготности у современной кукурузы в регуляторной последовательности перед геном *tb1*, скорее всего, стало результатом сильного искусственного отбора, так как человек отбирал менее ветвящиеся растения кукурузы для культивирования.
- д) Если аллель достаточно медленно распространяется в популяции, то значительного снижения гетерозиготности не происходит.

**Ответ:** г, д.

### Задание 41

Какие факторы среды способны лимитировать рост фитопланктона в эвтрофных озёрах тропического климатического пояса?

- а) концентрация неорганического фосфата в воде
- б) интенсивность выедания резко увеличившимся по биомассе зоопланктоном
- в) концентрация кислорода в воде
- г) доступность фотосинтетически активной радиации
- д) концентрация углекислого газа в воде

**Ответ:** б, в, г.

### Задание 42

Некоторые генетические заболевания, например талассемия, могут возникать в результате неравного кроссинговера. Данный процесс происходит за счёт наличия повторов в определённых локусах гомологичных хромосом. Неравный кроссинговер происходит в участках повторов, однако со смещением конъюгирующих хромосом относительно друг друга. К какому(-им) результату(ам) может привести неравный кроссинговер?

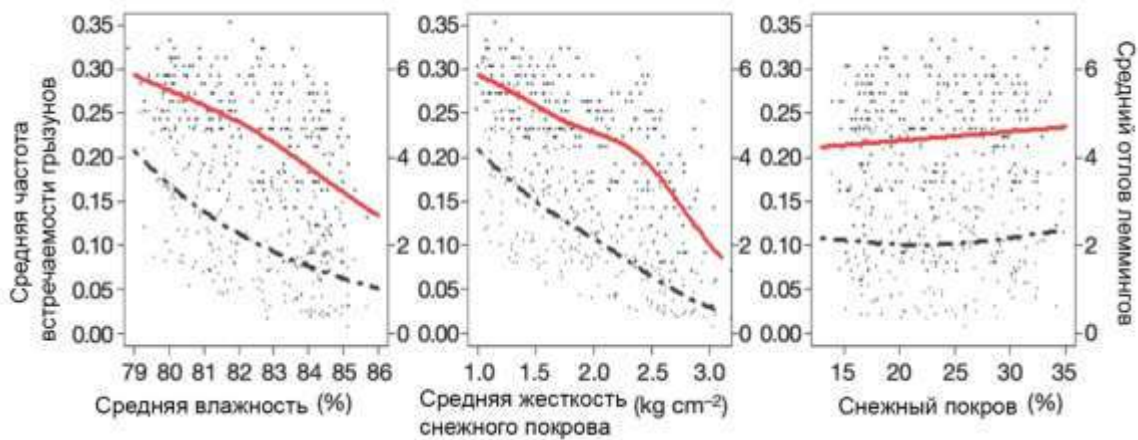


- а) Инверсия участка, находящегося между повторами в одной из кроссоверных хромосом.
- б) Делеция участка, находящегося между повторами в одной из кроссоверных хромосом.
- в) Результат будет таким же, как при обычном кроссинговере, но частота появления одной из кроссоверных хромосом будет выше.
- г) Дупликация участка, находящегося между повторами в одной из кроссоверных хромосом.
- д) Дупликация участка, находящегося между повторами в обеих кроссоверных хромосомах.

Ответ: б, г.

### Задание 43

На протяжении 14 лет проводилось исследование субарктического региона. Одна из исследовательских групп занималась анализом популяции леммингов в регионе. Ниже представлены графики зависимости отлова леммингов и других грызунов от погодных условий. Красная линия показывает средний отлов грызунов, а чёрная линия – леммингов. Выберите верное утверждение, основываясь на данных графиков.

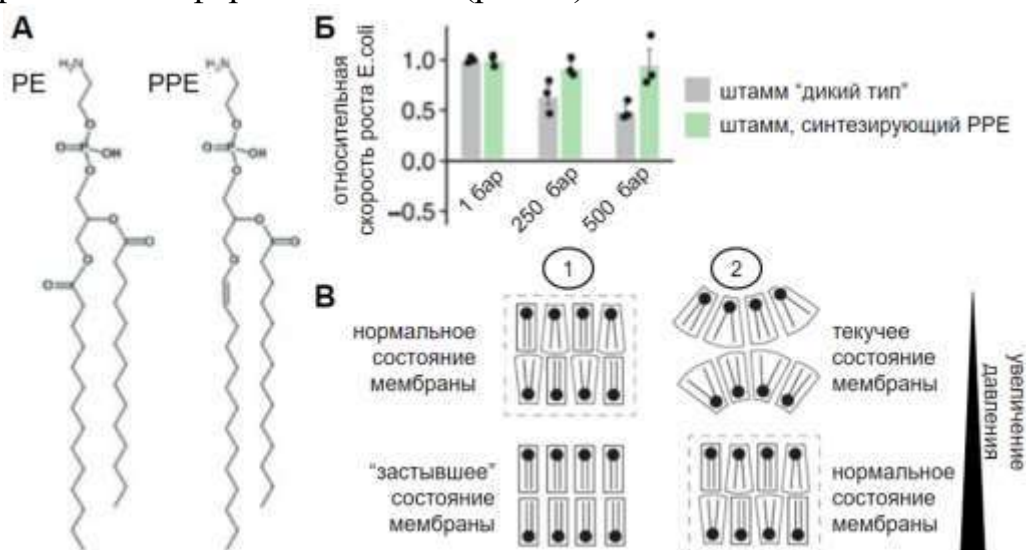


- А) Среднее количество пойманных леммингов будет выше в местах обледенения.
- Б) В районах с повышенной влажностью количество леммингов больше, чем в районах с низкой влажностью.
- В) Степень покрытия снежным покровом почти не влияет на среднее количество леммингов в отлове.
- Г) В районах со скалистой местностью среднее количество грызунов в отлове ниже, чем в районах с пологим ландшафтом.
- Д) Вне зависимости от погодных условий среднее количество пойманных грызунов имеет ежегодные колебания.

Ответ: в.

### Задание 44

В недавней работе на гребневиках (*Ctenophora*) исследователи задались вопросом, какие адаптации в клеточных мембранах приобретают глубоководные животные. Проанализировав липидный состав мембран гребневикулов, обитающих на различных глубинах, учёные обнаружили, что глубоководные виды характеризуются значительно большим содержанием в мембранах плазмемил фосфатидилэтаноламина (рис. А, PPE – в сравнении с представленным у мелководных фосфатидилэтаноламином). Для подтверждения роли PPE в адаптации к высоким давлениям авторы сконструировали штамм бактерии *E. coli* со вставленными генами синтеза этого липида. Этот штамм затем выращивался в условиях высоких давлений и сравнивался с контрольным (рис. Б). Наконец, проведя серию экспериментов, исследователи предложили гипотезу, объясняющую возможное поведение мембран в условиях высоких давлений и связывающую его с кривизной и формой липидов (рис. В).



Внимательно изучив представленные данные, выберите верные утверждения.

а) В отличие от фосфатидилэтаноламина (PE) в состав плазмемил фосфатидилэтаноламина (PPE) входит только один остаток жирной кислоты.

б) Плазмемил фосфатидилэтаноламин (PPE) характеризуется более компактной гидрофобной частью, чем фосфатидилэтаноламин (PE).

в) Плазмемил фосфатидилэтаноламин (PPE) не способен встраиваться в мембраны прокариот из-за длины его гидрофобной части.

г) Включение в состав липида ненасыщенных жирных кислот будет приводить к увеличению кривизны липида.

д) Поведение мембран глубоководных видов гребневикулов при повышении давления отмечено на рисунке В цифрой 2.

**Ответ:** а, г, д.



### Часть 3

**Выберите верные суждения. Ваше решение относительно каждого (выбор, верно данное суждение или нет) оценивается в 4 балла. За ошибочное решение вычитается 2 балла. Минимальное количество баллов**

**за часть 3 – 0. Максимальный балл – 36.**

#### Задание 45.1

Количество света, которое доходит до хлоропластов мезофилла, больше у листа с голой поверхностью, чем у опушённого листа, при одинаковой интенсивности освещения.



Опушённый лист ивы белой



Голый лист ивы пятитычинковой

**Ответ:** верно.

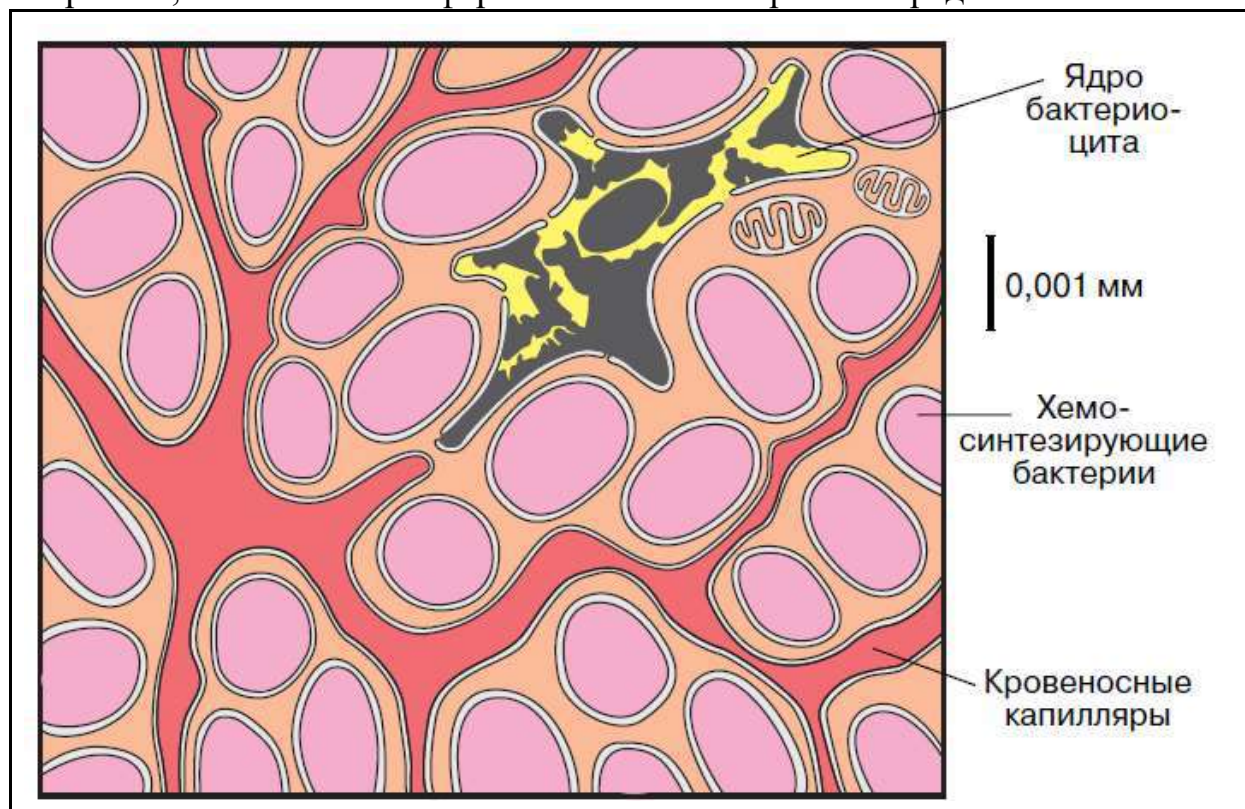
#### Задание 45.2

Чем больше площадь поверхности листьев у растения, тем выше скорость транспирации.

**Ответ:** верно.

### Задание 45.3

На картинке перед вами схема устройства трофосомы – особого органа вестиментифер, позволяющего им жить на большой глубине, куда не проникает солнечный свет и где, соответственно, невозможен фотосинтез. Верно ли, что вестиментиферы обитают в анаэробной среде?



**Ответ:** неверно.

### Задание 45.4

Аденилатциклаза увеличивает в цитоплазме количество цАМФ.

**Ответ:** верно.

### Задание 45.5

С помощью ЭКГ можно определить сердечный выброс.

**Ответ:** неверно.

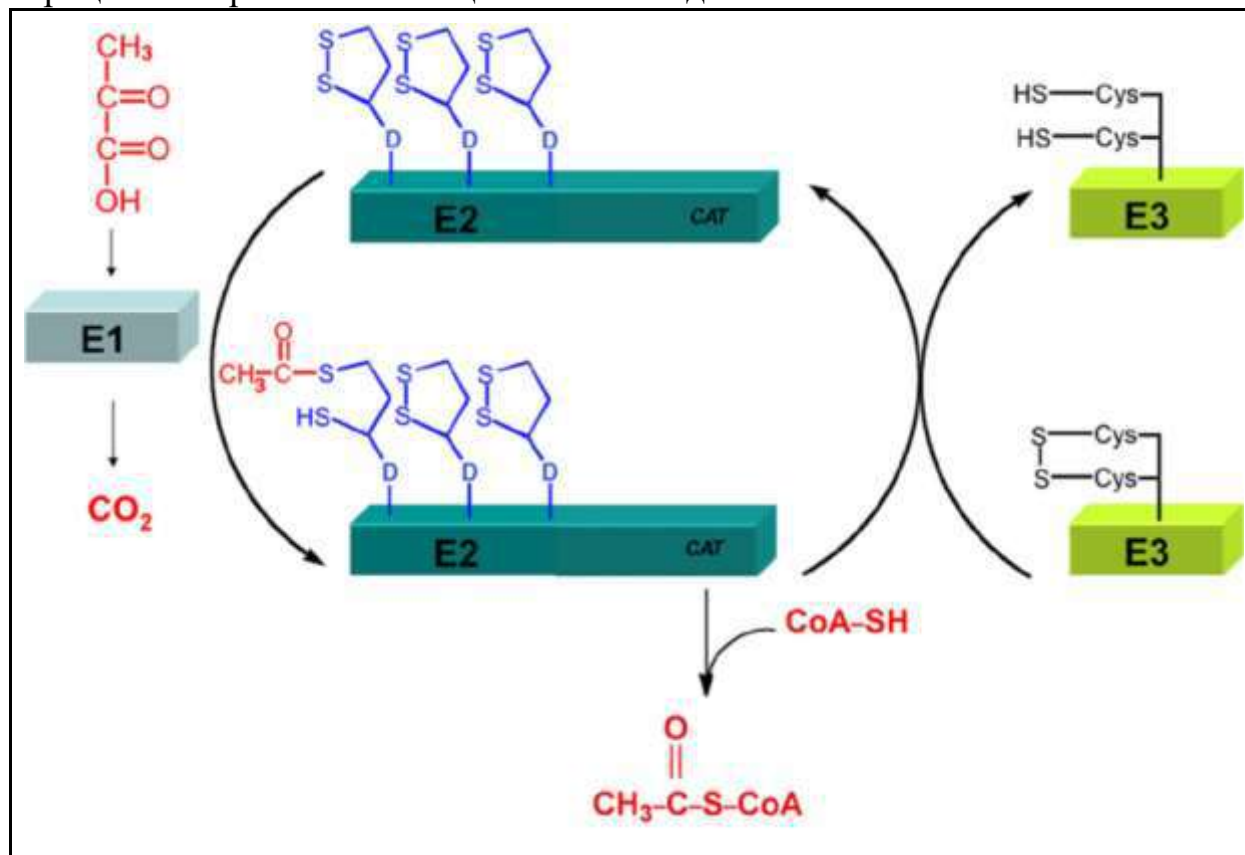
### Задание 45.6

Глюкагон стимулирует гликогенолиз.

**Ответ:** верно.

### Задание 45.7

На иллюстрации показан циклический процесс, в котором участвуют три вида фермента (обозначены E1, E2 и E3). Верно ли, что в результате этого процесса энергия не поглощается и не выделяется?



**Ответ:** неверно.

### Задание 45.8

Отличительной особенностью некумулятивной полимерии является градация интенсивности проявления признака в зависимости от числа доминантных аллелей в генотипе.

**Ответ:** неверно.

### Задание 45.10

Присоединение аминокислот при трансляции катализируется рибосомальными белками.

**Ответ:** неверно.

### Часть 4

**За каждое верное соотнесение начисляется 2 балла. За каждое неверное соотнесение вычитается 1 балл. Минимальное количество баллов за каждое задание – 0. Максимальный балл – 16.**

#### Задание 46

Известно, что в некоторых растениях, иногда в отдельных органах или тканях, содержание ионов определённых металлов существенно выше, чем в почве, на которой эти растения растут. Соотнесите ион металла (или химическое соединение с ионом металла в составе) с функцией, которую этот ион обеспечивает.

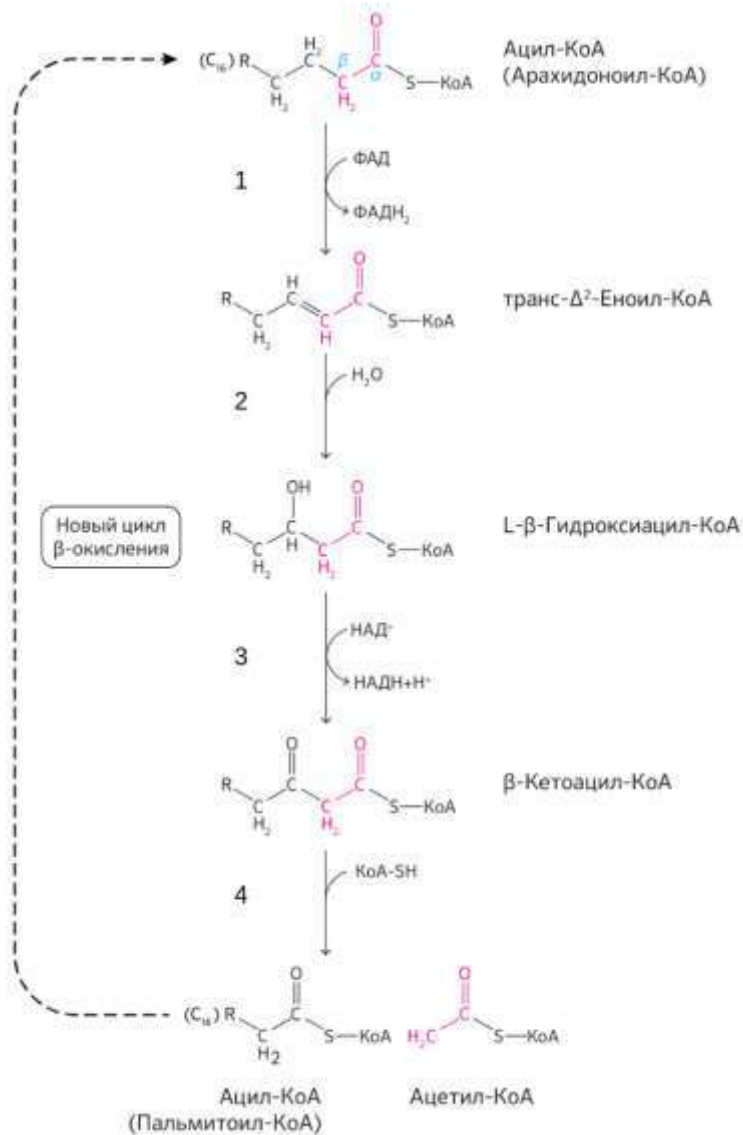
Ион металла	Функция
1) магний ( $Mg^{2+}$ )	а) регуляция размера устьичной щели
2) кальций	б) поддержание анаэробных условий для жизнедеятельности симбиотических микроорганизмов в клубеньках
3) железо	в) аккумуляция солнечной энергии в процессе фотосинтеза
4) калий	г) передача сигнала

#### Ответ:

Ион металла	1	2	3	4
Функция	в	г	б	а

### Задание 47

Сопоставьте реакции окисления жирных кислот (1–4) с названиями ферментов, которые их катализируют (а–г).



- а) ацил-КоА-дегидрогеназа
- б) 3-Гидроксиацил-КоА-дегидрогеназа
- в) еноил-КоА-гидратаза
- г) β-Кетоацил-КоА-ацетилтрансфераза (тиолаза)

**Ответ:**

Реакция	1	2	3	4
Фермент	а	в	б	г

**Часть 5**  
**За верный ответ – 1 балл.**

**Задание 48**

В экологии часто стоит задача расчёта допустимых для водоёма норм вылова промысловых видов рыб. Для этого численность популяции описывают уравнением логистического роста, а вылов считают пропорциональным текущему количеству особей в водоёме.

$$\Delta N = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right) - hN, \text{ в этом уравнении}$$

- $\Delta N$  – изменение численности популяции за один период (от размножения до размножения);
- $N$  – численность популяции в рассматриваемый момент времени, равняется в условиях нашей задачи  $\frac{1}{2} K$ ;
- $r$  – удельная скорость роста популяции (величина, отражающая удельную рождаемость и смертность в популяции);
- $K$  – предельная плотность насыщения (численность популяции, при которой удельная рождаемость равна удельной смертности);
- $h$  – «квота на вылов» (доля вылавливаемых особей за один период между размножениями).

Предположим, что рыболовам Мурманской области позволено вылавливать кумжу (*Salmo trutta*) в Умбозере независимо от размера и возраста. Для популяции кумжи этого озера были подсчитаны параметры  $r = 0,2$  и  $K = 1000$ . Рассчитайте, какая минимальная квота на вылов ( $h$ ) будет приводить к вымиранию популяции кумжи озера Умбозера. Примем, что вымирание означает, что в следующем году изменения численности популяции наблюдаться не будет. Ответ выразите в долях и округлите до первого знака после запятой.

**Ответ:** 0,1.