

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. 2025–2026 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС
ЗАДАНИЯ, ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Максимальный балл за работу – 443.

Часть 1

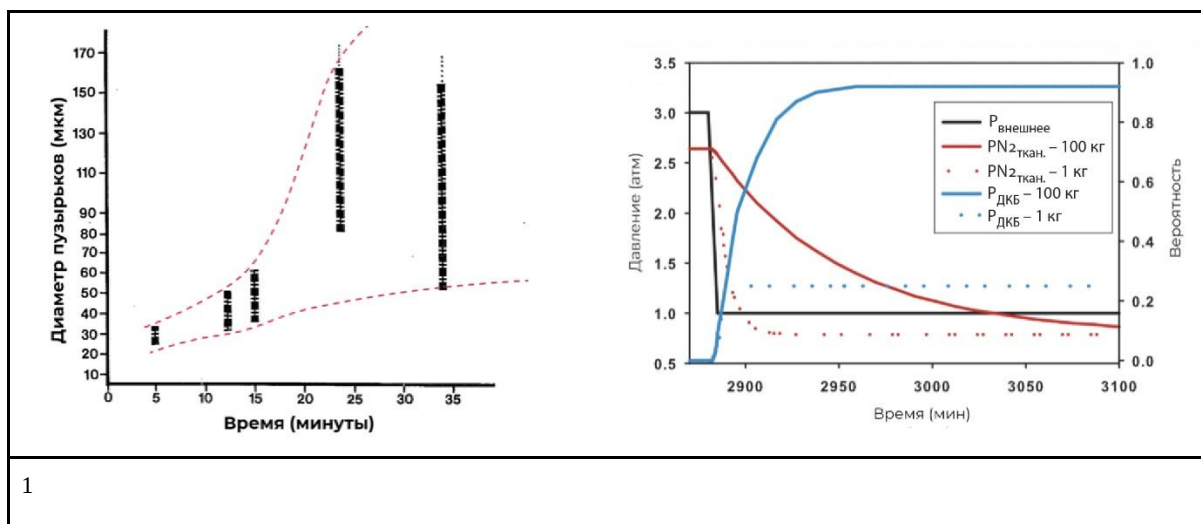
На каждый вопрос даны четыре варианта ответа. Выберите только один правильный. Максимальный балл за каждое задание – 5.

Задание 1.1

Декомпрессионная болезнь – опасное состояние, которое может возникать у водолазов при резком подъёме с глубин на поверхность. В таких условиях газы, растворённые в тканях, могут начинать вспенивать кровь и эмболизировать сосуды внутренних органов, приводя к обширным поражениям.

Вам представлены графики исследования размеров пузырьков воздуха в венозных сосудах животных в условиях декомпрессии и график вероятности развития декомпрессионной болезни в зависимости от времени для животных с разной массой. $P_{\text{внешнее}}$ – внешнее давление, $P_{N_2\text{ткан.}}$ – парциальное давление азота в тканях. $P_{\text{ДКБ}}$ – вероятность развития декомпрессионной болезни.

Проанализируйте графики и выберите верное утверждение.

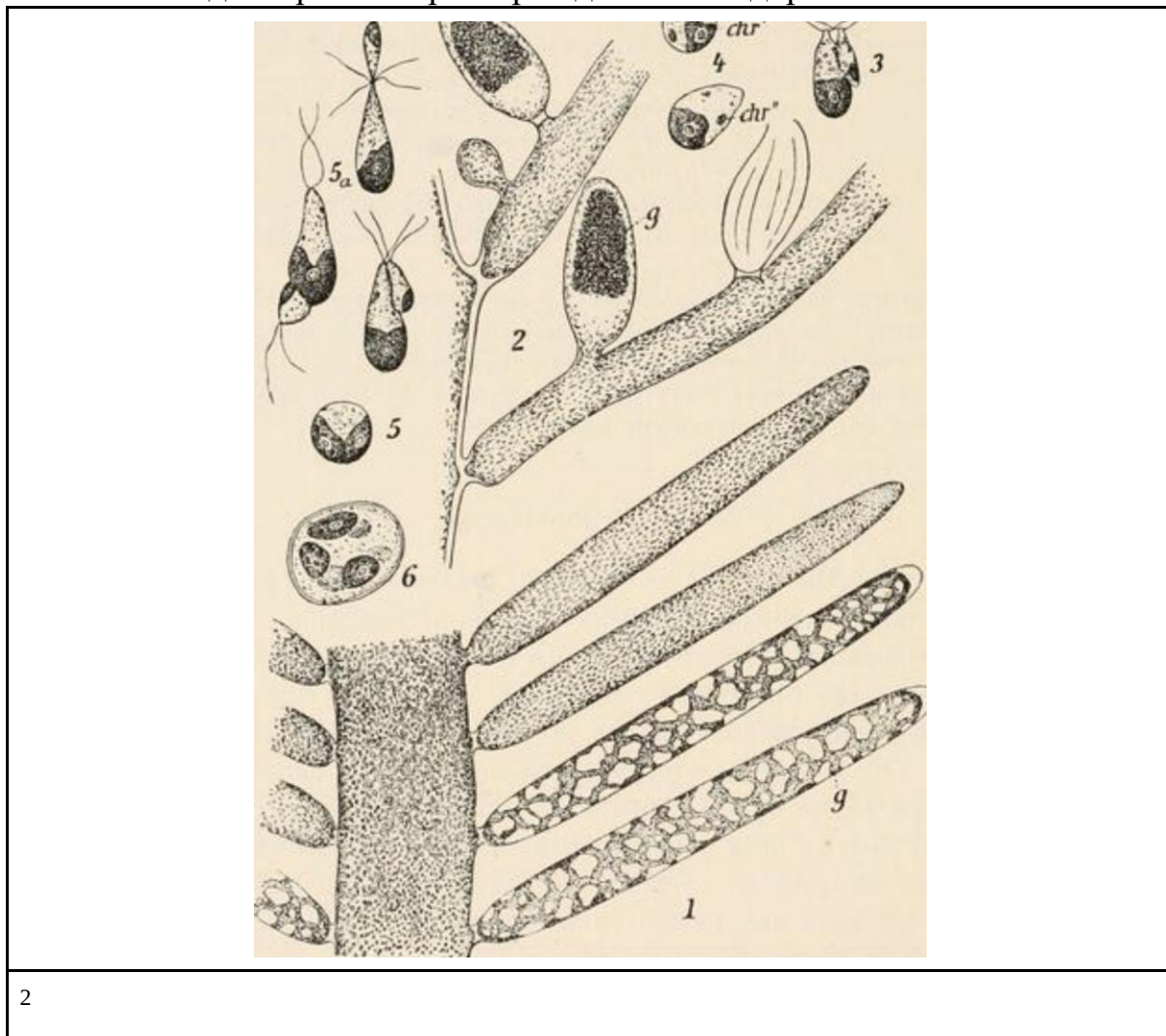


- а) При постоянных условиях давление газа в крови равно давлению газа в ткани.
б) При декомпрессии пузыри воздуха не могут формироваться в артериальных сосудах.
в) Декомпрессионная болезнь возникает сразу же после всплытия на поверхность.
г) Более крупные животные тяжелее переносят условия декомпрессии.
- Ответ: г.

¹ <https://disk.yandex.ru/i/RCprmb10pR74SA>

Задание 1.2

На иллюстрации под цифрой 1 показан фрагмент некоторой водоросли. Размер её таллома достигает нескольких десятков сантиметров в длину, при этом всё слоевище представлено одной гигантской клеткой с множеством ядер. При половом размножении на участке таллома появляется зона, в которой ядра окружаются клеточными стенками, и в результате митоза образуются гаметы. Под цифрой 5а на иллюстрации показано слияние гамет в ходе оплодотворения. Какой тип оплодотворения характерен для этой водоросли?

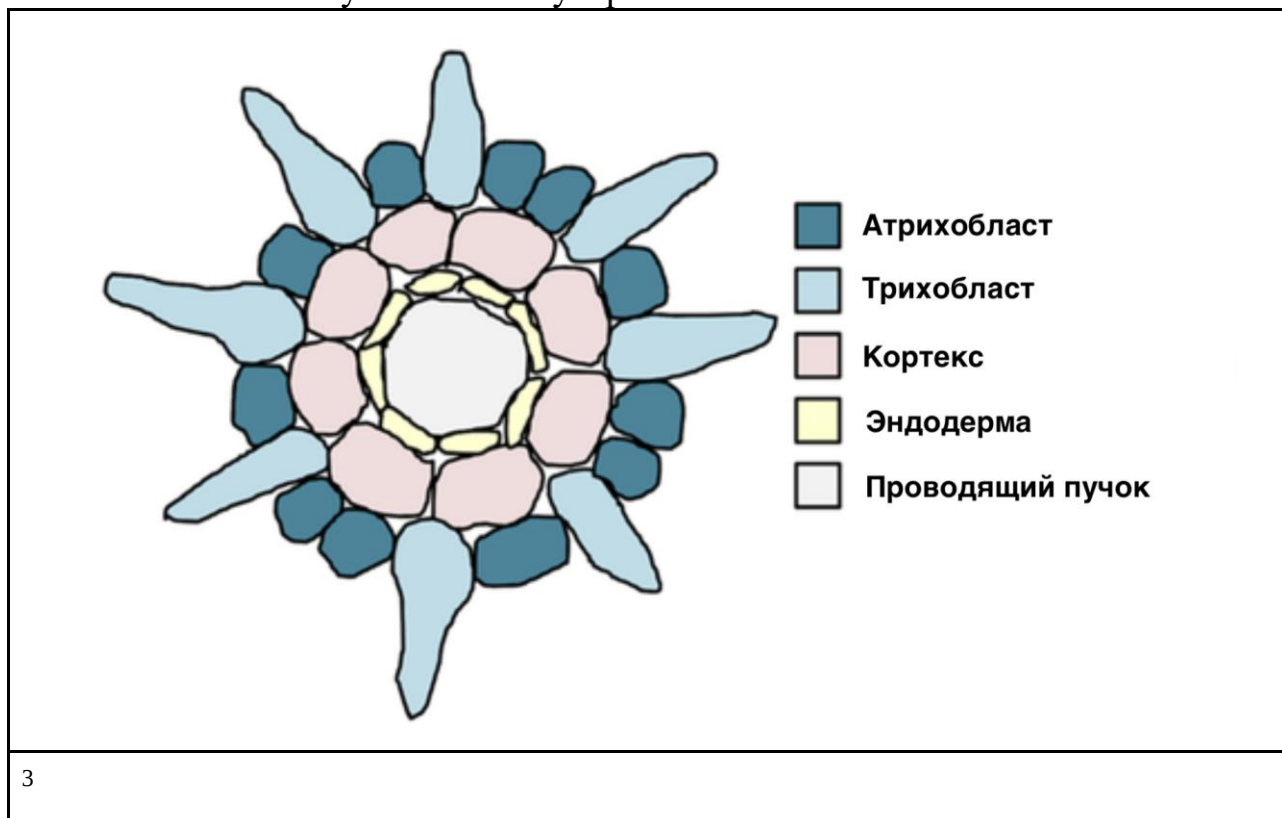


- а) изогамия
 - б) гетерогамия
 - в) оогамия
 - г) гаметангиогамия
- Ответ: б.

² <https://picryl.com/media/die-fische-der-siboga-expedition-1913-20294144193-742e7b>

Задание 1.3

Рассмотрите схему строения поперечного среза корня резуховидки Таля. В каком слое клеток будут активны гены пероксидаз и лакказ, полимеризующих лигнин, но неактивны гены пути синтеза суберина?



- а) в поверхностном слое
 - б) в кортексе
 - в) в эндодерме
 - г) в проводящем пучке
- Ответ: г.

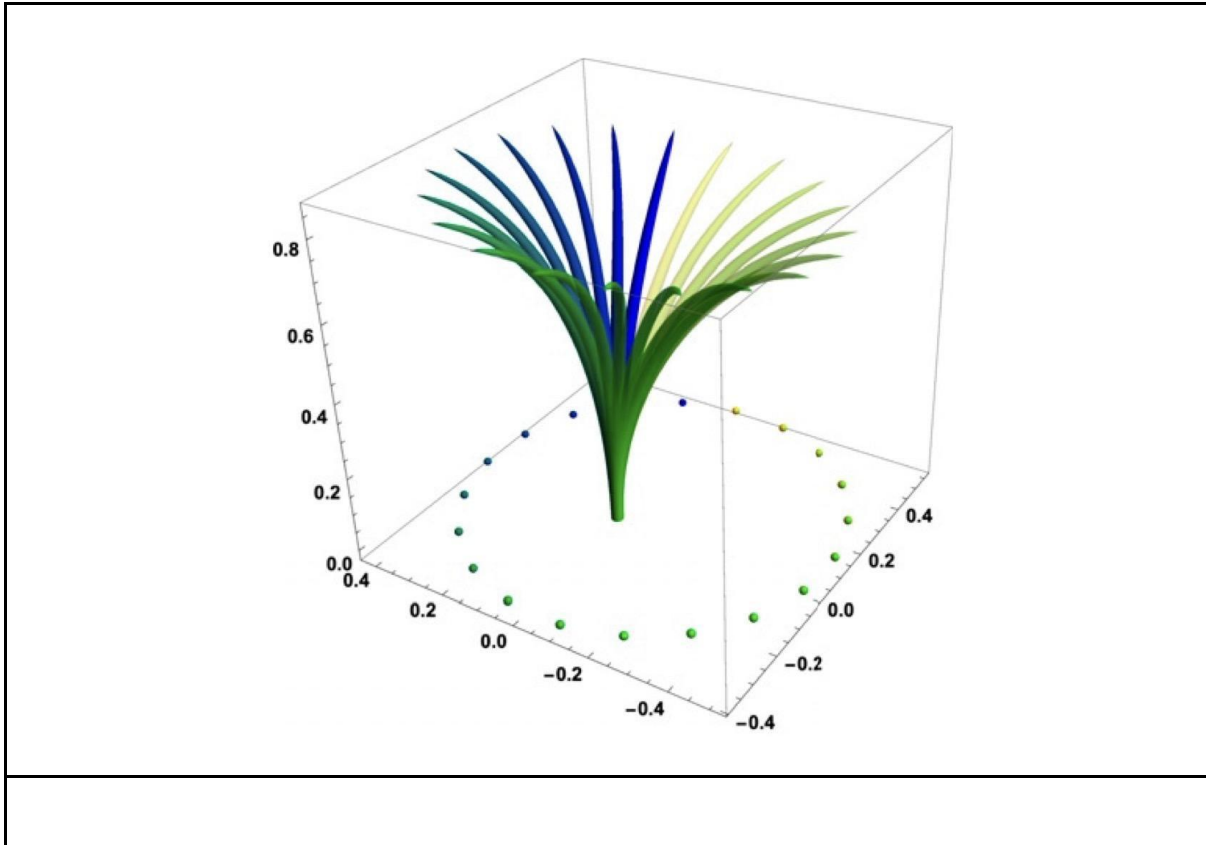
³ https://drive.google.com/file/d/1fTV DHS1_ZZtzzFN9lpqodcNP0Y6JRiDO/view?usp=drive_link

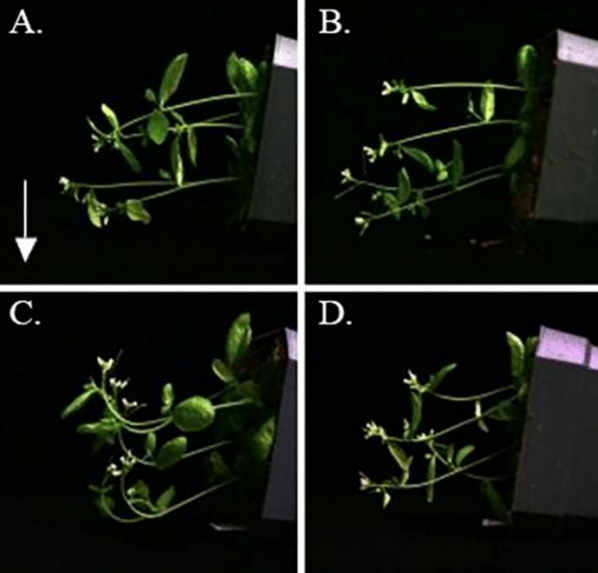
Задание 1.4

Математическое моделирование используется для объяснения закономерностей движения органов растений.

На иллюстрации приводится модель движения некоторого органа растения при отсутствии стимула. Траектория движения обозначена серией положений органа от светло-жёлтого до тёмно-синего цвета.

Выберите изображение, движение органа на котором можно описать данной моделью.



а) ⁴		б)	
в) ⁵		г) ⁶	

Ответ: в.

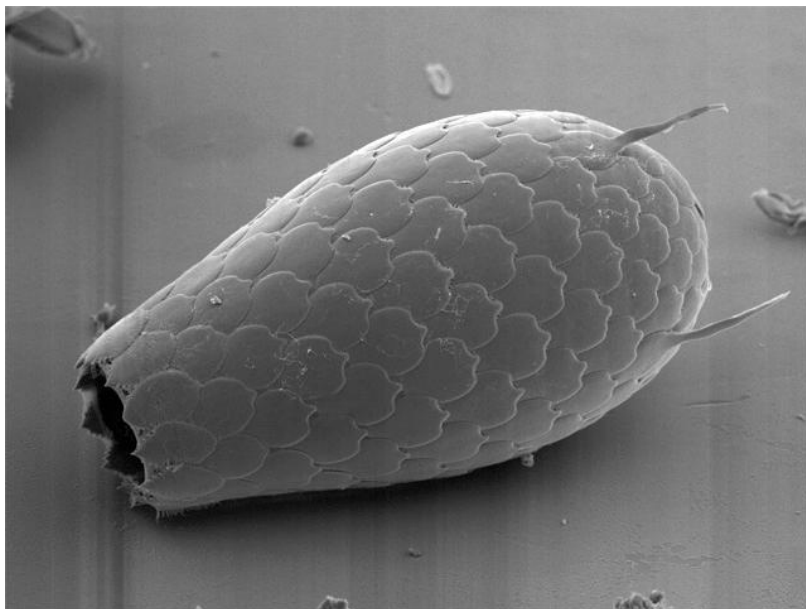
Задание 1.5

На рисунке представлена раковина раковинных амёб силикофлагеллят (*Silicofilosea*). Эти организмы являются гетеротрофами с филоподиями и питаются путём фагоцитоза. Раковины могут быть агглютинированными (собранными из частиц окружающей среды) или синтезированными самим организмом из биогенного кремнезёма. По какому признаку можно сделать вывод, что данная раковина является синтезированной, а не агглютинированной?

⁴<https://npr.brightspotcdn.com/dims4/default/58b393f/2147483647/strip/true/crop/2048x1536+0+0/resize/880x660!/quality/90/?url=http%3A%2F%2Fnpr-brightspot.s3.amazonaws.com%2F7c%2F15%2F1d76bc934e8cb103a56d43eedc7b%2Fsunflower-wide.jpg>

⁵<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Vine.jpg>

⁶<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTMLYXZF-fegLHeWrHHak0P1rhRkpa6m91oJSiKHTaViRI83FVpG3h75sie&s=10>



7

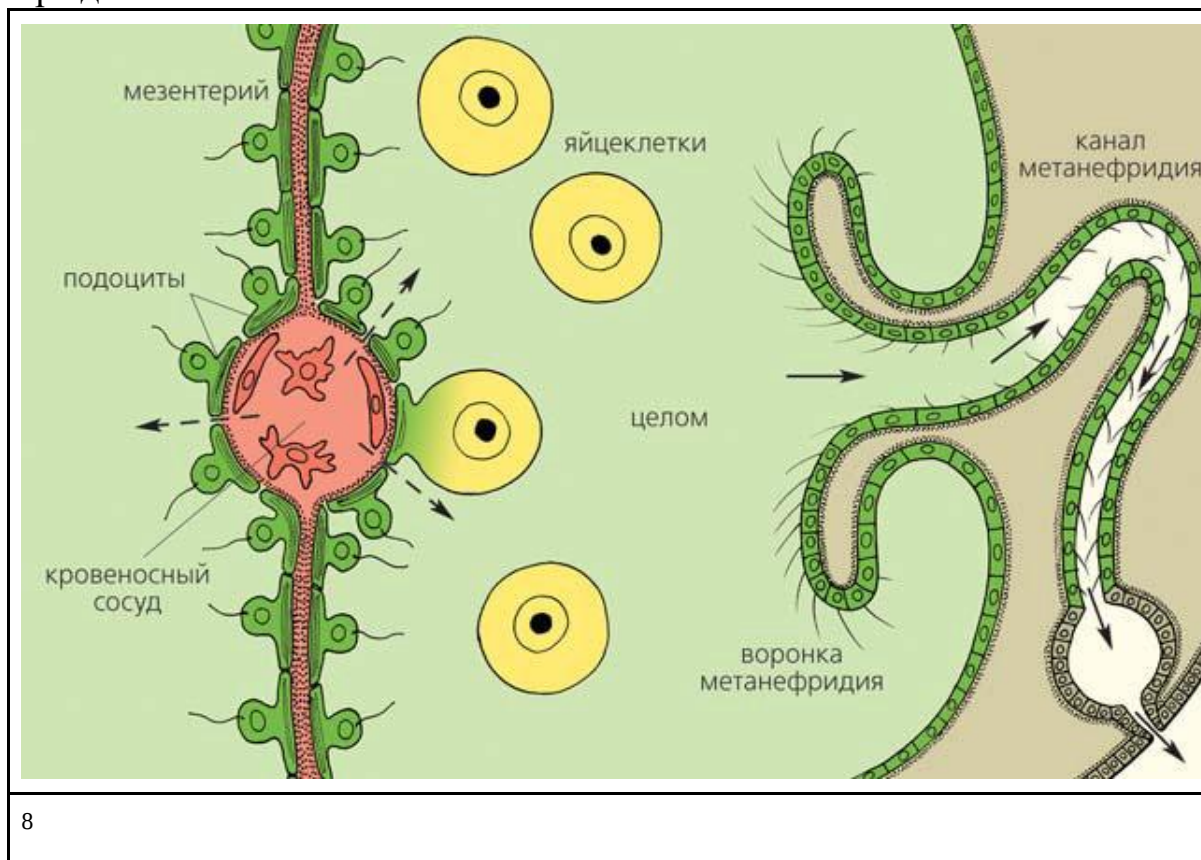
- а) Наличие в цитоплазме большого количества пищевых вакуолей, что свидетельствует о высокой метаболической активности, необходимой для синтеза раковины.
- б) Однотипность, постоянство формы и строения раковин в пределах вида, что указывает на контролируемый организмом процесс биоминерализации.
- в) Отсутствие жгутиковой стадии в жизненном цикле, что характерно для амёб, синтезирующих собственные раковины.
- г) Способность к образованию цист, которая напрямую связана с наличием прочной синтезированной раковины.

Ответ: б.

⁷ https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Euglypha_sp.jpg

Задание 1.6

На рисунке представлена обобщённая схема строения выделительной системы метанефридиального типа. Такая система характерна для животных с развитой вторичной полостью тела (целомом). Через стенки кровеносных сосудов и подоциты продукты обмена поступают в целомическую жидкость, из которой они затем выводятся наружу. Рассмотрите схему и выберите верное утверждение.



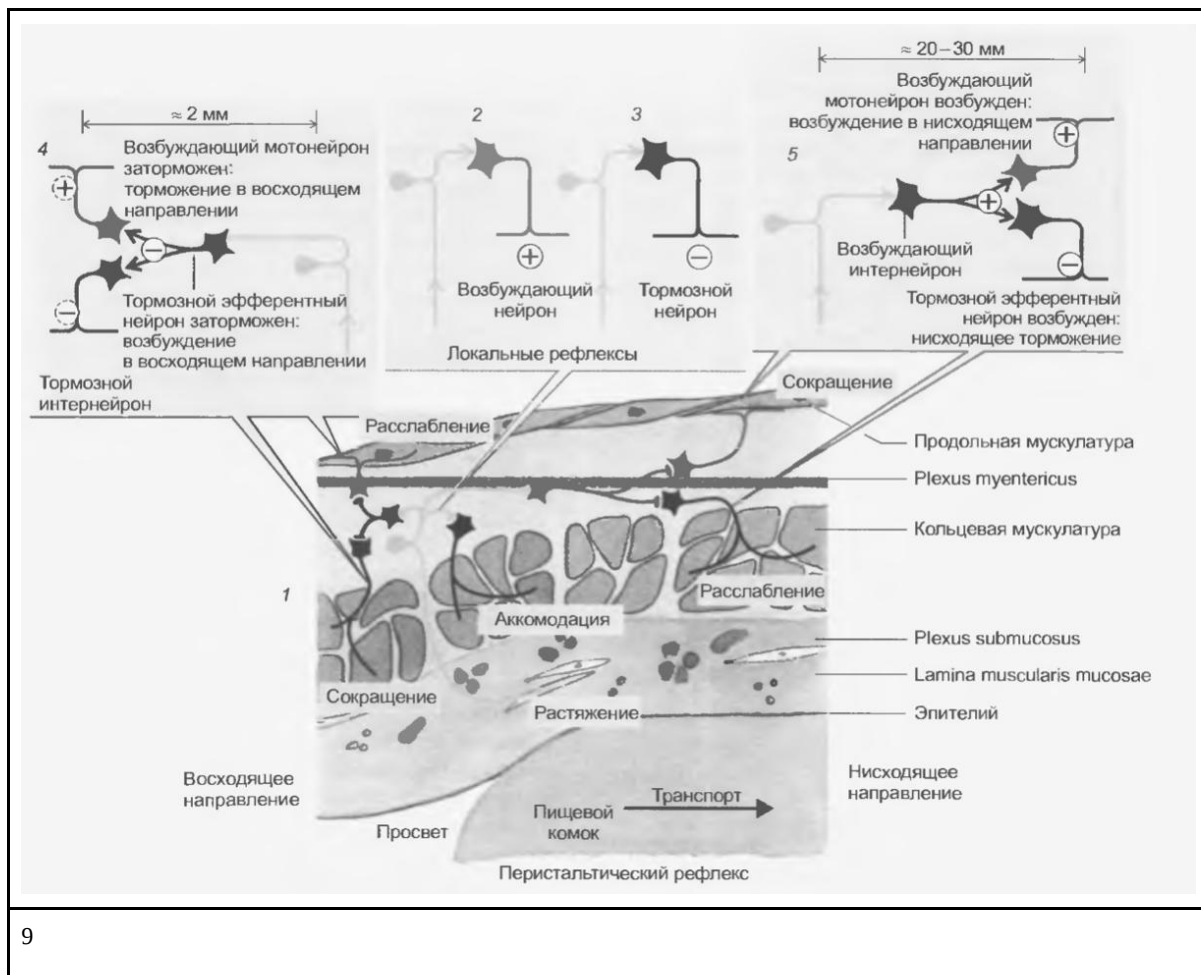
- а) Одной из главных характеристик метанефридиальной выделительной системы является пространственное разделение процессов ультрафильтрации целомической жидкости и обратного всасывания соединений.
- б) Просвет кровеносных капилляров является производным вторичной полости тела.
- в) Для животных с обширным целомом будет характерна незамкнутая кровеносная система.
- г) Подоциты, будучи производным целомического эпителия, имеют эктодермальное происхождение.

Ответ: а.

⁸ https://elementy.ru/images/eltpub/novyj_vzglyad_na_stroenie_2_04_644.jpg

Задание 1.7

Кишечник человека – сложный многослойный орган, способный изменять свою форму в различных направлениях. На схеме ниже представлен механизм иннервации кишечника, приводящий к пропульсивным движениям (те движения, которые проталкивают пищу дальше по органу). Рассмотрите схему, выберите из списка веществ то, которое способно активизировать перистальтику кишечника.

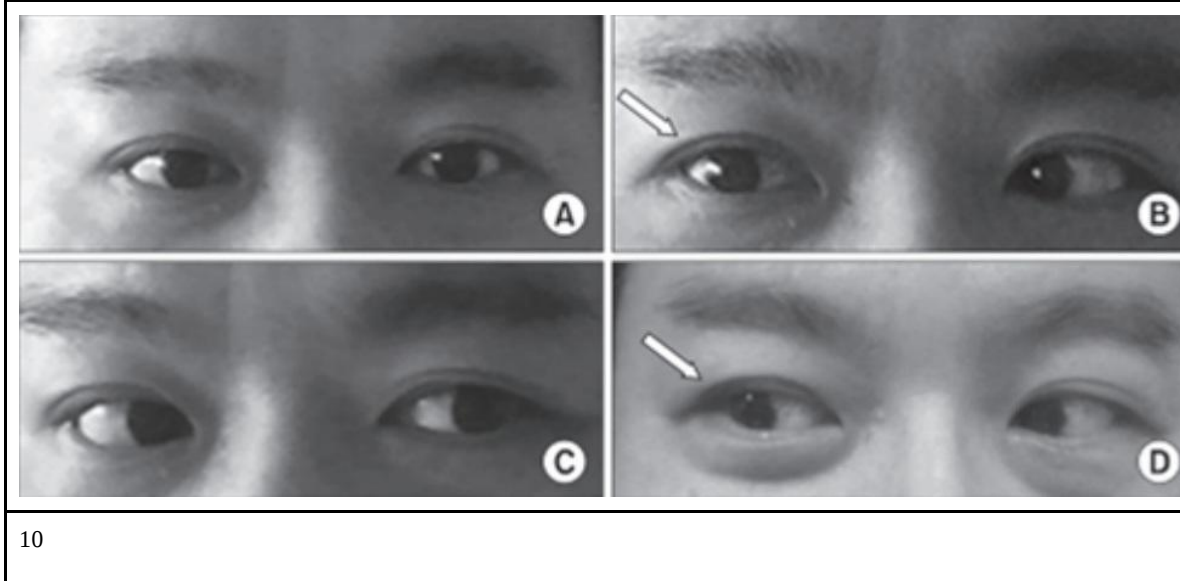


- а) адреналин
 - б) ботулотоксин
 - в) ацетилхолин
 - г) аманитин
- Ответ: в.

⁹ <https://disk.yandex.ru/i/KTYb9Z2GTn3Vkg> Физиология человека под редакцией Камкина

Задание 1.8

На рисунке представлено исследование пациента после травмы головы. Основная жалоба – двоение в глазах. Травма какого черепно-мозгового нерва произошла?



- а) II пара – зрительный нерв (лат. *nervus opticus*)
- б) III пара – глазодвигательный нерв (лат. *nervus oculomotorius*)
- в) IV пара – блоковый нерв (лат. *nervus trochlearis*)
- г) VI пара – отводящий нерв (лат. *nervus abducens*)

Ответ: г.

¹⁰ file:///C:/Users/User/Downloads/postpunktsionnaya-golovnaya-bol-etiologya-patogenez-proyavleniya.pdf

Задание 1.9

Некоторые животные приливно-отливной зоны морей (литорали) отличаются более плоскими размерами туловища по сравнению с животными, обитающими в постоянно затопленных частях. К чему позволяет адаптироваться такая форма тела?



11

- а) к пересыханию во время отливов
- б) к опреснению окружающей среды при выпадении атмосферных осадков
- в) к нагреву под солнечными лучами во время отливов
- г) к трению и давлению, оказываемому волнами

Ответ: г.

¹¹ https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f4/Common_limpets1.jpg/500px-Common_limpets1.jpg

Задание 1.10

Существуют ядовитые коралловые аспиды, обладающие яркой предупреждающей окраской (чередование красных, чёрных и белых полос). Некоторые неядовитые виды змей, например псевдокоралловые змеи, подражают этой окраске, чтобы защититься от хищников. Это явление называется бейтсовская мимикрия. Филогенетический анализ по нескольким генам показал, что все мимикрирующие виды псевдокоралловых змей образуют монофилетическую группу. Однако один из видов, *Erythrolamprus ocellatus*, эндемик острова Тобаго, где нет ядовитых коралловых аспидов, имеет тот же набор цветов (красный, чёрный, белый). Рисунок этого эндемика, однако, не полосатый, а пятнистый («глазчатый»), из-за чего он визуально сильно отличается от ядовитых аспидов. На картинке: псевдокоралловые змеи-подражатели (А – *Erythrolamprus ocellatus*, В – *E. bizona*) и коралловые аспиды, которым они подражают (С – *Micrurus circinalis*, D – *M. lemniscatus*). Выберите верное утверждение на основе приведённых данных.



12

¹² [diverse evidence adaptation loss in coral mimic snake 1 703.jpg](#)

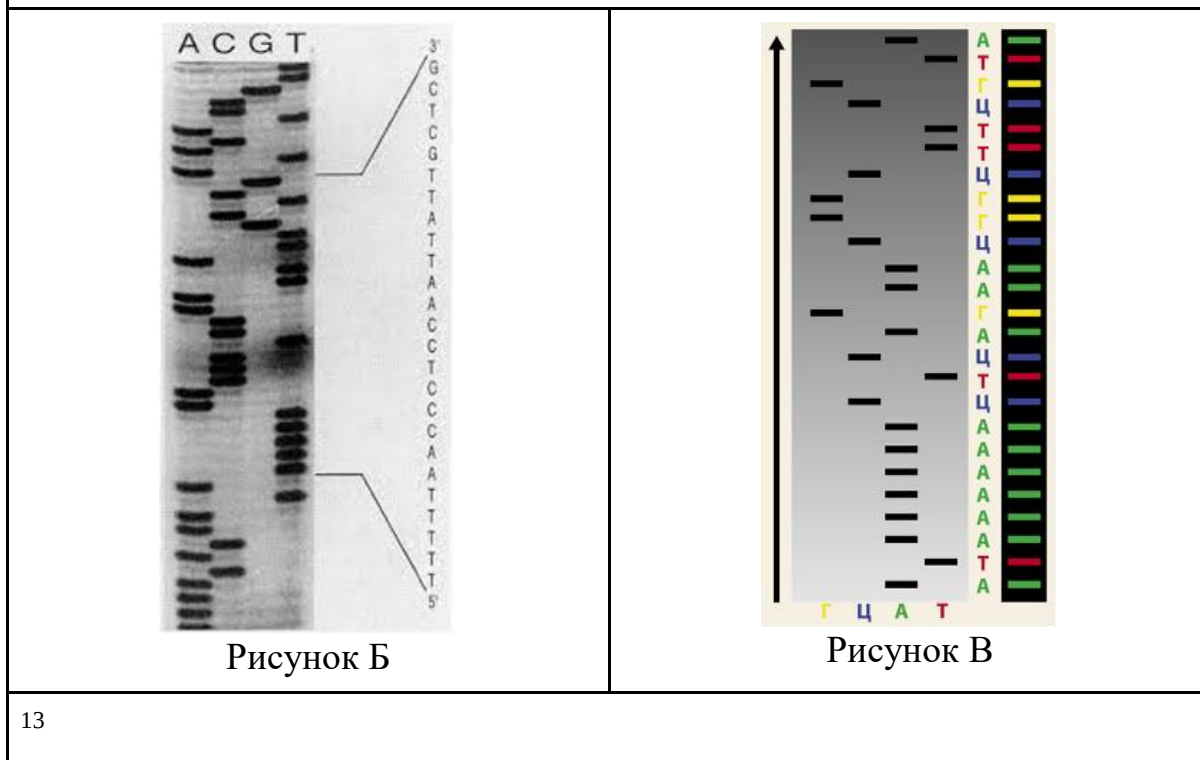
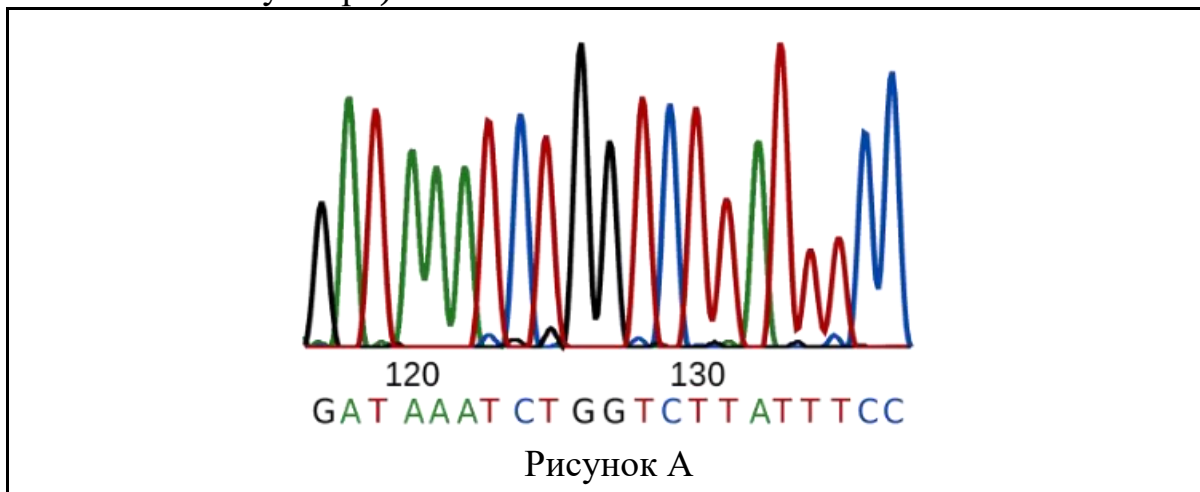
- а) Тот факт, что мимикрирующие змеи составляют монофилетическую группу, означает, что признак предупреждающей окраски независимо развивался у каждого вида в этой группе.
- б) Змея *Erythrolamprus ocellatus*, несущая тот же набор цветов, но в ином рисунке, вероятно, утратила классическую полосатую окраску в результате отсутствия отбора на поддержание мимикрии.
- в) Бейтсовская мимикрия нужна для того, чтобы хищники узнавали и целенаправленно поедали неядовитых подражателей, поддерживая численность популяции на постоянном уровне.
- г) Филогенетический анализ доказывает, что вид *Erythrolamprus ocellatus* с «испорченной» окраской является предком всех остальных мимикрирующих псевдокоралловых змей.
- Ответ: б.

Задание 1.11

Одним из способов определения последовательности ДНК является секвенирование методом Сэнгера. В современном виде суть этого метода следующая. Всё начинается с полимеразной цепной реакции (ПЦР), для проведения которой в одной пробирке смешивают ДНК-полимеразу, анализируемый образец ДНК (матрицу), праймер к началу интересующей последовательности, обычные дезоксирибонуклеотиды (dATP, dGTP, dCTP и dTTP) и модифицированные нуклеотиды с флуоресцентной меткой в значительно меньшей концентрации, чем обычные. Модифицированный нуклеотид содержит одно из четырёх азотистых оснований А, Т, Г или С и не позволяет ДНК-полимеразе присоединить после себя следующий нуклеотид. Его флуоресцентная метка способна испускать свет с длиной волны одного из четырёх вариантов, и цвет флуоресценции соответствует азотистому основанию А, Т, Г или С. Таким образом, обычные и модифицированные нуклеотиды конкурируют в процессе ПЦР за присоединение к новой цепи ДНК. Результатом такой ПЦР является смесь одноцепочечных фрагментов ДНК разного размера, различие в длине имеет шаг в один нуклеотид. Одноцепочечными фрагменты получаются потому, что в смесь добавлен только один праймер. Финальная ПЦР-смесь проходит автоматизированный анализ по принципу электрофоретического разделения с одновременным считыванием цвета метки. Пример фрагмента получаемой электрофореграммы приведён на рисунке А.

В варианте же, впервые предложенном Фредериком Сэнгером в 1977 году, ещё не было флуоресцентных меток. Для идентификации использовались нуклеотиды, содержащие радиоактивные изотопы (радиоактивные метки). Кроме того, реакция с каждым отдельным меченым нуклеотидом А, Т, Г или С проводилась в отдельной пробирке, а результат анализировался методом гель-электрофореза на четырёх разных дорожках. Получаемая «секвенирующая лестница» (радиоавтограф) позволяла расшифровать последовательность ДНК (рисунок Б).

Какую последовательность имеет фрагмент ДНК, для которого получен представленный на рисунке В радиоавтограф (направление движения фрагментов – снизу вверх)?



- а) АТААААААЦТЦАГААЦГГЦТТЦГТА;
- б) ТАТТТТТТГАГТЦТТГЦЦГААГЦАТ;
- в) ТТГЦЦГААГЦАТТАТТТТТТГАГТЦ;
- г) ЦЦГААГЦАТТАТТТТТТГТТГАГТЦ.

Ответ: а.

¹³ https://nebula.org/blog/wp-content/uploads/2020/08/DNA_sequence.svg.png
https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQuJ3pSVqAy_mDAlgQeBVgDh53N2huSuutJkXgfFswyR3Bw1fdI
https://elementy.ru/images/eltpub/frederick_sanger_11_300.jpg

Задание 1.12

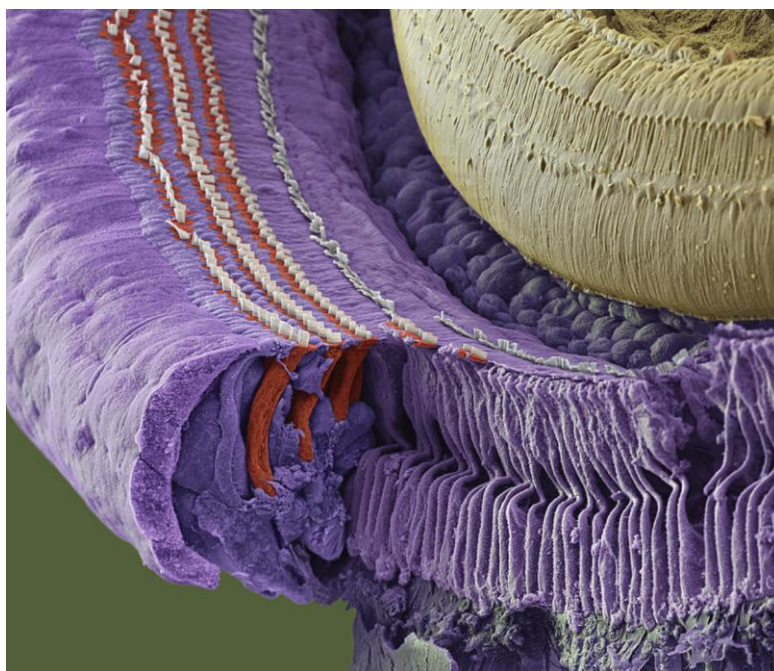
Нобелевская премия 2016 года была присуждена Ёсинори Осуми за работы по открытию аутофагии – процесса контролируемого «переваривания» клеточных органелл. Органеллы, ответственные за этот процесс, – аутофагосомы – формируются, когда необходим резервный источник питания – белки и жиры, входящие в состав лишних органелл. В своих работах Ёсинори Осуми использовал культуры дрожжей, в которых искусственно было повышено количество аутофагосом. Предположите, как может быть получена такая культура дрожжей?

- а) выращиванием на гидролизованных питательных средах из естественного источника
- б) выращиванием в жидких средах с повышенным содержанием аминокислот
- в) выращиванием в среде с добавлением ингибиторов клеточных протеаз
- г) выращиванием на обеднённых питательными веществами средах

Ответ: г.

Задание 1.13

На приведённой микрофотография изображена структура, которую можно найти в:



14

- а) печени
- б) внутреннем ухе
- в) глазном яблоке
- г) почке

Ответ: б.

¹⁴ <https://disk.yandex.ru/i/70IACA8EmcA4lA>
https://pikabu.ru/story/foto_v_yelektronnyiy_mikroskop_19_9768972

Задание 1.14

При различных заболеваниях человека клетки определённых органов разрушаются, и внутриклеточные белки выходят во внеклеточную среду, попадая в кровь. Чтобы диагностировать заболевания, при биохимическом исследовании крови анализируют концентрацию ряда таких белков. Укажите, как

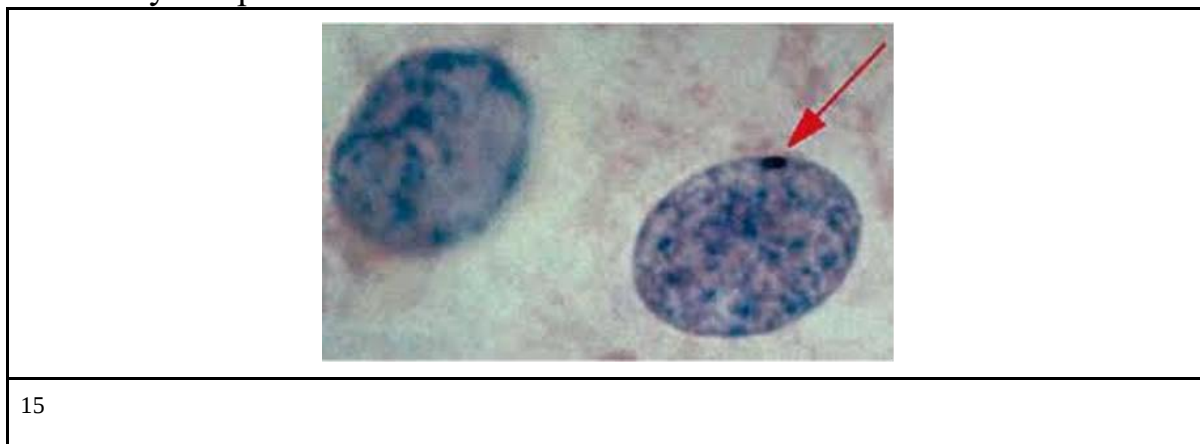
11.15 из приведённых ниже позиций биохимического анализа крови представляют собой в норме внутриклеточные белки, которые могут быть использованы как индикаторы повреждений клеток.

- а) тропонин Т; С-реактивный белок
- б) аланинаминотрансфераза; щелочная фосфатаза
- в) альфа-амилаза; аспартатаминотрансфераза
- г) тропонин I; лактатдегидрогеназа

Ответ: г.

Задание 1.15

На микрофотографии представлены ядра соматических клеток, обработанные ДНК-связывающим красителем. Какой из пунктов верно описывает структуру, обозначенную стрелкой?



- а) Ядрышко – рибонуклеопротеидный комплекс, располагающийся в участке ядра, где находятся рибосомные гены; обеспечивает образование рибосомных субъединиц.
- б) Эухроматин – комплекс ДНК и белков, в котором нуклеиновая кислота имеет низкую степень спирализации; расположение эухроматина соответствует участкам, где расположены гены с высоким уровнем транскрипции.
- в) Тельце Барра – наличие в ядре характерно для гомогаметных организмов; является неактивной конденсированной X-хромосомой; процесс инактивации необходим для выравнивания у организмов разного пола числа копий генов, расположенных в половых хромосомах.
- г) Ядерный матрикс – белковый каркас, который необходим для компартментализации ядра и поддержания взаимного расположения генов.

Ответ: в.

¹⁵ <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQRmMBTA9iwBfyr3mloBiBk0PmN4IxURWuu2g&s>

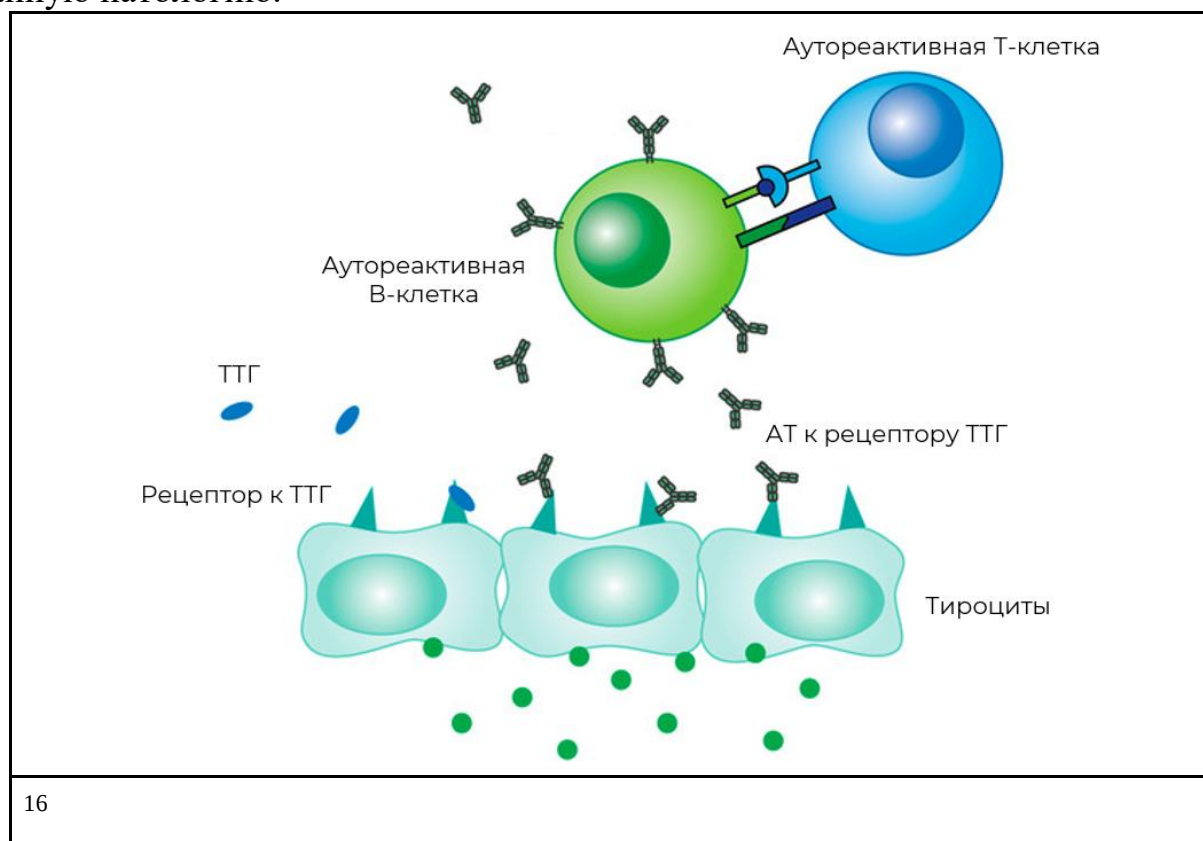
Задание 1.16

Для изучения динамики внутриклеточной локализации белка X в живой клетке в ответ на гормональный стимул исследователь решает создать химерный белок (белок X, соединённый с зелёным флуоресцентным белком GFP). Конструкция должна обеспечивать синтез химерного белка на физиологически нормальном уровне и в правильные временные промежутки. Какой стратегии следует придерживаться для достижения наилучшего результата?

- а) клонировать кДНК белка X под контроль сильного вирусного промотора в вектор, несущий GFP
 - б) клонировать геномную последовательность белка X вместе с его собственным промотором в вектор, несущий GFP
 - в) клонировать кДНК белка X под контроль его собственного промотора в вектор, несущий GFP
 - г) использовать CRISPR/Cas9 для вставки последовательности GFP в геномный локус гена X непосредственно после стоп-кодона последовательности белка X
- Ответ: в.

Задание 1.17

Диффузный токсический зоб – это аутоиммунное заболевание, развивающееся вследствие выработки стимулирующих антител (АТ) к рецептору тиреотропного гормона (рТТГ). Выберите вариант ответа, который будет верно характеризовать данную патологию.



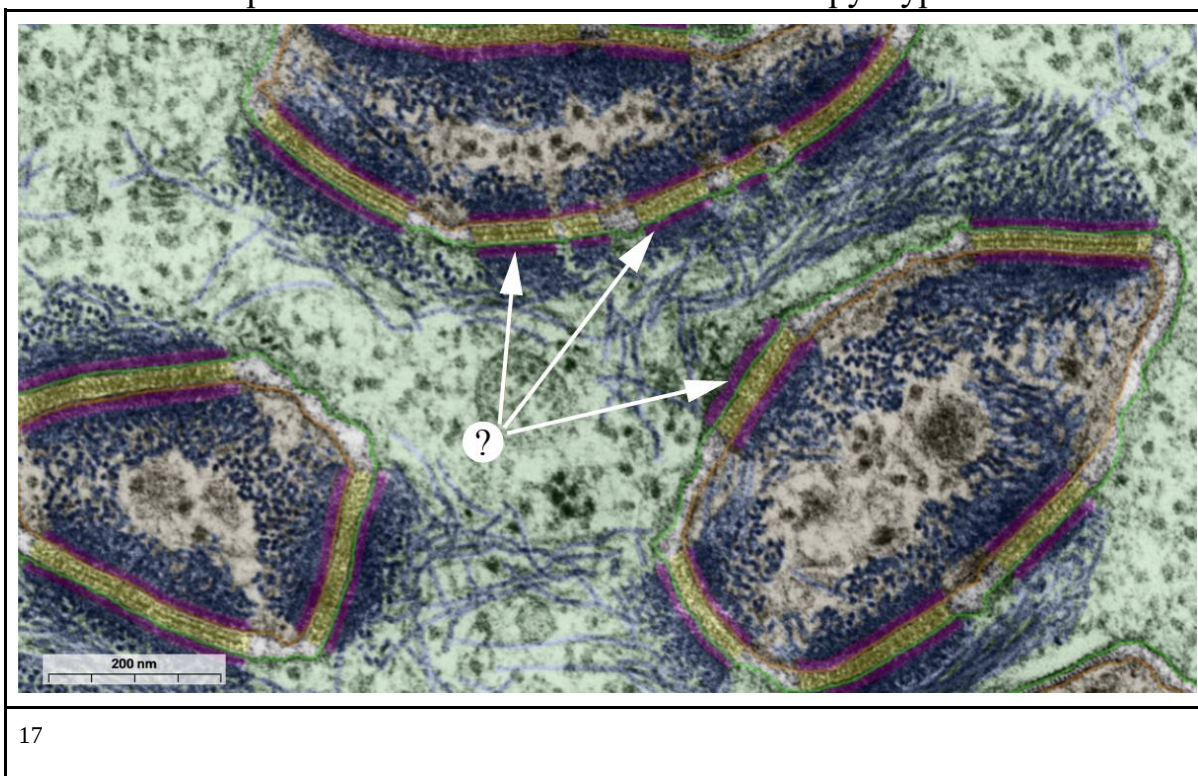
16

¹⁶ https://drive.google.com/file/d/1vqfEr02-M4v8nQZeIdJyI-UGpdw44x62/view?usp=drive_link

- а) данная патология будет приводит к снижению концентрации гормонов щитовидной железы
 - б) для лечение данного заболевания могут использоваться иммуностимулирующие препараты
 - в) клиническими симптомами данной патологии являются: утомляемость, увеличение массы тела, снижение ЧСС
 - г) в крови будет наблюдаться снижение ТТГ
- Ответ: г.

Задание 1.18

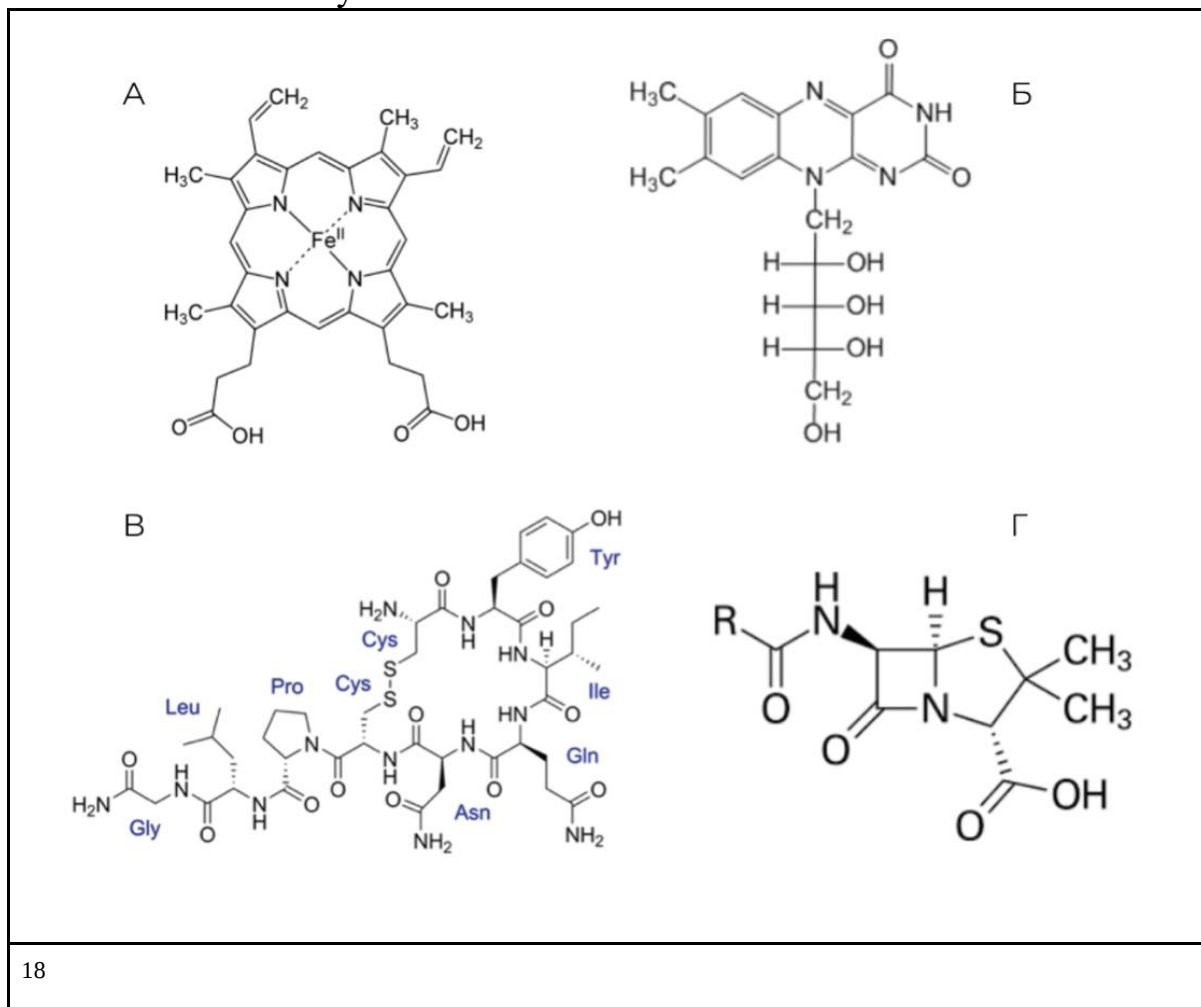
Структуры, представленные на микрофотографии, – очень важные элементы клеточных мембран, характерные для определённых типов клеток. В каких тканях можно встретить большое количество таких структур?



- а) мышечная
 - б) нервная
 - в) соединительная
 - г) эпителиальная
- Ответ: г.

Задание 1.19

Догадаться о свойствах молекулы можно по её внешнему виду. Из приведённых ниже структур выберите ту, которая обладает антибактериальной активностью и используется как антибиотик.



а) А

б) Б

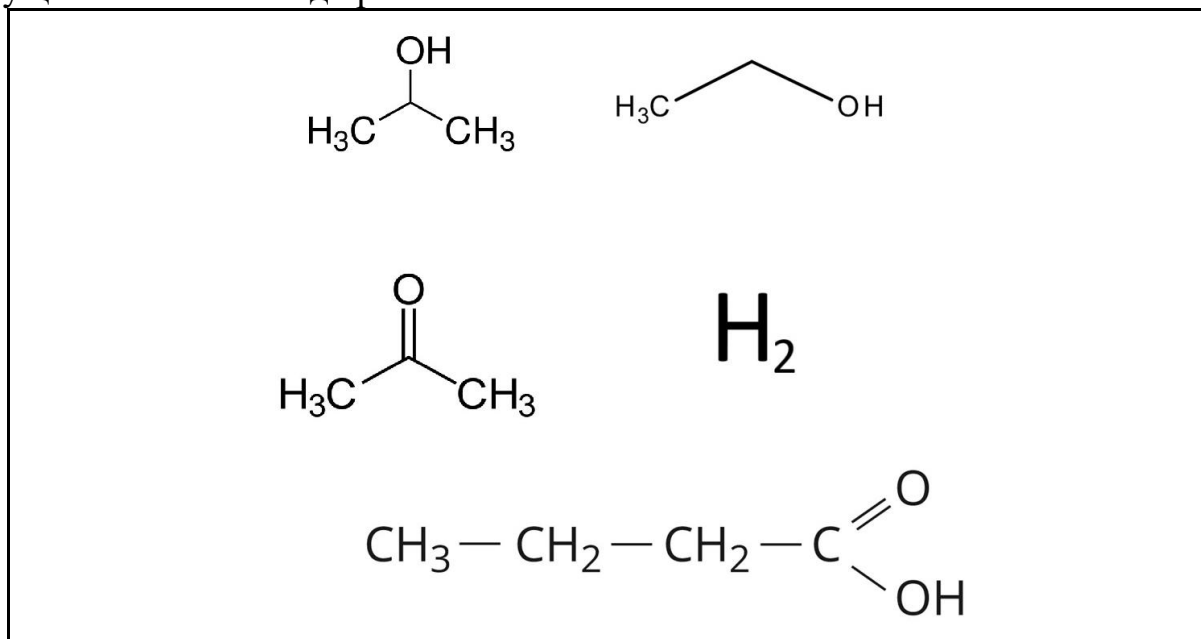
в) В

г) Г

Ответ: Г.

Задание 1.20

На рисунке представлены формулы веществ, которые могут быть синтезированы при определённом виде брожения. Какая бактерия способна осуществлять этот вид брожения?



- а) кишечная палочка (*Escherichia coli*);
 - б) болгарская палочка (*Lactobacillus delbrueckii*);
 - в) чудесная палочка (*Serratia marcescens*);
 - г) газообразующая палочка (*Clostridium perfringens*).
- Ответ: г.

Задание 1.21

У прокариот крайне редко встречаются мембранные органоиды, но тем не менее некоторые биохимические реакции протекают на мембранах. Отсутствие специализированных внутренних компартментов привело к тому, что некоторые бактерии, чей метаболизм завязан на «мембранных реакциях», увеличили площадь поверхности своей клеточной мембраны за счёт впячиваний. Выберите бактерии, у которых, вероятнее всего, нет развитых впячиваний мембраны.

- а) пропионовокислые бактерии
- б) оксигенные фотосинтетики
- в) аноксигенные фотосинтетики
- г) нитрификаторы

Ответ: а.

Задание 1.22

Среди перечисленных ниже злокачественных опухолей выберите опухоль эпителиального происхождения.

- а) аденокарцинома
- б) лимфома
- в) липосаркома
- г) остеосаркома

Ответ: а.

Задание 1.23

Перед вами стоит задача – оценить эволюционное расстояние между двумя далёкими организмами. Для этого вы взяли длинный некодирующий участок из генома двух организмов, вы уверены в гомологии этого фрагмента генома у двух организмов. Однако выяснилось, что два вида разошлись настолько давно, что всякая схожесть в последовательностях этого участка у двух организмов утеряна, оценить по нему эволюционное расстояние не представляется возможным. Что следует сделать в такой ситуации?

- а) Отсеквенировать двух других особей этих двух видов. Вероятно, у них эти участки генома всё ещё похожи, и по ним можно будет оценить эволюционное расстояние.
- б) В данной ситуации сделать ничего не получится, виды разошлись слишком давно.
- в) Следует взять другой, более консервативный участок их генома, например кодирующую последовательность какого-нибудь гена, и оценить эволюционное расстояние по нему.
- г) Следы гомологии остаются на любом эволюционном расстоянии, поэтому следует использовать именно эти фрагменты, просто поменять настройки используемых программ.

Ответ: в.

Задание 1.24

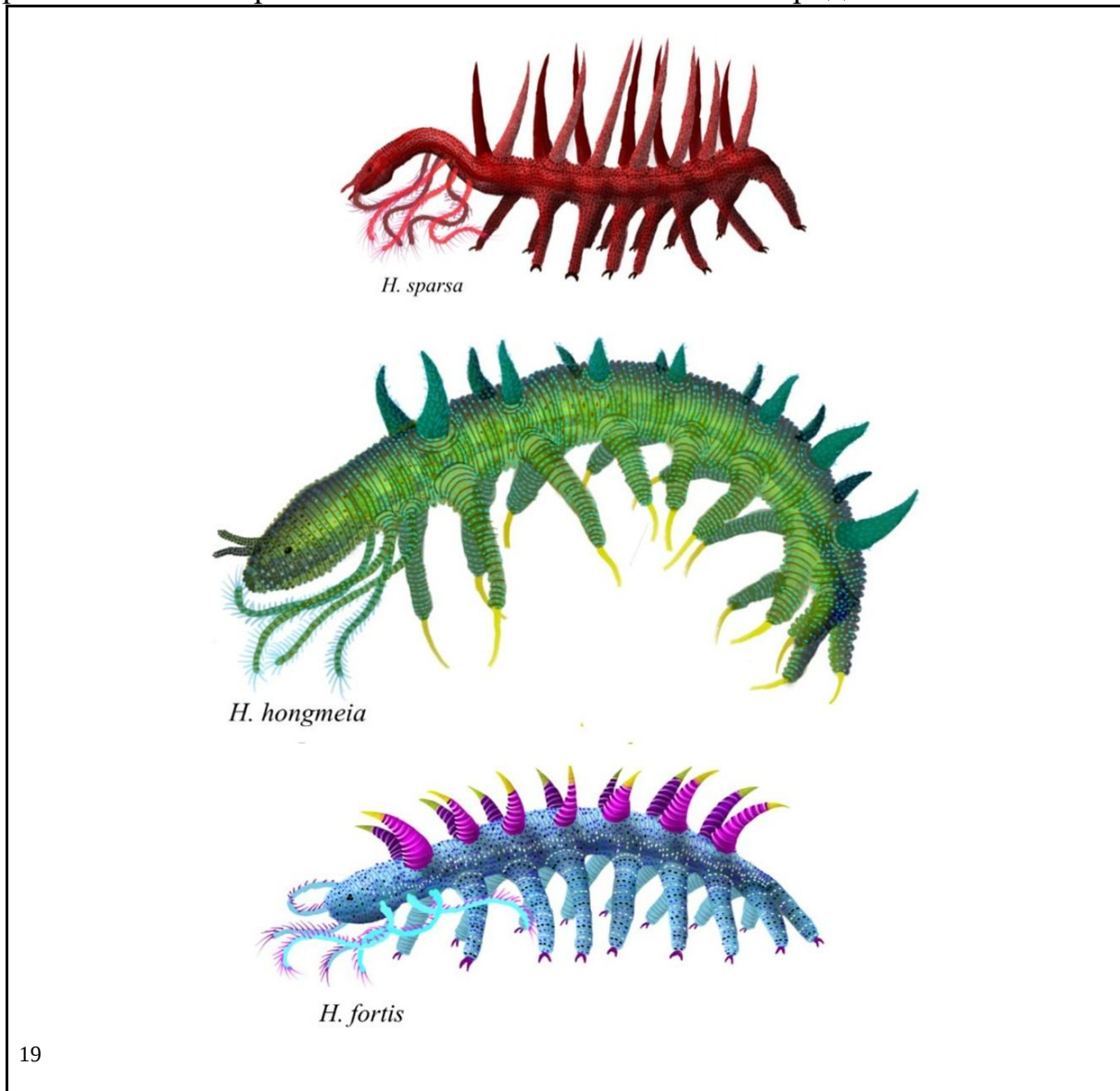
Животные покоряли воздух независимо друг от друга, это происходило многократно и в разные геологические периоды. Какая группа животных раньше других освоила машущий полёт?

- а) птицы
- б) летающие ящеры-птерозавры
- в) насекомые
- г) летучие мыши

Ответ: в.

Задание 1.25

На картинке изображены кембрийские животные – галлюцигении. Кто из перечисленных современных животных их ближайшие родственники?



19

- а) многоножки
 - б) бархатные черви
 - в) ракообразные
 - г) многощетинковые черви
- Ответ: б.

¹⁹ https://m.kaskus.co.id/thread/60349a6599fdcb036933c2c2/mengenal-hallucigenia-si-makhluk-purba-nenek-moyang-titan?ref=postlist-32&med=obrolan_hangat&utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera

Задание 1.26

Для построения парных выравниваний используются алгоритмы, которые находят максимальный вес сопоставления двух последовательностей. В одном из вариантов этого алгоритма считается сумма всех весов сопоставления двух букв в позиции (столбце) выравнивания и вычитается штраф за каждый внесённый гэп (индель). Исследователи могут вручную регулировать веса сопоставления букв, иногда делая их отрицательными, и штраф за гэпы. Из перечисленных ниже вариантов парных выравниваний нуклеотидных последовательностей АС и АТС выберите одно, которое никогда не может быть получено в результате работы такого алгоритма.

1) - А С - - - А - - - Т С	2) А С - - А - Т С	3) А С - А Т С	4) А С - - - - - А Т С
20			

- а) выравнивание 1
- б) выравнивание 2
- в) выравнивание 3
- г) выравнивание 4

Ответ: а.

²⁰ https://drive.google.com/file/d/1mD7e1sk_zmlgFujF1IW9zGTnk0REfn3N/view?usp=drive_link

Задание 1.27

У трёх видов млекопитающих (Волк, Домашняя собака и Лиса) был секвенирован ген *Rspo2*, влияющий на рост шерсти. Филогенетическое дерево, построенное на основе последовательностей этого гена, показало, что последовательность домашней собаки оказалась ближе к последовательности волка, чем лисы.

Что можно сказать об эволюции этого гена у данных видов?



- а) Полученные данные ошибочны, так как все три вида должны иметь одинаковое эволюционное расстояние.
- б) Ген *Rspo2* эволюционировал медленнее у собак и волков, чем у лис.
- в) Предок домашних собак и волков дивергировал от линии лис раньше, чем виды собаки и волка разошлись между собой.
- г) Ген *Rspo2* у домашней собаки был приобретён в результате горизонтального переноса от волка.

Ответ: в.

²¹ <https://disk.yandex.ru/i/1q5XAJ23ItAIUQ>

Задание 1.28

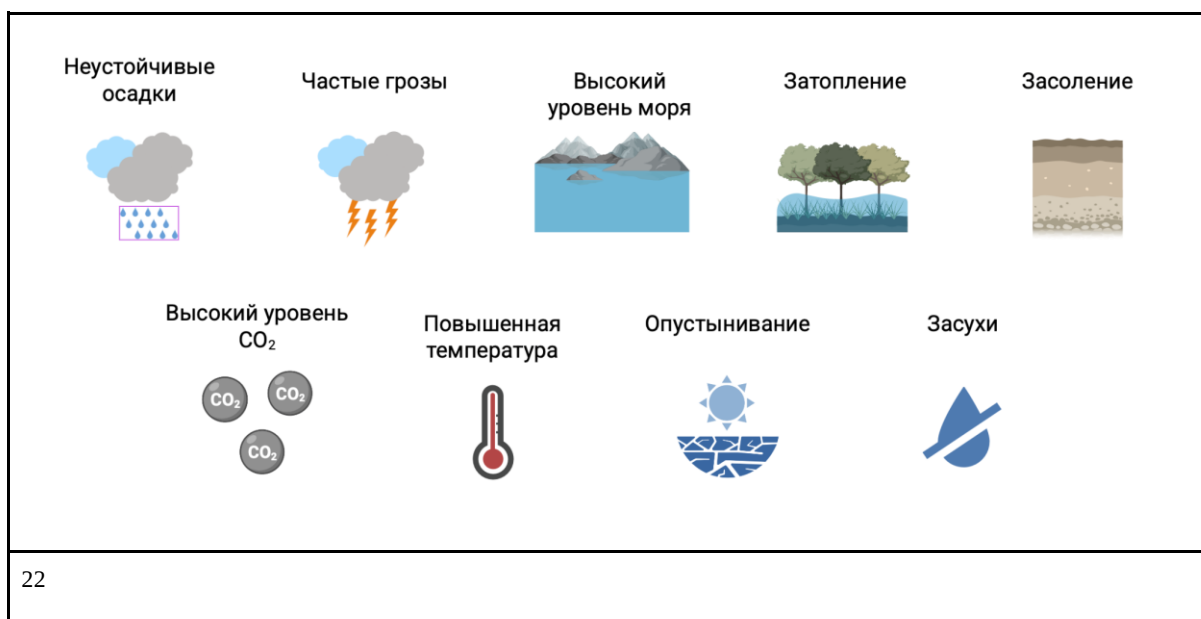
Сто разных опытных учёных поставили по одной реплике конкретного эксперимента, получили сто значений своего статистического теста и посчитали сто значений p -value. Из доверенного источника вы знаете, что нулевая гипотеза в данном случае верна. Сколько учёных по своим p -value ошибочно отвергнут нулевую гипотезу при уровне значимости 0,05?

- а) 0 %
- б) 5 %
- в) 50 %
- г) 95 %

Ответ: б.

Задание 1.29

Выберите верный вариант ответа, который отражает наиболее вероятную цепь последствий, вызванных высоким уровнем углекислого газа (CO_2) и повышенной температурой в прибрежных регионах.



- а) Таяние ледников → высокий уровень моря → затопление прибрежных почв → засоление грунтовых вод и сельскохозяйственных земель.
- б) Частые грозы → неустойчивые осадки → затопление полей → повышенная влажность почв → снижение засоления земель.
- в) Испарение влаги → опустынивание → уменьшение уровня моря → сокращение площади затоплений.
- г) Неустойчивые осадки → засухи → снижение уровня грунтовых вод → исчезновение растительности → снижение уровня CO_2 в атмосфере.

Ответ: а.

²² <https://disk.yandex.ru/i/GcpVnyfeH1MkvA>

Задание 1.30

Личинки травоядных насекомых наиболее многочисленны в начале вегетационного периода и завершают свой рост до созревания листьев. Выберите из перечисленных ниже вариантов утверждение, которое НЕ может являться объяснением того, почему личинки предпочитают молодые части растений.

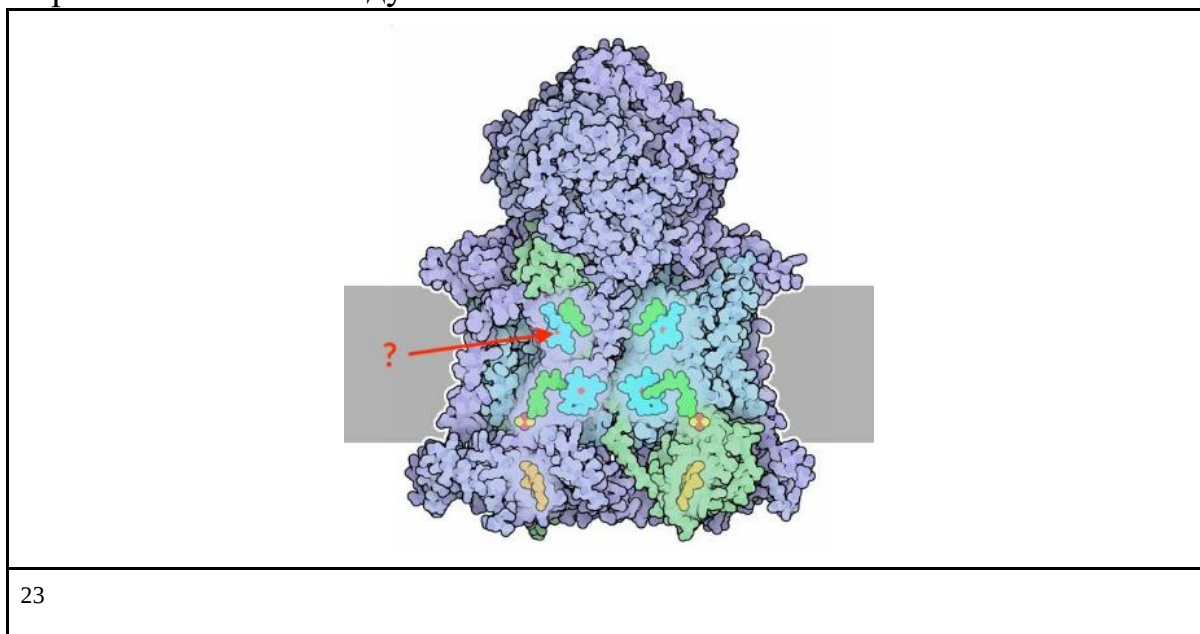
- а) молодые части растений содержат меньшее количество неперевариваемых компонентов клеточной стенки, чем взрослые части
- б) молодые части растений часто содержат меньшее количество токсичных соединений, чем взрослые части
- в) молодые части растений содержат больше целлюлозы, которая служит наилучшим источником углеводов для личинок
- г) молодые части растений содержат больше белка, чем взрослые части

Ответ: в.

Задание 1.31

Переносчик электронов, показанный на изображении знаком вопроса, можно найти в ферменте тилакоидной мембраны у высших растений. Этот фермент нельзя отнести к светозависимым оксидоредуктазам.

Отмеченный переносчик имеет ион X в своём составе и переносит N электронов за один акт катализа ферментом химической реакции. Какой ион и сколько электронов имеются в виду?



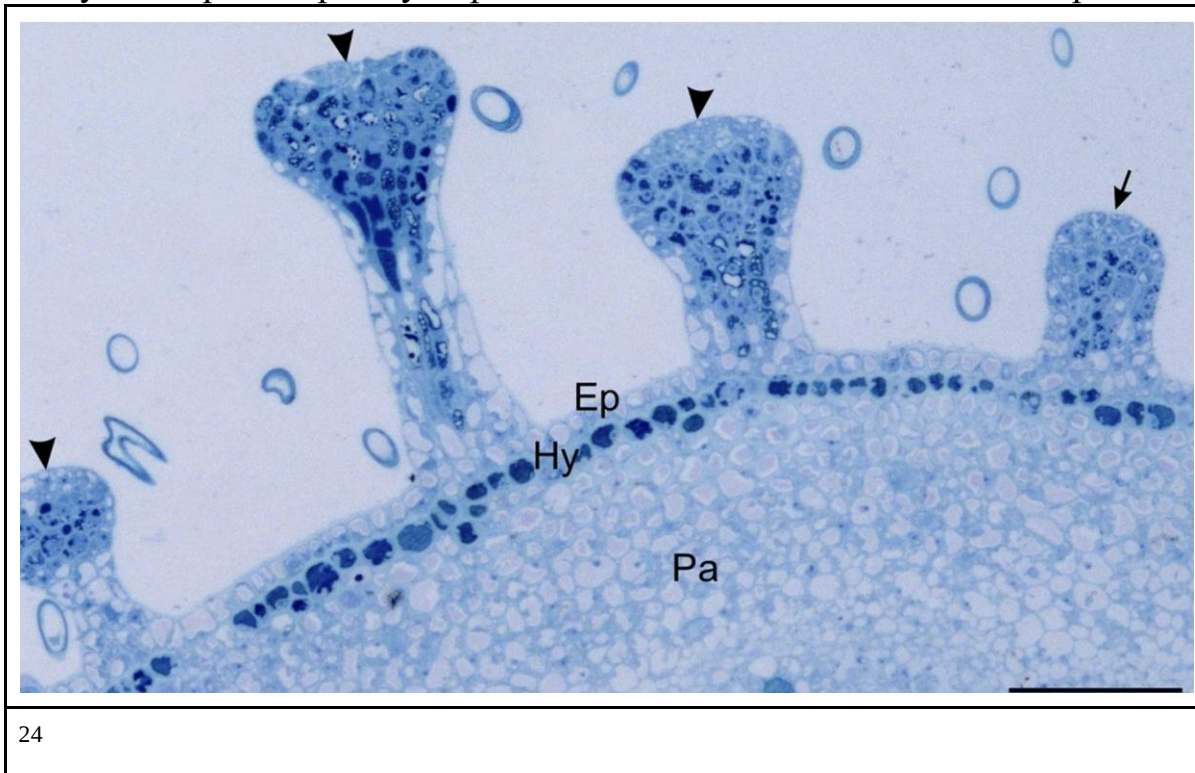
- а) ион магния, 2
- б) ион водорода, 2
- в) ион меди, 1
- г) ион железа, 1

Ответ: г.

²³ <https://www.nature.com/articles/s41594-018-0128-3>

Задание 1.32

Головчатые трихомы робинии клейкой осуществляют секрецию водных растворов в ночное время. Это явление можно отнести к специальному типу гуттации. Рассмотрите микрофотографию препарата поперечного среза черешка робинии, демонстрирующей головчатые трихомы на разной стадии развития. Ер – эпидерма, Ну – гиподерма, Ра – паренхима. Треугольные стрелки отмечают зрелые секретирующие трихомы, обычная стрелка показывает неразвитую трихому. Выберите верное утверждение относительно свойств этих трихом.



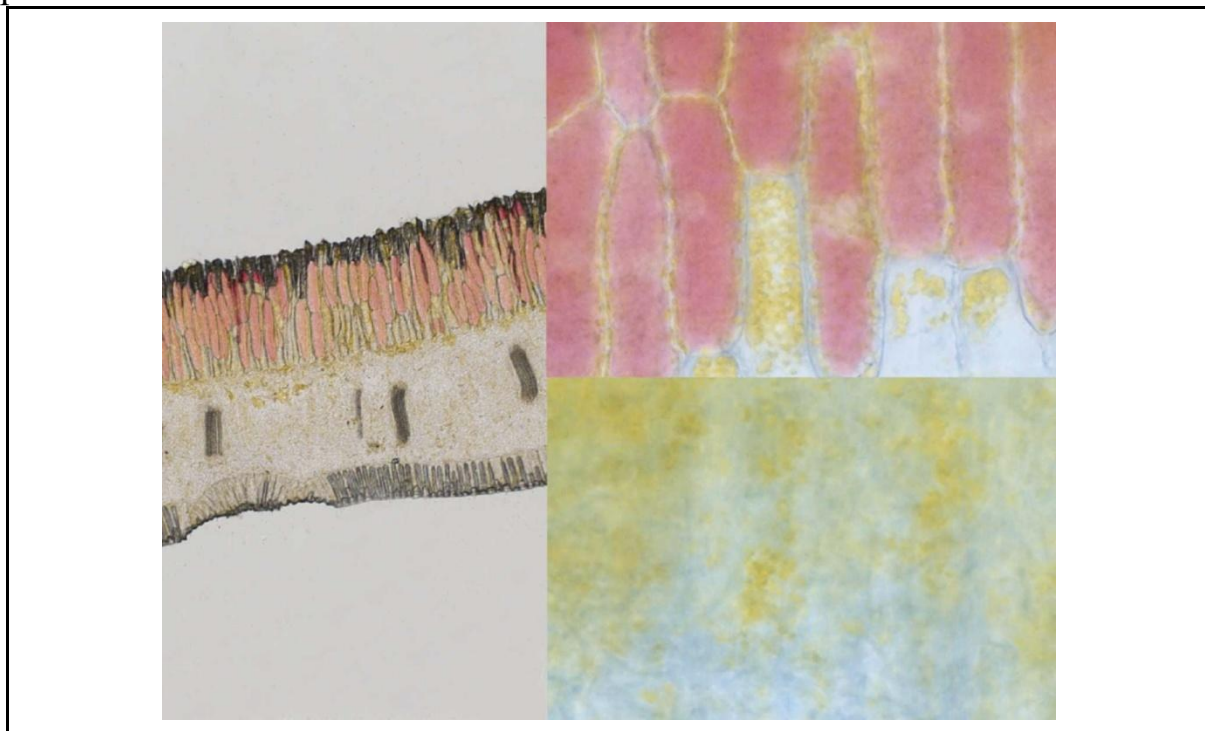
- а) Клетки головки трихомы накапливают гидрофильные вещества в центральных вакуолях, что снижает водный потенциал и обеспечивает поступление воды из подлежащей паренхимы в трихому.
- б) Эти трихомы несут гидатоды – видоизменённые устьичные щели, через которые осуществляется секреция водных растворов.
- в) Данный тип трихом осуществляет активную гуттацию, работающую на градиенте гидростатического давления между ксилемой и поверхностью головки трихомы.
- г) Секреция водных растворов данным типом трихом работает только на тепловой энергии солнечных лучей.

Ответ: а.

²⁴https://drive.google.com/file/d/1dWI0vfqOUWqHO_SpyFVV71vPJHKGVnpc/view?usp=drive_link

Задание 1.33

На фотографии представлен поперечный срез лепестка язычкового цветка герберы. На правом верхнем изображении показаны клетки столбчатого мезофилла, на правом нижнем – губчатого. Какое суждение об этом лепестке верно?



- а) Верхняя и нижняя стороны лепестка имеют одинаковую окраску.
 - б) В клетках столбчатого мезофилла окраска определяется розовыми и жёлтыми каротиноидами.
 - в) Активность генов синтеза антоцианов равна или близка нулю в клетках губчатого мезофилла.
 - г) Фотосинтез в лепестке осуществляют только клетки столбчатого мезофилла.
- Ответ: в.

Часть 2

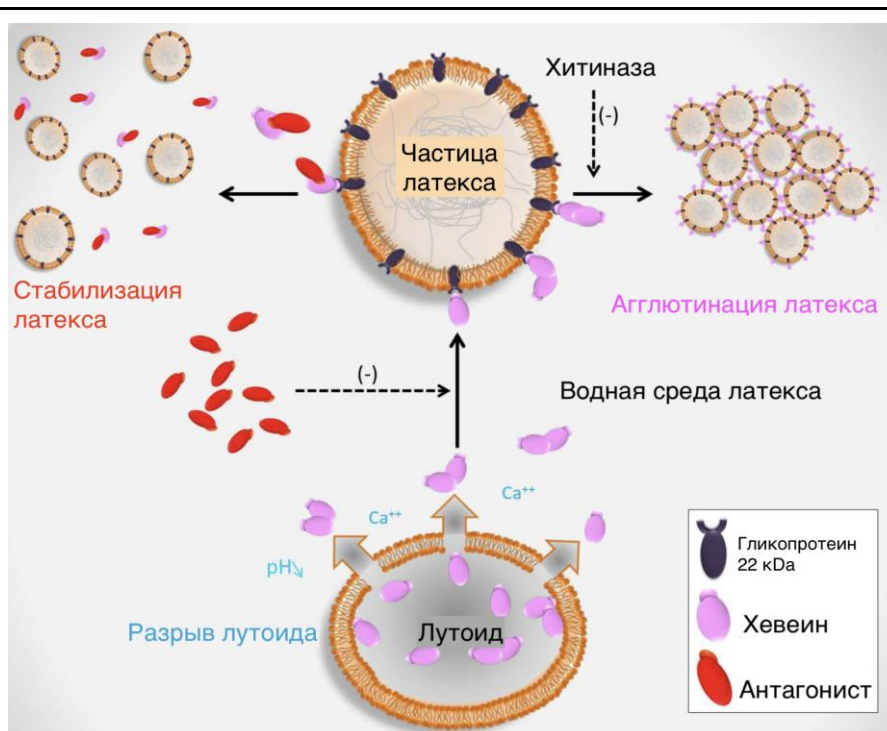
Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 1 до 5). Ваше решение относительно каждого (выбор, верен данный вариант ответа или нет) оценивается в 2 балла. За ошибочное решение вычитается 2 балла. Минимальное количество баллов за каждое задание – 0. Максимальный балл – 10.

Задание 2.1

Латексная агглютинация – выпадение твёрдых частиц латекса в осадок – является важным защитным механизмом у *Hevea brasiliensis* (каучуковое дерево), в первую очередь вовлекающим белок гевеин. Этот процесс должен строго регулироваться, чтобы предотвратить преждевременное свёртывание латекса внутри клеток-млечников растения.

Латекс представлен коллоидным водным раствором нерастворимых в ней частиц латекса и лутеоидов. Когда лутеоиды разрываются, например во время ранения, они высвобождают своё содержимое, включая гевеин. Это высвобождение, вместе со снижением pH из-за накопления цитрата и повышением концентрации кальция, способствует агглютинации латексных частиц и выпадению твёрдой фазы в осадок.

На схеме представлен предполагаемый механизм агглютинации и стабилизации латекса у каучукового дерева. Какие утверждения верны?



25

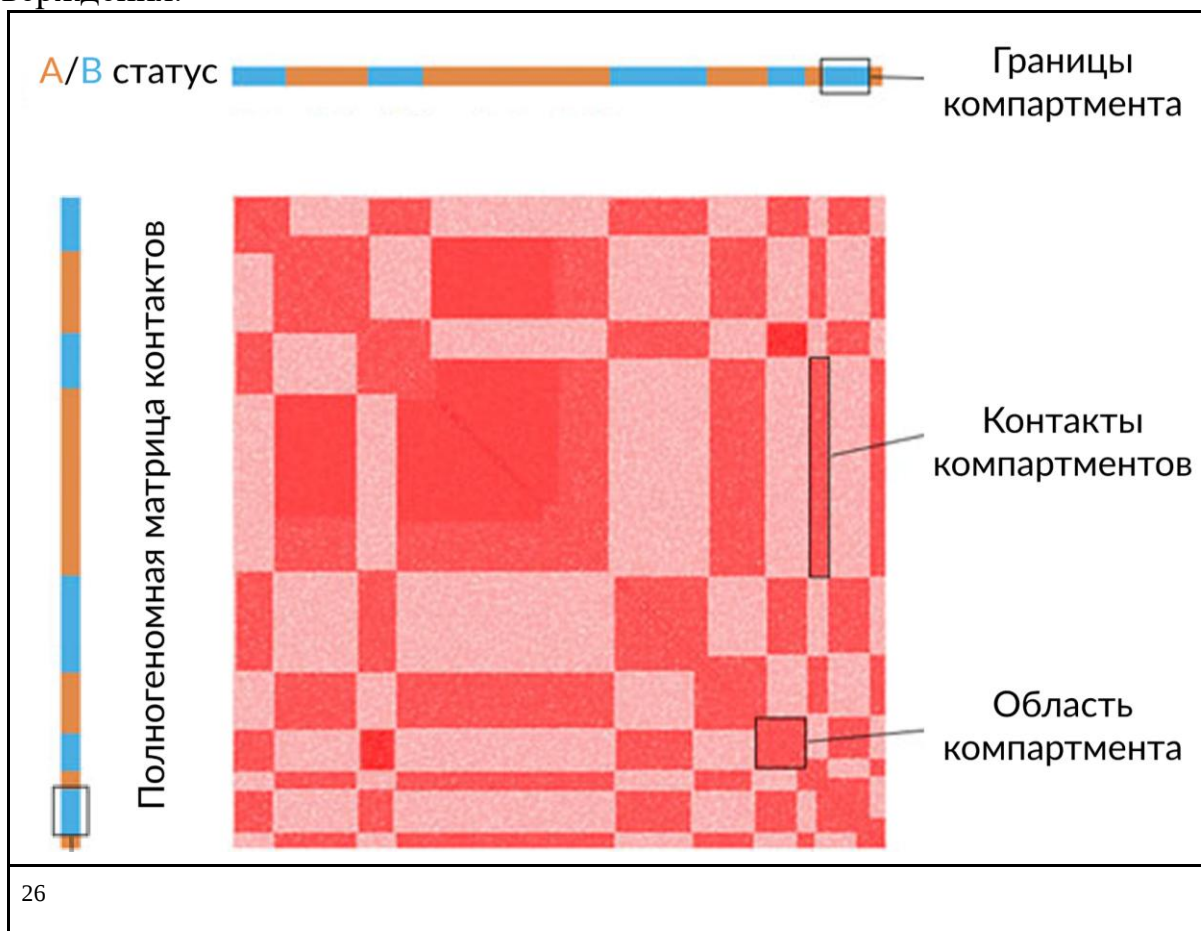
²⁵https://drive.google.com/file/d/1qwDMUGOy9kp01JQKBwLFeEGiHrFmLVdI/view?usp=drive_1ink

- а) Искусственное введение в млечник поверхностно-активных частиц (например, соль жирной кислоты) приведёт к агглютинации латекса.
- б) Антагонист и углеводная часть гликопротеина 22kDa, скорее всего, содержат и должны содержать сходные остатки моносахаридов, чтобы с ними обоими мог связываться белок хевеин.
- в) При поражении млечника грибом с хитиновой клеточной стенкой агглютинация может не произойти, если растительные клетки синтезировали достаточно много хитиназы.
- г) В углеводной части гликопротеина 22kDa должен содержаться N-ацетиглюкозамин.
- д) Механическое повреждение млечника без попадания антигена может привести к агглютинации латекса.

Ответ: а, б, в, г, д.

Задание 2.2

На рисунке представлена тепловая карта (heatmap), полученная методом Hi-C – технологии, позволяющей определить частоту пространственных контактов между различными участками генома. Каждая клетка матрицы отражает, насколько часто два участка ДНК физически сближаются в ядре (на осях матрицы отложены координаты одной и той же хромосомы). Более красные тона указывают на более частые взаимодействия, а светлые – на более редкие. Верхняя панель демонстрирует чередование участков А- и В-компартиментов, соответствующих транскрипционно активным и неактивным областям хроматина соответственно. Рассмотрите картинку и выберите верные утверждения.



- а) в А-компартаментах будет преобладать эухроматин, а в В-компартаментах – гетерохроматин
б) границы А- и В-компартиментов будут варьировать между клетками различных тканей организма
в) хроматин А-компартиментов более рыхлый, поэтому А-компартименты характеризуются меньшим числом близких контактов
г) GC-состав в А-компартаментах обычно выше, чем в В-компартаментах
д) хроматин чаще взаимодействует пространственно с хроматином компартиментов того же типа
- Ответ: а, б, д.

²⁶ <https://drive.google.com/file/d/15sylvu5Z7mFnV608vrAmN0OHw9OmGJfHo/view?usp=sharing>

Задание 2.3

Пациенты, перенёсшие инфаркт миокарда, нуждаются в определённых лекарственных препаратах и корректировках образа жизни, которые помогают снизить нагрузку на сердце. Выберите те меры, которые используются для улучшения состояния пациентов с инфарктом миокарда.

- а) приём коагулянтов – препаратов, повышающих свёртываемость крови
- б) приём диуретиков – препаратов, усиливающих выведение мочи
- в) приём гипертензивных лекарств, повышающих артериальное давление
- г) диета с пониженным содержанием соли (ионов Na^+)
- д) диета с повышенным содержанием жиров

Ответ: б, г.

Задание 2.4

При резком переходе из вертикального положения тела в горизонтальное у здорового человека в первые секунды возникает кратковременное снижение артериального давления (АД), которое быстро нормализуется. Выберите верные варианты, которые отражают изменение гемодинамики после принятия вертикального положения.

- а) повышается ударный объём, что приводит к снижению ЧСС
- б) при перемене положения тела происходит снижение венозного возврата к правому предсердию из-за влияния гравитации
- в) нормализация артериального давления происходит вследствие активации хеморецепторов и активации парасимпатической нервной системы
- г) происходит активация барорецепторов и вазоконстрикция (сужение сосудов) для поддержания нормального артериального давления
- д) снижение концентрации кислорода в сосудах приводит к активации барорецепторов и угнетению сосудодвигательного центра

Ответ: б, г.

Задание 2.5

Из представленного списка могут быть лигандами G-белок связанных рецепторов:

- а) ацетилхолин
- б) норадреналин
- в) лидокаин
- г) инсулин
- д) кортизол

Ответ: а, б.

Задание 2.6

На микрофотографиях знаком вопроса отмечены клетки человека. Выберите верные утверждения.



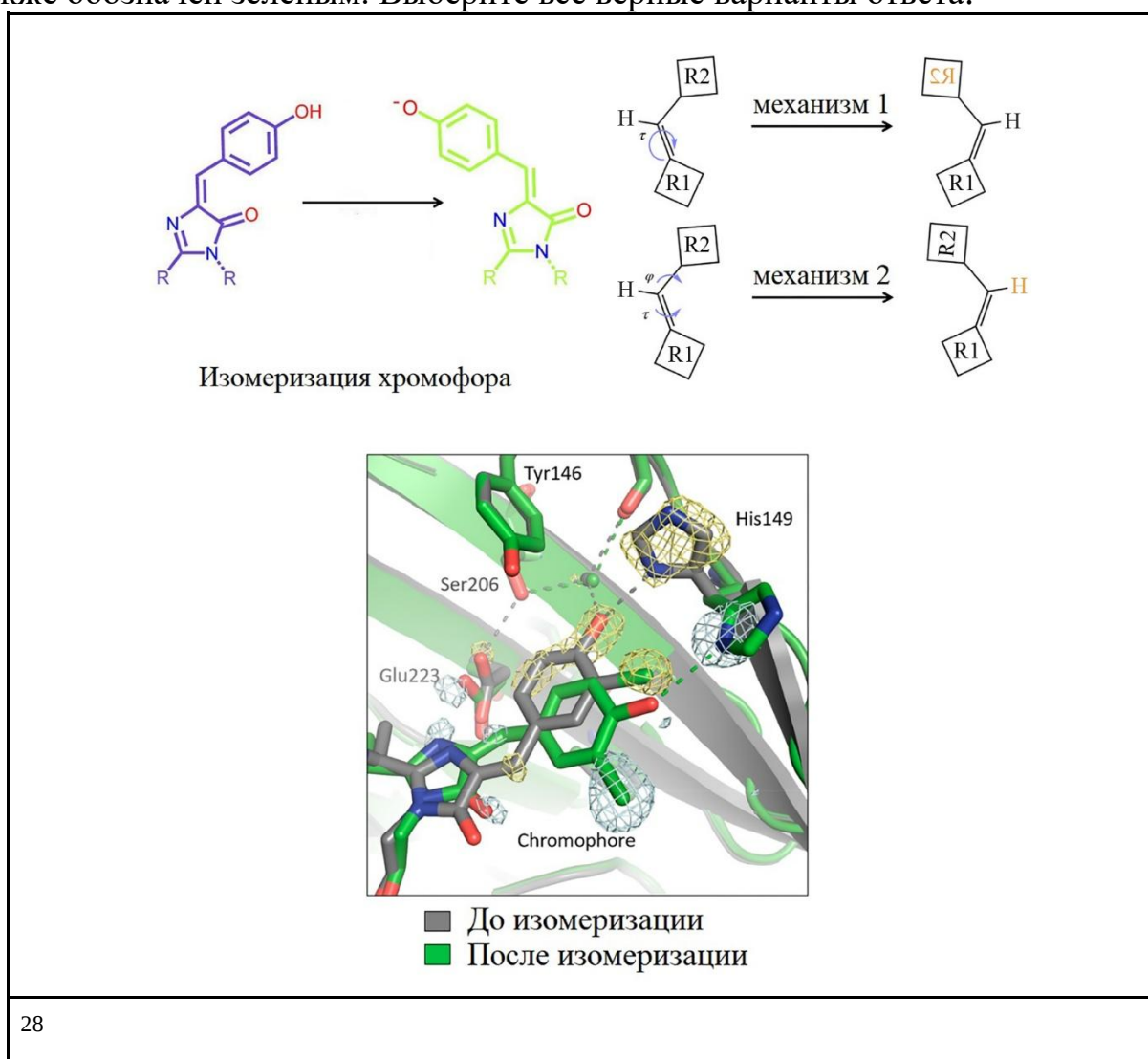
- а) между такими клетками есть плотные контакты
- б) это эпителиальные клетки
- в) состав белков в мембране такой клетки с апикальной стороны отличается от состава белков в мембране такой клетки с базальной стороны
- г) эти клетки не обновляются в течение жизни человека
- д) на микрофотографиях в слое живых клеток заметны остатки клеток после некроза

Ответ: а, б, в.

²⁷ <https://mmegias.webs.uvigo.es/02-english/8-tipos-celulares/enterocito.php>

Задание 2.7

Цис-транс-изомеризация хромофора флуоресцентных белков – важный процесс, благодаря которому стало возможным создание некоторых методик микроскопии. Схема этого процесса показана на рисунке слева; в ходе него транс-связь в хромофоре переходит в цис-связь. Но до недавнего времени не было изучено, как именно протекает этот процесс. Возможны два механизма, схема которых показана на рисунке в середине; они различаются ориентацией группы R2. Чтобы установить, какой из них имеет место, в 2023 году был проведён эксперимент по изучению структур некоторого флуоресцентного белка до и после изомеризации. В хромофор белка при этом был введён атом хлора. Результаты эксперимента показаны на рисунке справа. Красным обозначены атомы кислорода, синим – азота, серым или зелёным – углерода. Атом хлора также обозначен зелёным. Выберите все верные варианты ответа.



- а) цис-транс-изомеризация хромофора данного белка осуществляется по механизму 1
- б) цис-транс-изомеризация хромофора данного белка осуществляется по механизму 2
- в) введение атома хлора было необходимо для того, чтобы придать хромофору (группе R2) асимметрию
- г) в ходе цис-транс-изомеризации хромофора данного белка изменяется также пространственное положение некоторых аминокислотных остатков в окружении хромофора
- д) цис-транс-изомеризация хромофора, скорее всего, приводит к изменению оптических свойств белка

Ответ: б, в, г, д.

Задание 2.8

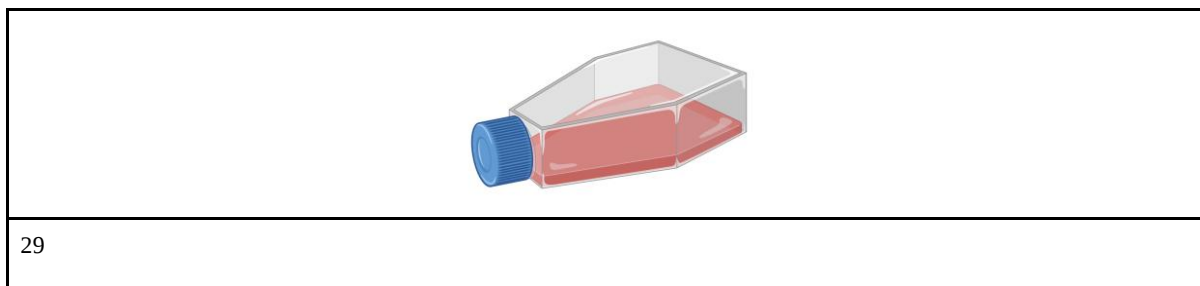
Прокариоты играют ключевую роль в глобальных циклах химических элементов благодаря своему уникальному метаболическому разнообразию. Выберите все верные утверждения, описывающие метаболизм и экологическую роль различных групп бактерий.

- а) Цианобактерии осуществляют кислородный фотосинтез, в ходе которого, в отличие от зелёных серобактерий, в качестве донора электронов используется вода, а побочным продуктом является молекулярный кислород.
- б) Клубеньковые бактерии (род *Rhizobium*) в симбиозе с бобовыми растениями являются хемоавтотрофами, получая энергию за счёт окисления аммиака.
- в) Все фотосинтезирующие микроорганизмы используют углекислый газ (CO_2) в качестве единственного источника углерода для синтеза органических веществ.
- г) Денитрифицирующие бактерии в анаэробных условиях осуществляют процесс, обратный азотфиксации, используя нитраты (NO_3^-) как конечный акцептор электронов и восстанавливая их до молекулярного азота (N_2).
- д) Железобактерии получают энергию для своей жизнедеятельности путём окисления двухвалентного железа (Fe^{2+}) до трёхвалентного (Fe^{3+}), что является примером хемолитоавтотрофного метаболизма.

Ответ: а, г, д.

Задание 2.9

На изображении показан культуральный флакон объёмом 175 см³, также называемый «матрасом». Он сделан из специально обработанного пластика и предназначен для адгезивного культивирования эукариотических клеток, таких как клетки млекопитающих. Клетки прикрепляются к модифицированной поверхности дна флакона и размножаются, образуя монослой. Флакон оснащён герметичной, но газопроницаемой крышкой, что обеспечивает оптимальный газообмен (обычно 5 % CO₂) при стандартных условиях инкубации (37 °C). Какие из следующих тезисов точно и корректно описывают работу с культурой эукариотических клеток в этом флаконе?



- а) Конфлюэнтность (степень покрытия клетками поверхности дна) регулярно оценивается под инвертированным микроскопом через прозрачное дно флакона для определения момента пассажа.
- б) Габариты дна и объём среды в флаконе подобраны так, чтобы обеспечить оптимальное соотношение поверхности к объёму для эффективного газообмена большинства клеточных линий.
- в) Для обеспечения газообмена (например, подачи CO₂) во время инкубации крышку пробирки необходимо закрыть неплотно, так как в ней отсутствует специализированный газопроницаемый мембранный фильтр.
- г) Данный тип сосуда оптимален для культивирования культур в толще жидкости, например клеток крови, так как его форма обеспечивает максимальный газообмен при вращении на шейкере.
- д) В культуре эукариотических клеток возможно размножение бактериофагов, специфичных для прокариот, если культуральная среда была недостаточно стерилизована.

Ответ: а, б.

²⁹ <https://disk.yandex.ru/i/1BseEuCR-O3QPg>

Задание 2.10

Антибиотик хлорамфеникол ингибирует работу пептидилтрансферазного центра большой субчастицы бактериальной рибосомы. Какие из последствий его действия будут наблюдаться в бактериальной клетке?

- а) прекращение элонгации полипептидной цепи
- б) накопление аминоацил-тРНК
- в) накопление коротких («оборванных») белков в течение длительного времени
- г) блокировка рибосомы на стадии транслокации
- д) невозможность образования иницирующего комплекса 70S

Ответ: а, б.

Задание 2.11

Укажите, какие из перечисленных ниже биохимических процессов могут использоваться клеткой для выделения энергии в виде тепла.

- а) рассеивание протонного градиента митохондрией с помощью белков-разобщителей
- б) синтез избыточного количества АТФ
- в) окисление в митохондриях, энергия которого не тратится на перенос протонов через внутреннюю мембрану
- г) усиление синтеза белков-шаперонов холодового шока
- д) повышение доли субстратного фосфорилирования

Ответ: а, в.

Задание 2.12

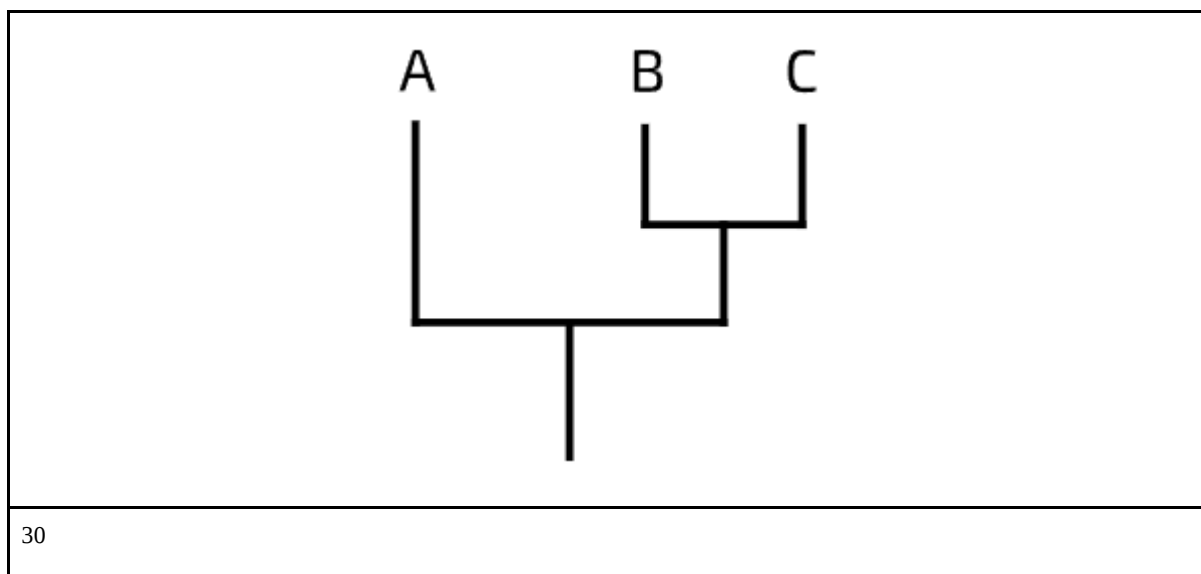
Из приведённых заболеваний выберите те, которые проявляются из-за гиповитаминоза водорастворимых витаминов.

- а) куриная слепота
- б) пеллагра
- в) цинга
- г) рахит
- д) гемофилия

Ответ: б, в.

Задание 2.13

Рассмотрите филогенетическое древо трёх видов, построенное по последовательности гена X, и выберите верные утверждения.

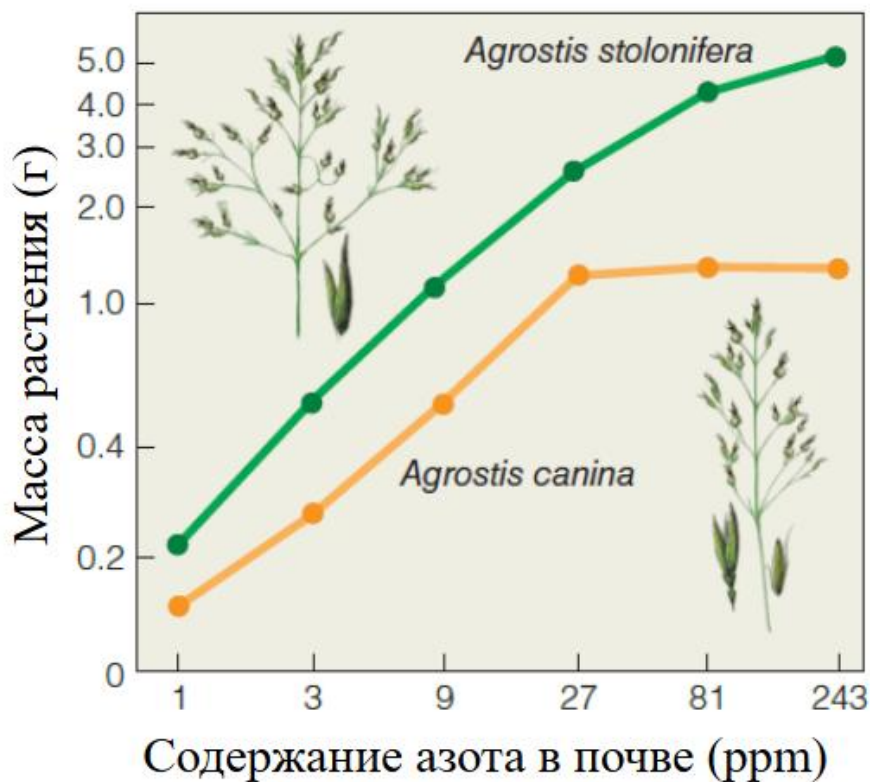


- а) виды B и C образуют монофилетическую группу
 - б) виды A, B и C образуют монофилетическую группу
 - в) для любых трёх гомологичных последовательностей из видов A, B и C верно, что последовательность из B всегда будет более похожа на последовательность из C, чем на последовательность из A
 - г) всего существует $3! = 6$ различных филогенетических деревьев для трёх видов
 - д) если построить филогенетическое древо по любому другому присутствующему у всех трёх видов гену Y, то полученное древо обязательно будет совпадать с представленным здесь
- Ответ: а, б.

³⁰ https://drive.google.com/file/d/19mAd3gm2Fsy3yI1839imbbU1l1S0H7OR/view?usp=drive_link

Задание 2.14

На графике ниже представлены результаты эксперимента по выращиванию двух видов полевицы (*Agrostis* sp.) на почве с добавлением различных концентраций азотсодержащих удобрений. Внимательно изучив полученный график, выберите верные утверждения.



31

- а) *Agrostis canina* характеризуется более высокой максимальной скоростью роста
 - б) *Agrostis stolonifera* лучше поглощает минеральные ресурсы почвы, чем *Agrostis canina*
 - в) можно предположить, что *Agrostis canina* характеризуется большей скоростью фотосинтеза, чем *Agrostis stolonifera*
 - г) можно предположить, что *Agrostis canina* лучше адаптирован к росту в обеднённых азотом почвах
 - д) можно предположить, что отношение массы надземных частей растения к массе корней будет выше у *Agrostis canina*, чем у *Agrostis stolonifera*
- Ответ: б, г.

³¹ https://drive.google.com/file/d/14f6z1DiGDBFqs7hajdLFyEQ7QXiIcnuG/view?usp=drive_link

Задание 2.15

У кур цвет оперения определяется геном S: S – белый окрас, s – золотистый. Полосатость определяется геном В: В – полосатые, b – однотонные. От скрещивания петуха бело-полосатой породы с золотисто-однотонной курицей в первом поколении получены белые полосатые птенцы обоих полов. Во втором поколении все петухи оказались белыми полосатыми, а среди кур наблюдалось расщепление: 30 % белых полосатых, 30 % золотистых однотонных, 20 % белых однотонных и 20 % золотистых.

В реципрокном (обратном) скрещивании в первом поколении петухи были белыми полосатыми, а курицы золотистыми однотонными. Во втором поколении наблюдалось расщепление: 30 % белых полосатых, 30 % золотистых однотонных, 20 % белых однотонных и 20 % золотистых полосатых птенцов обоих полов.

Какие выводы можно сделать о механизме наследования этих признаков?

- а) гены S и В сцеплены
- б) гены располагаются на расстоянии 20 сМ друг от друга
- в) по крайней мере один из генов наследуется аутосомно
- г) гены располагаются на половой хромосоме
- д) гены взаимодействуют по принципу комплементарности

Ответ: а, г.

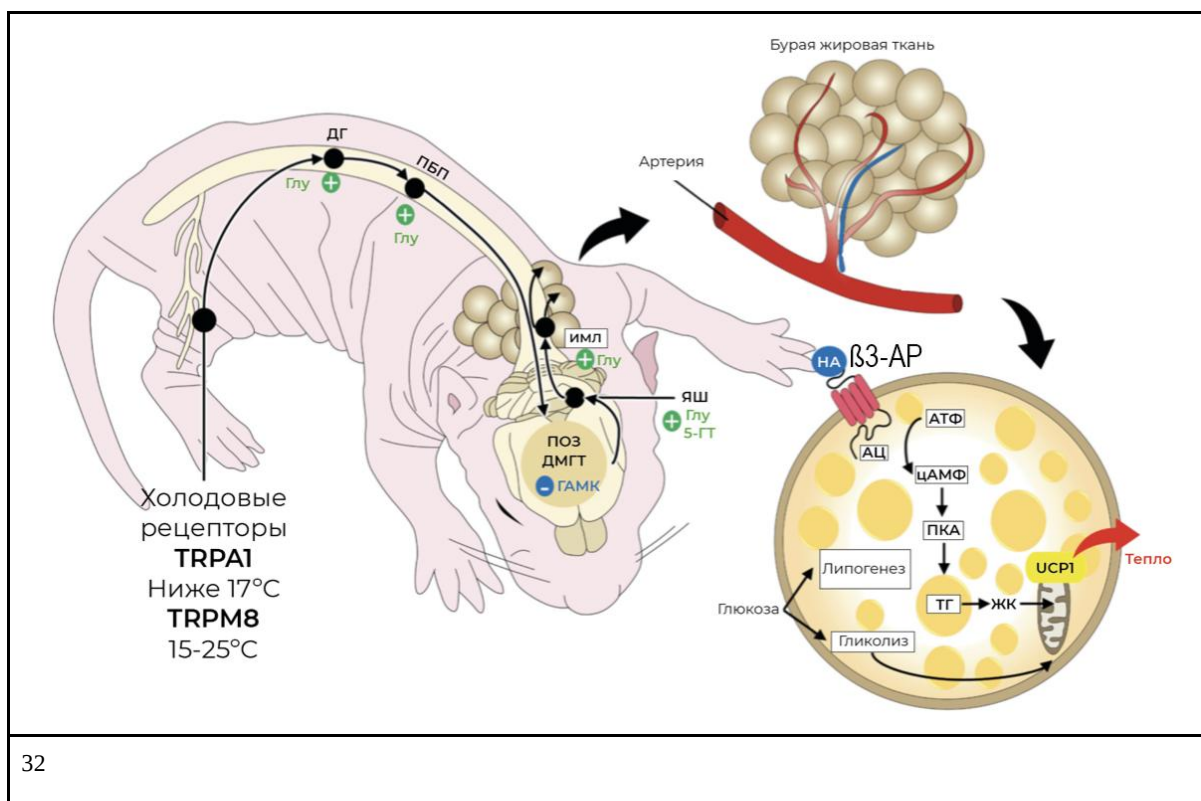
Задание 2.16

Бурая жировая ткань (БЖТ) – это термогенная ткань, которая в значительной степени способствует предотвращению гипотермии новорождённых, активизируя биохимические и эндокринные процессы, вызванные холодным стрессом. Присутствие разобщающих белков и адренергических рецепторов в бурых адипоцитах запускает метаболический путь для выработки тепла. Новорождённые используют различные механизмы терморегуляции, такие как термогенез при дрожании и без него. Первый метод осуществляет выработку энергии за счёт множественного сокращения мышц, а второй за счёт активации бурого жира.

Вам представлена иллюстрация работы бурого жира у новорожденной крысы. На ней можно видеть следующие условные обозначения:

UCP1 – разобщающий белок 1, ДГ – дорсальный ганглий, ПБП – парабрахиаальный путь, ИМЛ – интермедиолатеральный путь, ПОЗ – преоптическая зона, ДМГТ – дорсомедиальный гипоталамус, ЯШ – ядра шва, β3-АР – β3-адренорецепторы, АЦ – аденилатциклаза, цАМФ – циклический аденозинмонофосфат, ТГ – триглицериды, ПКА – протеинкиназа, НА – норадреналин, Глу – глутамат, ГАМК – γ-аминомасляная кислота.

Рассмотрите представленные материалы и выберите верные утверждения.



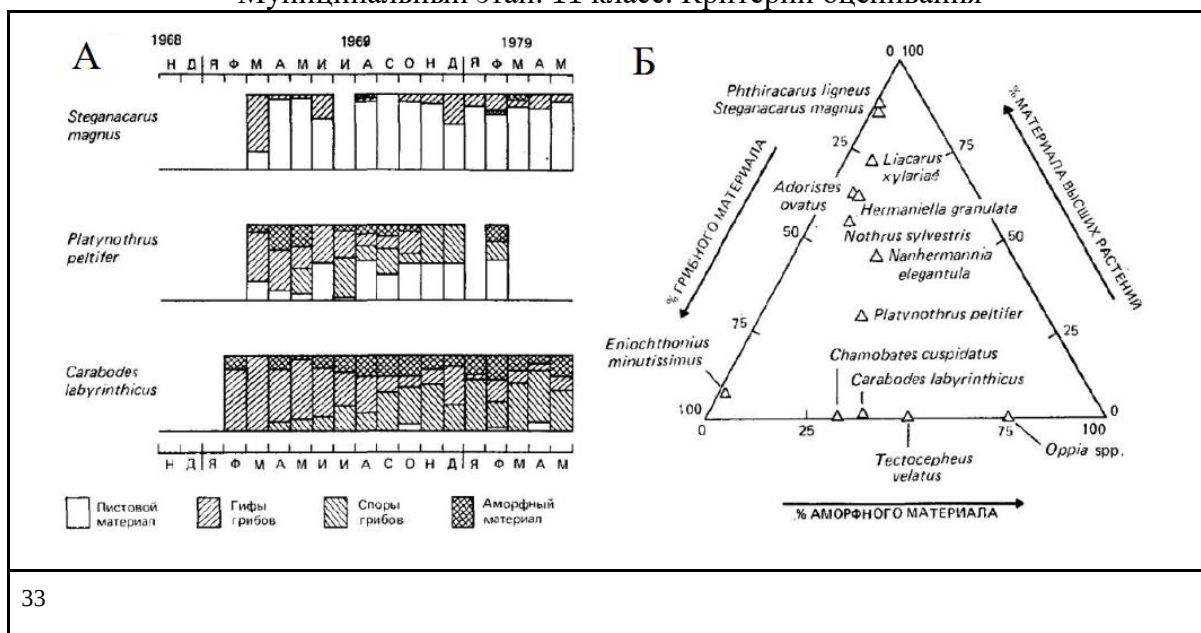
32

- а) при температуре ниже 12 градусов в коже активированы как минимум 2 рецептора
 б) в качестве медиаторов для реализации термогенеза выступают аминокислоты
 в) активация бурого жира не затрагивает кальциевый цитоплазматический сигналинг
 г) для недрожательного термогенеза необходимо наличие кислорода
 д) при травме спинного мозга, ограничивающей проведение сигналов от нижней части тела, терморефлекс отключается
 Ответ: б, в, г.

Задание 2.17

Многие организмы, питающиеся детритом в лесах, поглощают вместе с растительным опадом значительное количество мицелия, растущего на этом опаде. Для изучения рациона таких детритофагов было проведено исследование рациона нескольких видов панцирных клещей лесной подстилки, в ходе которого определялся состав рациона трёх избранных видов по месяцам в течение года (рис. А) и процентный состав среднего рациона всех видов клещей (рис. Б). Внимательно изучите представленные результаты и выберите верные утверждения.

³² <https://disk.yandex.ru/i/7pzpVbqlpxTlcA>



33

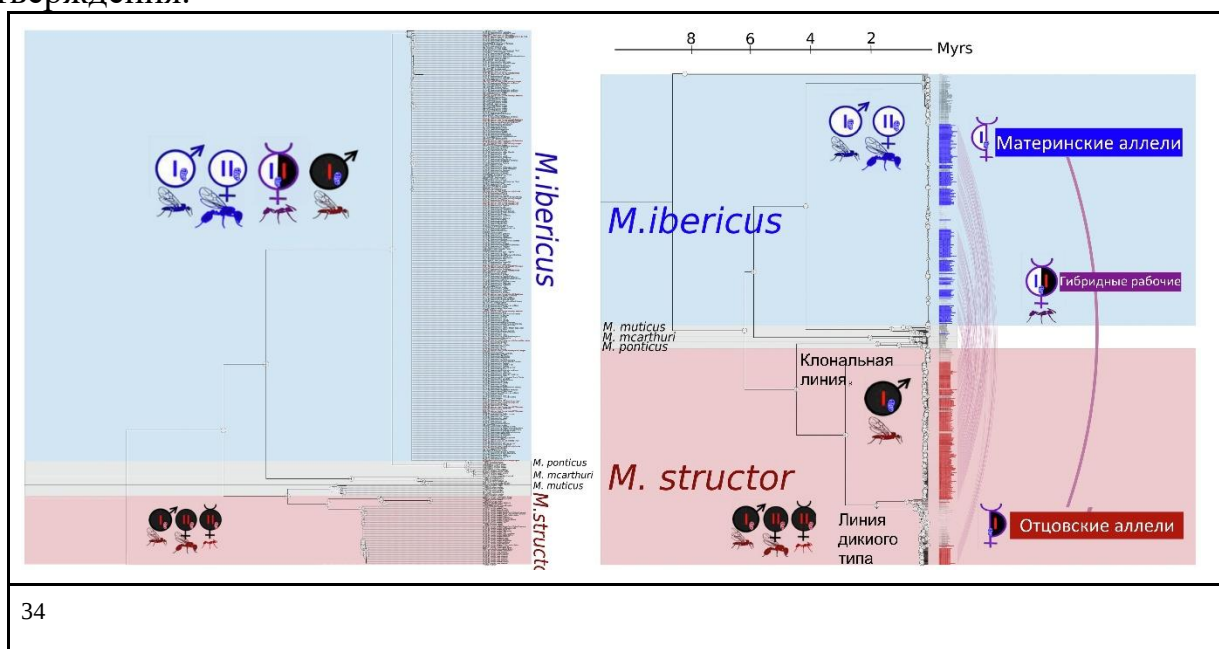
- а) среди клещей присутствуют виды, которые питаются строго одним компонентом листового опада
б) можно предположить, что некоторые виды клещей способны специализироваться на разных ресурсах листового опада в разные сезоны
в) можно предположить, что *Steganacarus magnus* питается более свежими компонентами листового опада, чем *Carabodes labyrinthicus*
г) клещ *Platynothrus peltifer* обладает более специализированной диетой, чем *Eniochthonius minutissimus*
д) клещи, специализированные на определённом компоненте листового опада, обычно обладают более узкой экологической нишей
- Ответ: б, в, д.

Задание 2.18

Недавно в популярном журнале была описана интересная структура колоний муравьёв *Messor ibericus* и *Messor structor*. В колониях *M. ibericus* помимо самцов и самок этого вида поддерживается небольшое число самцов *M. structor*. Более того, все рабочие муравьи в таких колониях появляются от скрещивания королевы *M. ibericus* и самца *M. structor*, а от скрещивания королевы *M. ibericus* и самца *M. ibericus* получается либо новый самец, либо новая королева. Кроме того, королева *M. ibericus* может производить самцов *M. structor*, благодаря чему они всегда присутствуют в колонии, но самец-потомок является клональной копией самца-родителя.

На рисунке справа – филогенетическое древо, построенное по ядерной ДНК, фиолетовые линии соединяют родителей гибридных рабочих в колонии *M. ibericus*. Слева – филогенетическое древо, построенное по митохондриальной ДНК. Черно-красные обозначения соответствуют особям *M. structor*, бело-синие

M. ibericus, фиолетовым показаны гибридные рабочие. Выберите верные утверждения.



- а) клональная линия самцов *M. structor*, живущих в колониях *M. ibericus*, генетически неотличима от основной популяции *M. structor*
- б) самцы *M. structor*, живущие в колониях *M. ibericus* несколько поколений, сохраняют свои митохондрии
- в) гибридные рабочие могут образовываться как от самцов *M. structor*, живущих в колониях *M. ibericus*, так и от свободноживущих самцов *M. structor*
- г) возможно, данное поведение закрепилось в популяции *M. ibericus* из-за того, что гибридные рабочие имеют повышенную силу и жизнеспособность в результате гетерозиса
- д) клональная линия самцов *M. structor*, вероятно, имеет пониженное генетическое разнообразие по сравнению со свободноживущей популяцией *M. structor*

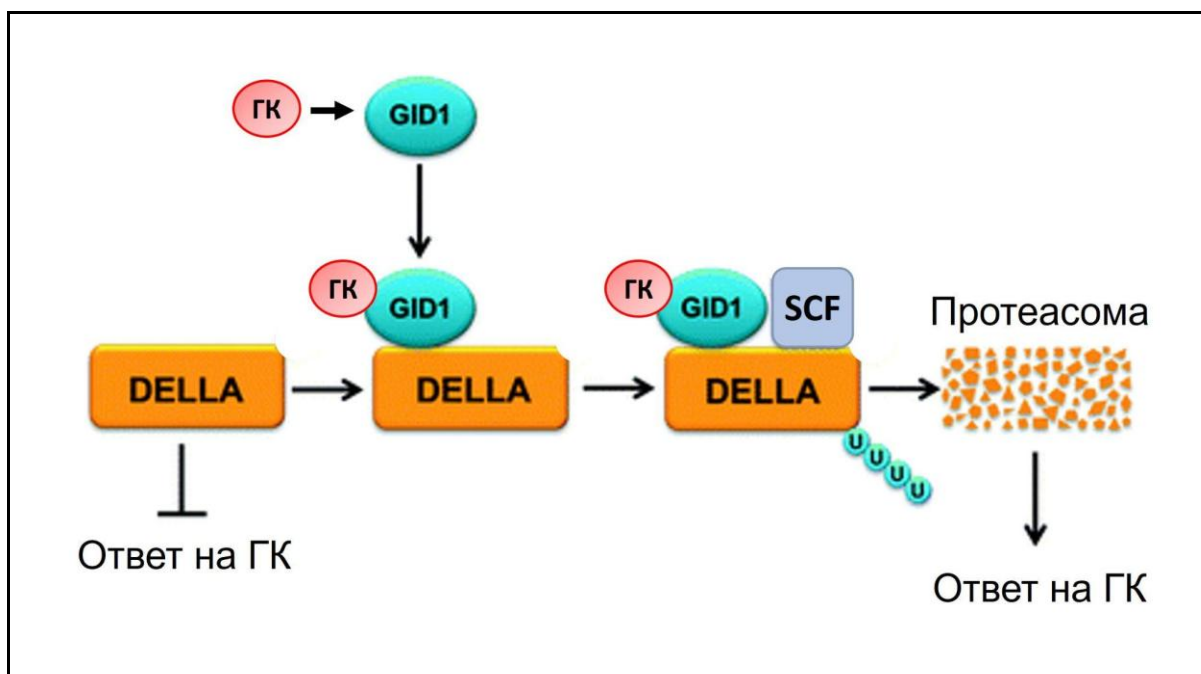
Ответ: в, г, д.

Задание 2.19

Гиббереллины представляют собой обширный класс фитогормонов, играющих ключевую роль в регуляции роста и развития растений. Гиббереллины контролируют множество физиологических процессов, начиная от стимуляции деления и растяжения клеток и заканчивая такими важными этапами жизненного цикла, как прерывание покоя семян и индукция цветения. Благодаря своей способности регулировать экспрессию генов, гиббереллины выступают сигнальными молекулами, позволяющими растению адаптироваться к изменяющимся условиям среды. Изучение гиббереллинов имеет фундаментальное значение для понимания механизмов управления ростом растений и широко применяется в современной сельскохозяйственной практике для повышения

³⁴ https://drive.google.com/file/d/1SSe_a5SxSt0Aisn1JNijPsT_FKnZxayl/view?usp=drive_link

урожайности и управления сроками созревания плодов и семян. Сигнальный каскад гиббереллинов начинается с распознавания молекулы гибберелловой кислоты (ГК) белком GID1, который направляется в ядро и связывается с репрессором гиббереллинового ответа – белком DELLA. После этого с комплексом взаимодействует белок SCF, катализирующий убиквитинилирование и разрушение DELLA в протеасоме. Схема процесса приведена на рисунке ниже. Исходя из представленной модели сигналинга ГК, выберите верные утверждения.

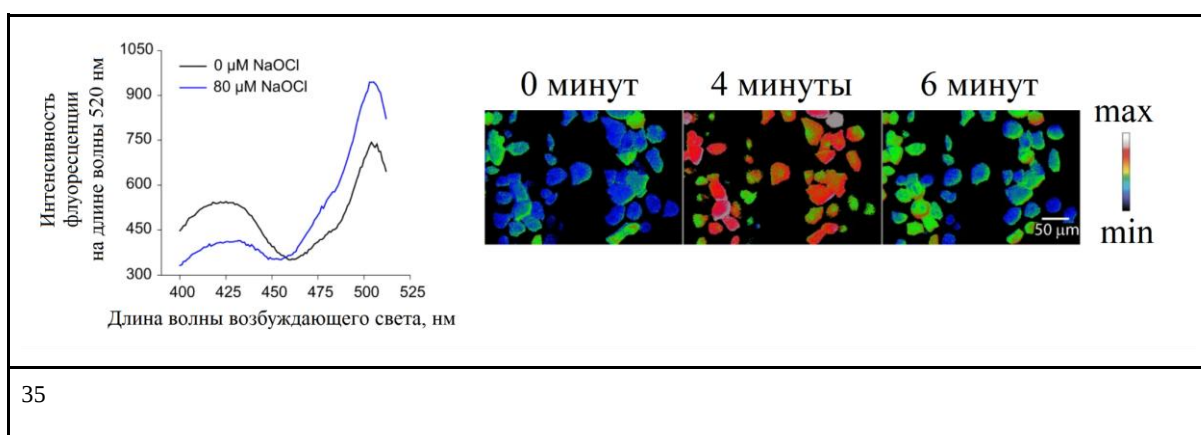


- а) Если мутировать GID1 так, чтобы он не смог связать ГК, то DELLA всегда будет распадаться в протеасоме.
- б) При потере функции белка DELLA растение будет сильно вытянутым даже при отсутствии ферментов пути биосинтеза ГК.
- в) При мутации с потерей функции белка SCF растения будут карликовыми, даже несмотря на избыток ГК в окружающей среде.
- г) Если нарушить участок связывания на белке GID1 с белком DELLA, то растения будут сильно вытягиваться при внешних добавках ГК.
- д) При нефункциональной протеасоме растения, скорее всего, будут нежизнеспособными.

Ответ: б, в, д.

Задание 2.20

(Псевдо)гипогалогенные кислоты – группа соединений, образующихся рядом пероксидаз млекопитающих и обладающих важным биологическим значением. В 2022 году группа российских учёных разработала Нурocrates – белок, являющийся биосенсором на (псевдо)гипогалогенные кислоты. Он обладает флуоресценцией, характеристики которой изменяются в зависимости от присутствия в среде (псевдо)гипогалогенных кислот и их производных. На рисунке слева приведены спектры возбуждения Нурocrates в присутствии и в отсутствие соли одной из (псевдо)гипогалогенных кислот – гипохлорита натрия. На рисунке справа приведены изображения клеток, к которым на третьей минуте эксперимента добавили некоторое количество этого соединения. Цвет на изображениях (ответ сенсора) можно соотнести с количеством присутствующего в данный момент в среде гипохлорита натрия. Выберите верные утверждения.



- а) для получения приведённых изображений была использована электронная микроскопия
- б) ответ сенсора может рассчитываться как отношение интенсивности флуоресценции на 500 и на 425 нм
- в) ответ сенсора может рассчитываться как отношение интенсивности флуоресценции при возбуждении 500 и 425 нм
- г) гипохлорит натрия, добавленный к клеткам, довольно быстро разрушается
- д) сигнал Нурocrates является обратимым, то есть он может вернуться к своему начальному значению

Ответ: в, г, д.

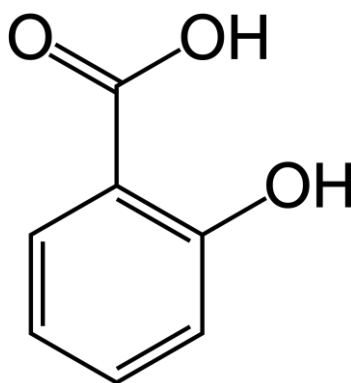
³⁵ https://drive.google.com/file/d/1Ku6b9nrUKQJ_AkhhQf1ZGpdHkGCemS9F/view?usp=sharing

Часть 3

Выберите верные суждения. Ваше решение относительно каждого (выбор, верно данное суждение или нет) оценивается в 4 балла. За ошибочное решение вычитается 4 балла. Минимальное количество баллов за часть 3 – 0. Максимальный балл – 40.

Задание 3.1

Салициловая кислота в ивах синтезируется из ароматической аминокислоты.



36

Ответ: верно.

Задание 3.2

Поедание брокколи приводит к повышению уровня тиоцианатов в плазме крови человека.



37

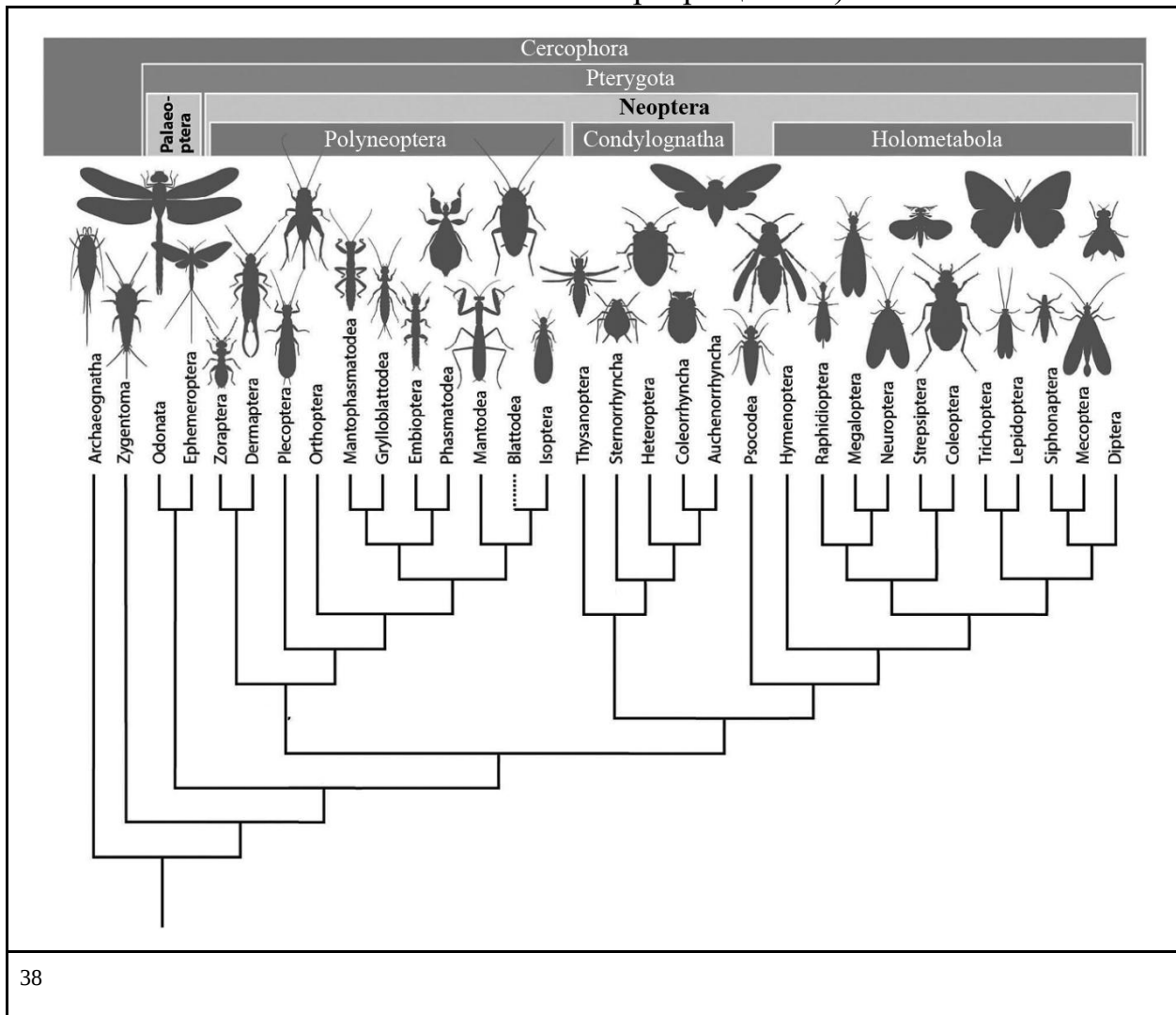
Ответ: верно.

³⁶ <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8e/Salicylic-acid-skeletal.svg/1920px-Salicylic-acid-skeletal.svg.png>

³⁷ https://img.freepik.com/premium-vector/broccoli-head-with-smile-it-smile_1120557-23223.jpg

Задание 3.3

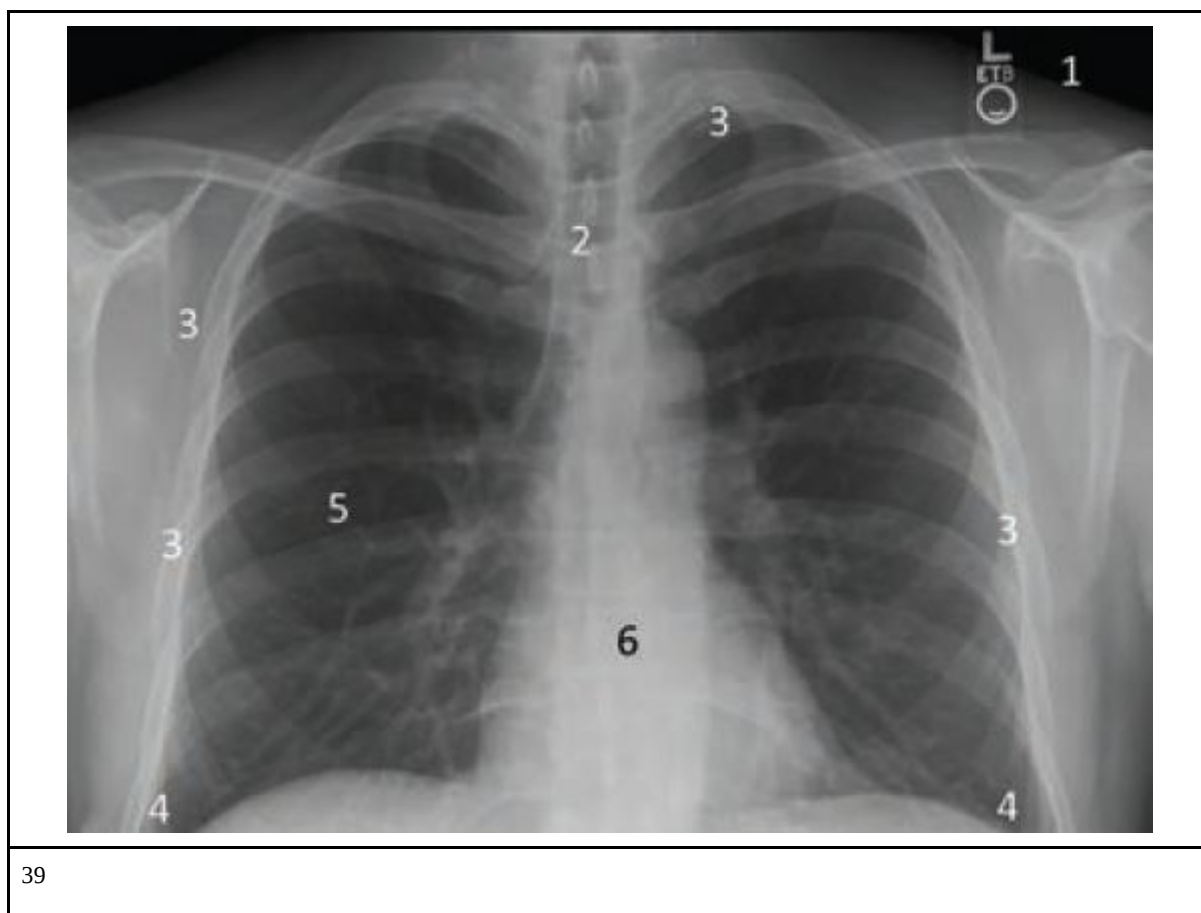
Согласно представленному на картинке филогенетическому дереву насекомых (в узком смысле) группа *Hemimetabola*, то есть насекомые с неполным превращением, является парафилетической группой (*Holometabola* – это насекомые с полным превращением).



Ответ: верно.

Задание 3.4

Под номером 6 на рентгенограмме находится сердце.



Ответ: верно.

Задание 3.5

При гиперфункции щитовидной железы в плазме крови будет наблюдаться уменьшение ТТГ.

Ответ: верно.

Задание 3.6

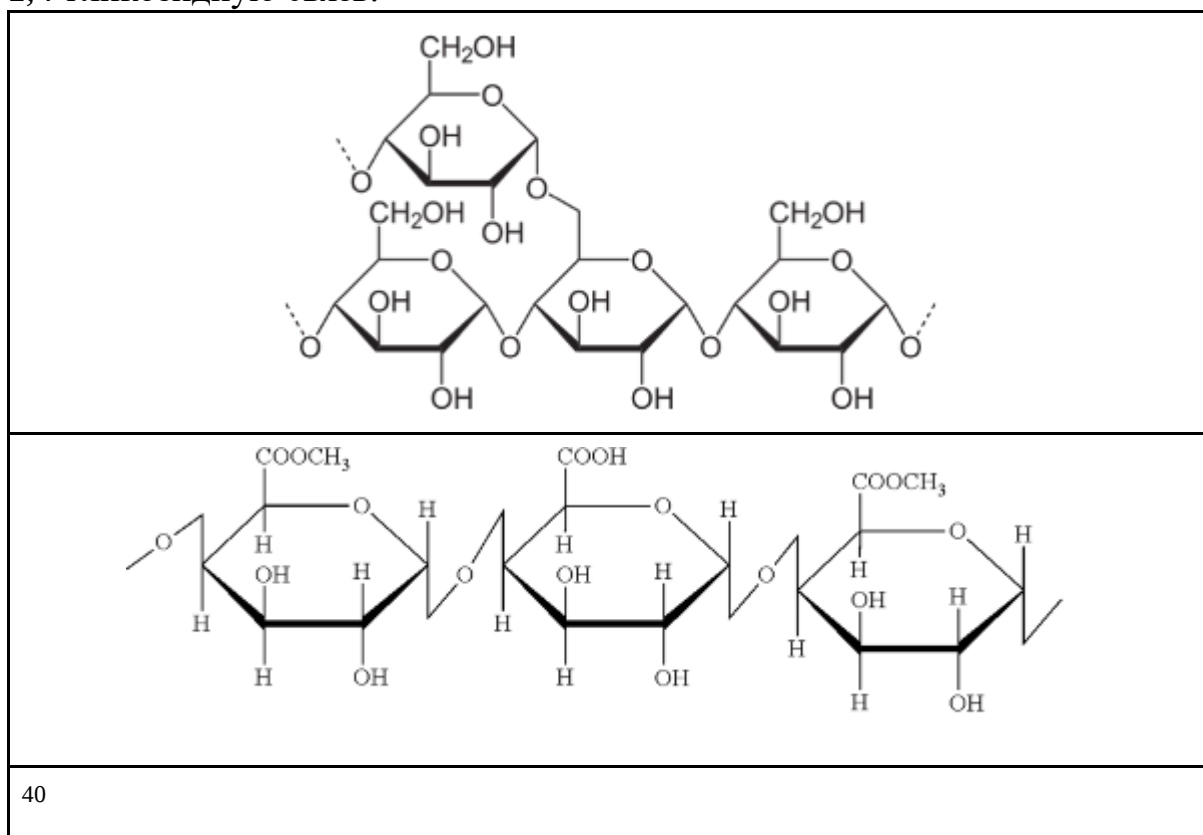
Лекарственные препараты, способные нарушать полимеризацию тубулина, могут использоваться для подавления деления клеток.

Ответ: верно.

³⁹ <https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/cathlab/clinical-editors-corner/chest-x-ray-interpretation-made-easy-understanding-cardiac>

Задание 3.7

На иллюстрациях – формулы двух разных веществ, которые имеют 1,4-гликозидную связь.



40

Ответ: верно.

Задание 3.8

При ацетилировании лизина изоэлектрическая точка белков сдвигается в сторону больших значений.

Ответ: неверно.

Задание 3.9

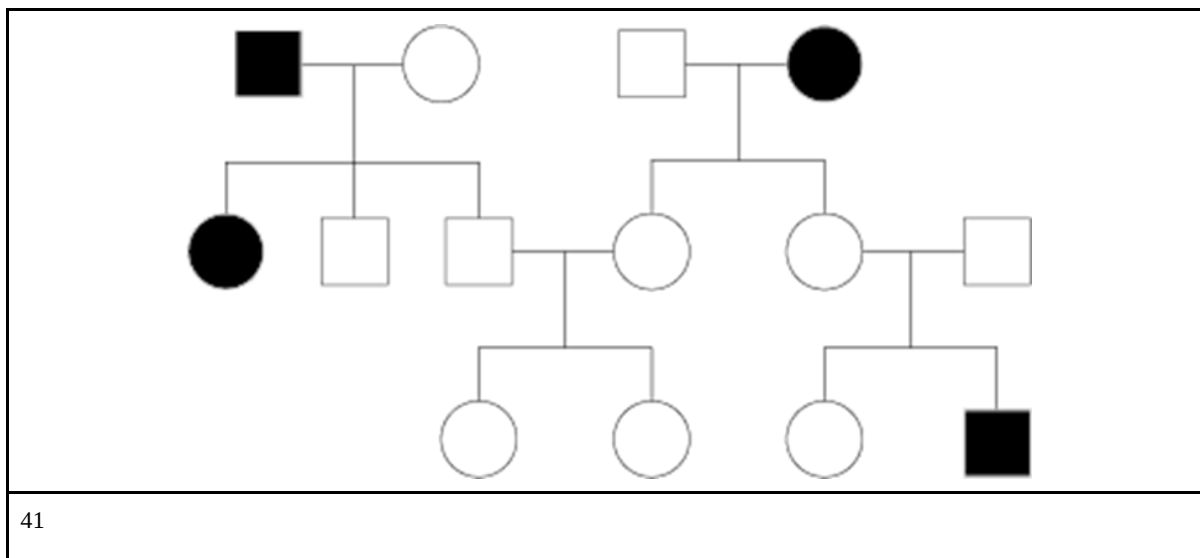
Главное различие в синтезе теломер у растений и животных заключается в том, что у растений для этого используется специализированная теломераза, а у животных – механизм рекомбинационной репликации по типу катящегося кольца.

Ответ: неверно.

⁴⁰https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Amylopektin_Haworth.svg
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%8B>

Задание 3.10

Данная родословная иллюстрирует доминантное Х-сцепленное наследование заболевания.



Ответ: неверно.

Часть 4

За каждое верное соотнесение начисляется 2 балла. За каждое неверное соотнесение вычитается 2 балла. Минимальное количество баллов за каждое задание – 0.

Задание 4.1

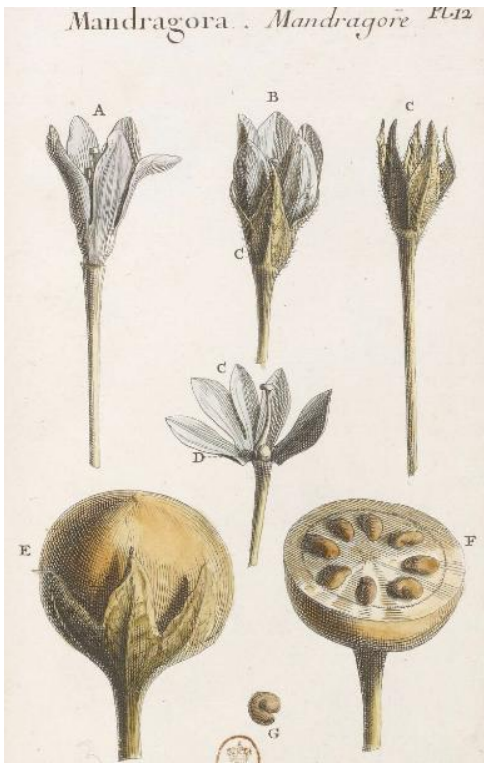
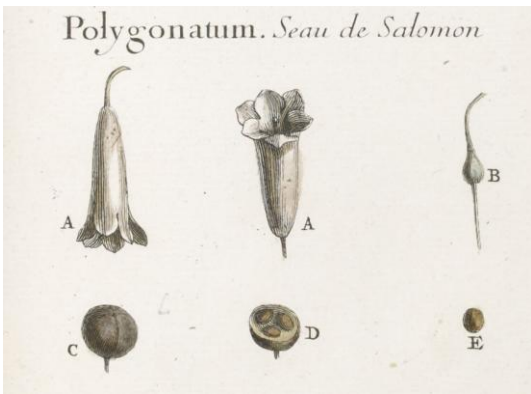
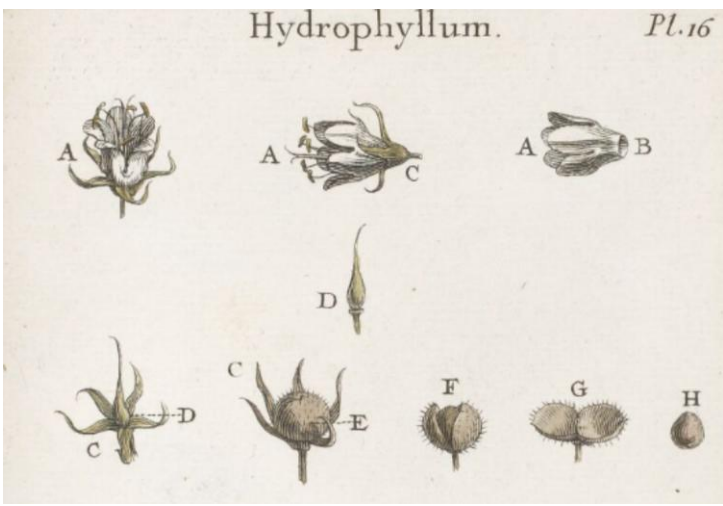
Попытки построить удобную систему классификации растений предпринимались и до работ Карла Линнея. Французский ботаник Жозеф Питтон де Турнефор (1656–1708) предложил свою систему, основанную на форме венчика и структуре плода. Она отличалась удобством в использовании, но совсем не была пригодна для выявления «естественных таксонов», о которых с воодушевлением писал Карл Линней.

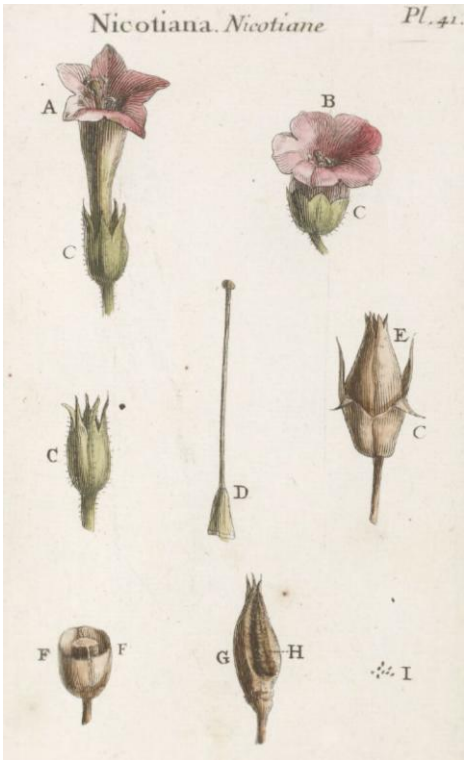
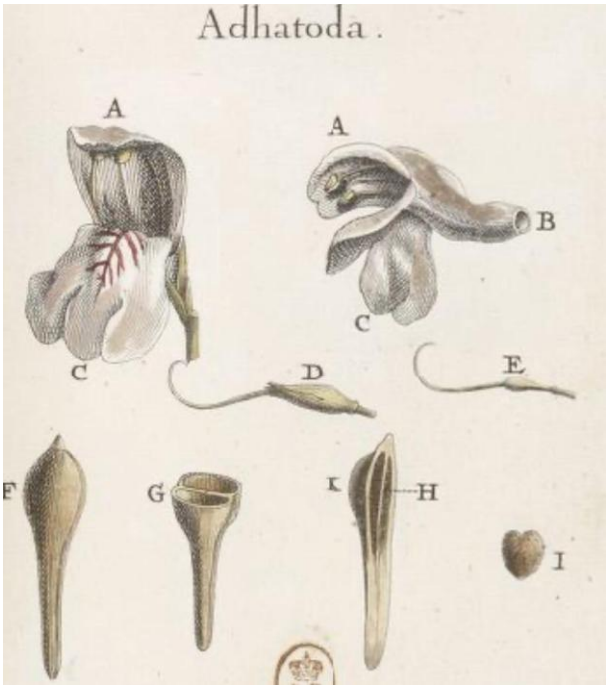
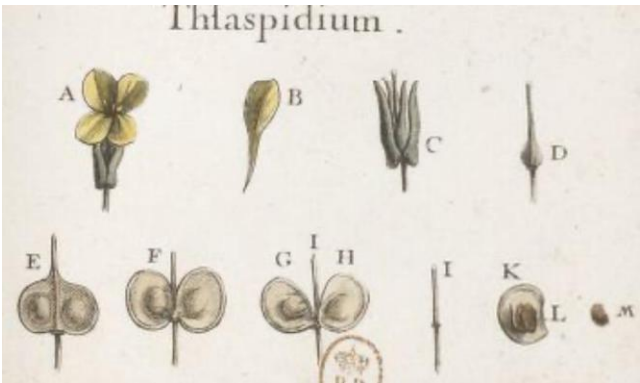
Воспользуйтесь фрагментом системы классификации Турнефора. Сопоставьте описание секций растений (таксономический ранг, расположенный ниже класса, но выше рода) с изображениями родов растений. Каждой секции нужно сопоставить своё уникальное изображение.

Все изображения взяты из французского издания «Элементов ботаники» Турнефора 1694 года.

⁴¹ <https://drive.google.com/file/d/1fKxndy1ce2qKTVL12EVMwpszGkjpBgvJ/view?usp=sharing>

Растения

1	
2	
3	

4	 <i>Nicotiana. Nicotiane</i> Pl. 41.
5	 <i>Adhatoda.</i>
6	 <i>Thlaspidium.</i>

Секции

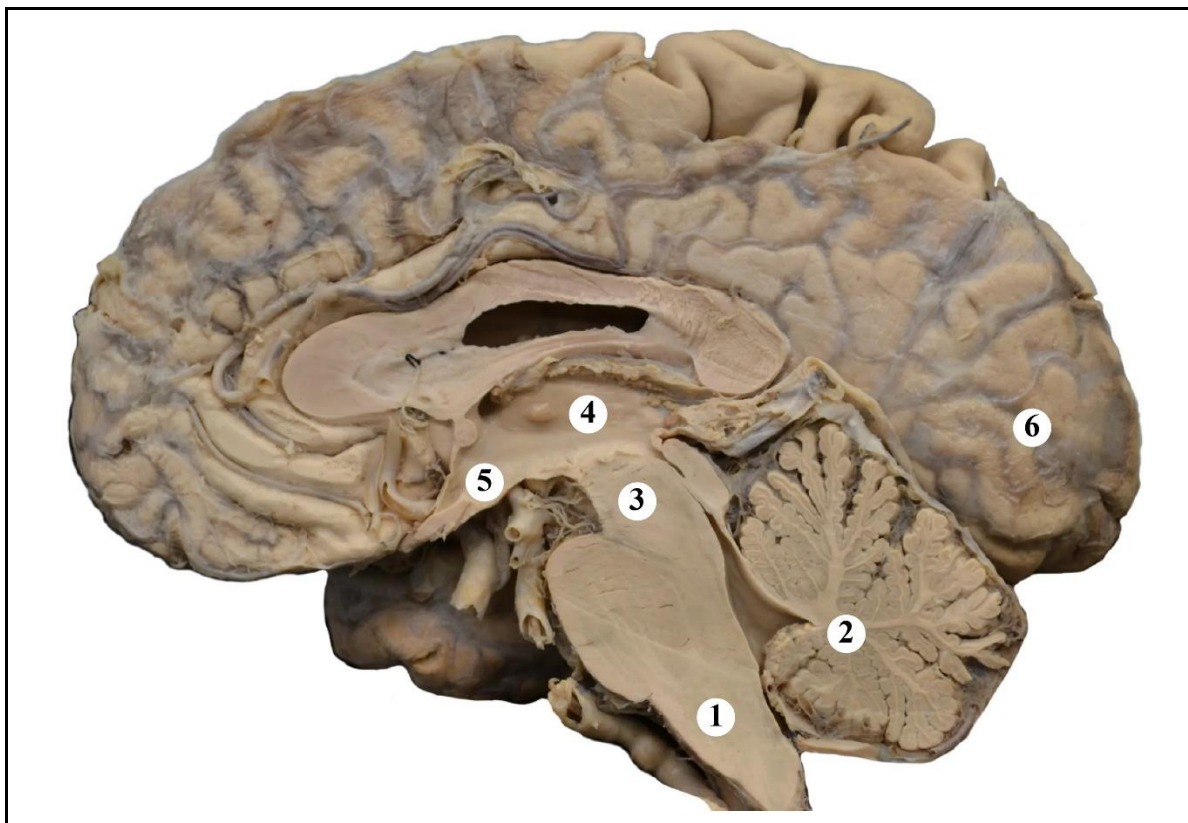
А	Цветки, имеющие колокольчатый венчик и пестик, развивающийся в сочный крупный плод с несколькими полостями внутри
Б	Цветки с маленьким трубчатым венчиком, чей пестик становится маленьким, и красивым плодом с несколькими полостями внутри
В	Цветки с колокольчатым венчиком, чей пестик становится сухим плодом, который имеет только одну полость, а чашечка сохраняется при плоде
Г	Цветок с трубчатым венчиком, пестик которого формирует сухой плод с двумя полостями
Д	Цветки с двусторонне симметричным венчиком и с пестиком, формирующим сухой плод
Е	Цветки с крестообразным венчиком и с пестиком, формирующим одно- или многосемянной плод с перегородкой внутри

Ответ:

Растение	1	2	3	4	5	6
Секции	А	Б	В	Г	Д	Е

Задание 4.2

Сопоставьте структуры на рисунке с их функциями и анатомическими особенностями.



А – состоит из парных полушарий, червя, верхних, средних и нижних ножек

Б – регуляция дыхания, сердечно-сосудистой системы, защитные рефлексы (кашель, чихание, сосание, глотание)

В – регуляция температуры тела, содержит центр голода и центр насыщения

Г – принимает и предварительно обрабатывает почти всю сенсорную и двигательную информацию, прежде чем передать её в кору головного мозга

Д – обработка зрительной и слуховой информации, контроль движений, регуляция циклов сна и бодрствования, ориентировочных рефлексов

Е – обработка и интерпретация зрительной информации

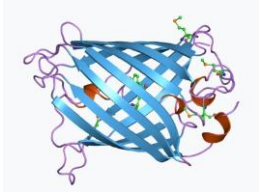
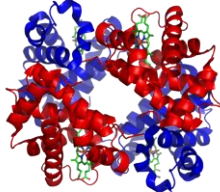
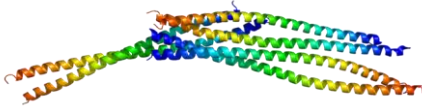
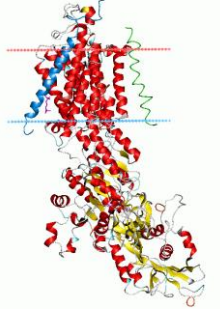
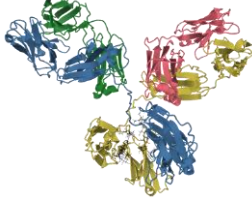
Ответ:

Структура	1	2	3	4	5	6
Функции	Б	А	Д	Г	В	Е

Задание 4.3

Сопоставьте изображения белковых структур с их описаниями.

Структуры

1 ⁴²		2 ⁴³	
3 ⁴⁴		4 ⁴⁵	
5 ⁴⁶		6 ⁴⁷	

⁴²<https://nanoscale.uoregon.edu/>

⁴³<https://media.med.unc.edu/guts/pom/protein.pdf>

⁴⁴ <https://blog.creaders.net/u/13546/202307/467096.html>

⁴⁵ <https://psicologiaymente.com/neurociencias/bomba-sodio-potasio>

⁴⁶ <https://lifehub.csic.es/wp-content/uploads/2022/09/LifeHub-Talk-Bermejo.pdf>

⁴⁷ <https://www.centerforbiosimilars.com/>

Описания

А) Структура представляет собой β -бочонок, который является типичным примером β -складчатой структуры, образуемой одиннадцатью β -слоями. В центре расположена α -спираль, несущая хромофор, сформированный из трипептида (Ser65-Tyr66-Gly67). Эта компактная структура защищает хромофор от окружающей среды, обеспечивая стабильность флуоресценции.

Б) Состоит из четырёх полипептидных цепей, которые связываются в тетраэдрическую форму и образуют гидрофобные карманы. В каждом таком кармане находится молекула гема, содержащая атом железа, который непосредственно связывает молекулы кислорода и углекислого газа.

В) Филамент (нить), который состоит из мономеров, соединённых в биспиральные димеры, а те в свою очередь в тетрамеры. Два таких димера образуют биспираль, два димера образуют тетрамер, а тетрамеры, взаимодействуя друг с другом, формируют лист.

Г) Состоит из двух основных частей: F_0 (или A_0/V_0), встроенной в мембрану, и F_1 (или A_1/V_1), которая находится снаружи мембраны. Эти две части соединены стеблем (обычно из одной или двух белковых субъединиц). F_0 отвечает за прохождение протонов через мембрану, а F_1 использует этот поток для каталитической реакции синтеза или гидролиза АТФ.

Д) Структура представляет собой кольцообразный комплекс, состоящий из четырёх основных субъединиц. Две из субъединиц образуют петлеобразную структуру с АТФазным доменом на одном конце и центральной «спиралью из спиралей», соединяющей их, – на другом. Другие две субъединицы соединяют АТФазные домены, стабилизируя кольцо. Это кольцо может захватывать обе сестринские хроматиды, удерживая их вместе.

Е) Структура Y-образная, состоит из двух одинаковых тяжёлых и двух одинаковых лёгких полипептидных цепей, соединённых дисульфидными связями. Концы «плеч» Y-образной формы содержат антигенсвязывающие домены, которые формируются за счёт взаимодействия тяжёлой и лёгкой цепей. «Стол» Y-образной структуры называется Fc-фрагментом и имеет постоянную структуру, содержащую гликозилированные участки.

Ответ:

Структура	1	2	3	4	5	6
Описание	А	Б	В	Г	Д	Е

Часть 5

За каждую верно решённую задачу начисляются 3 балла.

Задание 5.1

Известно, что величина интенсивности подходящего для фотосинтеза излучения Солнца, доходящего до поверхности листа, составляет 2000 микро–моль фотонов на м^2 в секунду. При этом ферментов световой фазы фотосинтеза хватает только на то, чтобы использовать 30 % от этого излучения, а для фиксации одного атома углерода в темновую фазу требуется энергия 10 фотонов. Считая, что фиксация CO_2 в листе происходит только с помощью фермента РубисКО, рассчитайте, какое содержание РубисКО на м^2 листа ($\text{г}/\text{м}^2$) необходимо, чтобы максимально эффективно использовать энергию, полученную в световую фазу. Молярная масса РубисКО составляет 60 000 а.е.м. (дальтон), а в секунду он способен фиксировать 3 молекулы CO_2 . В одном моле молекул и фотонов содержится $6,02 \times 10^{23}$ частиц. Ответ округлите до десятых.

Ответ: 1,2.

Решение.

Рассчитаем, сколько молекул CO_2 можно зафиксировать при использовании всей энергии, полученной в результате световой фазы фотосинтеза.

$$2000 \times 10^{-6} \text{ моль/с} \times \text{м}^2 \times 6,02 \times 10^{23} \text{ молекул/моль} \times 0,3 \times 1/10 = 3,612 \times 10^{19} \text{ молекул/с} \times \text{м}^2$$

Рассчитаем, сколько грамм РубисКО потребуется, чтобы зафиксировать все доступные по энергии молекулы CO_2 .

$$3,612 \times 10^{19} \text{ молекул/с} \times \text{м}^2 \times 1/3 \text{ молекул/с} = 1,204 \times 10^{19} \text{ молекул/м}^2 - \text{столько молекул РубисКо потребуется}$$

$$1,204 \times 10^{19} \times 60000 \text{ г/моль} / 6,02 \times 10^{23} \text{ молекул РубисКО/моль} = 1,2 \text{ г/м}^2 - \text{столько весит РубисКО, необходимый листу.}$$

Задание 5.2

Микробиолог исследует эффективность нового дезинфицирующего средства. Для этого он приготовил суспензию бактерий *E. coli* и сделал ряд последовательных десятикратных разведений. Из последнего, четвёртого разведения он отобрал 0,1 мл и нанёс на агаризованную питательную среду. После инкубации выросло 95 колоний. Затем микробиолог добавил в исходную бактериальную суспензию новый дезинфицирующий препарат и через 10 минут снова провёл ряд разведений. В этот раз он отобрал 0,1 мл для посева из разведения 10^{-2} . После инкубации на чашке выросло всего 10 колоний. На сколько процентов снизилась численность бактерий в результате обработки? Ответ округлите до десятых. Пренебрегите разведением исходной суспензии при добавлении в неё дезинфицирующего средства.

Ответ: 99,9.

Решение.

Микробиолог использовал разведение 10^{-4} . Однако для посева он взял только 0,1 мл, что является дополнительным десятикратным разведением. Общее разведение составит: $10^{-4} \times 10^{-1} = 10^{-5}$. Тогда концентрация клеток в исходной суспензии: 95×10^5 клеток/мл. После добавления дезинфицирующего средства микробиолог использовал 0,1 мл 10^{-2} разведения для посева, что в итоге можно приравнять к разведению 10^{-3} . Следовательно, концентрация в исходной суспензии после добавления дезинфицирующего средства: $10 \times 10^3 = 10^4$ клеток/мл. Это означает, что количество клеток уменьшилось на $950 \times 10^4 - 1 \times 10^4 = 949 \times 10^4$ клеток, что даёт нам $(949 \times 10^4 / 950 \times 10^4) \times 100 \% = 99,89473 \% = 99,9 \%$.