

Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»

Демонстрационный вариант задания письменного тура заключительного этапа по направлению «Биология»

Категория участия: «Бакалавриат» и «Магистратура/специалитет»

Время выполнения задания – **180 мин.**, язык выполнения работы – **русский**.
В варианте красным выделены правильные ответы.

ЧАСТЬ 1. 40 вопросов, в каждом из которых может быть только один правильный ответ. По 1 баллу за вопрос, итого в сумме 40 баллов.

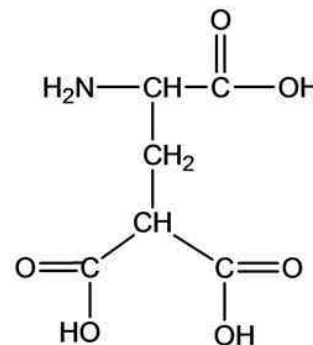
1. На рисунке представлена формула карбоксиглутаминовой кислоты. В каких белках она может встретиться:

а) в факторах свёртывания крови, т.к. карбоксильные группы этой аминокислоты способны связывать ион кальция;

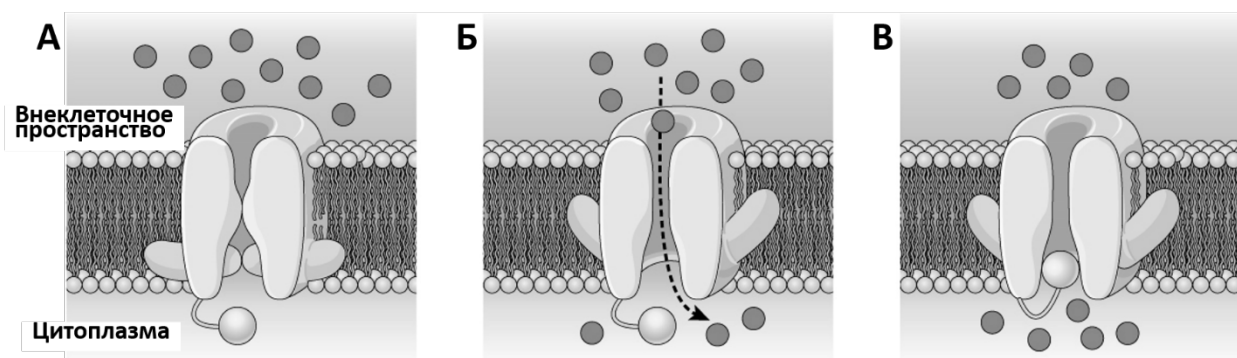
б) в гистонах, т.к. карбоксильные группы этой аминокислоты способны связывать ион магния, необходимый для поддержания структуры ДНК;

в) в протеолитических ферментах желудка и лизосом, т.к. их рН-оптимум находится в кислой среде;

г) в белках, содержащих «цинковые пальцы», т.к. карбоксильные группы этой аминокислоты могут координировать цинк.



2. На схеме представлены основные стадии работы определённого ионного канала, играющего центральную роль в классическом механизме формирования потенциала действия. Опираясь на схему и собственные знания, выберите верное утверждение:



а) на схеме представлен неспецифический анионный канал;

б) на схеме представлен неспецифический катионный канал, очень важный для процесса нервно-мышечной передачи;

в) если все каналы указанного типа, находящиеся на клеточной мембране, находятся в фазе В, то наступает период абсолютной рефрактерности;

г) если все каналы указанного типа, находящиеся на клеточной мембране, находятся в фазе А, то наступает период относительной рефрактерности.

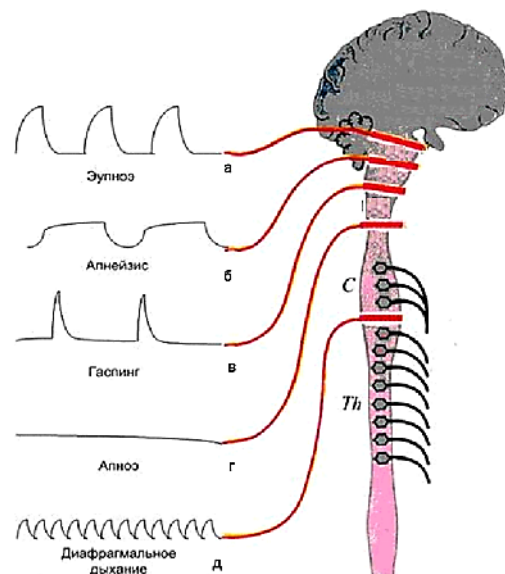
3. На рисунке представлены дыхательные паттерны, которые наблюдаются при перерезках центральной нервной системы (ЦНС) на разных уровнях. Выберите верное утверждение:

а) при перерезке ЦНС на уровне переднего мозга наблюдается патологический паттерн дыхания;

б) при апнейстическом паттерне дыхания («б» на схеме) проблема заключается в невозможности нормальной смены вдоха на выдох;

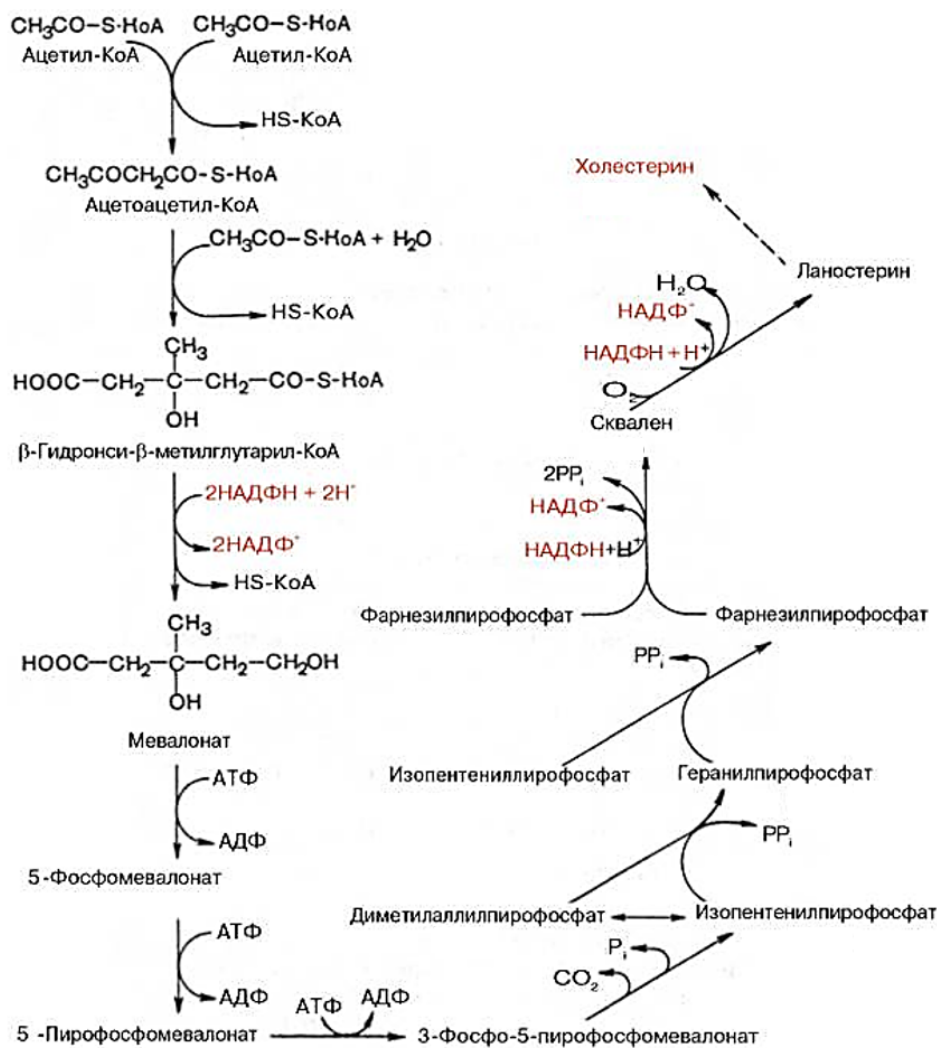
в) гаспинг-дыхание («в» на схеме) является вариацией нормального паттерна дыхания и может возникнуть при недостатке углекислого газа в крови;

г) при отделении головного мозга от спинного существует возможность сохранить дыхание.



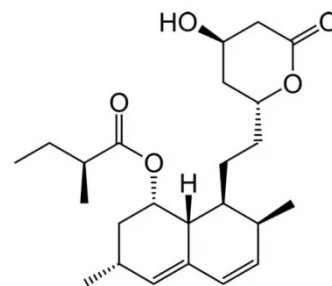
4. На рисунке изображен мевалонатный путь – путь биосинтеза изопреноидных и стероидных соединений. Этот путь имеет важное значение для жизнедеятельности остеокластов – клеток, участвующих в ремоделировании кости. Резорбтивная активность остеокластов напрямую зависит от их способности прикрепляться к поверхности кости, реорганизуя при этом свой цитоскелет. В процессах реорганизации цитоскелета и регуляции клеточной подвижности участвуют белки суперсемейства Ras, являющиеся малыми ГТФазами. Для закоривания этих белков в мембране используется посттрансляционная модификация – пренилирование, заключающаяся в присоединении фарнезильных или геранилгеранильных групп к белку.

Одним из современных методов борьбы с остеопорозом является ингибирование резорбтивной активности остеокластов препаратами из группы бисфосфонатов. Какой процесс жизнедеятельности остеокластов является непосредственной мишенью этого препарата:



- процесс присоединения пренильных остатков к малым ГТФаза;
- синтез фарнезилпирофосфата пренилтрансферазой;
- превращение 5-фосфомевалоната в 5-пирофосфомевалонат фосфомевалонаткиназой;
- синтез мевалоната ГМГ-коА-редуктазой.

5. Биохимический путь, изображённый в предыдущем вопросе, участвует не только в жизнедеятельности остеокластов, но и в других жизненно важных для организма процессах, поэтому неудивительно, что данный путь является мишенью действия другой группы лекарств – статинов, которые зачастую назначают пациентам при атеросклерозе и ишемической болезни сердца. На рисунке изображён препарат симвастатин. Какой фермент мевалонатного пути он ингибирует:



- пирофосфомевалонатдекарбоксилазу;
- фосфомевалонаткиназу;
- ГМГ-коА-редуктазу;
- изопренилпирофосфаттрансферазу.

6. Врождённая гиперплазия коры надпочечников (ВГКН) – это группа наследственных заболеваний, обусловленных дефектами в различных ферментах биосинтеза стероидных гормонов. Самая частая причина появления ВГКН – мутация в 21-гидроксилазе, ферменте, обеспечивающем синтез кортизола из предшественников стероидных гормонов. Что происходит в организме при недостаточности этого фермента:

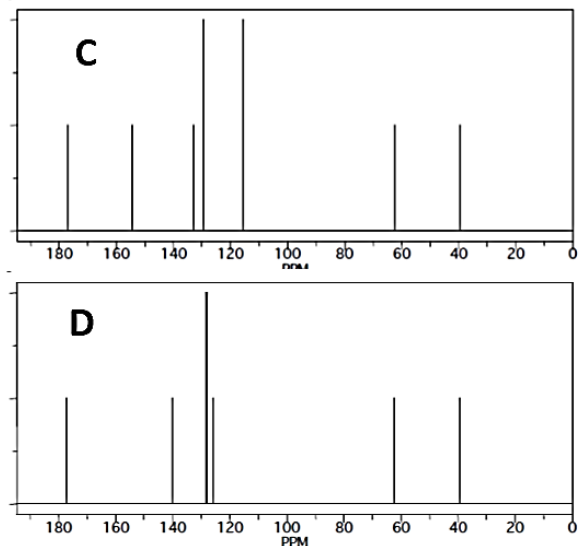
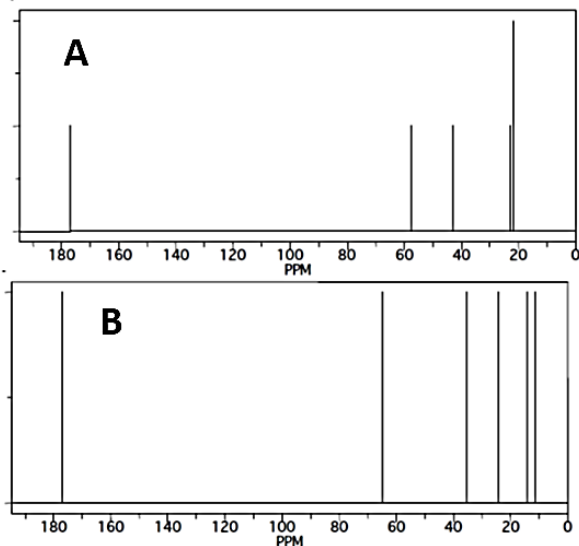
а) дефекты в синтезе стероидных гормонов приводят к понижению содержания андрогенов в организме, что проявляется в виде гипогонадизма и других серьёзных физиологических нарушений;

б) недостаток кортизола по механизму отрицательной обратной связи вызывает повышение выработки кортиколиберина гипоталамусом, что в свою очередь приводит к увеличению экспрессии проопиомеланокортина – предшественника АКТГ, МСГ и других соединений, повышение содержания АКТГ в крови приводит к дополнительной стимуляции синтеза кортизола в надпочечниках, что приводит к компенсации проявлений заболевания;

в) в надпочечниках формируются отложения избыточного холестерина, который не может быть трансформирован в предшественники стероидных гормонов;

г) недостаток кортизола по механизму отрицательной обратной связи вызывает повышение содержания АКТГ в крови, что в свою очередь стимулирует синтез предшественников стероидных гормонов в коре надпочечников, накапливающиеся в большом количестве предшественники не могут преобразоваться в кортизол, поэтому преобразуются в андрогены, содержание которых сильно повышается в крови и приводит к серьёзным последствиям.

7. ЯМР-спектроскопия – важный инструмент для определения структуры белков и пептидов. ЯМР-спектры белков и пептидов достаточно сложны и для расшифровки подвергаются компьютерной обработке, однако ЯМР-спектры отдельных аминокислот не такие сложные и могут быть проанализированы без помощи компьютерной техники. В самых часто используемых модификациях ЯМР (^1H и ^{13}C) измеряют химический сдвиг атомов водорода или углерода, соответственно, относительно эталонного сдвига этих атомов у тетраметилсилана. Находящиеся в различном химическом окружении атомы водорода или углерода имеют различные значения химических сдвигов. Площадь под пиком химического сдвига пропорциональна количеству атомов, обладающих таким сдвигом. Очень близкие сигналы на спектре сливаются в один. Единицей химического сдвига является миллионная доля (м.д. или ppm) частоты прибора. На рисунке изображены ^{13}C -спектры четырёх аминокислот. Какие это аминокислоты:



- а) А-лейцин, В-изолейцин, С-фенилаланин, D-тирозин;
 б) А-лейцин, В-изолейцин, С-тирозин, D-фенилаланин;
 в) А-изолейцин, В-лейцин, С-фенилаланин, D-тирозин;
 г) А-изолейцин, В-лейцин, С-тирозин, D-фенилаланин.

8. К грибоподобным протистам не относятся:

- а) хитридиомицеты;
 б) гиfoxитридиомицеты;
 в) оомицеты;
 г) все ответы верны.

9. Происхождение названия царства Альвеоляты связано:

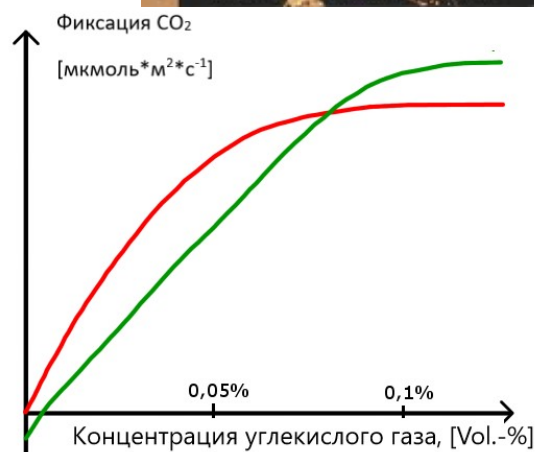
- а) со строением оболочки этих организмов;
 б) со строением жгутикового аппарата;
 в) с жизненным циклом;
 г) со строением пластид.

10. На обложке одного из номеров American Journal of Botany в 2002 году появилась следующая фотография стручка любимого модельного объекта физиологов растений, *Arabidopsis thaliana*, принадлежащего одному из нуль-мутантов по биосинтезу некоего классического растительного гормона. Что это за гормон?



- а) ауксин;
 б) этилен;
 в) цитокинин;
 г) абсцизовая кислота.

11. Рассмотрите график, демонстрирующий зависимость интенсивности фиксации углекислого газа растениями от концентрации CO₂ в атмосфере (фиксация углекислого газа



определяется как его убыль в замкнутом объеме). Выберите верное утверждение:

- а) обе кривые относятся к С3-растениям, но красная кривая характерна для С3-растений, обитающих в условиях высокой интенсивности света;
- б) обе кривые относятся к С4-растениям, отличие между ними заключается в доступности воды в почве;
- в) красная кривая характеризует ход фотосинтеза у С4-растений, а зеленая – у С3;
- г) обе кривые относятся к растениям с САМ-фотосинтезом, различия связаны с разницей в интенсивности энергетического обмена в клетках мезофилла у разных видов и доступности малата.

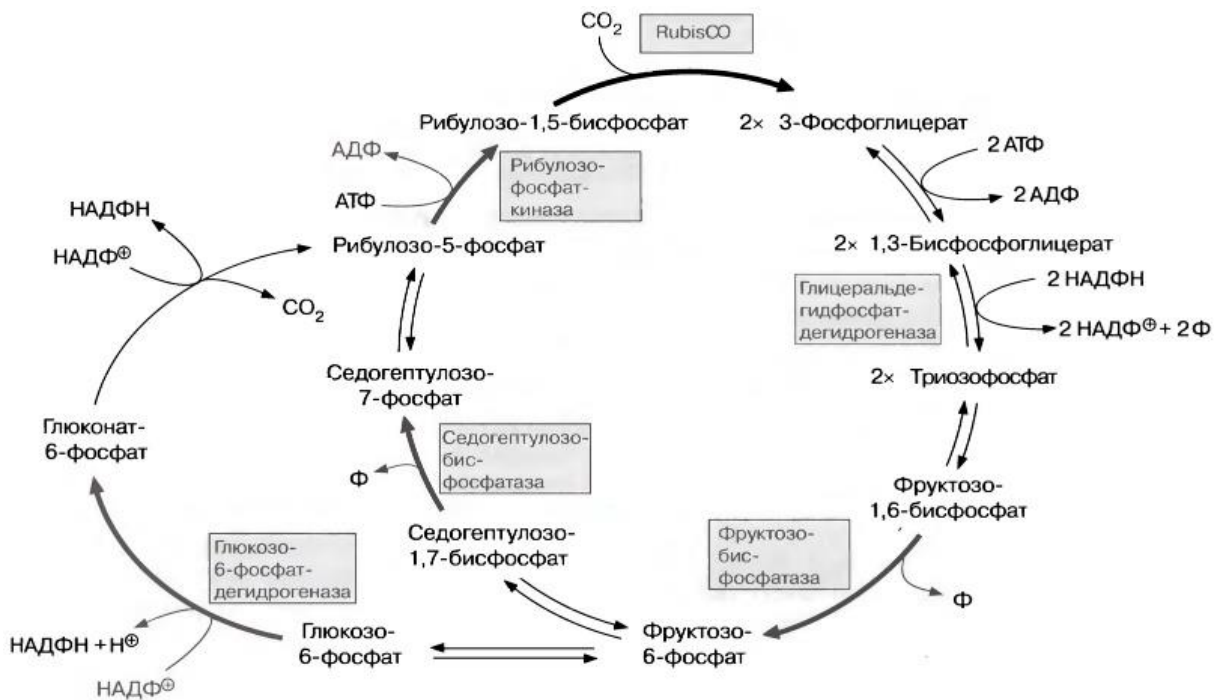
12. Почему на графике из предыдущего задания зеленая кривая по оси ординат берет начало в области отрицательных значений?

- а) при низких концентрациях CO_2 его выделение при дыхании превышает фотосинтетическую фиксацию, в связи с чем возникают отрицательные величины фиксации;
- б) конкурирующий процесс фотодыхания подавляет процесс дыхания, в связи с чем возникают отрицательные величины;
- в) поскольку зеленая кривая демонстрирует ход фотосинтеза у С4-растений, выделение CO_2 у них минимально, поэтому и возникают отрицательные величины;
- г) у САМ-растений устьица днем полностью закрыты, в связи с этим мы можем видеть выделение углекислого газа только при больших его концентрациях, достаточных для диффузии через клеточные стенки.

13. Тракторист Василий перепутал мешки с удобрениями и вместо калийной селитры удобрил поля аммонийной селитрой в большей концентрации, чем это нужно. Что растения будут делать с избытком азотистых соединений:

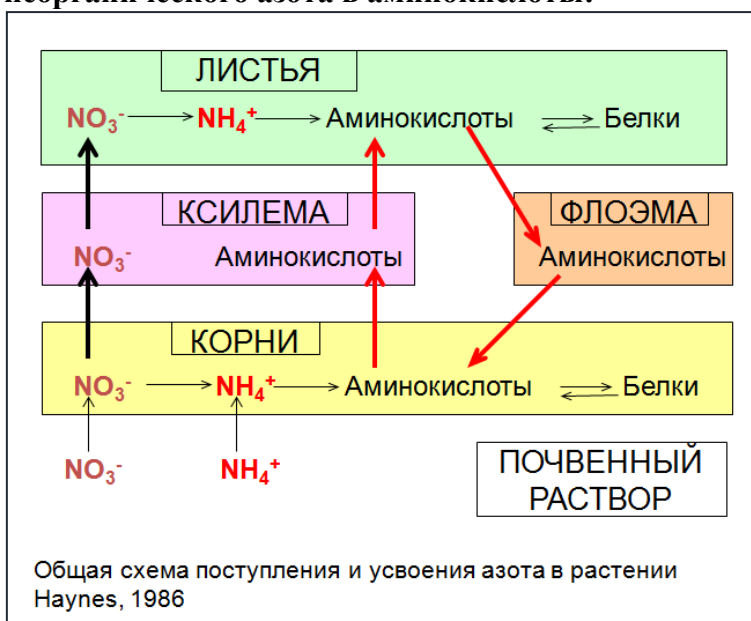
- а) часть нитратов транспортируется из корня в лист, другая часть нитратов и аммоний депонируется в вакуоли;
- б) часть нитратов транспортируется из корня в лист, другая часть нитратов метаболизируется в аминокислоты, аммоний депонируется в вакуоли;
- в) часть нитратов метаболизируется в аминокислоты, другая часть нитратов депонируется в вакуоли, аммоний транспортируется из корня в лист;
- г) часть нитратов транспортируется из корня в лист, другая часть нитратов депонируется в вакуоли, аммоний метаболизируется в аминокислоты.

14. На рисунке ниже представлен цикл Кальвина, в котором происходит включение углерода в состав органических веществ. Регуляторный белок тиоредоксин чувствителен к редокс-статусу фотосинтеза – его восстановление происходит при помощи ферредоксина, компонента электро-транспортной цепи. Какие ферменты цикла Кальвина регулируются тиоредоксином?



- а) RuBisCO, глицеральдегидфосфатдегидрогеназа, фруктозо-1,6-бисфосфатаза, седогептулозо-1,7-бисфосфатаза, рибулозофосфаткиназа;
 б) RuBisCO, рибулозофосфатэпимераза, рибулозофосфатизомераза, трансальдолаза, транскетолаза;
 в) рибулозофосфаткиназа, RuBisCO, трансальдолаза, глицеральдегидфосфатдегидрогеназа, транскетолаза;
 г) RuBisCO, трансальдолаза, транскетолаза, рибулозофосфатэпимераза, рибулозофосфатизомераза.

15. Перед Вами схема метаболизма азота в растении. Выберите из предложенных вариантов правильную последовательность работы ферментов включения неорганического азота в аминокислоты:



- а) нитритредуктаза → нитратредуктаза → глутаматсинтаза → глутаминсинтаза;
 б) нитрогеназа → нитритредуктаза → глутаминсинтаза → глутаматсинтаза;

- в) нитратредуктаза → нитритредуктаза → глутаминсинтаза → глутаматсинтаза;
г) нитратредуктаза → нитритредуктаза → глутаматсинтаза → глутаматдегидрогеназа.

16. Рецепторы ЛПС (липополисахарида) многоклеточных животных позволяют иммунной системе распознать присутствие в организме:

- а) грамположительных бактерий;
б) **грамотрицательных бактерий;**
в) инкапсулированных микобактерий;
г) патогенных дрожжей;

17. К группе (надотряду) Афротериев НЕ относятся следующие животные:

- а) слоны;
б) **носороги;**
в) трубкозубы;
г) златокроты.

18. Сайт связывания рибосомы (RBS) мРНК, кодирующей белок X, имеет более сильное сродство к участку 16S-рРНК малой субъединицы рибосомы, по сравнению с RBS мРНК белка Y. Выберите верное утверждение:

- а) **белок X накапливается в клетке быстрее, чем белок Y;**
б) белок X накапливается в клетке медленнее, чем белок Y
в) элонгация трансляции белка X идет быстрее, чем белка Y;
г) на конце мРНК белка Y, скорее всего, есть поли-А хвост.

19. При попадании в тело человека малярийный плазмодий размножается в гепатоцитах, а затем в эритроцитах. Размножение в эритроцитах:

- а) **бесполое, шизогония;**
б) половое, шизогония;
в) бесполое, гаметогония;
г) половое, оогония.

20. Личинка медицинской пиявки - это:

- а) планула;
б) трохофора;
в) редия;
г) **у пиявок прямое развитие, личиночная стадия отсутствует.**

21. Пациенту, у которого выявлено заражение клещевым боррелиозом, может помочь:

- а) акарицид, так как возбудитель - членистоногое;
б) рекомбинантный интерферон гамма, так как возбудитель болезни - вирус;
в) **антибиотик, так как возбудитель болезни - бактерия;**
г) вакцина от клещевого энцефалита, так как возбудители родственны друг другу.

22. Для супергруппы Амебозои характерно наличие:

- а) пластинчатых крист в митохондриях;
б) **трубчатых крист в митохондриях;**
в) наличие задних жгутиков;
г) наличие первичных пластид;

23. Пластинчатые кристы в митохондриях НЕ характерны для представителей таксона:

- а) Streptophyta;
- б) Chlorophyta;
- в) **Ciliophora**;
- г) Opisthokonta;

24. Гибридная технология позволяет получать моноклональные антитела к желаемым антигенам. Гибридомы – клеточная линия, полученная в результате слияния В-лимфоцита и миеломной клетки. Для гибридом верно, что:

- а) **последовательность генов антитела закодирована в геноме В-лимфоцита;**
- б) к слиянию способны только В-лимфоциты, прошедшие созревание в тимусе;
- в) в ходе слияния миеломы с В-лимфоцитом происходит презентация антигена;
- г) миелома обеспечивает гибридоме возможность биосинтеза разных типов антител.

25. Моноклональные антитела могут использоваться в терапии как в виде конъюгатов с лекарствами, так и сами по себе. Моноклональные антитела без дополнительных модификаций не могут работать за счет следующего механизма:

- а) Привлечение и активация иммунных клеток и молекул за счет константной части;
- б) Блокировка клеточных рецепторов, вовлеченных в сигнальные пути, не связанные с иммунитетом;
- в) Блокировка патогенов или выделяемых ими молекул;
- г) **Блокировка передачи нервного импульса за счет связывания нейромедиатора.**

26. Из перечисленных белков, используемых в обратной генетике, рекомбиназами (то есть, ферментами, осуществляющими не только разрыв ДНК, но и воссоединение нитей) являются:

- а) Cas 9;
- б) Cas 12 (Csf 1);
- в) **Cre**;
- г) TALEN.

27. В соответствии с современной систематикой цветковых APG IV к ветви Fabids (эурозиды 1) НЕ относится порядок:

- а) Fabales (Бобовоцветные);
- б) Cucurbitales (Тыквоцветные);
- в) Rosales (Розоцветные);
- г) **Apiales (Зонтикоцветные).**

28. Чтобы рекомбинантный белок непрерывно нарабатывался в клетке *E. coli*, в наименьшей степени требуется наличие у гена этого белка:

- а) эффективного промотора, например, промотора T7;
- б) стоп-кодона;
- в) последовательности Шайна-Дальгарно (rbs);
- г) **последовательности полилинкера (сайта множественного клонирования).**

29. Необходимо, чтобы в эукариотической клетке синхронно синтезировались отдельный репортерный белок в том же количестве, что и целевой белок. Для этого в генетической конструкции, кодирующей оба белка, между кодирующими участками должен быть:

- а) гибкий иммуноглобулиновый линкер;
- б) **IRES**;
- в) поли-А хвост;
- г) последовательность Шайна-Дальгарно (rbs).

30. Интроны в гене 26S рРНК тетрахимены относятся к самосплайсирующимся интронам I типа: для атаки 5'-сайта интрона используется свободный GMP. Среди продуктов сплайсинга этих интронов будет всегда обнаруживаться:

- а) сплайсированная мРНК с G на месте стыка экзонов;
- б) интрон с G на 5'-конце;**
- в) интрон с G на 3'-конце;
- г) структура типа лассо.

31. SRP-частица узнает сигнальную последовательность пептида, которые должен синтезироваться в просвет ЭПР, и останавливает трансляцию до тех пор, пока рибосома не свяжется со специальным каналом на мембране ЭПР. Эта сигнальная последовательность должна находиться на:

- а) С-конце пептида;
- б) N-конце пептида;**
- в) непосредственно перед стоп-кодоном;
- г) у разных белков по-разному.

32. Переход от прошедшей термоэры (эпохи теплого климата) Земли к текущей криоэре (эпохе холодного климата) геологически приурочен к временному интервалу, названному «Azolla event». Для него характерно:

- а) исчезновение из палеонтологической летописи специфического отряда кораллов;
- б) появление в палеонтологической летописи специфического семейства мшанок;
- в) накопление останков специфического рода папоротников;**
- г) резкое падение биоразнообразия в морских экосистемах.

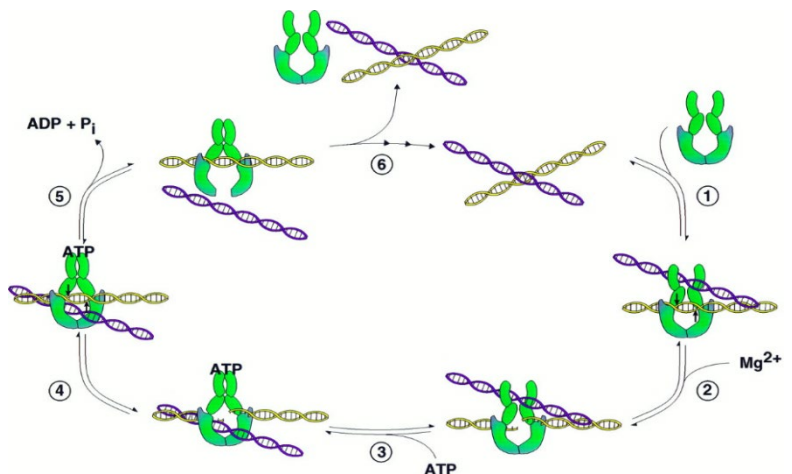
33. Растение *Lacandonia schismatica* (Лакандония еретическая) получила такое видовое название из-за того, что:

- а) в средние века еретики-альбигойцы использовали вместо ладана в своих религиозных обрядах высушенный сок лакандонии;
- б) цветок лакандонии по внешнему виду напоминает перечеркнутый католический крест;
- в) листовые пластинки у лакандонии развиваются на корне, а не на стебле;
- г) гинецей и андроцей в цветках лакандонии поменялись кругами.**

34. Из перечисленных вирусов в качестве вектора в генной инженерии используется:

- а) цитомегаловирус;
- б) мимивирус;
- в) полиовирус;
- г) аденовирус.**

35. На рисунке слева показана схема работы топоизомеразы II типа. Этот фермент играет важную роль при репликации, и ингибиторы топоизомераз используются в химиотерапии опухолей. К сожалению, терапия с использованием некоторых таких ингибиторов приводит к образованию хромосомных перестроек в здоровых клетках организма, что приводит к развитию вторичных онкозаболеваний. Ингибиторы



какой стадии работы топоизомеразы II (см.рис) наиболее вероятно приводят к развитию вторичных опухолей?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 4;
- г) 6.

36. Для затупления липких концов ДНК, полученных при обработке ДНК эндонуклеазами рестрикции, наиболее предпочтителен фермент:

- а) ДНК-лигаза;
- б) фрагмент Кленова;
- в) терминальная дезоксирибонуклеотидилтрансфераза (ТdT);
- г) РНК-полимераза.

37. Из перечисленных животных в течение год наибольшее расстояние в ходе миграции преодолевает:

- а) коростель;
- б) снегирь;
- в) личинка европейского угря;
- г) полярная крачка.

38. Иммуносупрессор циклоспорин был в общем-то случайно открыт при изучении веществ, выделяемых:

- а) цветковым растением рода *Artemisia*;
- б) патогенным актиномицетом рода *Mycobacterium*;
- в) энтомопатогенным аскомицетом рода *Tolyposcladium*;
- г) энтомопатогенным аскомицетом рода *Cordyceps*.

39. При изучении истории человеческих популяций используют гаплотипы митохондриальной ДНК и Y-хромосомы, поскольку:

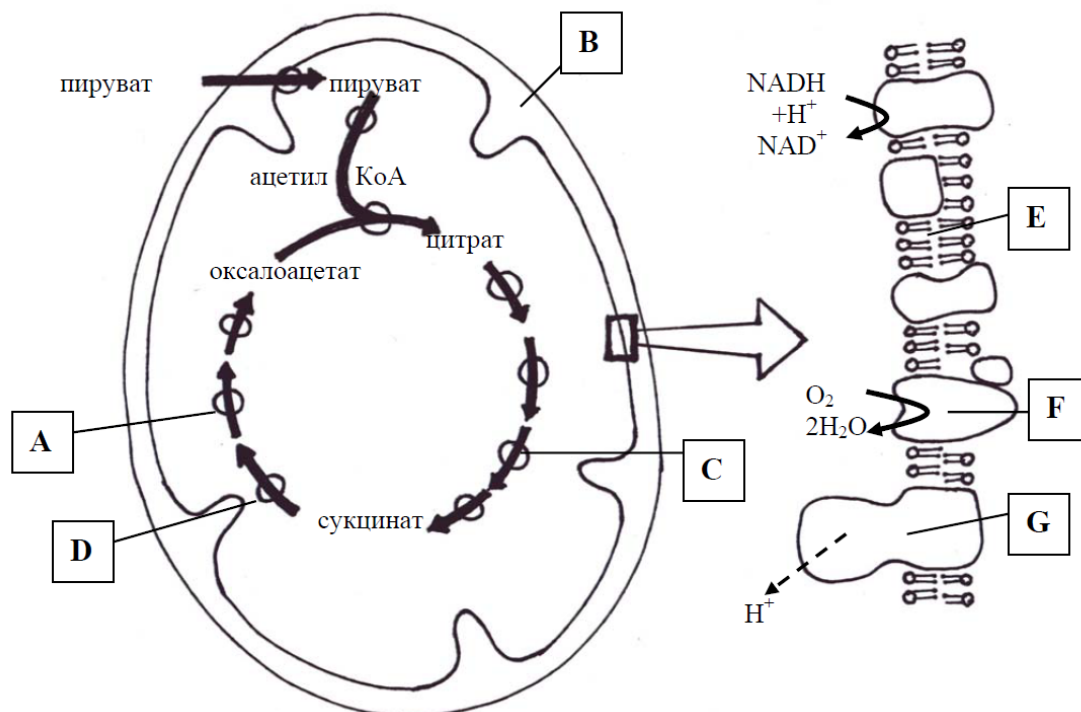
- а) это наиболее медленно мутирующие части генома человека;
- б) эти участки генома подвержены половому отбору;
- в) для этих участков характерен высокий уровень конверсии генов;
- г) мутации в этих участках наследуются по отдельным родительским линиям.

40. Голоцентрические хромосомы с диффузным кинетохором характерны для:

- а) кукурузы;
- б) дрожофилы;
- в) мыши;
- г) нематоды *C. elegans*.

ЧАСТЬ 2. 20 вопросов, в которых может быть от 1 до 5 правильных ответов. По 2 балла за каждый правильно отвеченный вопрос, итого 40 баллов.

1. На схеме изображены определённые этапы клеточного дыхания. Внимательно рассмотрите схему и выберите верные утверждения:



- а) рН в пространстве В увеличивается если к изолированным митохондриям в буфере, содержание низкомолекулярных веществ в котором идентично цитоплазме, добавить кислород;
- б) белок А является дегидрогеназой;
- в) белок F отсутствует у организмов, осуществляющих анаэробное дыхание;
- г) белок D содержит простетическую группу;
- д) белок G осуществляет субстратное фосфорилирование.

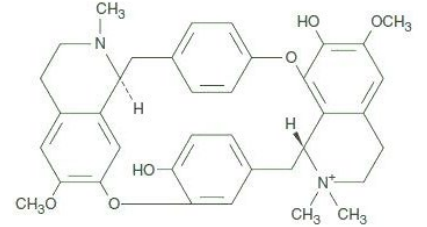
2. Тиазолидиндионы – класс лекарств, применяемый при лечении диабета 2 типа. Их действие связано с активацией в жировых клетках ядерных рецепторов PPAR γ , что в итоге приводит к изменению активности ФЕП-карбоксикиназы. Выберите верные утверждения о биохимических процессах, происходящих в организме человека, и о действии тиазолидиндионов на организм:

- а) одна из причин возникновения инсулин-резистентности и диабета 2 типа – высокое содержание свободных жирных кислот в крови;
- б) нормальная активность ФЕП-карбоксикиназы в различных клетках организма человека необходима не только для нормального прохождения глюконеогенеза, но и для нормального прохождения глицеронеогенеза, что, в свою очередь, необходимо для синтеза жиров;
- в) тиазолидиндионы приводят к повышению активности ФЕП-карбосиназы в жировых клетках, что приводит к увеличению скорости глицеронеогенеза и синтеза жиров;

г) тиазолидиндионы приводят к уменьшению активности ФЭП-карбоксиаза в жировых клетках, что приводит к уменьшению скорости глицеронеогенеза, синтеза жиров и повышению концентрации свободных жирных кислот в крови;

д) действие тиазолидиндионов на жировую ткань аналогично действию глюкокортикоидов.

3. На рисунке представлена формула молекулы тубокурарина. Исходя из знаний биохимии и физиологии, выберите верные утверждения:



а) тубокурарин является ингибитором обратного захвата холина;

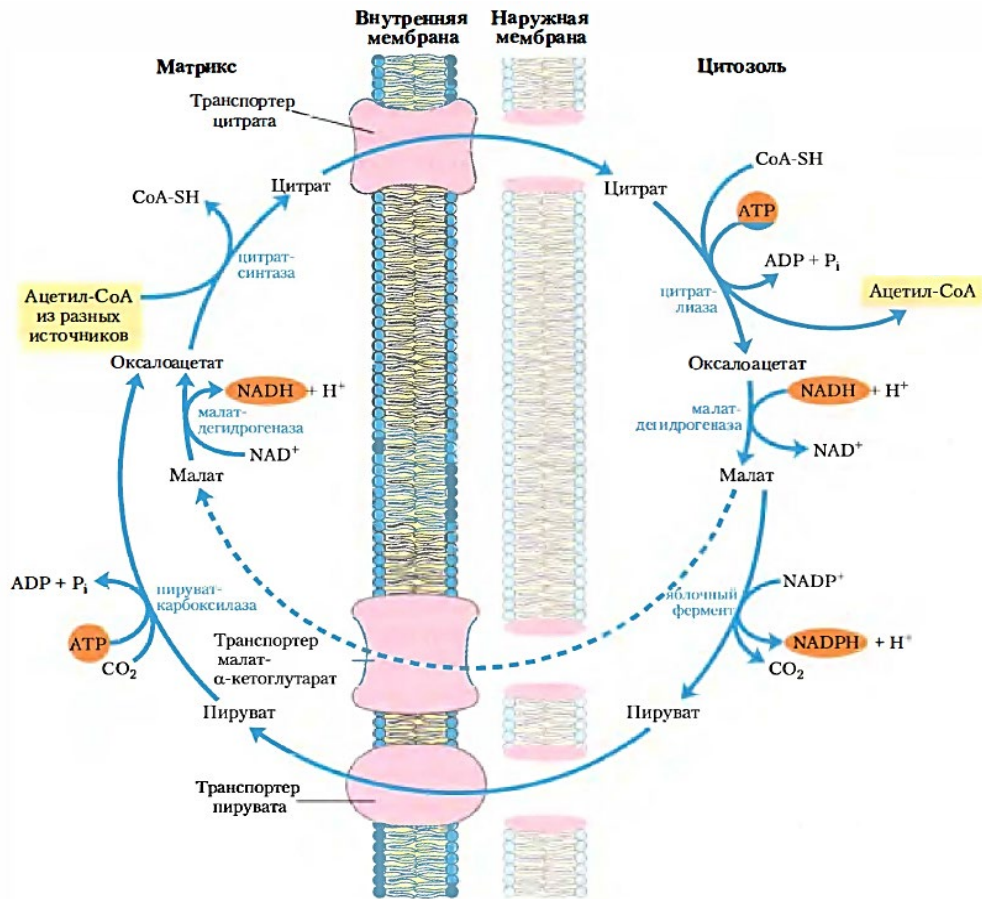
б) тубокурарин является антагонистом мускариновых холинорецепторов;

в) представленный алкалоид в прошлом веке использовался во многих медицинских учреждениях как анестетик;

г) в биосинтезе этого соединения используется та же аминокислота, что и при синтезе нейромедиатора дофамина;

д) в биосинтезе этого соединения используется S-аденозилметионин.

4. На рисунке представлена схема некоторых транспортных процессов, осуществляемых во внутренней мембране митохондрии, а также некоторых реакций, зависящих от изображённых транспортных процессов. Внимательно рассмотрите схему и выберите верные утверждения:



- а) весь пируват, находящийся в митохондриях, – это пируват, транспортированный из цитозоля;
- б) при мутации в транспортёре цитрата, приводящей к его нефункциональности, в клетке будет нарушен синтез липидов;
- в) дефект пируватного транспортёра приводит к нарушению процесса глюконеогенеза в эукариотической клетке;
- г) работа малат- α -кетоглутаратного и цитратного транспортёров обеспечивает поставку восстановленных форм переносчиков восстановительных эквивалентов в митохондрию;
- д) при недостаточном поступлении биотина с пищей активность одного из изображённых на схеме растворимых ферментов снизится.

5. Геном эукариот упакован в нуклеосомы, при этом ДНК обматывает белки гистонового кодра нуклеосомы 1,65 раза. Удаление нуклеосом с промоторной области облегчает инициацию транскрипции. Выберите верные суждения:

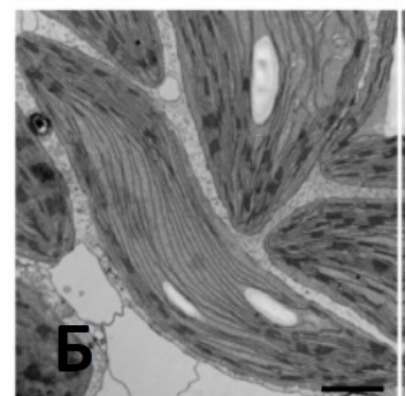
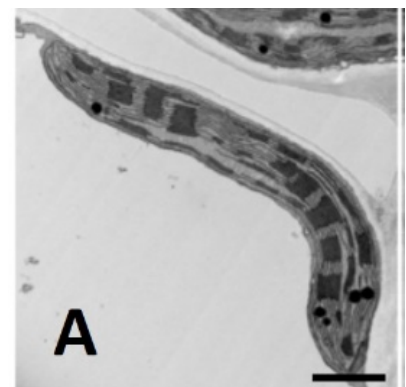
- а) вследствие того, что хромосомы эукариот линейны, удаление нуклеосом не влияет на топологические характеристики ДНК;
- б) спираль ДНК образует вокруг гистонового кодра отрицательный супервиток;
- в) для облегчения плавления ДНК при транскрипции в клетках эукариот работают топоизомеразы;
- г) удаление нуклеосом приводит к возникновению положительных супервитков;
- д) в активном хроматине стандартные гистоны часто заменяются на другие формы гистонов, повышающие стабильность нуклеосомы.

6. Wobble-гипотеза постулирует, что во время трансляции последний нуклеотид кодона мРНК может узнаваться несколькими вариантами нуклеотидов антикодона тРНК. Из этого предположения следует:

- а) один и тот же кодон может узнаваться двумя тРНК, не являющихся изоакцепторными;
- б) если рамка считывания белка завершается стоп-кодоном UGA, то на конце полипептида будет часто оказываться триптофан (его кодон — UGG);
- в) для узнавания всех шести триплетов, кодирующих серин, достаточно одной тРНК;
- г) гипотеза объясняет, почему аминоксил-тРНК синтетаз в клетке меньше, чем смысловых кодонов;
- д) несколько разных кодонов могут узнаваться одной и той же тРНК.

7. На фотографиях ниже представлены фотографии хлоропластов *Flaveria trinervia*, сделанные при помощи трансмиссионного электронного микроскопа (мерный отрезок на фотографиях равен 1 мкм). Данное растение фотосинтезирует по C₄-пути и в качестве декарбоксилирующего фермента в клетках обкладки содержит НАДФ-зависимую малатдегидрогеназу. На одной из фотографий представлена клетка обкладки, на другой – клетка мезофилла. Выберите верные утверждения, относящиеся к этому растению:

- а) присутствие фотосистемы II придает пластидам гранальную структуру, поскольку белки этой фотосистемы ответственны за соединение тилакоидов в гране;
- б) хлоропласты с агранальной структурой из всех типов фотосинтетического электронного транспорта имеют только циклический транспорт вокруг фотосистемы II;

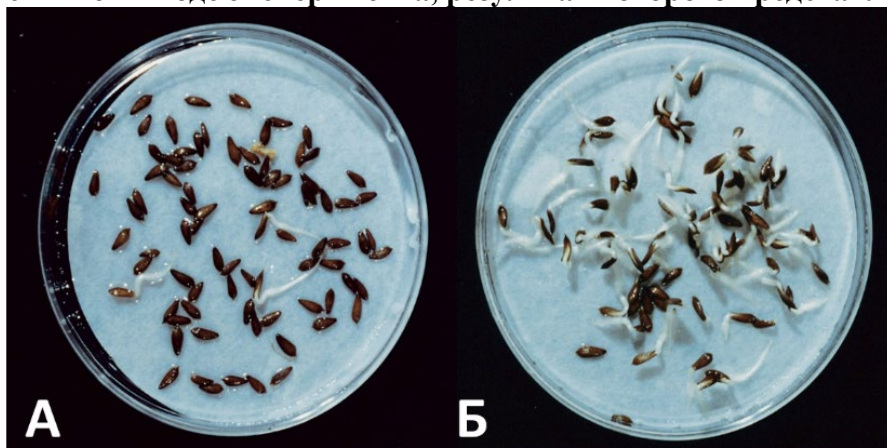


- в) **гранальные хлоропласты имеют все типы фотосинтетического электронного транспорта;**
- г) в клетках обкладки происходит фотодыхание, в связи с наличием в них фотосистемы II, что снижает эффективность данного типа С4-фотосинтеза;
- д) **агранальные хлоропласты не способны к синтезу АТФ.**

8. Определите, какая фотография *Flaveria trinervia* относится к клетке обкладки, а какая – к мезофиллу. Выберите верные утверждения:

- а) фотография А относится к клетке обкладки, поскольку только в клетке обкладки идет цикл Кальвина, требующий не только АТФ, но и НАДФН, поэтому в ней должен протекать нециклический транспорт электронов;
- б) **фотография Б относится к клетке обкладки, поскольку при НАДФ-МДГ пути восстановительные эквиваленты образуются в клетке обкладки за счет деятельности декарбокксилирующей НАДФ-малатдегидрогеназы (малик-энзима), а также за счет переноса триозофосфатов из мезофилла;**
- в) фотография А относится к клетке мезофилла, поскольку именно там, в гранальных хлоропластах протекает цикл Кальвина, что обеспечивает цикл энергией и восстановительными эквивалентами;
- г) клетка обкладки изображена на фотографии Б, и она в данном типе С4-фотосинтеза играет вспомогательную роль – снабжает энергией АТФ клетки мезофилла, в которых протекает цикл Кальвина. При этом в обкладке восстановительные эквиваленты не образуются;
- д) **фермент НАДФ-МДГ декарбокксилирующая (он же НАДФ-зависимый малик-энзим) находится в клетке обкладки (фотография Б), что необходимо для выделения углекислого газа там, где происходит его включение в цикл Кальвина.**

9. Перед Вами фотографии чашек Петри с прорастающими семенами *Lactuca sativa*. В ходе эксперимента семена освещали кратковременными интенсивными вспышками красного (К) и дальнего красного света (ДК). Определите последовательность вспышек в ходе эксперимента, результат которого представлен на фотографии Б.

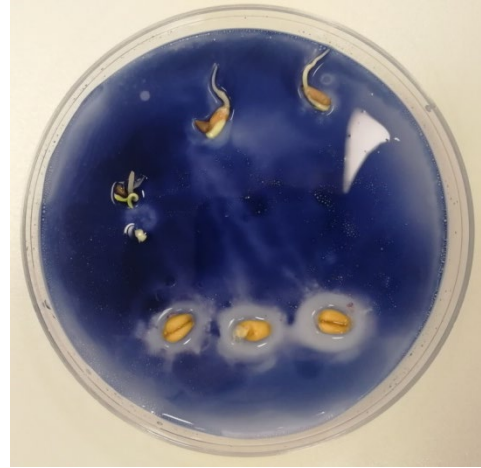


- а) К-ДК;
- б) **К-ДК-К;**
- в) К-ДК-ДК-К-К-ДК;
- г) **К-ДК-К-ДК-К-ДК-К-К;**
- д) К-ДК-К-ДК.

10. В отличие от грибов, у оомицетов:

- а) запасной продукт - миколаминарин;
- б) гапобионтный жизненный цикл;
- в) мицелий не поделен перегородками;
- г) митохондрии с пластинчатыми кристами;
- д) жгутиковые стадии с передними жгутиками.

11. В чашку Петри с водным раствором крахмала, окрашенного иодом, одновременно поместили семена пшеницы и льна, после чего поставили в термостат на 1 час. Результат этого эксперимента — на фотографии ниже. Какой(ие) фермент(ы) участвуют в расщеплении крахмала в прорастающих семенах:



27°C

- а) α -амилаза;
- б) сахараза;
- в) δ -амилаза;
- г) амилоза;
- д) β -амилаза.

12. Продолжение вопроса 11. У каких семян активность амилаз выше и почему?

- а) у льна, потому что основным запасяющим веществом является крахмал;
- б) у пшеницы, потому что основным запасяющим веществом является крахмал;
- в) у пшеницы, потому что набухший щиток зародыша выделяет гиббереллин, который сразу вызывает синтез амилаз в алейроновом слое;
- г) у льна, потому что набухший щиток зародыша выделяет гиббереллин, который сразу вызывает синтез амилаз в алейроновом слое;
- д) у льна, потому что главным результатом работы глиоксилатного цикла является синтез амилаз.

13. Продолжение вопроса 11. Выберите из предложенных вариантов последовательность мобилизации запасных веществ семени:

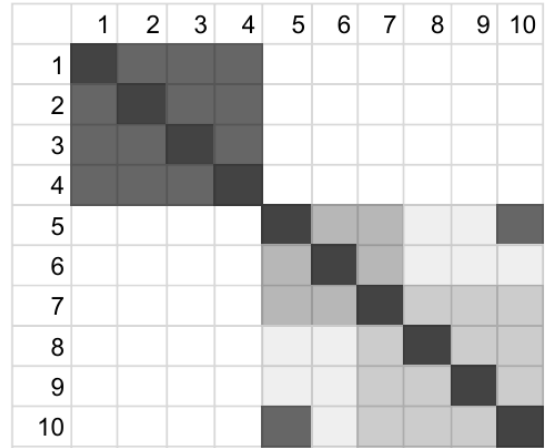
- а) у льна: расщепление жиров на глицерин и жирные кислоты \rightarrow β -окисление жирных кислот \rightarrow глиоксилатный цикл \rightarrow цикл Кребса \rightarrow глюконеогенез;
- б) у пшеницы: расщепление жиров на глицерин и жирные кислоты \rightarrow β -окисление жирных кислот \rightarrow глиоксилатный цикл \rightarrow цикл Кребса \rightarrow глюконеогенез;
- в) у льна: набухание зародыша \rightarrow синтез гиббереллина \rightarrow транспорт гиббереллина в алейроновый слой \rightarrow синтез амилаз в алейроновом слое \rightarrow расщепление крахмала амилазами;
- г) у пшеницы: набухание зародыша \rightarrow синтез гиббереллина \rightarrow транспорт гиббереллина в алейроновый слой \rightarrow синтез амилаз в алейроновом слое \rightarrow расщепление крахмала амилазами;
- д) и у пшеницы, и у льна: набухание зародыша \rightarrow синтез гиббереллина \rightarrow транспорт гиббереллина в алейроновый слой \rightarrow синтез амилаз в алейроновом слое \rightarrow расщепление крахмала амилазами.

14. К царству Alveolata относятся следующие одноклеточные эукариоты:

- а) инфузории;
- б) опалины;
- в) грегарины;
- г) динофиты;

д) хромериды.

15. В целях изучения трехмерной организации генома провели эксперимент: клетки одного типа обработали формальдегидом, в результате все межмолекулярные контакты внутри клеток оказались зафиксированы. С помощью специальных методов посчитали число контактов между разными участками ДНК и построили схему, отражающую частоту этих контактов в изучаемой популяции клеток. По осям отмечены координаты участка на хромосоме. Более темная ячейка отражает большее число контактов.



а) участок 5 чаще взаимодействует с 4, чем с 6;

б) участки 5 и 10 образуют более стабильные петли между собой, чем участки 7 и 8;

в) участок 1-4 менее плотно упакован, чем участок 5-10;

г) участок 7-10 имеет повышенный уровень ацетилирования гистонов;

д) участок 8 обогащен белком CTCF в большей степени, чем участок 5.

16. Ген *LysC* (схема на рис.А) вовлечен в биосинтез лизина у *E.coli*. На рисунке Б — схема регуляции экспрессии *LysC*, осуществляемая благодаря способности мРНК принимать различные вторичные структуры при наличии или в отсутствие лизина. Выберите верные суждения:

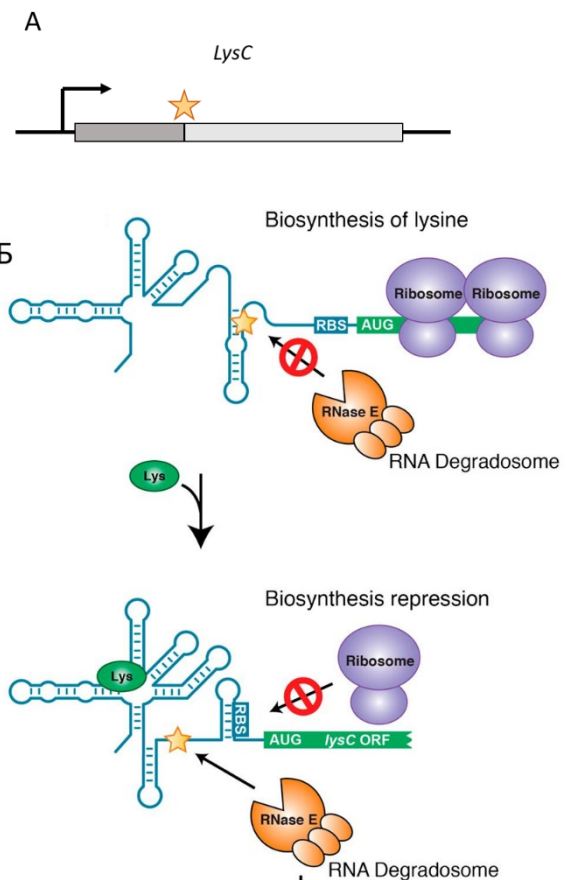
а) мутанты по гену РНКазы Е будут транслировать данную мРНК в присутствии лизина;

б) в случае делеции участка гена *LysC* от точки начала транскрипции до звездочки (сайт расщепления РНКазой Е), бактерия не сможет расти на среде без лизина;

в) в случае мутации в гене *LysC* в области, отмеченной звездочкой — нарушении сайта расщепления РНКазой Е, бактерия не сможет расти на среде без лизина;

г) лизин является незаменимой аминокислотой для *E.coli*;

д) инверсия участка гена *LysC* от точки начала транскрипции до звездочки (сайт расщепления РНКазой Е) приведет к тому, что лизин не сможет связываться вторичными структурами мРНК.



17. АТФазной активностью обладают следующие белки цитоскелета:

а) актин;

б) миозин;

в) динеин;

г) кинезин;

д) тубулин.

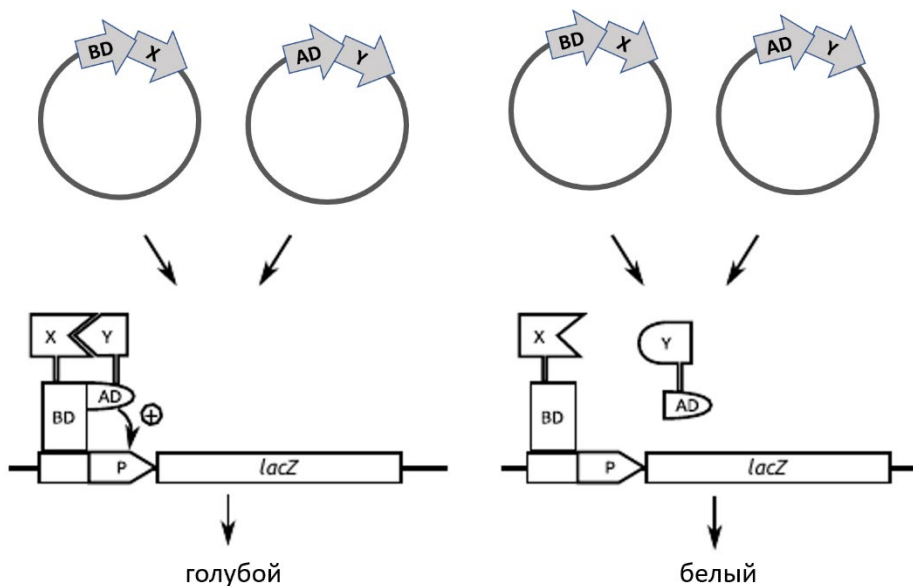
18. Гликозилированию в составе белков могут подвергаться следующие аминокислоты:

- а) аргинин;
- б) лизин;
- в) тирозин;
- г) серин;
- д) аспрагин.

19. Для успешной постоянной наработки рекомбинантного белка в клетке *E. coli* ген этого белка должен иметь:

- а) эффективный промотор, например, промотор T7;
- б) индуцибельный оператор, например, *lac*-оператор;
- в) последовательность Шайна-Дальгарно;
- г) последовательность полилинкера (сайт множественного клонирования);
- д) оптимизированный состав кодонов.

20. Дрожжевая дигибридная система (Y2H) — метод, позволяющий проверить, взаимодействует ли белок X с белком Y. Ген, кодирующий X, связывается с геном, кодирующим ДНК-связывающий домен (BD) транскрипционного фактора T. Ген, кодирующий Y, связывается с геном активационного домена (AD) транскрипционного фактора T. Получившиеся плазмиды трансфицируются в клетки дрожжей штамма, в котором ген *lacZ* находится под контролем промотора P, который узнается BD. Если выращивать дрожжи на агаре, содержащем вещество X-gal, то колонии становятся голубыми при экспрессии гена *lacZ*, что, в свою очередь, зависит от того, находятся ли BD и AD в непосредственной близости друг от друга, что случается, когда X и Y взаимодействуют в условиях клетки друг с другом.



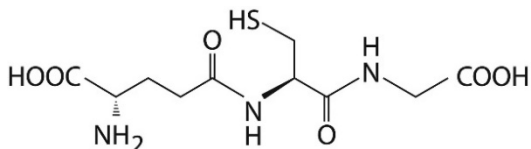
Выберите верные суждения:

- а) Колонии будут голубыми, если BD самого по себе достаточно для активации транскрипции;
- б) Y2H позволяет изучать взаимодействия между мембранными белками;
- в) Y2H может давать ложноположительный результат, если X и Y взаимодействуют через третий белок;
- г) Y2H может давать ложноотрицательный результат, если в конструктах поменять местами последовательности X и BD;
- д) мутация, приводящая к нарушению связывания BD с промотором, будет давать ложноотрицательный результат.

ЧАСТЬ 3. 10 расчетных вопросов, по 2 балла за каждый правильно отвеченный вопрос, итого 20 баллов.

1. Молекула гликогена состоит из 7000 глюкозных остатков, на каждый восьмой глюкозный остаток приходится разветвление. Считайте, что ветвиться может только основная цепочка гликогена и ответвления первого порядка, а каждое ответвление состоит из 10 глюкозных остатков, не считая остаток основной цепочки, от которого пошло ответвление. Вы проводите пробу Троммера на восстанавливающие сахара с исходной молекулой гликогена, а также с полностью гидролизованной молекулой гликогена. Посчитайте отношение количества образованного в ходе пробы Троммера оксида меди после проведения реакции с гидролизованной молекулой гликогена к количеству оксида меди после реакции с негидролизованной молекулой гликогена. Ответ округлите до целого

2. На рисунке изображена формула глутатиона – пептида, играющего жизненно важную роль в клетке. Рассчитайте изоэлектрическую точку этого пептида, используя приведённую ниже таблицу. Ответ укажите с точностью до сотых.



Кислота	pK_a		
	-COOH	-NH ₃ ⁺	ионизированных групп в радикале
Аланин	2,3	9,7	
Аргинин	2,2	9,0	12,5
Аспарагин	2,0	8,8	
Аспарагиновая	2,1	9,8	3,9
Валин	2,3	9,6	
Глицин	2,3	9,6	
Глутамин	2,2	9,1	
Глутаминовая	2,2	9,7	4,3
Гистидин	1,8	9,2	6,0
Изолейцин	2,4	9,7	
Лейцин	2,4	9,6	
Лизин	2,2	9,0	10,5
Метионин	2,3	9,2	
Пролин	2,0	10,6	
Серин	2,2	9,2	
Тирозин	2,2	9,1	10,1
Треонин	2,6	10,4	
Триптофан	2,4	9,4	
Фенилаланин	1,8	9,1	
Цистеин	1,7	10,8	8,3

3. Рассчитайте молекулярную массу окисленной формы глутатиона, используя молекулярные массы глутаминовой кислоты (147 г/моль), глицина (75 г/моль) и цистеина (121 г/моль).

4. Длина кодирующей последовательности одной из изоформ белка mTOR человека составляет 7650 пар оснований (включая стоп-кодон). В результате мутации произошла делеция 7462-ого нуклеотида в последовательности (на рисунке делеция обозначена красной рамкой).

7451		7471		7451							
G	L	V	K	P	E	A	L	N	K		
GGT	TTT	GGT	GAA	ACC	CA	GAG	GC	CCT	AAT	ATA	AAG
CC	AAA	CC	ACT	TTT	GGT	CT	CCG	GG	AAT	TAT	TTC

На сколько аминокислотных остатков уменьшился размер синтезируемого клеткой белка mTOR?

5. Средний диаметр клеток CHO составляет 15 микрометров. В процессе культивирования суспензии клеток в биореакторе диаметр клеток увеличился до 17 микрометров.

На сколько процентов (округлить до десятых) увеличилась объемная доля клеток, если концентрация клеток составила 20 миллионов в миллилитре (клетки не делились)?

6. Рассчитайте равновесные частоты аллелей при балансирующем отборе, если гомозиготы AA летальны, а гетерозиготы Aa имеют в 1,5 раза больше доживающих до репродуктивного возраста потомков, чем aa.

7. Рассчитайте, на каком цикле ПЦР в реальном времени количество ПЦР-продукта размером 200 п.н., полученного для уникального однокопийного гена человека, превысит суммарное количество геномной ДНК в реакционной смеси.

8. Мутации *ebony* и *black* – рецессивные мутации в двух разных не сцепленных друг с другом аутосомных генах, приводящие к темной окраске всего тела плодовых мушек. Рассчитайте, сколько мушек окажется с темной окраской тела в популяции потомков от скрещивания гомозиготной самки *ebony* и гомозиготного самца *black*.

9. Рассчитайте энергетический выход (в молекулах АТФ) от полного окисления 1-пальмитоил-2-стеарил-3-линолеилглицерола, используя коэффициенты 2,5 АТФ на 1 NADH и 1,5 АТФ на 1 FADH₂.

10. Баба Нюра осваивает новый рецепт засолки огурцов. На каждый литр маринада ей нужно добавить поваренную соль (29,25 г), сахар (34,2 г) и уксус (6 г 100% уксусной кислоты). Из Интернета баба Нюра выяснила, что свежие огурцы очень полезны для здоровья. В них содержится до 6,84% сахарозы. Кроме того, огурцы – диетический источник калия. Содержание калия в форме соли яблочной кислоты (калий двузамещенный) – 4,2%.

Для справки:

Атомарная масса Na – 23; K – 39; Cl – 35,5; C – 12; O – 16; H – 1.

Формула сахарозы: C₁₂H₂₂O₁₁. Формула уксусной кислоты: CH₃COOH, изотонический коэффициент Вант-Гоффа – 1,8. Формула яблочной кислоты: HOOC-CH(OH)-CH₂-COOH. R=8,3 Дж/моль*К. t°=+27°C.

Вычислите следующие величины, ответ дайте в мегапаскалях, округляя значения до второго знака после запятой:

- А. Осмотическое давление, создаваемое поваренной солью
- Б. Осмотическое давление, создаваемое сахаром, содержащимся в маринаде
- В. Осмотическое давление, создаваемое уксусом
- Г. Осмотическое давление, создаваемое малатом калия в огурце
- Д. Осмотическое давление, создаваемое сахарозой, содержащейся в огурце.