

**ОЛИМПИАДА «Я - ПРОФЕССИОНАЛ» 2019-2020 гг**  
**БИОЛОГИЯ**  
**ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА**  
**СПЕЦИАЛИСТЫ/МАГИСТРЫ**

**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. Углеводоорокисляющие бактерии являются:**

- а) хемоорганогетеротрофами, осуществляющими брожение;
- б) хемоорганогетеротрофами, осуществляющими аэробное дыхание;
- в) хемолитогетеротрофами, осуществляющими анаэробное дыхание;
- г) хемоорганогетеротрофами, осуществляющими анаэробное дыхание.

**2. Анаммóкс — один из ключевых микробных процессов в круговороте азота. Бактерии, осуществляющие этот процесс, были открыты в 1999 году, и в своё время описание этого процесса стало большим сюрпризом для научного сообщества. Анаммокс-бактерии осуществляют реакцию:**

- а)  $\text{N}_2 + \text{H}^+ \longrightarrow \text{NH}_4^+$ ;
- б)  $\text{NH}_4^+ + \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_2$ ;
- в)  $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- г)  $\text{NH}_4^+ + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2$ .

**3. Среди перечисленных физиологических групп микроорганизмов анаэробными окислителями не являются:**

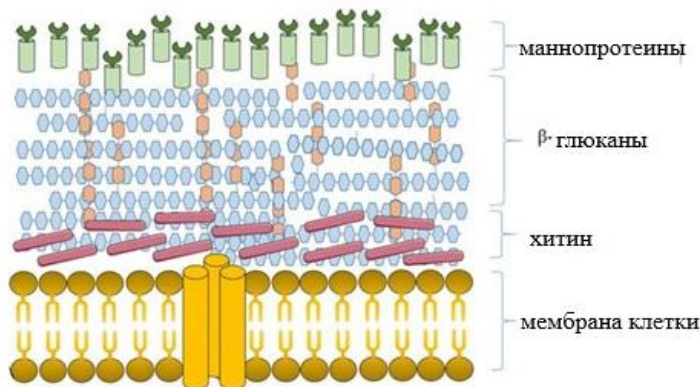
- а) карбоксидобактерии;
- б) метаногены;
- в) гомоацетогены;
- г) сульфатредукторы.

**4. Двухфазность брожения наиболее характерна для:**

- а) пропионовокислого брожения;
- б) ацетоно-бутилового брожения;
- в) сукцинат-этанольного брожения;
- г) бифидобактериального.

**5. Среди перечисленных групп хемолитоавтотрофных бактерий наибольшей скоростью роста обладают:**

- а) нитрификаторы;
- б) тионовые бактерии;
- в) водородные бактерии;
- г) железокисляющие бактерии.



**6. На схеме представлена клеточная стенка эукариотного организма:**

- а) оомицета фитофторы (возбудитель гнили картофеля);
- б) зигомицета мукора (плесневый гриб);
- в) аскомицета сахаромисса (дрожжи);
- г) базидиомицета шампиньона.



7. Перед Вами растение, которое называется *Eryngium* (синеголовник). У синеголовника соцветие корзинка, однако он не относится к семейству Астровые. Внимательно рассмотрите схему ветвления соцветия после чего предположите к какому семейству это растение относится:

- а) семейство Маревые;
- б) семейство Зонтичные;
- в) семейство Паслёновые;
- г) семейство Капустные.

8. Азот – неотъемлемый элемент клеток растений. Для его поглощения растения прибегают к разнообразным ухищрениям. В частности, к симбиозам с азотфиксаторами. Растения каких систематических групп могут фиксировать азот при помощи симбионтов?

- а) Бобовые;
- б) Берёзовые;
- в) Сальвиниевые;
- г) все ответы правильные.

9. Механические ткани необходимы молодым растениям для поддержания прочности их побегов. Какую(-ие) механическую(-ие) ткань(-и) можно встретить в стеблях Однодольных?

- а) только склеренхиму;
- б) только колленхиму;
- в) и колленхиму, и склеренхиму;
- г) механических тканей в стеблях Однодольных нет.

10. Перед Вами список растений, относящихся к разным систематическим группам. Выберите растение, у которого нет «истинных» корней:

- а) *Lédum palústre*;
- б) *Polýtrichum commune*;
- в) *Dryópteris filix-mas*;
- г) *Gnétum gnemon*.

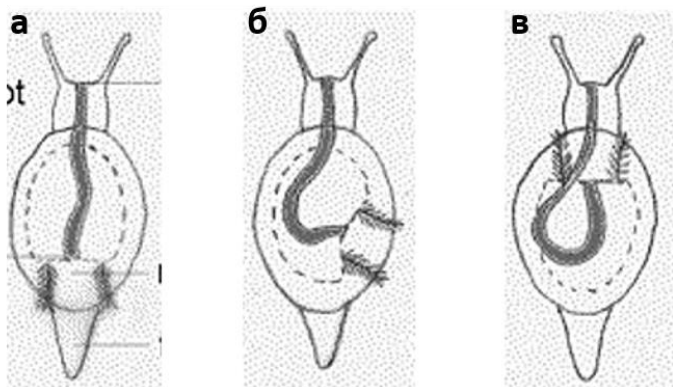
11. У некоторых цианобактерий в клетках образуются газовые вакуоли, которые принимают участие в регулировании плавучести этих водорослей. В этих вакуолях преобладает газ:

- а) кислород;
- б) водород;
- в) азот;
- г) углекислый газ.

12. С обитанием в пресных водах у эвгленовых водорослей связано наличие:

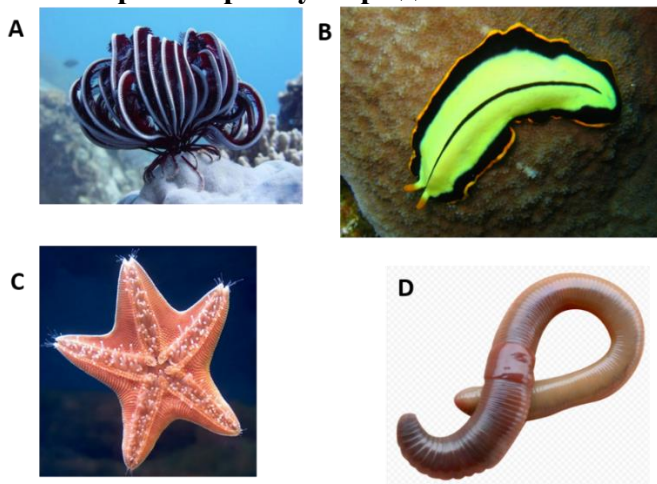
- а) равных или неравных жгутиков;
- б) стигмы (глазка), содержащей каротиноидные пигменты;
- в) белковых полос в пелликуле;
- г) сократительных (пульсирующих) вакуолей.

13. На рисунке представлена схема определённого эволюционного процесса, происходившего с брюхоногими моллюсками. Выберите схему, которая отражает строение определённых современных живущих видов, а также подходящую к ней систематическую группу моллюсков.



- а) а, Opisthobranchia (Заднежаберные);  
 б) б, Monotocardia (Однопредсердные);  
 в) в, Pulmonata (Легочные улитки);  
 г) в, Diotocardia (Двупредсердные).

14. На рисунке представлены четыре представителя некоторых типов животных. Выберите верное утверждение.



- а) организм А относится к таксону, представители которого обладают уникальной водопроводящей системой, радиальной симметрией или отсутствием симметрии и отсутствием тканей и систем органов;  
 б) организм В относится к таксону, который характеризуется двусторонней симметрией, отсутствием целома, наличием протонефридий и нервной системой лестничного типа;  
 в) организм С относится к таксону, представители которого обладают телобластическим развитием с метаморфозом, пятилучевой симметрией и целомом;  
 г) организм D относится к таксону, который характеризуется радиальной симметрией, гидростатическим скелетом и гермафродитизмом.

15. Во что превращается в ходе метаморфоза эндостиль у личинки миноги, пескоройки?

- а) языковый хрящ;  
 б) дыхательная трубка;  
 в) щитовидная железа;  
 г) выстилка жаберных мешков.

**16. На аудиозаписи песни птицы слышно, что она вставляет в свою песню голоса чечевицы, серой славки, зеленушки, обыкновенного соловья и полевого жаворонка. Укажите птицу, которой принадлежит эта песня:**

- а) славка-черноголовка, *Sylvia atricapilla*;
- б) болотная камышевка, *Acrocephalus palustris*;
- в) кукушка обыкновенная, *Cuculus canorus*;
- г) певчий дрозд, *Turdus philomelos*.

**17. Выберите из списка набор аминокислот, которые можно встретить в различных вариантах C-4 фотосинтеза:**

- а) аланин, глутамат, цистеин;
- б) глутамат, аспартат, аланин;
- в) аспарагин, аланин, глутамин;
- г) аспартат, глутамин, аланин.

**18. У растений нет прямого переноса НАДН и НАДФН между цитозолем и митохондриями, а также хлоропластами. Тем не менее, потребность в переносе восстановительных эквивалентов есть. Как она реализуется?**

- а) Переносятся только гексозы, которые, участвуя в различных метаболических путях, вызывают генерацию восстановительных эквивалентов;
- б) Перенос органических кислот и их последующее окисление или восстановление вызывает генерацию НАД(Ф)<sup>+</sup>/НАД(Ф)Н;
- в) Через мембрану переносится протон, который присоединяется к НАД(Ф)<sup>+</sup>;
- г) Если возникает потребность в НАД(Ф)<sup>+</sup>/НАД(Ф)Н, они просто синтезируются полностью заново в соответствующем клеточном компартменте.

**19. DELLA-белок – репрессор гиббереллинового ответа, участвующий в передаче сигнала этого гормона. Репрессия осуществляется при связывании DELLA с соответствующими элементами промотора. После связывания гормона с рецептором рецептор взаимодействует с DELLA-белком, что приводит к деградации DELLA. Мутации в кодирующей части гена могут давать совершенно разные фенотипы. Так, часть мутантов карлики, но также встречаются растения выше нормального роста. Объясните причину такого явления.**

- а) И карликовость, и высокий рост связаны со снижением стабильности DELLA-белка из-за того, что DELLA теряет способность к модификации N-ацетилглюкозаминтрансферазами;
- б) Мутация в домене, связывающимся с рецептором, приводит к появлению более высоких растений, а мутация в домене, вызывающим репрессию ответа, дает карликовые растения;
- в) Карликовость проявляется тогда, когда мутация приводит к образованию комплекса DELLA-белка с положительными регуляторами ауксинового ответа, а более высокие растения – результат нарушения связывания DELLA-белка с положительными регуляторами цитокининового ответа;
- г) Мутация в домене, связывающимся с рецептором, дает карликовый фенотип, а мутация в домене, вызывающим репрессию ответа приводит к появлению более высоких растений.

**20. При прорастании семян масличных растений в первую очередь активируются ферменты:**

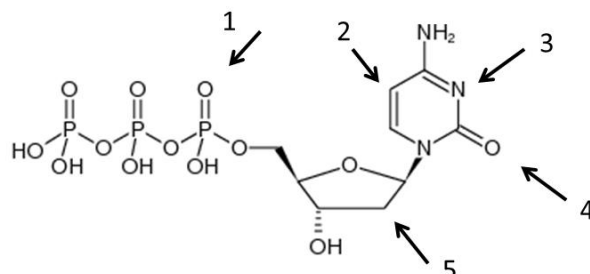
- а) восстановительного пентозофосфатного пути и глюконеогенеза;
- б) β-окисления, глиоксилатного цикла и глюконеогенеза;
- в) фотодыхания, глиоксилатного цикла и глюконеогенеза;
- г) хлородыхания.

**21. При специфичном взаимодействии белков с ДНК остатки аминокислот узнают определенные группы в составе ДНК. Какое из взаимодействий характерно для данной ситуации?**

- а) остаток серина образует водородную связь с аминогруппой цитозина;
- б) остаток глутамина образует 2 водородные связи с аденином;
- в) остаток лейцина образует ионную связь с протонированным цитозином;
- г) ион цинка образует координационную связь с гуанином.

**22. ДНК-полимераза в процессе репликации взаимодействует с группами в составе нуклеотида:**

- а) 2, 3, 4;
- б) 1, 5;
- в) 4, 5;
- г) 1, 2, 3, 4, 5.



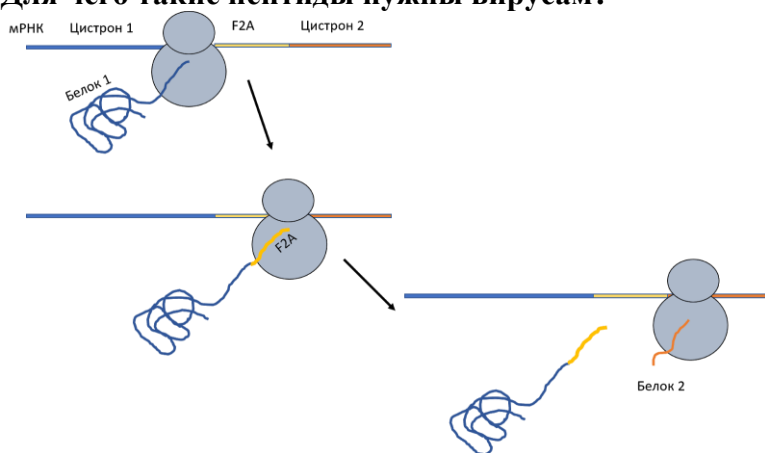
**23. Для осуществления репарации путем эксцизии нуклеотидов (NER), не используется фермент:**

- а) эндонуклеаза;
- б) хеликаза;
- в) RPA (белок, стабилизирующий одноцепочечную ДНК);
- г) праймаза.

**24. Гидролиз АТФ белками сплайсосомы используется для (выберите наиболее правильный ответ):**

- а) разрушения водородных связей;
- б) разрушения фосфодиэфирных связей;
- в) образования фосфодиэфирных связей;
- г) фосфорилирования остатков треонина С-терминального домена РНК-полимеразы II.

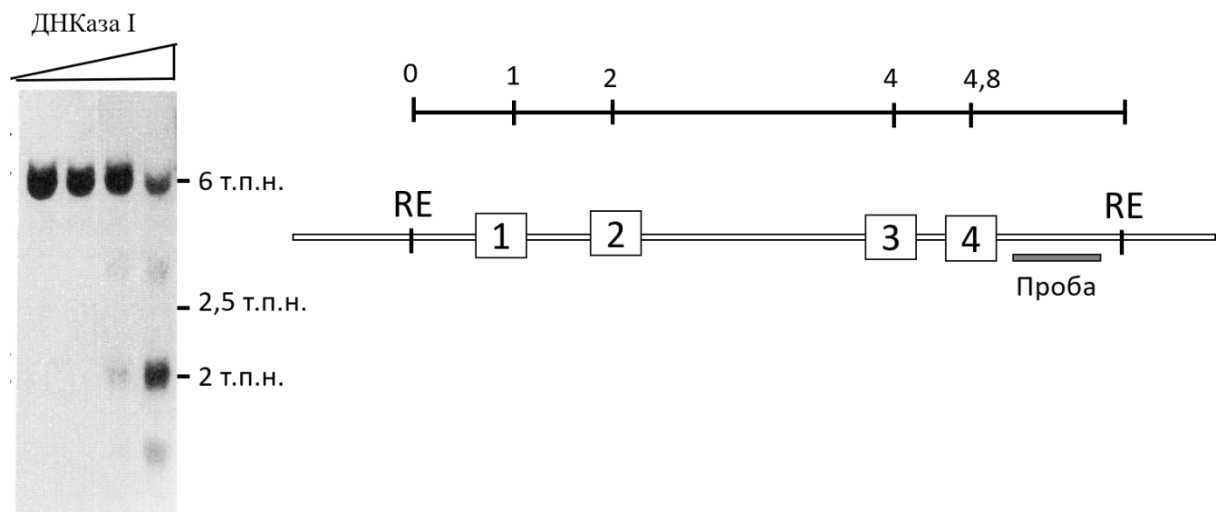
**25. 2А-пептиды пикорнавирусов (например, F2A) широко используются в генной инженерии для одновременного получения двух белков в эквимоллярных количествах. Для чего такие пептиды нужны вирусам?**



- а) 2А-пептиды необходимы вирусам для проникновения в клетку;
- б) инициация трансляции в клетках эукариот начинается на 5'-конце мРНК, из-за чего транслироваться могут только моноцистронные РНК. 2А-пептиды позволят транслировать несколько вирусных белков с одной молекулы РНК;
- в) 2А-пептиды необходимы для нарезки вирусных полипротеинов, поскольку являются сайтами узнавания вирусных протеиназ;
- г) 2А-пептиды подавляют трансляцию клеточных мРНК.



**26. Тест на чувствительность к ДНКазе I** используется для обнаружения открытых (то есть, неплотно упакованных) участков хроматина, таких как активные промоторы и энхансеры, в масштабах всего генома, или на отдельном его участке. Ядра клеток подвергают короткой обработке ДНКазой I, после чего выделяют ДНК и фрагментируют ее рестриктазами. Далее фрагменты ДНК разделяют электрофорезом и проводят Саузерн-гибридизацию с радиоактивной пробой, подобранной к концу рестрикционного фрагмента, содержащего изучаемый участок генома. Гибридизация позволяет обнаружить на геле искомый фрагмент рестрикции и продукты его расщепления. На рисунке показан результат обработки ДНКазой I (количество ДНКазы I, взятой на реакцию, увеличивается слева направо), а также карта изучаемого участка генома (RE – сайты рестрикции). Т.п.н. – тысячи пар нуклеотидов – размер фрагментов ДНК. Где на данном участке генома находится сайт повышенной чувствительности к ДНКазе I:



- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

**27. Эпителий извитого каналца нефрона имеет два типа транспортеров для ионов натрия и калия: симпортер  $\text{Na}^+\text{K}^+2\text{Cl}^-$  и антипортер  $3\text{Na}^+/2\text{K}^+$  (Na/K-АТФаза). Исходя из механизма реабсорбции, они расположены:**

- а) оба на апикальной части мембраны;
- б) оба на базолатеральной части мембраны;
- в) симпортер на апикальной, антипортер на базолатеральной;
- г) антипортер на апикальной, симпортер на базолатеральной.

**28. Фосфолипиды фосфатидилхолин, фосфатидилсерин и фосфатидилэтаноламин могут превращаться один в другой по следующей цепочке реакций:**

- а) фосфатидилсерин декарбоксилируется в фосфатидилэтаноламин, а затем метилируется в фосфатидилхолин;
- б) фосфатидилхолин карбоксилируется в фосфатидилсерин, а затем деметируется в фосфатидилэтаноламин;
- в) фосфатидилэтаноламин карбоксилируется в фосфатидилсерин, а затем метилируется в фосфатидилхолин;
- г) фосфатидилхолин деметируется в фосфатидилэтаноламин, а затем карбоксилируется в фосфатидилэтаноламин.

**29. Из перечисленных генов, находящихся в геноме определенного организма, не имеют родственных генов у того же организма и близких ему таксонов:**

- а) ортологи;
- б) паралоги;
- в) ксенологи;
- г) гены-сироты.

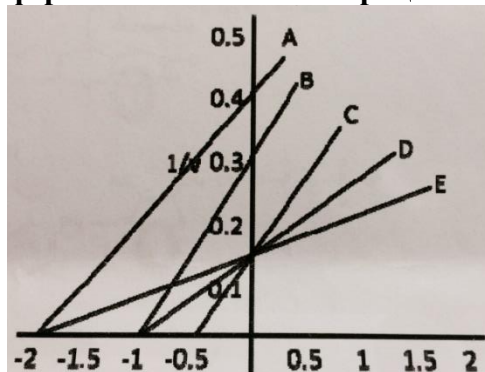
**30. Наивный В-лимфоцит может одновременно иметь на мембране В-клеточные рецепторы с иммуноглобулинами IgD и IgM с одной специфичностью. Одновременное наличие IgD и IgM у одной клетки возможно, потому что:**

- а) с одной гомологичной хромосомы синтезируется IgD, с другой - IgM;
- б) у IgM и IgD общая мРНК, выбор варианта происходит за счет альтернативного сплайсинга;
- в) IgM очень долго остаются на мембране В-клетки даже когда ген тяжелой цепи перестроился, чтобы давать IgD;
- г) IgD и IgM синтезируются одинаковыми, а затем начинают различаться после посттрансляционных модификаций.

**31. Тепловая инактивация сыворотки крови (прогревание до 55°C) перед тем, как добавить её в культуральную среду, связано с тем, что необходимо:**

- а) убить бактерий, содержащихся в сыворотке;
- б) чтобы витамины диссоциировали от переносящих их белков сыворотки;
- в) денатурировать тромбин, чтобы он не расщеплял факторы роста;
- г) денатурировать белки системы комплемента, содержащие тиоэфирные связи.

**32. В координатах Лайнуивера-Берка Вам представлена зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации пяти разных субстратов. Какой субстрат при наличии эквимольной смеси всех пяти субстратов будет связываться с ферментом в большем проценте случаев?**



- а) А;
- б) В;
- в) С;
- г) Е.

**33. Ниже представлены параметры (константа Михаэлиса и максимально возможная скорость реакции) 4-х ферментов, катализирующих одну и ту же реакцию. Какой из ферментов является более эффективным катализатором?**

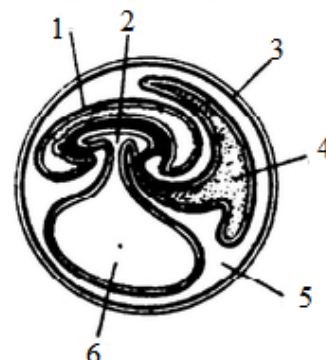
- а)  $K_m=10$ ,  $V_{max}=10$ ;
- б)  $K_m=0,1$ ,  $V_{max}=10$ ;
- в)  $K_m=10$ ,  $V_{max}=1$ ;
- г)  $K_m=0,1$ ,  $V_{max}=1$ .

34. Для фермента, который Вы выбрали в предыдущем вопросе, выберите кинетические характеристики, соответствующие присутствию конкурентного ингибитора:

- а)  $K_m=10$ ,  $V_{max}=10$ ;
- б)  $K_m=0,1$ ,  $V_{max}=10$ ;
- в)  $K_m=10$ ,  $V_{max}=1$ ;
- г)  $K_m=0,1$ ,  $V_{max}=1$ .

35. На схеме представлен зародыш птиц. Какой цифрой обозначен желточный мешок:

- а) 1;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 6.



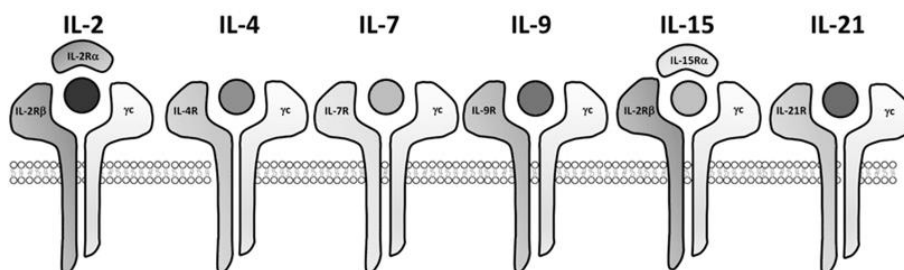
36. Для того чтобы изучать все функции плеiotропного гена в ситуации, когда потеря одной из функций ведет к гибели организма в раннем онтогенезе, можно использовать:

- а) термочувствительного мутанта по данному гену, ранний онтогенез при этом проводить при перmissive (рабочей) температуре, а затем менять температуру на рестриктивную (блокирующую экспрессию);
- б) двойного мутанта, у которого мутация в плеiotропном гене сочетается с мутацией в гомологичном гене, имеющем ту же функцию в раннем онтогенезе;
- в) трансгенный организм, у которого исследуемый ген будет экспрессироваться только в определенном типе клеток взрослого организма;
- г) химерный организм, у которого часть клеток несет мутацию в исследуемом гене, а часть – полностью нормальна.

37. Выберите неверную пару вида «последовательность, используемая в генной инженерии» - «ее предназначение»:

- а) последовательность Шайна-Дальгарно – инициация трансляции;
- б) последовательность IRES – инициация транскрипции;
- в) последовательность промотора 35S-РНК вируса CaMV – инициация транскрипции;
- г) последовательность гена *bla* – синтез фермента бета-лактамазы.

38. Рецепторы некоторых цитокинов, регулирующих развитие разных типов лимфоцитов (IL-2, IL-4, IL-7, IL-9, IL-15, IL-21), являются гетеродимерами и имеют общую полипептидную гамма-цепь, необходимую для передачи сигнала на киназу Jak-3 (на рисунке). Верно, что:



- а) все эти цитокины имеют одну общую функцию;
- б) мутация потери функции гена гамма-цепи приведет к тяжелому иммунодефициту;
- в) мутация потери функции гена гамма-цепи будет проявляться в гетерозиготе как доминантная;



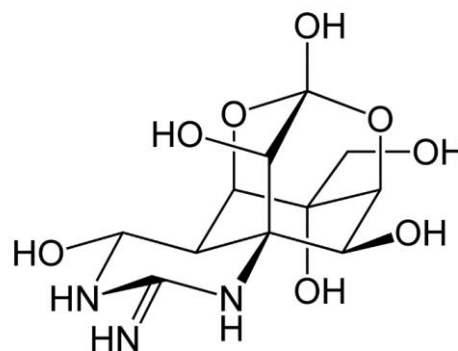
г) общая полипептидная гамма-цепь рецепторов связывает общую полипептидную цепь цитокинов.

**39. У беспозвоночных найден особый тип ацетилхолинового рецептора, не характерный для позвоночных животных. Данный рецептор является хлорным каналом, который открывается при взаимодействии с ацетилхолином. Мышечные клетки, на мембране которых находится такой рецептор, отвечают на ацетилхолин:**

- а) сокращением;
- б) растяжением;
- в) невозможностью сократиться даже при воздействии большого числа надпороговых импульсов;
- г) невозможностью растянуться даже при воздействии большого числа надпороговых импульсов.

**40. На рисунке изображена молекула тетродотоксина. Выберите ответ, в котором указана правильная мишень этого токсина и правильный механизм действия:**

- а) потенциал-чувствительный натриевый канал, гуанидиновая группа токсина в физиологических условиях положительно заряжена и блокирует сайт связывания натрия;
- б) потенциал-чувствительный натриевый канал, из-за большого количества гидрофильных групп токсин блокирует транспорт воды и растворённых в ней веществ через канал;
- в) потенциал-чувствительный калиевый канал, гуанидиновая группа токсина в физиологических условиях положительно заряжена и блокирует сайт связывания натрия;
- г) потенциал-чувствительный калиевый канал, из-за большого количества гидрофильных групп токсин блокирует транспорт воды и растворённых в ней веществ через канал.



**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.**

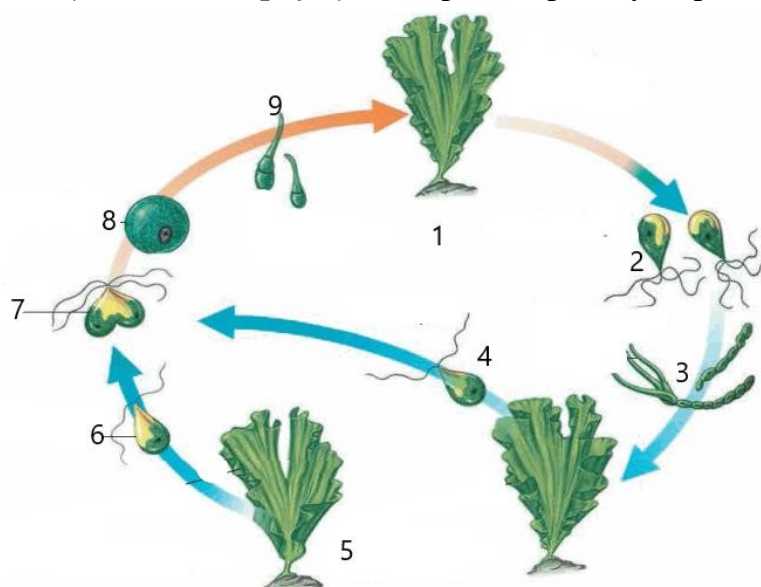
**1. Паренхимные клетки, функционально связанные с ситовидными элементами, отличаются у архегониальных и Покрытосеменных растений. Выберите верные утверждения:**

- а) у архегониальных растений клетки-спутницы и членики ситовидных трубок развиваются из одной инициальной клетки;
- б) у Покрытосеменных растений клетки-спутницы и членики ситовидных трубок развиваются из одной инициальной клетки;
- в) у Покрытосеменных растений клетки Страсбургера после прекращения функционирования ситовидного элемента отмирают вместе с ним;
- г) у архегониальных растений клетки Страсбургера после прекращения функционирования ситовидного элемента отмирают вместе с ним;
- д) все утверждения неверны.

**2. Представьте, что перед Вами находится произвольный анатомический срез стебля или корня Покрытосеменного растения. Как отличить корень от стебля? Выберите верные утверждения:**

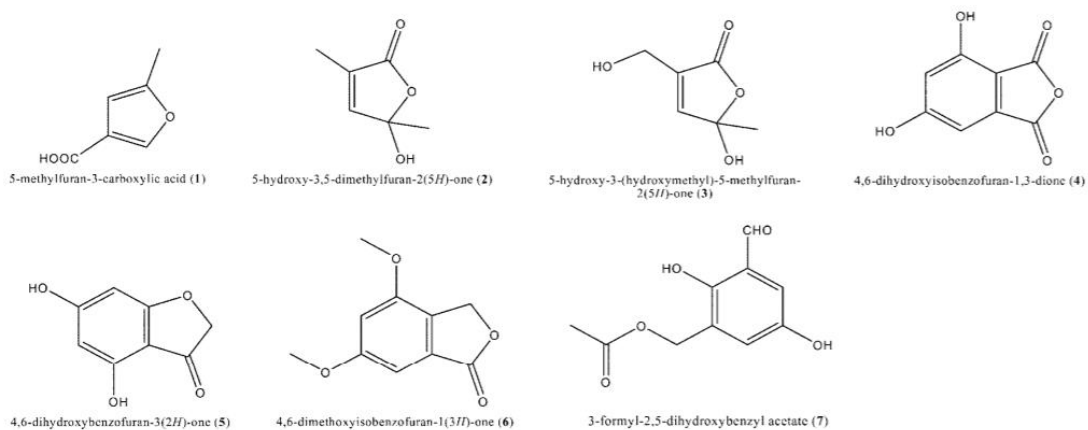
- а) у стебля первичный луб развивается в центробежном направлении, а первичная древесина — в центростремительном;
- б) у стебля первичный луб развивается в центростремительном направлении, а первичная древесина — в центробежном;
- в) наиболее крупные сосуды древесины у корня находятся ближе к центру, а в стебле — ближе к периферии;
- г) наиболее крупные сосуды древесины у корня находятся ближе к периферии, а в стебле — ближе к центру;
- д) по центру стебля всегда есть паренхимные клетки, а у корня их никогда там не бывает.

**3. На рисунке представлен гапло-диплобионтный жизненный цикл водоросли *Ulva* (отдел Chlorophyta). Выберите верные утверждения:**



- а) гаметофит (цифра 5) и спорофит (цифра 1) — диплоидны;
- б) цифрами 2 и 7 обозначены четырехжгутиковые зооспоры;
- в) жгутиковые стадии изоконтные и имеют изоморфные жгутики;
- г) место редукционного деления, как и у папоротников, связано с образованием спор бесполого размножения;
- д) место редукционного деления, как у другой зеленой водоросли *Chlamydomonas*, связано с прорастанием зиготы (цифра 9).

**4. Изучали образование нематотоксинов у базидиального гриба навозника белого (*Coprinus comatus* (O. F. Mu'll.:Fr.) Pers.). Была установлена их химическая структура (см рисунок).**



Результаты опытов по токсичности этих соединений для нематод *Panagrellus redivivus* Goodey и *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitwood представлены в таблице.

| Compound | <i>M. incognita</i> |                  | <i>P. redivivus</i> |                  |
|----------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
|          | LD <sub>50</sub>    | LD <sub>90</sub> | LD <sub>50</sub>    | LD <sub>90</sub> |
| 1        | 100                 | 200              | 100                 | 200              |
| 2        | 100                 | 200              | 100                 | 200              |
| 3        | 200                 | 400              | 200                 | 400              |
| 4        | >200                | 400              | >200                | >400             |
| 5        | >200                | >400             | >200                | 400              |
| 6        | >200                | >400             | >200                | 400              |
| 7        | >200                | >400             | 400                 | 800              |

<sup>a</sup> Values are reported in µg/ml.

- все полученные токсины навозника белого – кислородсодержащие гетероциклические соединения;
- большей активностью против нематод среди исследованных веществ обладал токсин 7;
- токсин 3 был менее активен против нематод, чем токсин 7;
- наибольшей активностью против нематод обладали соединения 1 и 2;
- навозник белый охотится на нематод для получения азота, который является лимитирующим фактором в его среде обитания.

**5. Для какого (каких) из перечисленных паразитов человек может являться промежуточным хозяином:**

- ришта;
- эхинококк;
- бабезия (споровик);
- волосатик;
- нитчатка Банкрофта.

**6. Выберите правильные утверждения, которые характеризуют принцип работы сердца с неполной перегородкой в желудочке у рептилий:**

- в левую дугу аорты из желудочка поступает смешанная кровь;
- в правую дугу аорты из желудочка поступает более венозная кровь;
- в сонные артерии, отходящие от желудочка, поступает смешанная кровь;
- в лёгочную артерию из желудочка поступает более артериальная кровь;

д) неполная перегородка на поперечном срезе желудочка располагается в вертикальной плоскости.

**7. В смешанном лесу в результате вырубki образовалось большое открытое пространство с разреженно расположенными кустарниками и одиночно стоящими деревьями. Какие виды птиц попытаются заселить эту вырубку?**

- а) лесной конёк, *Anthus trivialis*;
- б) чёрный дрозд, *Turdus merula*;
- в) зеленушка, *Carduelis chloris*;
- г) славка-черноголовка, *Sylvia atricapilla*;
- д) крапивник, *Troglodytes troglodytes*.

**8. Проанализируйте график, в котором представлена зависимость интенсивности инфекции рыб определённого кораллового рифа от частоты встречаемости заражённых особей. Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа представленных данных:**



- а) паразиты накапливаются в более старых особях;
- б) незначительное число особей имеет наибольшее число паразитов;
- в) большинство паразитов приобретается в молодом возрасте;
- г) большинство особей содержит малое количество паразитов;
- д) 50% популяции рыб этого рифа заражены паразитами.

**9. Из списка выберите те растительные гормоны, синтез которых начинается в пластидах:**

- а) цитокинины;
- б) гиббереллины;
- в) ауксины;
- г) абсцизовая кислота;
- д) этилен.

**10. Глутатион в растительной клетке необходим для:**

- а) ассимиляции сульфата;
- б) синтеза фитохелатинов;
- в) восстановления тиоредоксинов;
- г) окисления малата малик-энзимом;
- д) изолирования ксенобиотиков.

**11. Желточный мешок у птиц выполняет следующие функции:**

- а) трофическая;
- б) кроветворение;
- в) газообмен/дыхание;
- г) защитная;
- д) создание среды для развития эмбриона.

**12. К производным эктодермы относятся:**

- а) хрусталик;
- б) дерма кожи;
- в) эпиредмис;
- г) меланоциты;
- д) осевой скелет.

**13. Элективными условиями для микроорганизмов называются:**

- а) условия, обеспечивающие преимущественное развитие микроорганизмов определенной физиологической группы;
- б) условия, обеспечивающие преимущественное развитие микроорганизмов определенной систематической группы;
- в) условия, соответствующие условиям развития микроорганизмов в их местах обитания;
- г) условия, учитывающие требования микроорганизмов к источникам питания;
- д) условия, учитывающие отношение микроорганизмов к рН среды, кислороду и температуре.

**14. Различия между бактериями и эукариотами заключаются в том, что:**

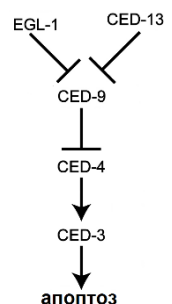
- а) липиды мембран эукариот представлены эфирами жирных кислот и глицерина;
- б) бактериальные хромосомы не заключены в ядро;
- в) у бактерий 80S рибосомы;
- г) у эукариот 80S рибосомы;
- д) эукариоты имеют несколько РНК-полимераз.

**15. Выберите верные расщепления по фенотипу в потомстве от скрещиваний двух тетраплоидов, А полностью доминирует над а:**

- а)  $Aaaa \times AAAa$ , расщепления нет;
- б)  $Aaaa \times Aaaa$ , расщепление 3 : 1;
- в)  $AAaa \times Aaaa$ , ген А рекомбинирует с центромерой, расщепление 7 : 1;
- г)  $AAaa \times Aaaa$ , ген А полностью сцеплен с центромерой, расщепление 11 : 1;
- д)  $AAaa \times AAAa$ , ген А рекомбинирует с центромерой, расщепление 15 : 1.

**16. Рассмотрите схему генетической регуляции апоптоза у нематоды *C. elegans* на рисунке справа и выберите ген (гены), мутации потери функции которых усиливает клеточную гибель (Т-образные стрелочки означают подавление, обычные стрелочки - активацию):**

- а) *egl-1*;
- б) *ced-13*;
- в) *ced-9*;
- г) *ced-4*;
- д) *ced-3*.



**17. Рассмотрите схему генетической регуляции апоптоза у нематоды *C. elegans* из предыдущего вопроса и выберите верные пары вида «белок нематоды и его гомолог у человека»:**

- а) Ced-3 и эффекторная каспаза (например, каспаза-3);

- б) Ced-4 и активирующий каспазы белок (Araf-1);
- в) Ced-9 и инициаторная каспаза (например, каспаза-9);
- г) Ced-13 и проапоптотический Bcl-2-белок (например, Puma);
- д) Egl-1 и антиапоптотический Bcl-2-белок (например, Bcl-2).

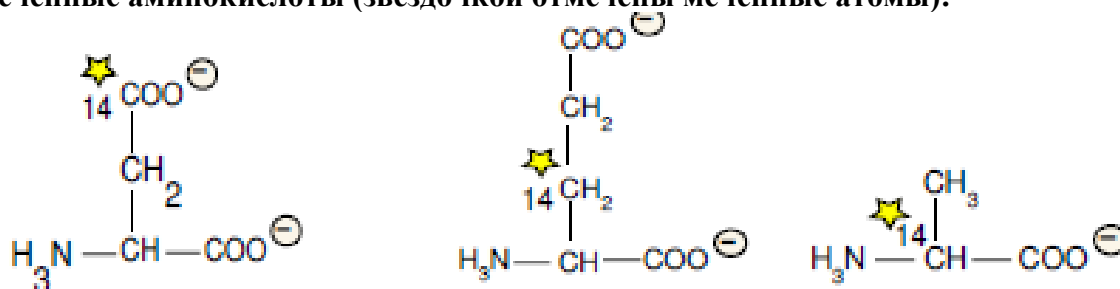
**18. Для определения возраста таксонов с помощью метода «молекулярных часов» подходят последовательности:**

- а) рибосомальных РНК;
- б) гистонов;
- в) варибельных доменов антител;
- г) некодирующих участков митохондриальной ДНК;
- д) коротких tandemных повторов.

**19. Выберите верные пары вида «последовательность, используемая в генной инженерии» - «система экспрессии, в которой она нужна и будет работать»:**

- а) последовательность Шайна-Дальгарно и аскомицет *Pichia pastoris*;
- б) последовательность IRES и *E. coli*;
- в) последовательность промотора 35S-РНК вируса CaMV и кукуруза;
- г) последовательность Шайна-Дальгарно и клеточная линия HeLa;
- д) последовательность Козак и клеточная линия CHO.

**20. В результате деградации радиоактивно меченного белка образовались следующие меченные аминокислоты (звёздочкой отмечены меченные атомы):**



**Выберите верные утверждения:**

- а) после введения меченного аспартата в цикле Кребса метка сначала появится в оксалоацетате;
- б) после введения меченного аланина в цикле Кребса метка сначала появится в цитрате;
- в) меченный аланин даст меченный углекислый газ в первом обороте цикла Кребса, считая с момента входа в него этой аминокислоты или её производных;
- г) меченный глутамат даст меченный углекислый газ в первом обороте цикла Кребса, считая с момента входа в него этой аминокислоты или её производных;
- д) меченный аспартат даст меченный углекислый газ в первом обороте цикла Кребса, считая с момента входа в него этой аминокислоты или её производных.



**ЧАСТЬ 3. 10 расчетных вопросов, по 1, 2 или 3 балла за каждый правильно отвеченный вопрос, итого 20 баллов.**

**1.** Контрактивные корни шафрана содержат в цитозоле довольно высокую концентрацию растворимых сахаров. При втягивании корней происходит усиление клеточного дыхания, что приводит к падению содержания растворенных веществ в цитоплазме клеток и оттоку воды из корней в другие органы. Работу контрактивных корней исследовали, выращивая растения на водной среде, содержащей 100 мМ KCl, объем сосуда – 1 л. Среда изотонична для корней в исходном состоянии, когда они не втянуты. Рассчитайте, сколько миллилитров воды потеряют контрактивные корни, если при усилении дыхания выделилось 88 ммоль CO<sub>2</sub>. Объем клеток изменяется до достижения равновесия с наружным раствором, при этом объем наружного раствора не менялся. Примите во внимание тот факт, что 60% сахарозы были окислены в аэробном дыхании, а 40% из-за гипоксии вступили в спиртовое брожение. Исходный суммарный объем симпласта клеток, задействованных в исследуемом процессе, 100 см<sup>3</sup>. Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$ . Температура = 20°C. Изотонический коэффициент для KCl примите равным 2. Считайте сахарозу единственным соединением в цитозоле, вступающим в реакции клеточного дыхания, и единственным осмотически активным компонентом цитоплазмы. **(2 балла).**

**2.** Среднестатистический человек массой 70 кг потребляет в день 2800 ккал. На синтез АТФ тратится примерно 50 кДж/моль (1 ккал = 4,2 кДж). Считайте, что вся потребляемая человеком за день пища расходуется в катаболических путях и с 50% эффективностью приводит к синтезу АТФ (молярная масса АТФ = 507 г/моль). Считая, что в организме среднестатистического человека общая масса пула АТФ-АДФ равна примерно 50 г, найдите, сколько раз за день происходит рециклинг молекул АТФ. **Ответ округлите до целого. (2 балла).**

**3.** Проанализируйте таблицу, в которой представлены количество яиц в кладке определённой птицы и доля выживших птенцов в %. Чему равно оптимальное количество яиц в кладке, приводящее к выживанию максимального количества потомства от одной птицы? **(1 балл).**

| Количество яиц в кладке | Доля выживших птенцов (в %) |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1                       | 100                         |
| 2                       | 95                          |
| 3                       | 90                          |
| 4                       | 83                          |
| 5                       | 80                          |
| 6                       | 53                          |
| 7                       | 40                          |
| 8                       | 35                          |
| 9                       | 32                          |

**4.** Хромосомы – это важнейшие структуры клетки, которые служат для хранения наследственной информации. Каждая хромосома в клетках млекопитающих состоит из длинного и короткого плеч. Перед Вами представлен набор из восьми линий гибридных клеток человека и мыши. Каждая линия клеток может нести интактную хромосому (+) (хромосомы обозначены номерами), только длинное плечо (q) хромосомы, только ее короткое плечо (p), или не иметь эту хромосому (-). **(3 балла).**

| Линия клеток | 1 | 2 | 6 | 9 | 12 | 13 | 17 | 21 | X |
|--------------|---|---|---|---|----|----|----|----|---|
| A            | + | + | – | q | –  | p  | +  | +  | + |
| B            | + | – | p | + | –  | +  | +  | –  | – |
| C            | – | + | + | + | p  | –  | +  | –  | + |
| D            | + | + | – | + | +  | –  | q  | –  | + |
| E            | p | – | + | – | q  | –  | +  | +  | q |
| F            | – | p | – | – | q  | –  | +  | +  | p |
| G            | q | + | – | + | +  | +  | +  | –  | – |
| H            | + | q | + | – | –  | q  | +  | –  | + |

Было исследовано наличие (+) или отсутствие (–) следующих ферментов человека в клетках линий А–Н.

| Фермент               | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Стероидная сульфатаза | + | – | + | + | – | + | – | + |
| 3-фосфоглюкомутаза    | – | – | + | – | + | – | – | + |
| Эстераза D            | – | + | – | – | – | – | + | + |
| Фосфофруктокиназа     | + | – | – | – | + | + | – | – |
| Амилаза               | + | + | – | + | + | – | – | + |
| Галактокиназа         | + | + | + | + | + | + | + | + |

Определите хромосому, несущую ген каждого фермента. Если возможно, определите плечи хромосом человека (p или q). Где невозможно определить плечо, в ответе запишите просто номер хромосомы.

| Стероидная сульфатаза | 3-фосфоглюкомутаза | Эстераза D | Фосфофруктокиназа | Амилаза | Галактокиназа |
|-----------------------|--------------------|------------|-------------------|---------|---------------|
|                       |                    |            |                   |         |               |

В ответе укажите подряд (через тире) и последовательно перечень символов, которые должны стоять в таблице, например, 3q – 4p – 5 – X.

**5.** Редактирование РНК – это изменение последовательности нуклеотидов РНК после транскрипции. В митохондриях кинетопластид происходит процесс уридилового редактирования: в молекулу мРНК добавляются (или убираются из нее) остатки уридина. В этом типе редактирования участвуют гидовые РНК, которые необходимы для узнавания участков мРНК, подлежащих редактированию. Молекула гидовой РНК на 5'-конце имеет так называемый якорный участок, который полностью комплементарен молекуле-мишени. За якорным участком следует редактирующий участок. Редактирующий участок изначально не полностью комплементарен матрице. В процессе редактирования происходит добавление или удаление уридинов из мРНК до полного восстановления комплементарности. Редактирование начинается с комплементарного спаривания якорного региона и далее происходит последовательная вставка или удаление уридинов в направлении 3'-5' (по мРНК).

Перед вами последовательности гидовых РНК gCyB-1, gCyB-2 и исходная последовательность 5' конца мРНК митохондриального гена CyB из *Leishmania tarentolae*. Якорный участок гидовой РНК выделен жирным.

gCyB-1

5' **AUGACUUGAAGU**UAAAAGAUAAUAAAUUUUUUAAAUAUAA

gCyB-2

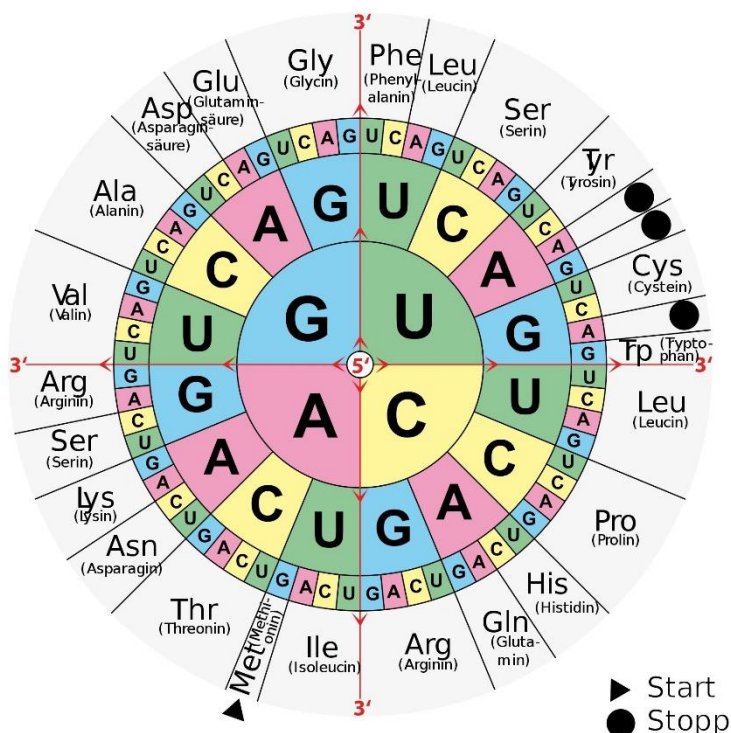
5' **UUUCUAAAUAUA**AAAAAAAAAGUAACAAAGGUUUAACAUGAGAAAAUAUA

CyB (пре-мРНК)

5' AUAAAUAUUAAUUUAAAUAUUUAAAUAUUUAAAAGCGGAGAGAAAAGAAAAGGCUUUAAC  
UUCAGGUUGUUUAUUA...

Сначала происходит редактирование с участием gCyB-1, после чего полученная молекула мРНК редактируется с участием gCyB-2. Запишите первые 10 аминокислот полипептида,

который получается при трансляции отредактированной мРНК. Обратите внимание: во взаимодействиях РНК-РНК пара G-U также является допустимой – считайте такое взаимодействие комплементарным. (3 балла).



6. Бактериальный жгутик состоит из флагеллина (мол.масса 40 кДа). Флагеллин не содержит остатков цистеина, и это позволяет с высокой чувствительностью обнаруживать цистеин, который встроился в белок по ошибке. Эта величина составляет в среднем 1 цистеин на 1700 молекул флагеллина. Во флагеллин цистеин вставляется по ошибке напротив кодонов CGU и CGC. Всего во флагеллине 18 аргининов. Предположите, что все кодоны аргинина одинаково представлены в кодирующей последовательности РНК. Предполагая, что рассчитанная частота ошибок одинакова для всех аминокислот, вычислите долю молекул белка, которые синтезируются полностью без ошибок, для белков размером а) 100, б) 1000 и в) 5 000 аминокислотных остатков. **Ответ округлите до десятых процента. (3 балла)**

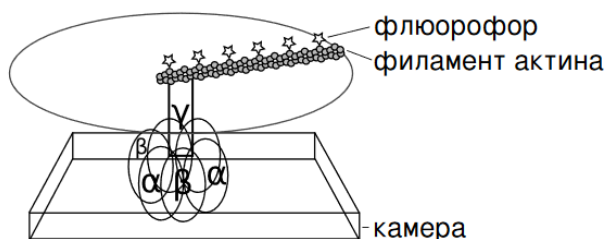
Для справки: вероятность синтеза корректного белка —  $P = (1 - E)^n$ , где  $E$  — частота ошибки, а  $n$  — число соединяемых аминокислотных остатков.

7. Рассчитайте количество молекул плазмиды размером 5.000 п.н., попадающей в эукариотическую клетку вместе со сферической микрокаплей трансфецирующей смеси, радиусом 100 нм, 25% объема которой занимает ДНК. Плотность ДНК примите как 1,7 г/мл, среднюю массу пары азотистых оснований считайте 700 Да. **Ответ округлите до сотен. (2 балла)**

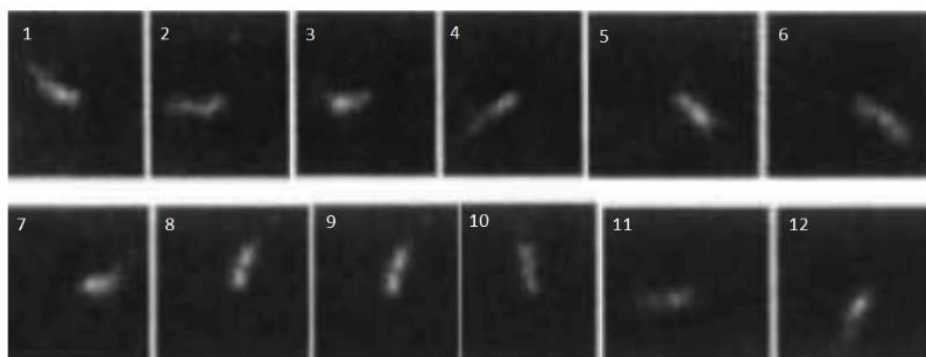
8. Рассчитайте относительный уровень экспрессии гена (в % от уровня экспрессии гена домашнего хозяйства), который при анализе экспрессии методом ПЦР в реальном времени показал отставание от гена домашнего хозяйства на 3,5 цикла при одинаковой эффективности амплификации, равной 2. **Ответ округлите до целых процентов. (1 балл).**

9. Митохондриальная АТФ-синтаза состоит из  $F_0$ - и  $F_1$ -субъединиц.  $F_0$ -субъединица является интегральным мембранным белком, который вращается при прохождении через

него протонов. Протон-движущая сила индуцирует синтез АТФ  $F_1$ -субъединицей, которая состоит из трёх  $\alpha$ - и трёх  $\beta$ -субъединиц, организованных по принципу чередования вокруг центрального стрежня – субъединицы  $\gamma$ , как показано на рисунке ниже. Для изучения вращения  $\gamma$ -субъединицы исследователи прикрепили к ней флуоресцентно меченный филамент актина, иммобилизовали данную конструкцию на дне камеры для эксперимента и наблюдали за его движением при помощи инвертированного флуоресцентного микроскопа.



После добавления 2 мМ АТФ в камеру была сделана серия снимков, интервал между которыми составлял 220 мс.



Рассчитайте скорость вращения  $\gamma$ -субъединицы в оборотах в секунду. В ответе представьте число с точностью до десятых. (1 балл).

**10.** Вам представлена таблица с рядом количественных параметров, характеризующих работу сердечно-сосудистой системы. Изучите её и рассчитайте следующие величины: сердечный выброс в мл/мин; общее периферическое сопротивление сосудов большого круга в мм рт.столба\*мин/мл. Учтите, что среднее артериальное давление вычисляется по формуле: среднее артериальное давление = диастолическое давление +  $\frac{1}{3} \cdot (\text{систолическое давление} - \text{диастолическое давление})$ . Ответы предоставляйте с точностью до сотых в соответствующих полях матрицы ответов. (2 балла).

| Параметр                                | Значение         |
|---|------------------|
| Систолическое давление в аорте          | 124 мм рт.столба |
| Диастолическое давление в аорте         | 82 мм рт.столба  |
| RR-интервал                             | 800 мс           |
| Объём левого желудочка в конце диастолы | 140 мл           |
| Объём левого желудочка в конце диастолы | 70 мл            |
| Среднее давление в лёгочной артерии     | 15 мм рт.столба  |
| Давление в правом предсердии            | 2 мм рт.столба   |
| Давление в левом предсердии             | 5 мм рт.столба   |
| Диаметр аорты                           | 20 мм            |