



Задания заключительного этапа (**полуфинал**)
Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал»
по направлению «**Биология**»

Категория участия «Магистратура/специалитет»

ЧАСТЬ 1

Вам предлагаются тестовые задания (20 заданий) с выбором **ОДНОГО ПРАВИЛЬНОГО** варианта ответа из четырех. За каждое правильно решенное задание дается 1 или 2 балла. Всего за первую часть можно получить 30 баллов.

1. При дисбактериозе тонкой кишки человека нарушается всасывание жирорастворимых витаминов. Выберите наиболее полный ответ. (1 балл) (Задание от партнера – Псков ГУ):

- а) А, D и К;
- б) А, D;
- в) А, К;
- г) А, D, Е.

Ответ: а.

2. Строго анаэробным из нижеперечисленных процессов является (1 балл):

- а) нитрификация 1-й фазы;
- б) нитрификация 2-й фазы;
- в) комаммокс;
- г) анаммокс.

Ответ: г.

3. Выберите верное утверждение для стрептофитовой водоросли, изображенной на фотографии (1 балл). Показаны:



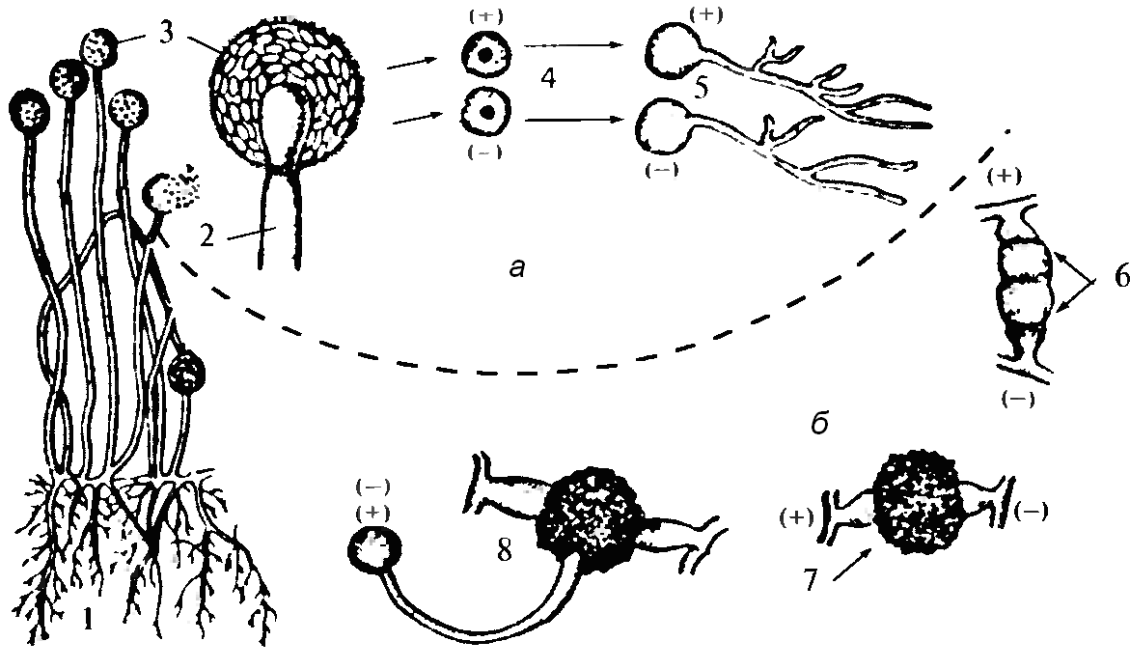
- а) ооспоры грибов-паразитов в клетках водоросли;
- б) ооспоры грибов - комменсалов в клетках водоросли;



- в) оогпоры грибов - мутуалистов в клетках водоросли;
- г) результат полового процесса без образования гамет.

Ответ: г.

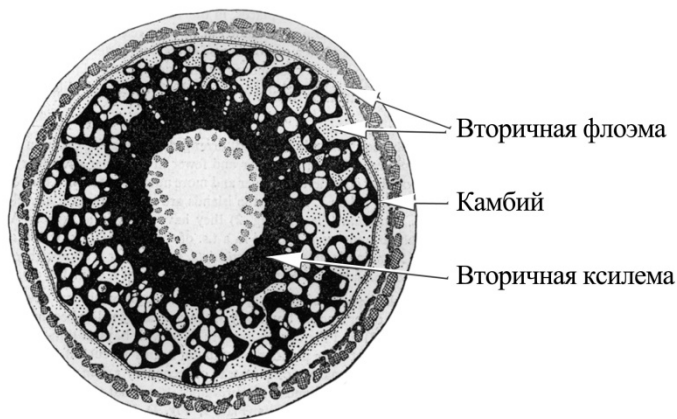
4. Выберите неверное утверждение для гриба, чей жизненный цикл изображен на рисунке (1 балл):



- а) мицелий гриба не имеет перегородок;
- б) цифрой 4 обозначены споры, образованные в результате мейоза;
- в) цифрой 7 обозначена зигоспора;
- г) цифрой 5 обозначено прорастание спор бесполого размножения.

Ответ: б.

5. На рисунке изображен поперечный срез стебля растения Лептадения сетчатая (*Leptadenia reticulata*) из семейства Кутровые (Аросупасеae). Данный вид демонстрирует аномальный тип вторичного утолщения, его особенность в том, что (1 балл):

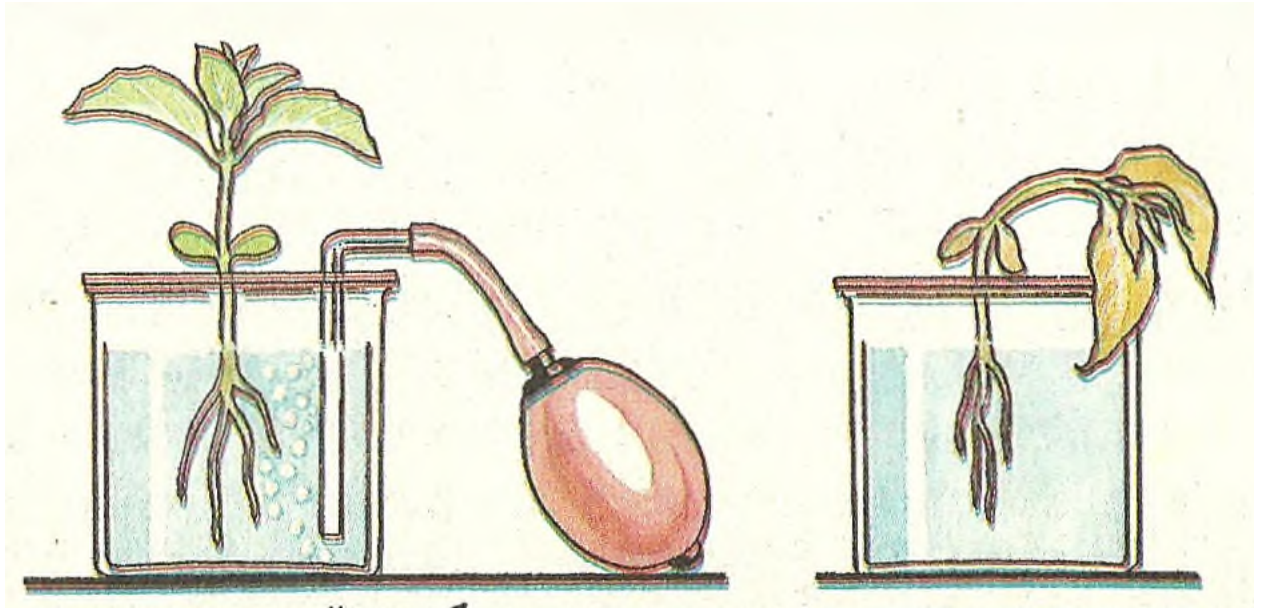




- а) образуется несколько слоев добавочного камбия;
- б) камбий откладывает вторичную ксилему наружу;
- в) камбий откладывает внутрь вторичную ксилему и вторичную флоэму;
- г) из камбия формируются отдельные коллатеральные проводящие пучки.

Ответ: в.

6. Перед Вами картинка с результатами некоего эксперимента, описанного в учебнике по биологии для 6-7 классов В.А. Корчагиной. Выберите верные утверждения (1 балл):



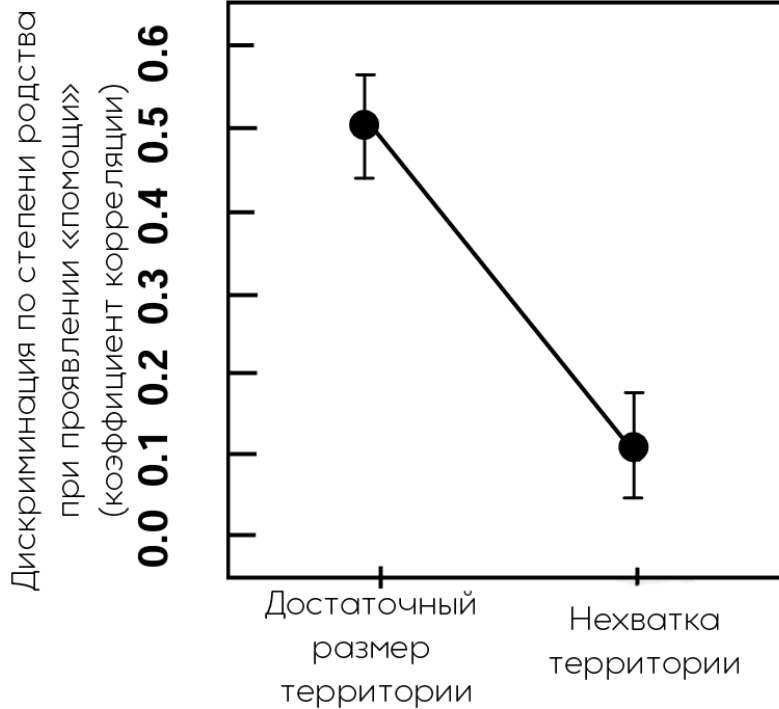
- а) На правой картинке растение, скорее всего, погибает из-за нехватки твёрдого субстрата; у растения на левой картинке пузырьки воздуха имитируют субстрат, поддерживая тем самым корни в правильном положении.
- б) На правой картинке растение, скорее всего, погибает из-за нехватки элементов минерального питания, которые с собой приносят пузырьки воздуха для растения на левой картинке.
- в) На правой картинке растение, скорее всего, погибает из-за нехватки кислорода, который нужен корням для того, чтобы отправить его на верх листьям; листья способны получать кислород самостоятельно, но этого кислорода оказывается недостаточно, поэтому без кислорода от корней растение погибает.
- г) Все ответы неверны.

Ответ: г.

7. Примерно 9% всех видов птиц размножаются кооперативно, где не размножающиеся «помощники» помогают выращивать потомство другим. Известно, что на проявление поведения «помощи» влияют разнообразные факторы. Влияние одного из таких факторов (нехватки территории) показано на графике. Выберите



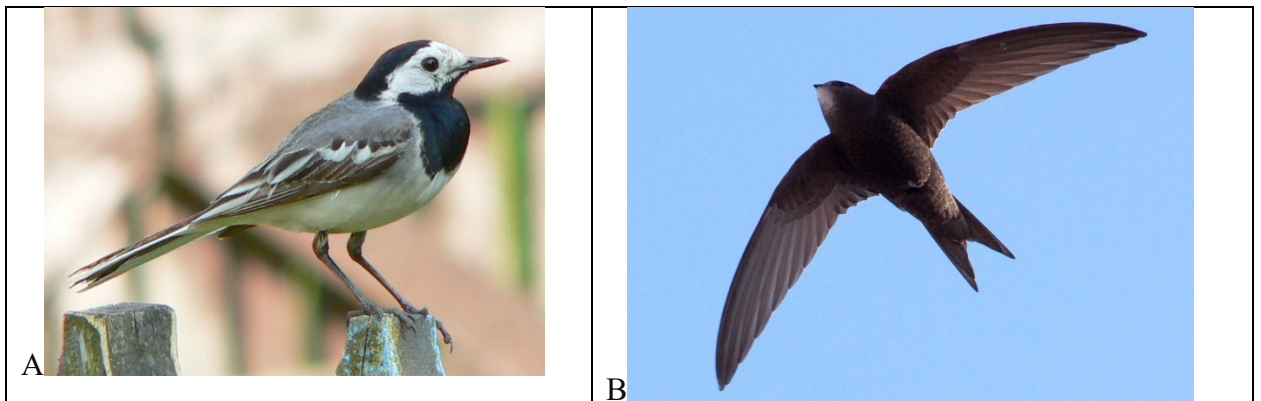
верное утверждение (1 балл).

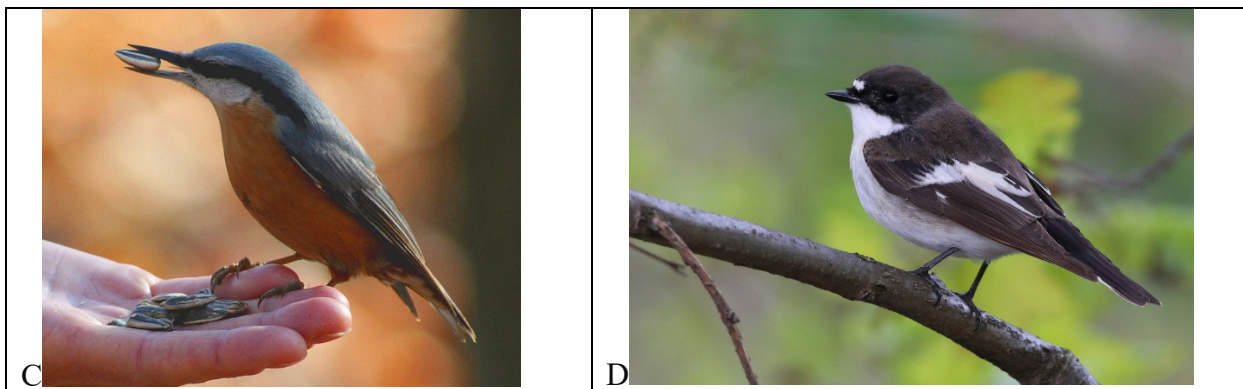


- а) График показывает, что если территория не ограничена, вероятность того, что птицы выступят в качестве помощников, выше.
- б) Проявление «помощи» со стороны особей, не связанных между собой родством, более выражено, когда имеется достаточная территория.
- в) Птицы проявляют низкую склонность к проявлению «помощи», когда места гнездования ограничены.
- г) На графике видно, что неродственные птицы с большей вероятностью окажут «помощь» размножающимся особям, когда доступная территория ограничена.

Ответ: г.

8. На рисунке представлены четыре представителя класса Птицы. Выберите верное утверждение (1 балл).





- а) все представленные птицы относятся к отряду Воробьинообразные;
б) птица С является дуплогнездником;
в) птицы А и D собирают корм преимущественно на земле;
г) все утверждения неверны.

Ответ: б.

9. Известно, что хорда принимает участие в различных индукционных процессах, являясь источником такого фактора, как Sonic hedgehog (Shh). Так, например, показано, что правильное развитие хорды необходимо для дифференцировки склеротомов. Во взрослом состоянии у позвоночных животных хорда не исчезает бесследно, а обнаруживается в виде пульпозных ядер в межпозвоночных дисках. При нарушении целостности оболочки хорды в экспериментах на *Danio rerio* можно наблюдать следующие события (1 балл):

- а) нарушение дифференцировки покровов;
б) нарушение формирования выделительной системы;
в) нарушение формирования позвонков;
г) отсутствие каких-либо аномалий развития.

Ответ: в.

10. Эпителиально-мезенхимальный переход – частое явление во время развития живых организмов. В каких из перечисленных процессов данное явление не наблюдается (1 балл):

- а) иммиграция мезодермы у птиц;
б) формирование сомитов у амфибий;
в) миграция клеток нервного гребня;
г) гастрюляция морского ежа.

Ответ: б.

11. Пероксисомы и глиоксисомы – это один и тот же компартмент растительной клетки, отличающийся только набором ферментов: в пероксисомах находятся ферменты, необходимые для фотодыхания, а в глиоксисомах – ферменты глиоксилатного цикла. В клетках мезофилла листьев при старении, перед листопадом, происходят существенные изменения, связанные с этим компартментом. Что это за изменения? (2 балла)

- а) В начале процесса старения листа еще продолжается фотосинтез и необходимы ферменты связанного с ним цикла фотодыхания, в клетках листа наблюдаются пероксисомы. Затем по мере «разборки» фотосинтетического аппарата хлоропласты прекращают фотосинтезировать, а их мембраны становятся источником жирных кислот для процесса β -окисления, к которому подключается глиоксилатный цикл, для обеспечения дальнейшего глюконеогенеза, и в клетках листа пероксисомы превращаются в глиоксисомы.



б) В самом начале процесса старения в клетках листа активны как ферменты фотодыхания, так и глиоксилатного цикла. Далее ингибируется фотодыхание, так как при старении не требуется дополнительный синтез аминокислот и одновременно с этим снижается активность ферментов глиоксилатного цикла. Таким образом, пероксисомы и глиоксисомы присутствуют только в начале процесса старения листа, далее все эти органеллы исчезают.

в) В начале процесса старения идет «разборка» липидных телец, олеосом, сопровождающееся β -окислением жирных кислот и глиоксилатным циклом, в клетках листа наблюдаются глиоксисомы, затем по мере старения и «разборки» фотосинтетического аппарата возрастает потребность в связанном с фотосинтезом цикле фотодыхания, и глиоксисомы преобразуются в пероксисомы.

г) В начале процесса старения в клетках листа фотосинтез переключается на C4 путь, благодаря чему клетки практически не нуждаются в фотодыхании, затем по мере «разборки» фотосинтетического аппарата хлоропласты прекращают фотосинтезировать, а их мембраны становятся источником жирных кислот для процесса β -окисления, к которому подключается глиоксилатный цикл, для обеспечения дальнейшего глюконеогенеза. Таким образом на протяжении всего процесса старения листа в его клетках находятся исключительно глиоксисомы.

Ответ: а.

12. Коронатин – вещество, вырабатываемое растительным биотрофным патогеном, бактерией *Pseudomonas syringae*. Благодаря этому соединению, агонисту активной формы гормона жасмоната, удалось охарактеризовать рецептор жасмоната у растений COI1 (CORONATIN INSENSITIVE 1). Известно, что системы жасмонатного и салицилатного сигнала находятся во взаимном антагонизме: при повышении уровня салицилата снижается ответ на жасмонат и наоборот. Какое адаптивное преимущество дает коронатин бактерии? (2 балла)

а) Коронатин подавляет сигнал жасмоната и усиливает сигнал салицилата, который вызывает открытие устьиц и облегчает проникновение бактерии внутрь растения.

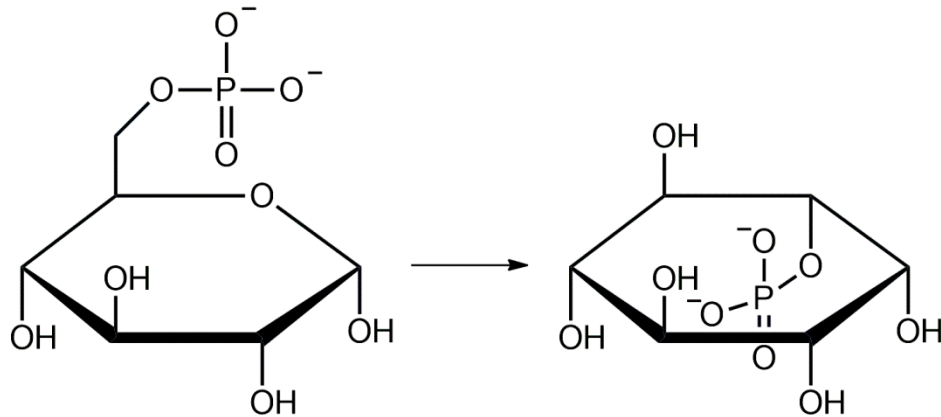
б) Коронатин подавляет сигнал жасмоната, гормона, который борется с атакой биотрофных фитопатогенных бактерий и усиливает сигнал салицилата, борющегося с грызущими насекомыми и не вредящего бактериям.

в) Коронатин активирует сигнал жасмоната и подавляет салицилатный ответ. Салицилат – летучее соединение, усиливающее рост мицелия грибов, выделяющих антибиотики против *Pseudomonas syringae*. Это позволяет бактерии беспрепятственно размножаться.

г) Коронатин активирует сигнал жасмоната и подавляет салицилатный ответ. Ответ на салицилат необходим для защиты от биотрофных фитопатогенных бактерий, и прохождение жасмонатного сигнала дает адаптивное преимущество бактерии.

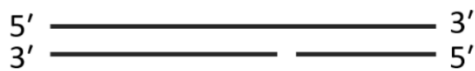
Ответ: г.

13. На рисунке изображена одна из реакций биосинтеза инозитола – важнейшего компонента липидов мембран и участника сигнальных каскадов. В ходе данной реакции происходит изомеризация молекулы глюкозо-6-фосфата с образованием мио-инозитол-1-фосфата. Реакцию катализирует фермент инозитол-1-фосфатсинтаза. Внимательно рассмотрите рисунок, после чего выберите кофактор, который использует фермент для катализа (2 балла) (задание от партнера – ИБХ РАН):



- а) тиаминпирофосфат;
- б) NAD⁺;
- в) биотин;
- г) пиридоксальфосфат.

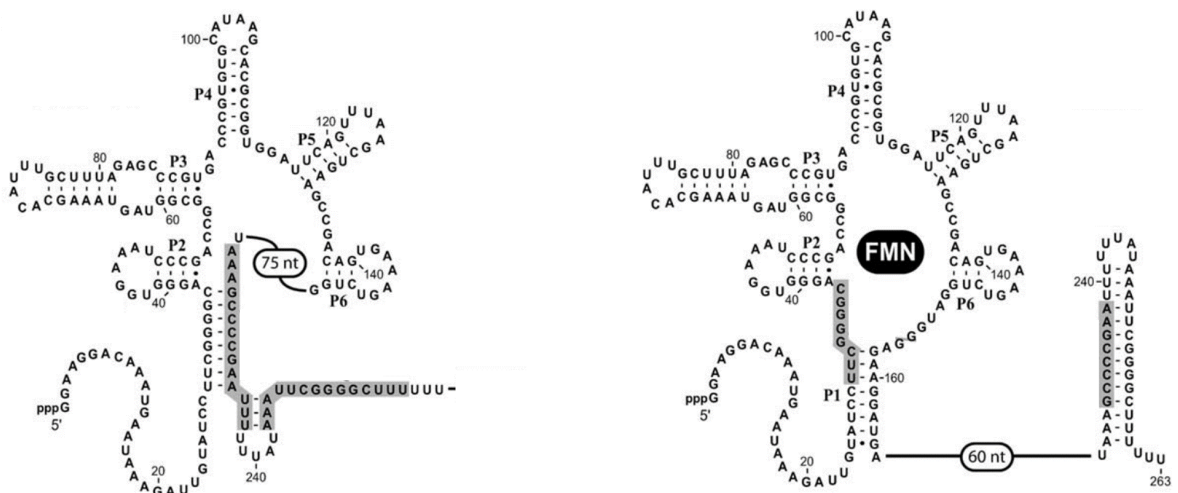
14. Ник (см. рисунок) не образуется в результате работы ни одного из белков, закодированных (2 балла):



- а) внутри LINE-элемента;
- б) внутри Alu-элемента;
- в) в геноме ВИЧ;
- г) в бактериальном ДНК-транспозоне IS1.

Ответ: б

15. Оперон *RibDEAHT* *Bacillus subtilis* имеет достаточно большую по меркам прокариотических генов 5'-нетранслируемую область, размером 296 нуклеотидов, предшествующую цистрону *RibD*. В этой области расположен рибопереключател, который связывает флавиномононуклеотид (FMN). На рисунке показаны два варианта вторичной структуры этого рибопереключател: в присутствии и в отсутствии FMN. Исходя из структуры этого рибопереключател можно предположить (2 балла):





- а) связывание FMN приводит к активации трансляции *RibD*;
- б) связывание FMN подавляет инициацию трансляции *RibD*;
- в) связывание FMN приводит к терминации транскрипции оперона *RibDEAHT*;
- г) связывание FMN усиливает транскрипцию оперона *RibDEAHT*.

Ответ: в.

16. Индукторами реализации тотипотентности клеток и тканей растений являются (2 балла) (задание от партнера – ВИР им.Н.И.Вавилова):

- а) УФ — облучение;
- б) витамины;
- в) аминокислоты;
- г) фитогормоны.

Ответ: г.

17. Какой процесс является ключевым при генетическом редактировании растений с использованием CRISPR/Cas9? (2 балла) (задание от партнера – ВИР им.Н.И.Вавилова):

- а) репликация ДНК;
- б) гомологичная рекомбинация;
- в) негомологичное соединение концов;
- г) транскрипция.

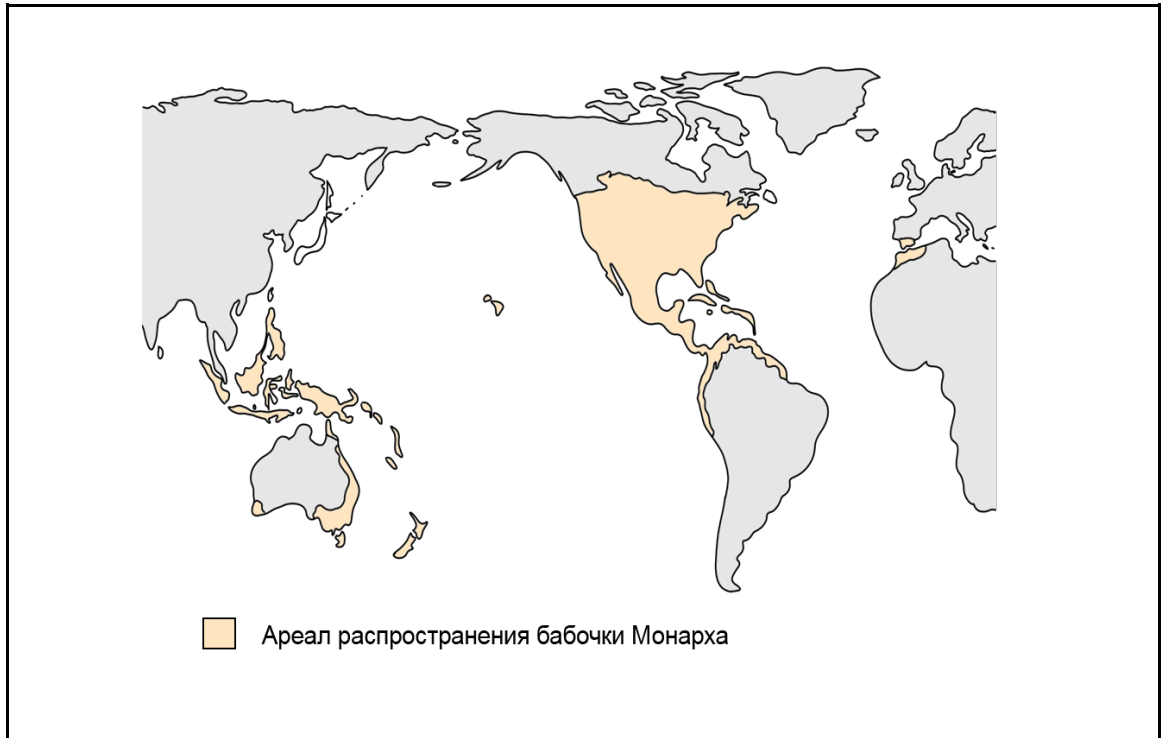
Ответ: в.

18. Какой метод чаще всего используется для ускорения процесса селекции растений? (2 балла) (задание от партнера – ВИР им.Н.И.Вавилова):

- а) Классическая гибридизация.
- б) Полив водой с удобрениями.
- в) Прямое генетическое редактирование.
- г) Изменение условий выращивания.

Ответ: а.

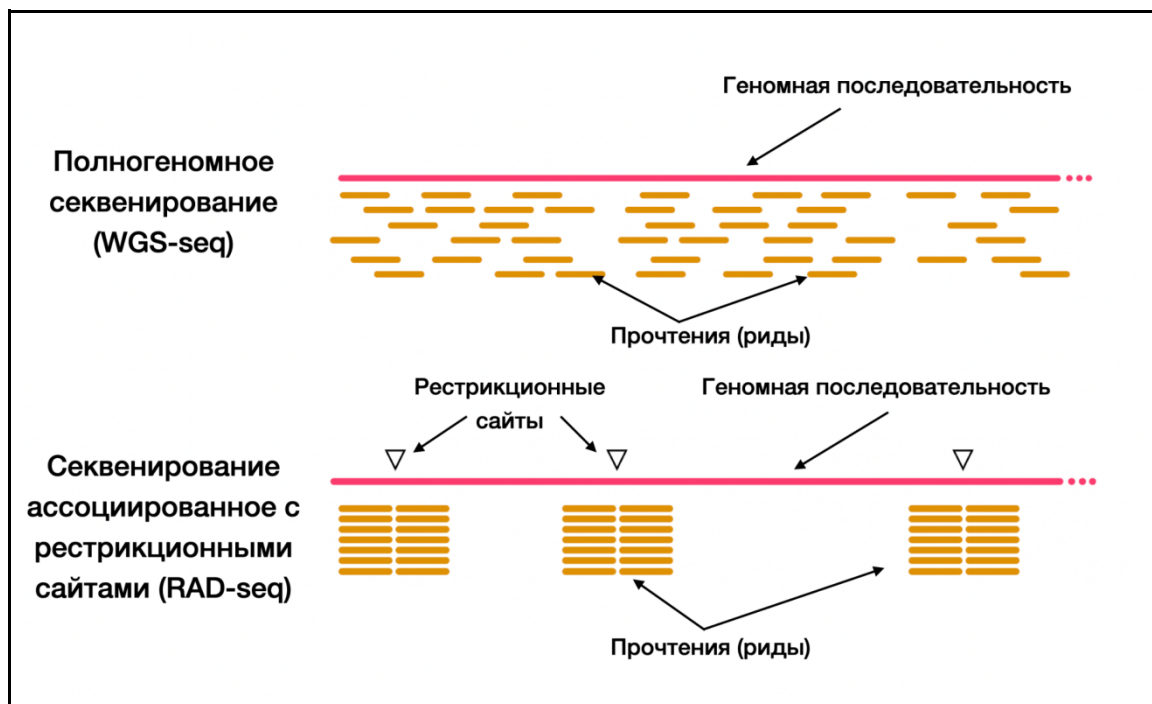
19. Бабочка Монарх (*Danaus plexippus*) способна мигрировать по воздуху на огромные расстояния. Так, в Америке её ареал распространяется на два континента. Считается, что вид Монарха возник на территории Американского континента. Затем отдельные особи смогли мигрировать на территорию Океании и Австралии, а также Европы и Северной Африки, однако, массовой миграции не наблюдалось, так как бабочки не могут самостоятельно перелететь через океан. При изучении генетического разнообразия популяции оказалось, что самой разнообразной является Американская популяция, тогда как в популяциях Австралии и Северной Африки генетическое разнообразие снижено, представлены только определенные нейтральные варианты генотипов по отношению к исходной популяции. Какое явление описывает и объясняет различие частот генотипов в популяции монарха? (2 балла)



- а) дрейф генов;
- б) неравновесие по сцеплению (Linkage Disequilibrium);
- в) частотно-зависимый отбор по разным локусам генома;
- г) разнонаправленные векторы естественного отбора.

Ответ: а.

20. Очень часто для популяционных исследований используют не полногеномное секвенирование, а секвенирование участков генома, ассоциированных с сайтами рестрикции (RAD-seq). Для этого геномную ДНК сначала обрабатывают рестриктазой, затем отбирают участки определенного размера, которые затем секвенируют. Обнаруженные полиморфизмы (различия) в этих участках позволяют достоверно выявлять популяционную структуру различных видов. Главная причина, по которой используется такой тип секвенирования является (2 балла):



- а) такой тип секвенирования позволяет выявить больший процент полиморфизмов по сравнению с обычным секвенированием генома;
- б) такой тип секвенирования позволяет выявить достаточное количество полиморфизмов высокого качества с низкими затратами на секвенирование;
- в) такой тип секвенирования позволяет выявлять полиморфизмы исключительно в гетерохроматине;
- г) такой тип секвенирования позволяет отделять достоверные полиморфизмы от шума и ошибок, возникающих при полном секвенировании генома.

Ответ: б.

ЧАСТЬ 2.

Вам предлагаются тестовые задания (10 заданий) с множественными вариантами ответа (от 0 до 5). На каждый пункт задания (а-д) нужно ответить верно или не верно. За каждое задание можно получить 3 балла. Всего за вторую часть можно получить 30 баллов.

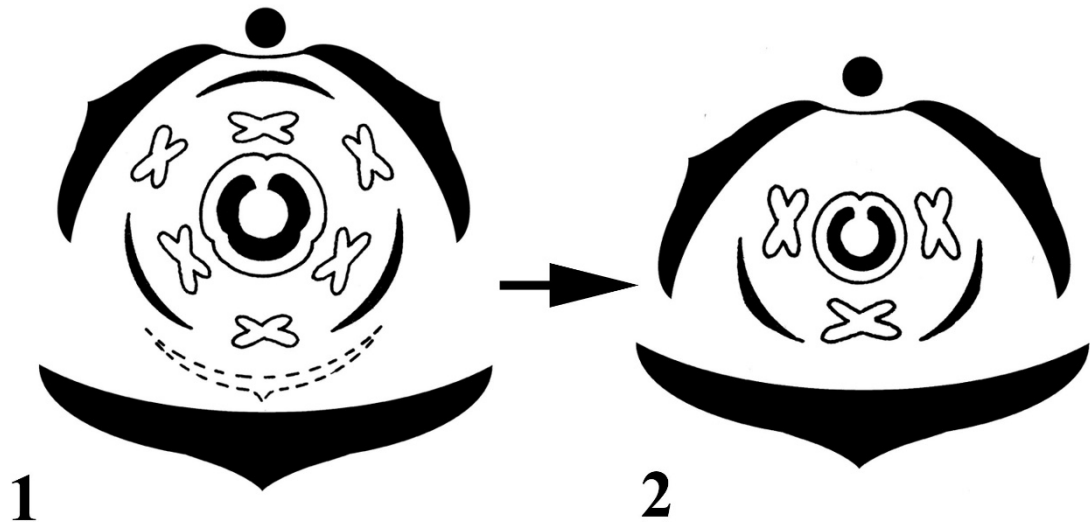
1. В качестве осмопротекторов у галофильных бактерий могут выступать:

- а) пролин;
- б) сахароза;
- в) трегалоза;
- г) маннитол;
- д) глицерин.

Ответ: а, б, в, г, д.



2. На картинке под цифрой 2 изображена диаграмма цветка типичного современного представителя семейства Злаки (Poaceae), под цифрой 1 изображена гипотетическая диаграмма цветка предка злаков. Согласно данной гипотезе можно утверждать, что:



- а) две пленчатые лодичкулы в цветке современных злаков являются видоизмененными тычинками внутреннего круга андроцея предка злаков;
- б) эволюция гинецея злаков шла по пути редукции от тримерного к мономерному;
- в) у эволюционного предка злаков отсутствовала нижняя цветковая чешуя;
- г) двукилеватая верхняя цветковая чешуя гомологична двум сросшимся листочкам наружного круга околоцветника предка злаков;
- д) в процессе эволюционного становления злаки утратили тычинки внутреннего круга.

Ответ: б, г, д.

3. Выберите общие черты для зеленой водоросли *Cladophora* и красной водоросли *Polysiphonia*:

- а) наличие хлорофилла *a*;
- б) целлюлоза входит в состав клеточной стенки;
- в) жизненный цикл со спорической редукцией;
- г) бесполое размножение зооспорами;
- д) фикобилисомы – светособирающие антенны.

Ответ: а,б,в.

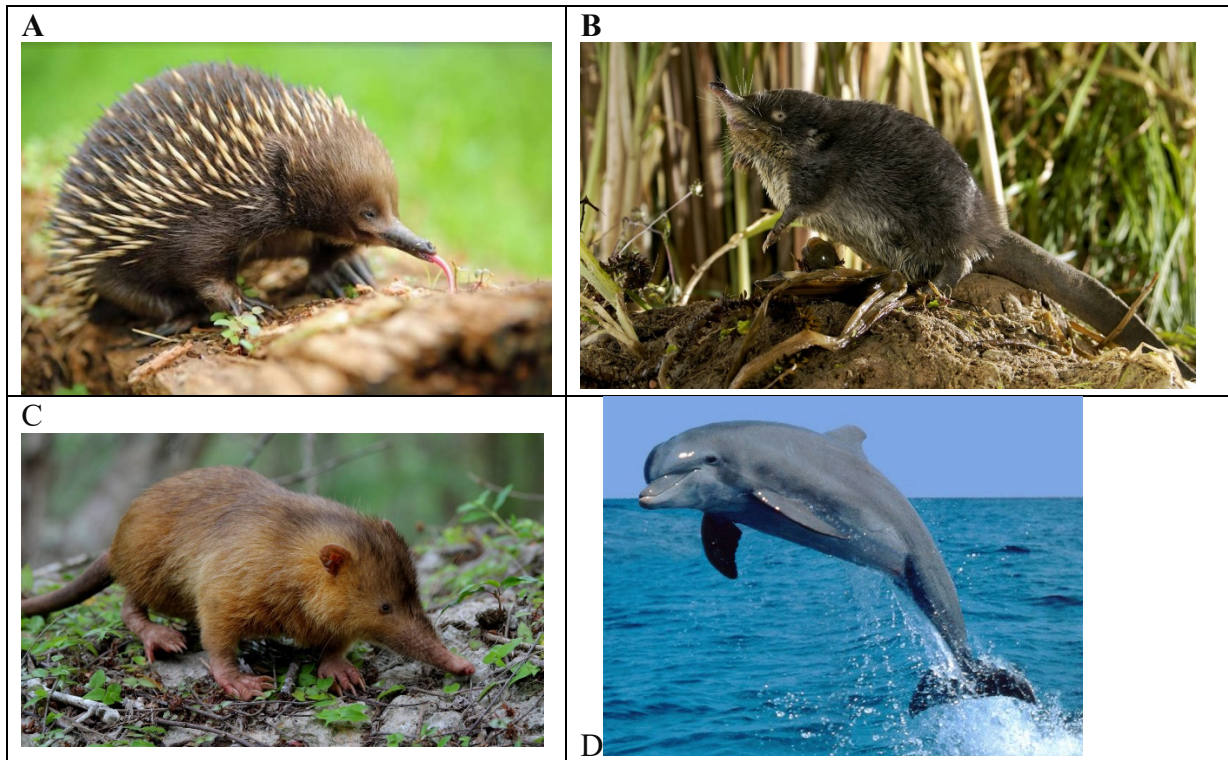
4. Распространение гельминтозов обычно привязано к определенной территории и зависит от природных (биотических и абиотических) и социальных (обычаев, особенностей национальной кухни) факторов. Какие гельминты встречаются повсеместно (задание от партнера – Псков ГУ):

- а) власоглав;
- б) острицы и аскариды;
- в) свиной цепень;
- г) карликовый цепень;
- д) все ответы верны.

Ответ: б.



5. Выберите все верные утверждения для представленных животных:



- а) все представленные организмы относятся к подклассу Звери (Theria);
- б) организмы А, В и С относятся к отряду Грызуны (Eulipotyphla);
- в) организм С является одним из немногих ядовитых млекопитающих;
- г) не все представленные организмы имеют гетеродонтную зубную систему;
- д) организмы А и В эндемики Австралии.

Ответ: в, г.

6. Синдром избегания тени позволяет растениям, находящимся в тени более высоких соседей, активировать рост и выйти из тени на свет. Он реализуется благодаря наличию фитохромов А и В, различающихся по спектральным свойствам хромофоров, структурам белков и функциям. Мутанты по фитохрому А демонстрируют нормальный синдром избегания тени, тогда как мутанты по фитохрому В в тени растут так же, как и на свету. Какие особенности фитохромов приводят к такому эффекту?

- а) Фитохром А быстро деградирует на свету, поэтому форма, поглощающая дальний красный свет, долго не живет. Фитохром В более стабилен на свету, форма, поглощающая дальний красный свет, превращается в неактивную красную форму, что приводит к снижению фитохромного сигнала и активации синдрома избегания тени.
- б) Фитохром В является короткоживущей формой, поэтому передача сигнала идет преимущественно через фитохром А. По этой причине мутанты по фитохрому А демонстрируют синдром избегания тени: растение в этом случае вообще не получает информации о том, что имеется свет, доступный для фотосинтеза.
- в) Спектры действия фитохромов А и В отличаются: дальний красный свет вызывает ингибирование светозависимых ответов у фитохрома В, но не у фитохрома А. Это



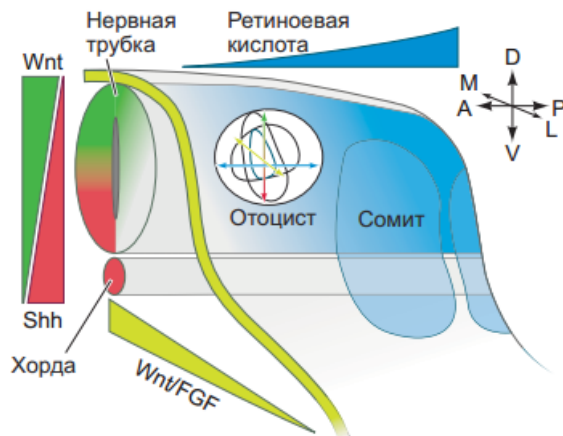
позволяет фитохрому В работать в качестве сенсора пригодности света для фотосинтеза и оценивать отношение красных и дальних красных фотонов в свете.

г) Синдром избегания тени вызывается активной формой фитохрома В, которая поглощает красный свет. По этой причине мутанты по фитохрому В растут в тени так же, как на свету.

д) Фенотипы мутантов объясняются тем, что фитохром А и фитохром В должны на дальнем красном свете активироваться и образовать димер, без его формирования синдром избегания тени не проявляется

Ответ: а, в.

7. На рисунке представлена схема распределения факторов, влияющих на детерминацию осей ооциста. В ходе экспериментального воздействия был ингибирован фактор Wnt. К нарушению формирования каких структур это приведет в первую очередь?



а) улитки;

б) полукружных каналов;

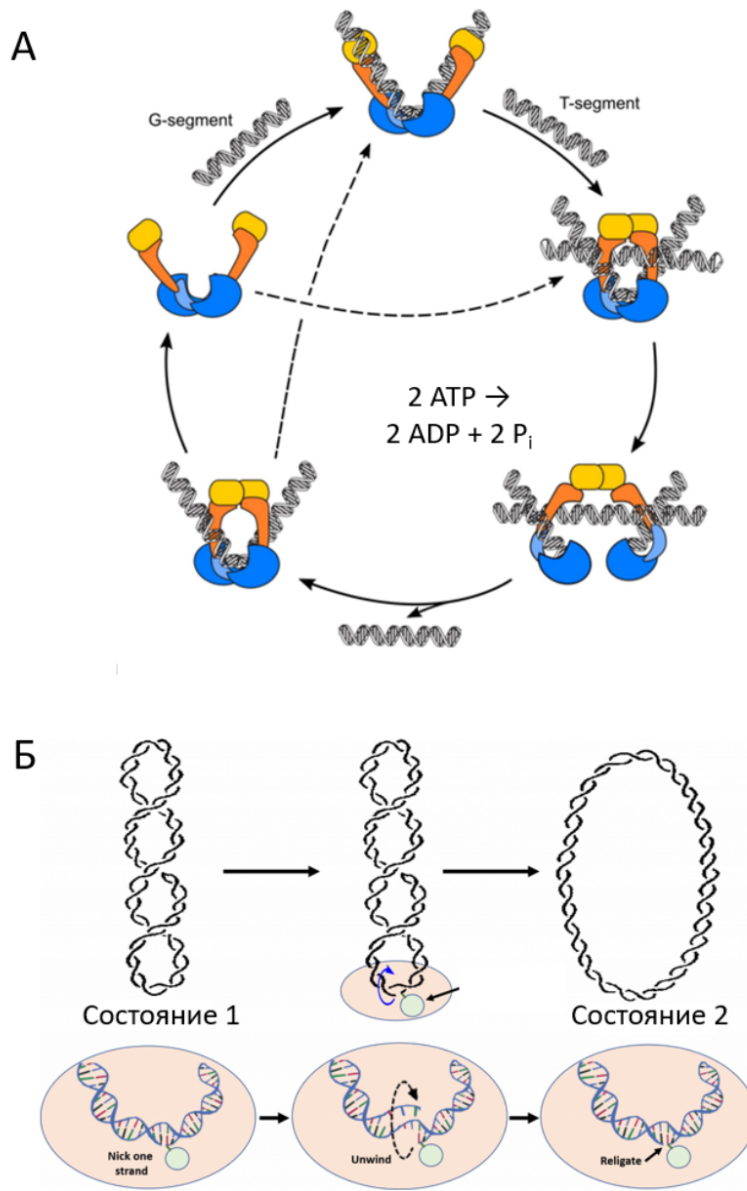
в) эндолимфатического протока;

г) существенных изменений не произойдет благодаря компенсаторным механизмам;

д) внутреннее ухо не будет развиваться.

Ответ: б, в.

8. Показаны механизмы работы двух бактериальных ферментов. Выберите верные утверждения:



- а) фермент А относится к топоизомеразам II типа;
- б) фермент Б позволяет разделять хромосомы после репликации;
- в) фермент А гомологичен белку, запускающему рекомбинацию в мейозе;
- г) фермент Б может осуществлять обратную реакцию (состояние 2 → состояние 1);
- д) фермент А преобразует энергию гидролиза фосфоангидридной связи в энергию фосфодиэфирной связи ДНК.

Ответ: а, в.

9. В каких случаях родителей не должна беспокоить повышенная вероятность наследственного заболевания у ребенка, несмотря на семейный анамнез?

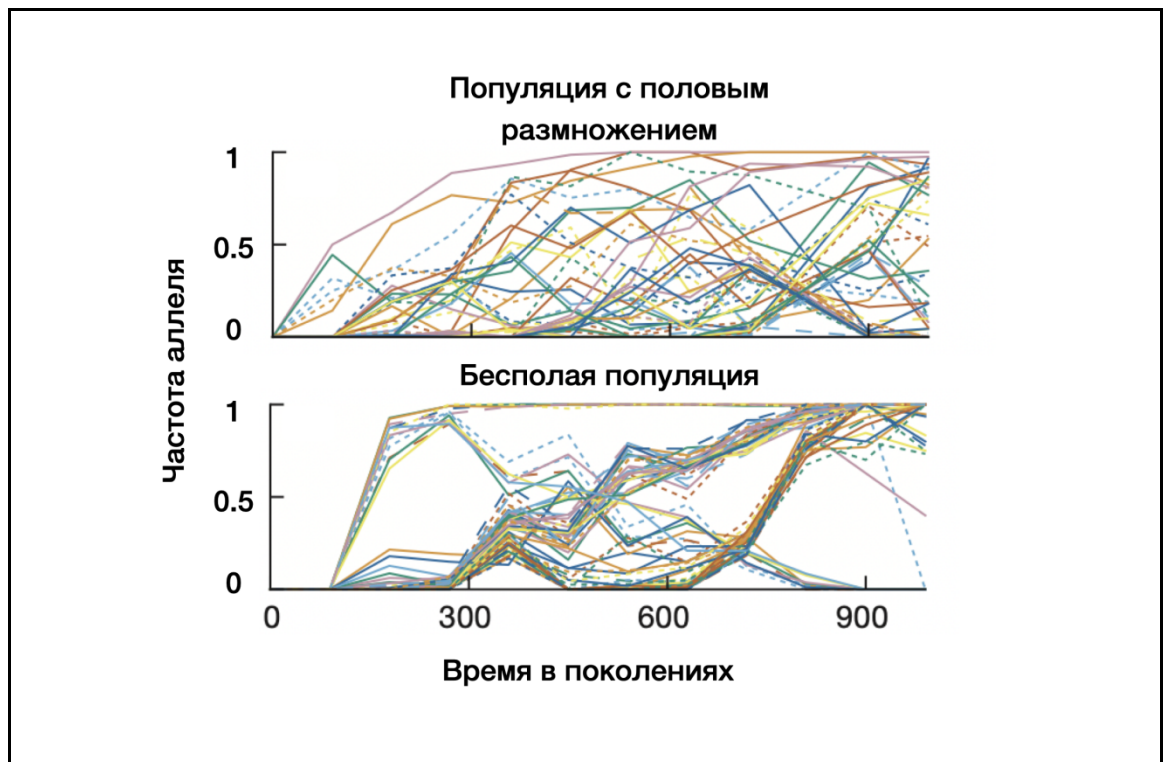
- а) заболевание рецессивное X-сцепленное, в семье болен брат отца ребенка;
- б) заболевание рецессивное X-сцепленное, в семье болен дедушка ребенка по материнской линии;
- в) заболевание рецессивное аутосомное, в семье болен брат матери ребенка;
- г) заболевание митохондриальное, в семье больна сестра отца ребенка;



д) заболевание доминантное Х-сцепленное, в семье больны бабушка по материнской линии и сестра матери ребенка.

Ответ: а, г, д.

10. Для изучения влияния полового размножения на процессы адаптации организмов к среде был проведен эксперимент на пекарских дрожжах (*Saccharomyces cerevisiae*). В эксперименте популяции численностью 100 000 особей содержались на протяжении 1000 поколений на питательных средах, позволяющих селективно выделять популяции, размножающиеся половым и бесполом путём. В течение поколений проводили секвенирование популяций и измеряли частоту мутаций, которая изображена на графике. Внимательно изучите графики и выберите верные утверждения.



- а) Количество зафиксированных мутаций в половой и бесполой популяции сильно различается. В половой популяции зафиксировалось гораздо больше мутаций.
- б) Большинство мутаций, зафиксировавшихся в “половой” популяции в дальнейшем не элиминируются, в то время как в бесполой популяции происходит периодическая элиминация мутаций с частотой равной 1.
- в) Скорее всего в бесполой популяции фиксируются как полезные, так и вредные мутации.
- г) Скорость возникновения мутаций существенно отличается в популяциях, о чем можно судить по относительной толщине линий на графике.
- д) Подавляющее большинство мутаций в эксперименте зафиксировалось в результате действия естественного отбора.

Ответ: б, в.



ЧАСТЬ 3.

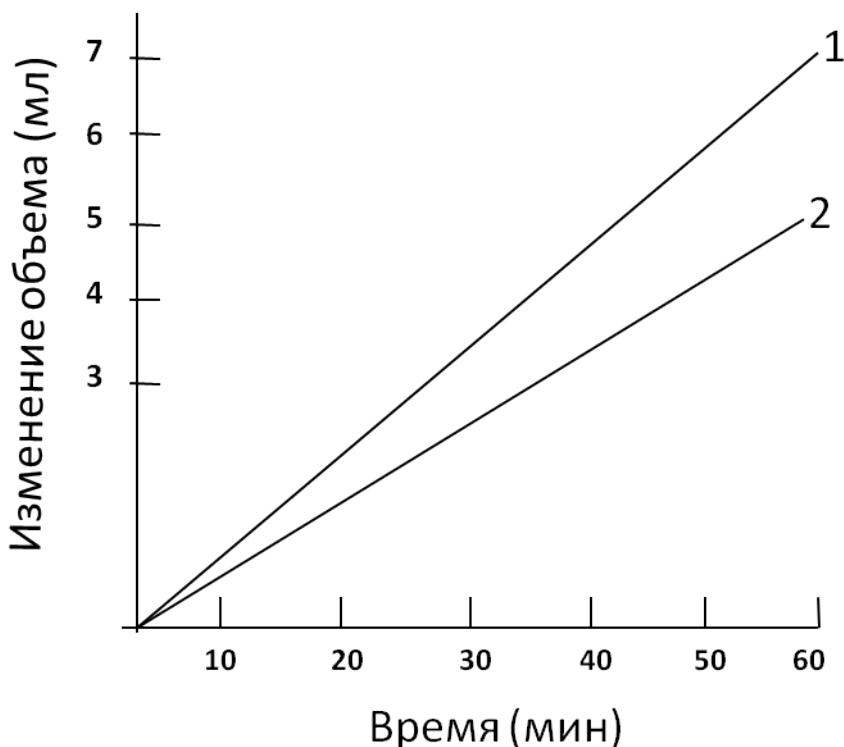
Вам предлагаются расчётные задачи (10 задач). Правильный ответ за каждую задачу оценивается от 3 до 5 баллов. Всего за третью часть можно набрать 40 баллов

Задание 1 (3 балла). Экстремально галофильные археи *Haloquadratum walsbyi* были впервые обнаружены в водах глубоководного брина на Синайском полуострове. Вопреки законам физики, клетки этого микроба имеют очень необычную форму. Они представляют собой кубоид, в основании которого лежит практически идеальный квадрат со стороной 5 мкм, а высота которого – 200 нм. Такая форма клеток, как оказалось позже, помогает *H. walsbyi* жить в условиях высокого содержания соли. Интересно, что адаптаций к галофильности у этой археи предостаточно: например, для поддержания осмотического давления она также накапливает в цитоплазме клетки KCl в концентрации 2.0 М. Подсчитайте, какая масса KCl будет аккумулирована в клетках *H. walsbyi*, населяющих один глубоководный брин, если таких клеток там 10^8 . Размеры разных клеток считайте одинаковыми. Ответ дайте в микрограммах, округлите до первого знака после запятой.

Справочная информация: $M_{r(\text{KCl})} = 74.5$ г/моль

Ответ: 74.5 мкг

Задание 2. (4 балла). Студенты измерили газообмен 5 грамм прорастающих семян. На рисунке представлены данные по изменению объема газов во времени. Молекулярная масса $\text{CO}_2 = 44$ г/моль, объем 1 моль идеального газа при $25^\circ\text{C} = 24,45$ л. Считайте углекислый газ идеальным газом.





1. Поглощенный O_2
2. Выделенный CO_2

Рассчитайте дыхательный коэффициент (RQ) семян - объем выделенного CO_2 /объем поглощенного O_2 . Ответ запишите в виде десятичной дроби, округлив до десятых. (2 балла)

Ответ: 0,7

Как Вы думаете, студенты изучали дыхание прорастающих семян А. льна или Б. риса? Дыхательный коэффициент метаболизма липидов примерно 0.7, белков - 0.8, углеводов — 1.0. Ответ дайте в виде буквенного шифра. (2 балла)

Ответ: А.

Задание 3 (4 балла). Мефодий очень любил кинзу и решил выращивать ее в квартире. Была очень холодная зима, и Мефодий включил электрический обогреватель, что повысило температуру с 20 до 29 градусов по Цельсию. К сожалению, это воздействие ингибировало, а не стимулировало рост растений.

Известно, что при 20°C отношение карбоксилазной активности Рубиско к оксигеназной у кинзы составляет 4\1, а при 29 градусах - 3\1. **Во сколько раз снизится выход 3-фосфоглицерата у кинзы Мефодия при повышении температуры?** Учтите, что выделяемый при фотодыхании углекислый газ не включается в цикл Кальвина, и метаболиты не расходуются на другие реакции, кроме цикла Кальвина и фотодыхания.

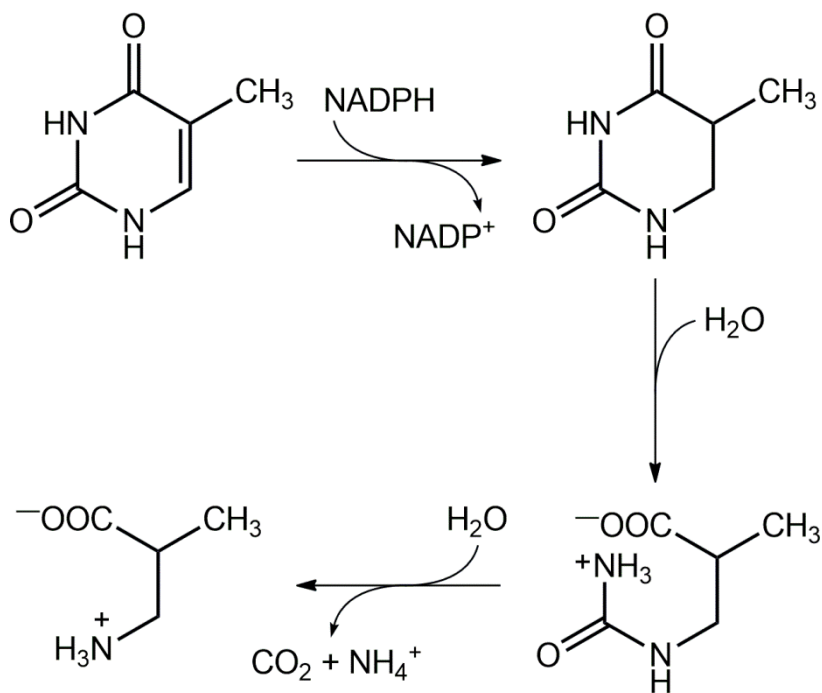
Ответ округлите до третьего знака после запятой.

Ответ: 1,037

Задание 4. (4 балла). Известно, что динуклеотиды 5'-CG-3' (CpG) являются более мутабельными, чем многие другие последовательности. Допустим, мутации CpG происходят в 7 раз чаще, чем мутации других динуклеотидов. Все другие мутации динуклеотидов равновероятны (то есть вероятность перехода между динуклеотидами одинакова) и изменения нуклеотидных последовательностей происходят только благодаря мутациям **рассчитайте равновесную долю CG последовательностей в геноме среди всех других динуклеотидов.** Ответ дайте в процентах, округленных до целых.

Ответ: 1.

Задание 5 (4 балла) (задание от партнера – ИБХ РАН). На рисунке изображены начальные этапы одного из вариантов катаболизма азотистого основания тимина, протекающего в организме человека. В ходе трех перечисленных реакций тимин конвертируется в β -аминоизомасляную кислоту. В дальнейшем это соединение вступает в две другие реакции (не отмечены на рисунке; известно, что в одной из них участвует α -кетоглутарат) и превращается в вещество, которое можно встретить при катаболизме жирных кислот. Наконец, полученная молекула катаболизируется традиционным способом. Примите, что окисление 1 моля NADH в электрон-транспортной цепи митохондрий дает 2.5 моля АТФ, а окисление 1 моля $FADH_2$ – 1.5 моля АТФ. Для простоты считайте, что NADPH и NADH не могут превращаться друг в друга, что глутаматдегидрогеназа использует NAD^+ , что АТФ и ГТФ могут конвертироваться друг в друга, и что перенос восстановительных эквивалентов через мембраны не сопровождается потерей энергии. **Рассчитайте количество молей АТФ, которое клетка может запасти при полном окислении одного моля тимина до NH_3 , H_2O и CO_2 .** Ответ укажите с точностью до десятых.

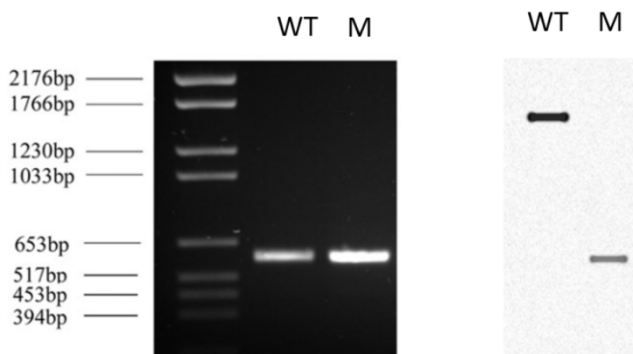


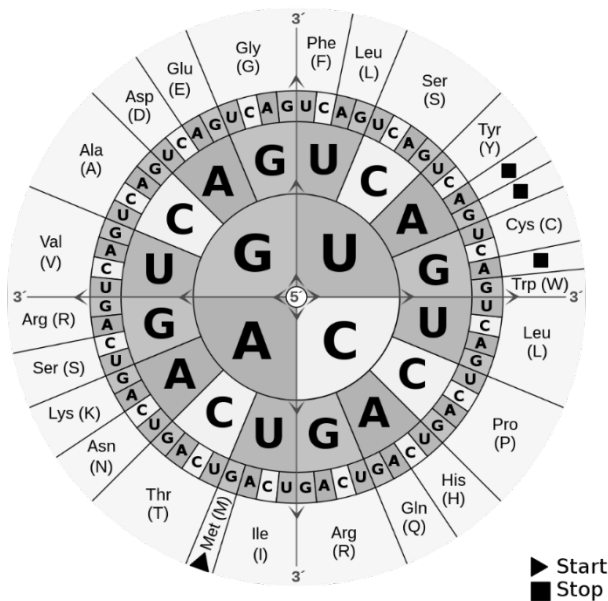
Ответ: 21,5.

Задание 6 (4 балла). В результате однонуклеотидной замены, отмеченной на последовательности кодирующей цепи на изображении, возникает определенное заболевание. WT — ген без мутации, М— с мутацией. Продукты этого гена были проанализированы с помощью ПЦР с обратной транскрипцией и методом вестерн-блота. Электрофорез продуктов ПЦР с кДНК при использовании праймеров, фланкирующих точку мутации, показан слева, результаты вестерн-блота — справа. **Напишите последние 4 аминокислоты белкового продукта гена с мутацией, если известен фрагмент нормального белка: ...SGQRAKVE...**

Ответ запишите в формате последовательности из однобуквенных обозначений аминокислот латинскими символами без пробелов, в направлении к С-концу, например: ATRQ

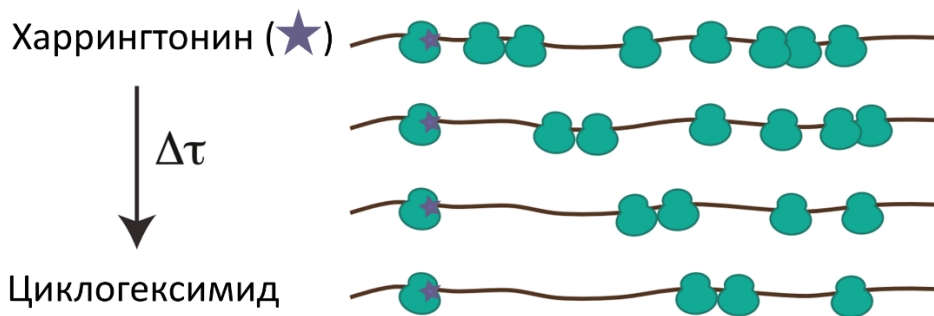
WT ...TCCTTCTA**G**AGAGCTAAAGTAGAA... 3'
 M ...TCCTTCTA**C**AGAGCTAAAGTAGAA... 3'





Ответ: SGQS.

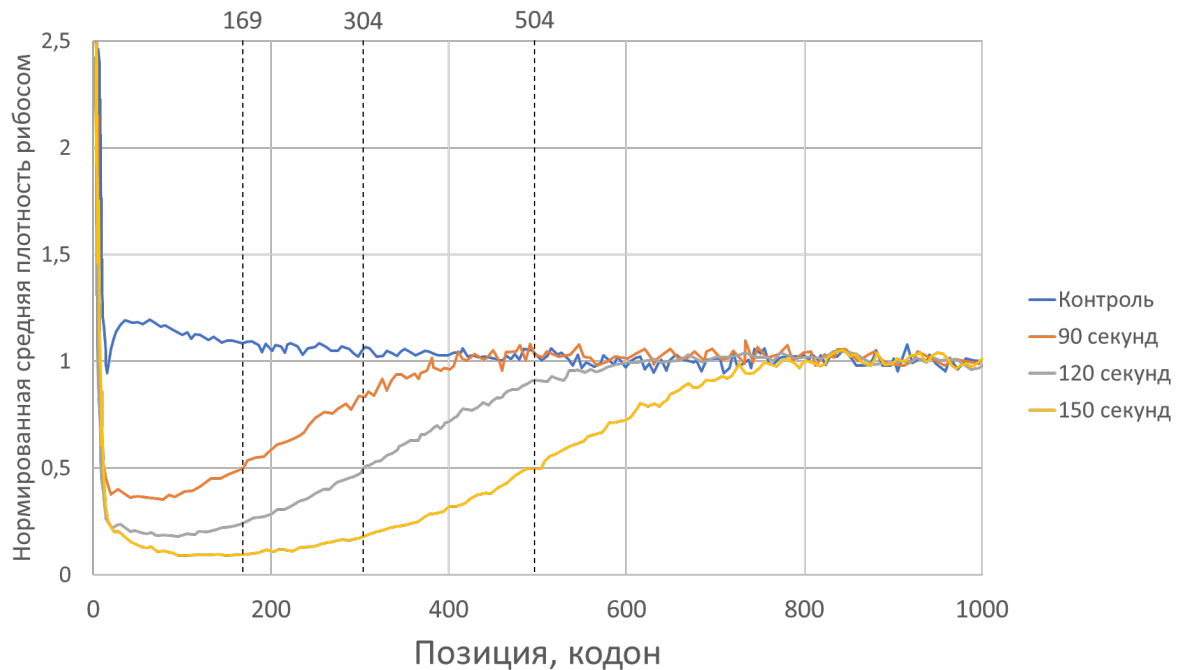
Задание 7 (5 баллов). Для измерения скорости синтеза белка в мышечных эмбриональных стволовых клетках был поставлен следующий эксперимент. Ученые добавляли к клеткам ингибитор инициации трансляции харрингтонин, который блокирует рибосому на стадии инициации трансляции. Далее спустя различные промежутки времени ученые добавляли к клеткам циклогексимид, который блокировал элонгацию трансляции (но при этом не приводил к высвобождению рибосом с мРНК).



После этого ученые лизировали клетки и обрабатывали лизаты РНКазой, которая разрушала участки РНК, не защищенные рибосомами. После этого ученые выделяли фрагменты РНК, которые были защищены от нуклеазной обработки ассоциированными с ними рибосомами, количественно переводили последовательности этих фрагментов РНК в кДНК, и секвенировали полученные библиотеки кДНК с помощью технологий секвенирования нового поколения. Таким образом, ученые получали количественную информацию о расположении (плотности) рибосом на молекулах РНК в клетках (рибосомные профили). На рисунке показаны усредненные по всем транскрибируемым мРНК рибосомные профили в необработанных харрингтонином клетках (контроль), а также в обработанных харрингтонином в течение 90, 120 или 150 секунд перед добавлением циклогексимид. По оси абсцисс отложено положение кодона в рамке считывания (от старт-кодона). Усреднение профиля проводилось следующим образом. Вначале для мРНК каждого гена вычислялась локальная плотность рибосом скользящим окном в 5 кодонов, которая затем нормировалась на среднюю плотность рибосом для данной мРНК. После этого



рамки считывания всех мРНК выстраивались от старт-кодона, и для каждого кодона вычислялась средняя плотность рибосом путем усреднения профилей индивидуальных мРНК.



Используя данные описанного эксперимента, рассчитайте среднюю скорость движения рибосом по мРНК в мышинных эмбриональных стволовых клетках, в кодонах в секунду. В качестве позиции, соответствующей среднему положению границы свободного от рибосом участка мРНК, считайте позицию, в которой плотность рибосом на соответствующем усредненном профиле составляет половину от стационарного значения. Ответ округлите до целых; в ответ запишите только число.

Ответ: 5 ИЛИ 6

Задание 8 (4 балла) С целью сравнения численности двух различных популяций прыткой ящерицы на приграничном участке города площадью $2,5 \text{ км}^2$ (популяция 1) и лесном участке, площадью $1,5 \text{ км}^2$ (популяция 2). Ученые отловили по 50 особей на участке, поместили их меткой, не влияющей на выживаемость, и выпустили. Через 5 дней был произведен второй случайный отлов животных. Из 62 ящериц, отловленных в приграничном участке города, 4 животных несли метку. Из 54 животных, отловленных на лесном участке, 5 животных были с меткой. Как отличаются между собой популяции 1 и 2 по численности и по плотности.

1. Численность популяция 1 (1 балл)

Ответ: 775 особей

2. Численность популяции 2 (1 балл)

Ответ: 540 особей

3. Плотность популяции 1 (1 балл)

Ответ: 310 особей/км²

4. Плотность популяции 2 (1 балл)

Ответ: 360 особей/км²



Задание 9. (4 балла) Отсутствие бивней у африканских слонов – моногенный доминантный признак, который наследуется Х-сцеплено и проявляется только у самок, поскольку у самцов летален. Браконьеры охотятся на слонов с бивнями (не различая самцов и самок), однако игнорируют самок без бивней, тем самым создавая отбор в пользу аллели безбивневости. С 70-х по 90-е годы в заповеднике Горонгоса за одно слоновье поколение доля безбивневых самок выросла с 19% до 51%. Обозначив относительную приспособленность безбивневых самок за единицу, а приспособленность безбивневых самцов за ноль (так как это эмбриональная леталь), **рассчитайте некоторые характеристики этой популяции. Запишите их в виде десятичных дробей, округлив до сотых.** Считайте, что на уровне зигот количество самцов и самок у слонов строго одинаковое.

А) Исходная (в 70-х) доля слонят-самцов (1 балл)

Ответ: 0,47 или 0,48, засчитывать любой

Б) Частота аллели безбивневости после отбора (в 90-х) (1 балл)

Ответ: 0,26

В) Относительная приспособленность нормальных самок (2 балла)

Ответ: 0,23

Задание 10 (4 балла). Расщепления по фенотипу в условиях малого числа потомков подчиняются скорее законам комбинаторики, чем законам Менделя. В рамках практикума по генетике студент скрестил две линии мух, гомозиготных по двум разным несцепленным аутосомным рецессивным мутациям, получил поколение F_1 , а затем поколение F_2 , в котором насчитал 9 мух дикого типа, 3 мух с первой мутацией, 3 мух со второй мутацией и 1 муху с двумя мутациями (остальные потомки утонули в среде при окукливании). **Рассчитайте вероятность такого идеального расщепления среди 16 потомков, запишите ее в виде десятичной дроби, округлив до тысячных.**

Ответ: 0,025