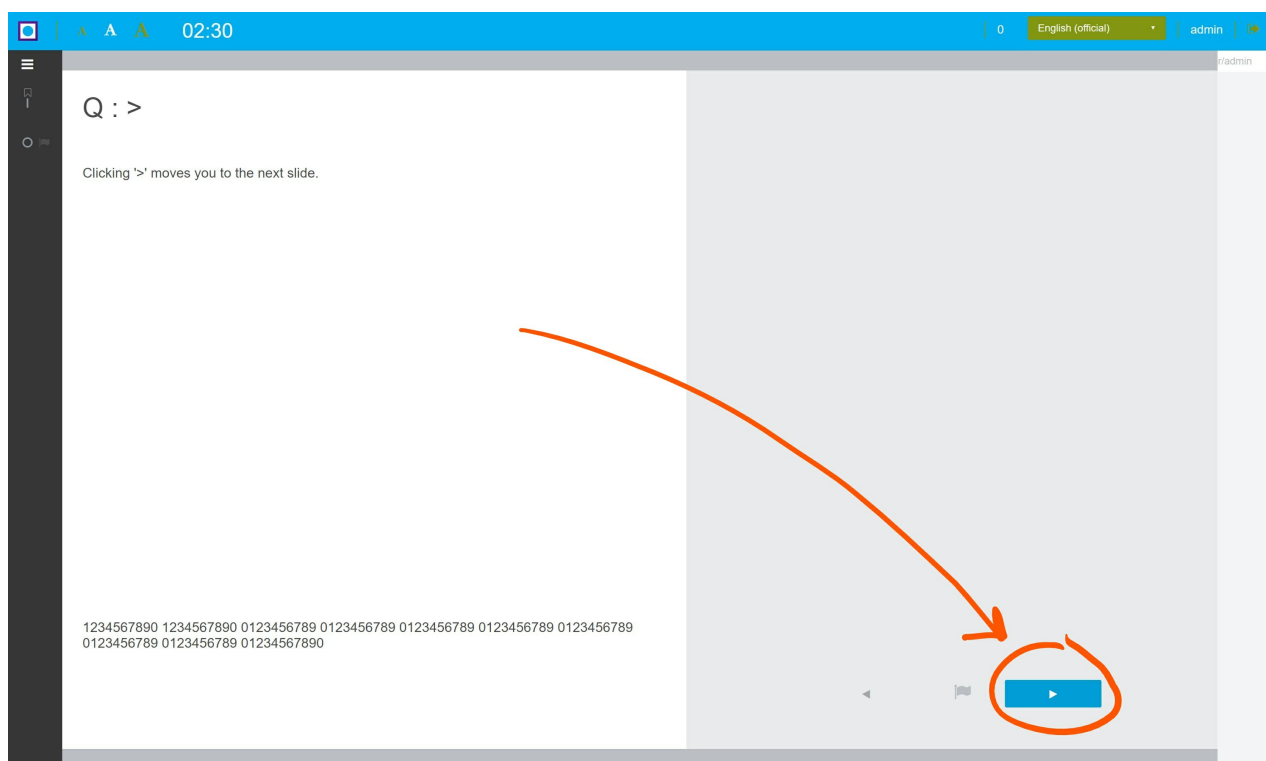
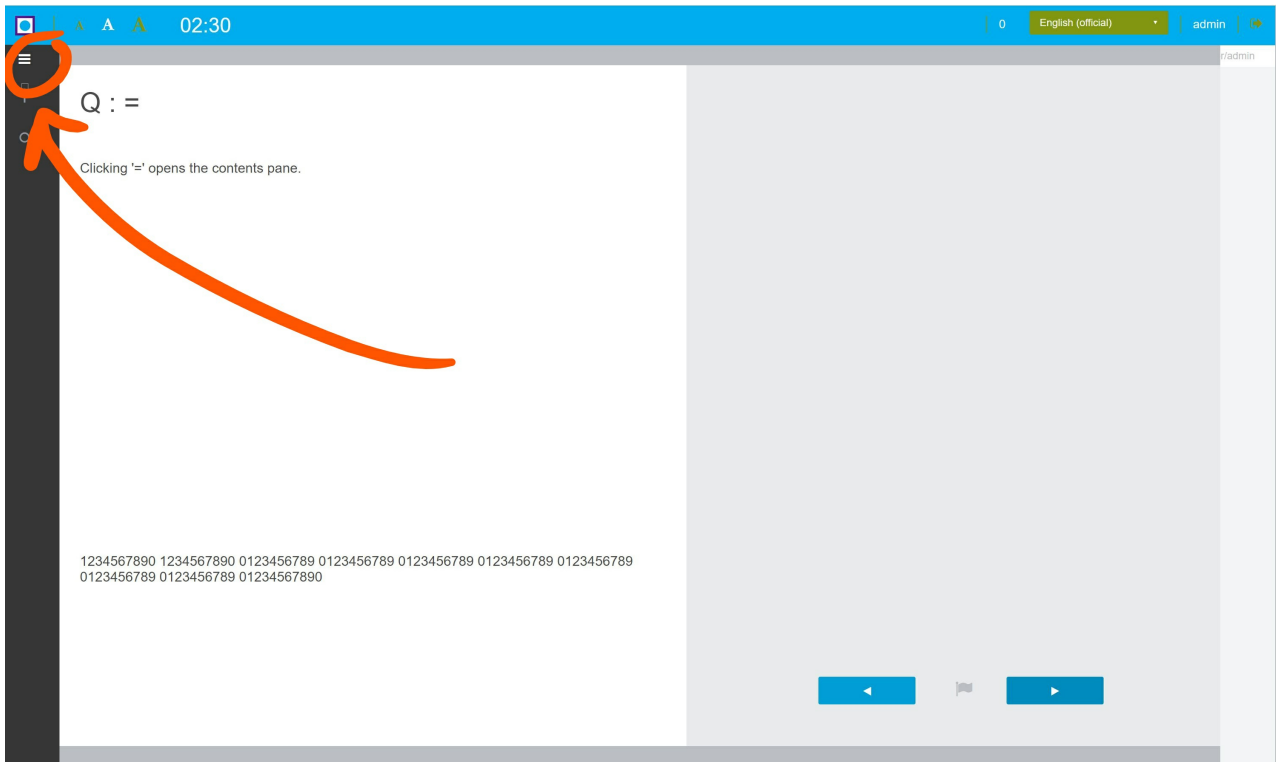


НАВИГАЦИЯ ПО СЛАЙДАМ

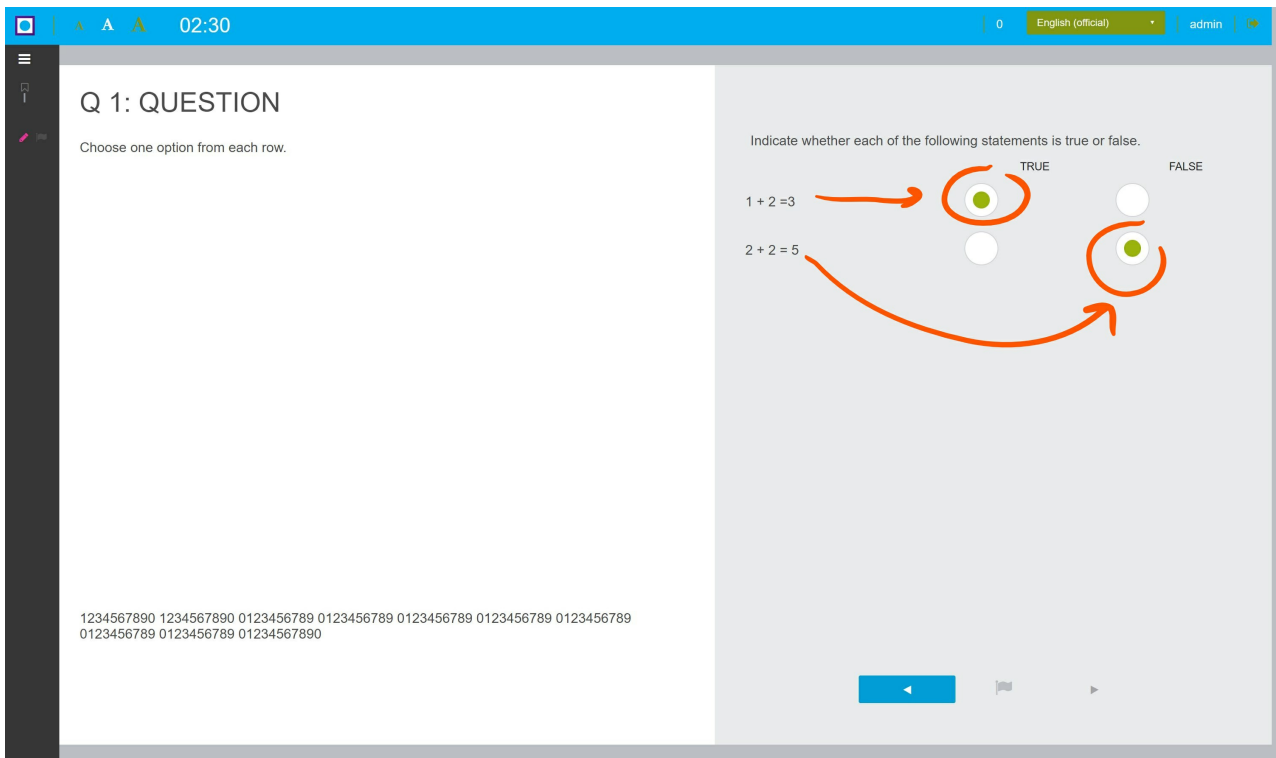
Просмотрите все вводные слайды перед тем, как перейти к первому вопросу. Эти слайды содержат важную и полезную информацию, включая инструкции и полезные научные определения.
Нажмите на '>', чтобы перейти на следующую страницу.



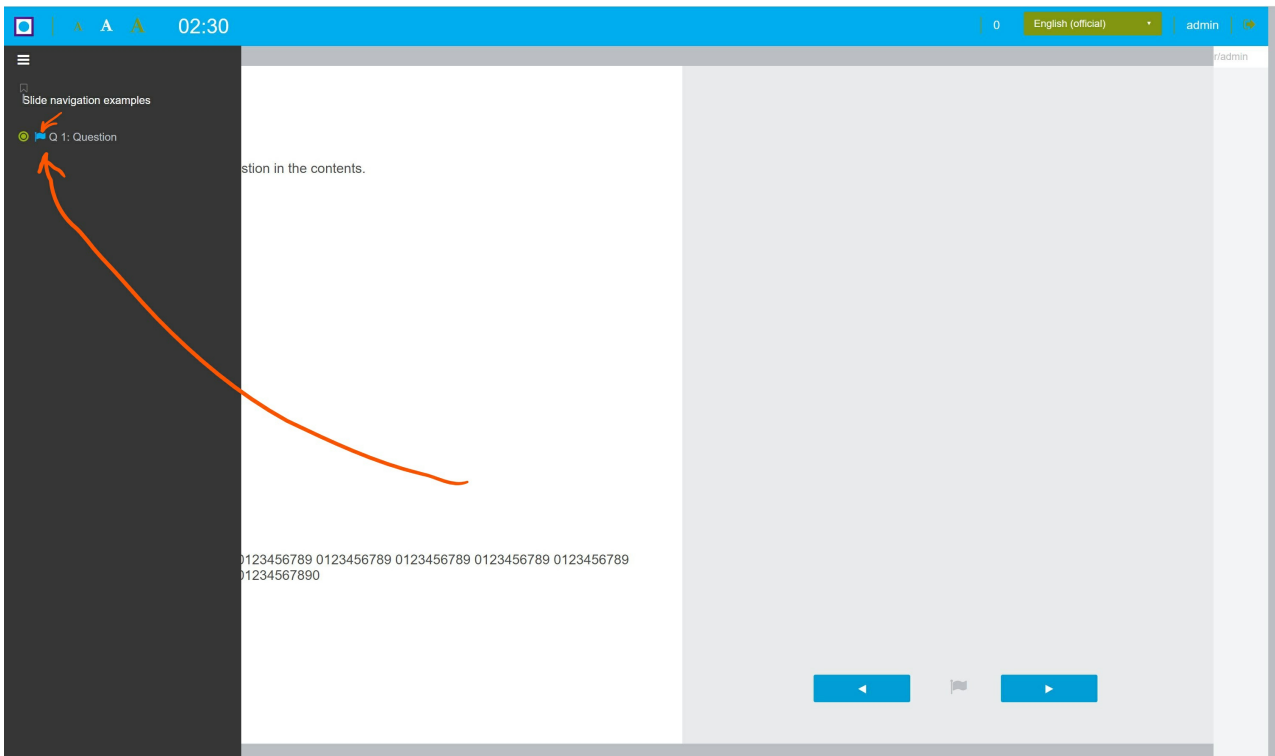
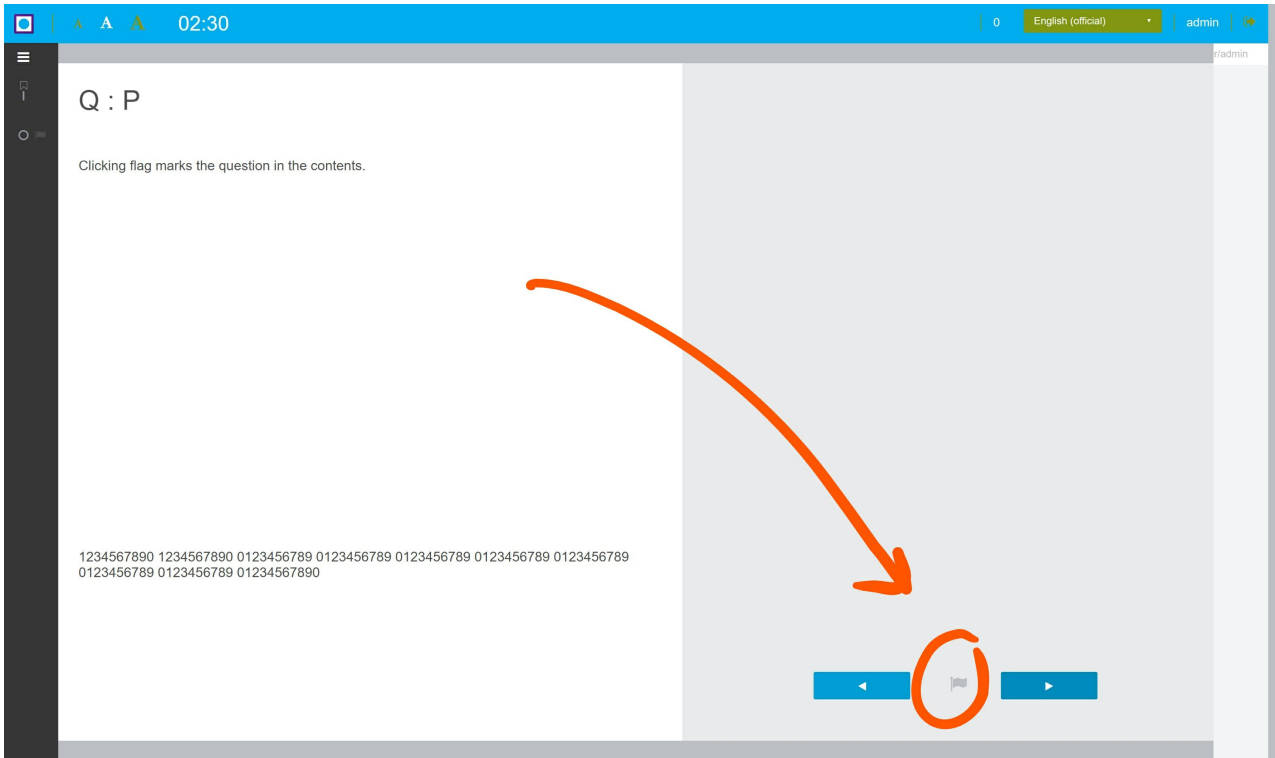
Нажмите на значок, напоминающий гамбургер (три горизонтальные полосы) слева сверху на полосе прокрутки, чтобы посмотреть содержание теоретической части. Снова нажмите на него, чтобы закрыть содержание. Затем нажмите '>'



В каждом вопросе выберите один вариант в каждом ряду. Вы можете изменить свой ответ в любое время во время теста, ваши ответы сохраняются автоматически.



Флажок можно использовать, чтобы пометить вопросы и потом увидеть пометку в панели содержания.



ИНСТРУКЦИИ К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ: 8.30 - 11.30

Инструкции

Каждая часть состоит из 46 вопросов, на которые Вы будете отвечать на компьютере.

Вы **ДОЛЖНЫ** ответить на **ВСЕ** части **ВСЕХ** вопросов. В заданиях с несколькими утверждениями, вы должны отметить каждое утверждение как верное или неверное. В каждом вопросе любое число утверждений может быть верным, в том числе могут быть верны как все утверждения, так и ни одно из них. При расчетах вы должны выбрать число, ближайшее к правильному ответу. Если вы не уверены, попробуйте угадать: за неверные ответы баллы сниматься не будут, но вы можете получить дополнительные баллы, если угадаете.

За каждый правильный ответ Вы получите 1 балл. За каждый неправильный или отсутствующий ответ Вы получите 0 баллов.

Старайтесь отвечать на вопросы **ПО ПОРЯДКУ**, но Вы сможете вернуться к тем вопросам, на которые не смогли ответить сразу. Вы можете отметить такие вопросы флажком. Вы также можете увидеть, на сколько вопросов Вы уже ответили, открыв панель содержания с левой стороны. В некоторых случаях идеи, которые вы рассматривали в предыдущих вопросах могут помочь вам ответить на последующие вопросы.

Некоторые рисунки можно увеличить, нажав на них.

Вы можете поменять язык задания, выбрав его в правом верхнем углу экрана.

Вы должны творчески использовать информацию, данную вам в каждом вопросе, но ни один из вопросов не требует очень специализированных или технических знаний.

Вы **ДОЛЖНЫ** взять с собой на тест следующее:

- "Одобренный" калькулятор
- Ручку или карандаш
- Вам будет дана бумага для черновика. Вам **ЗАПРЕЩЕНО** приносить или выносить какую-либо бумагу в/из аудиторию/и. Копия этого файла будет доступна на первой странице обеих частей теоретического теста.

Правила

Вам ЗАПРЕЩЕНО переговариваться или как-то иначе общаться с ЛЮБЫМИ участниками на протяжении ВСЕГО теста.

Вам ЗАПРЕЩЕНО открывать любые ДРУГИЕ окна на компьютере.

Во время теста вам ЗАПРЕЩЕНО пользоваться ЛЮБОЙ информацией, которая может помочь Вам ответить на вопросы нечестным путем.

Если вам требуется помощь гида, Вы должны поднять руку, не поворачивая при этом голову, пока не получите дальнейших указаний.

Вам ЗАПРЕЩЕНО покидать свое рабочее место за компьютером без сопровождения гида.

Если у вас возникли технические проблемы, Вы ДОЛЖНЫ сообщить об этом gidу НЕМЕДЛЕННО.

Желаем удачи!

НАУЧНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, КОТОРЫЕ МОГУТ ВАМ ПРИГОДИТЬСЯ

Эти термины встречались в заданиях МБО в течение многих лет, но вы, возможно, не знакомы с их точными определениями.

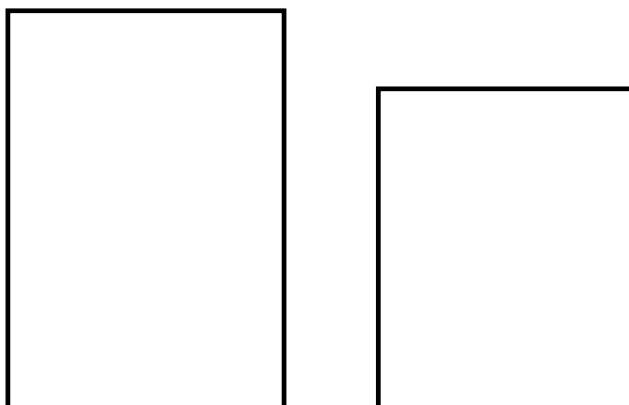
WT	Во всех случаях, WT означает дикий тип. Организмы дикого типа не подвергались генетическим манипуляциям, а также не были выбраны из-за своих конкретных генетических особенностей.
Нокаут	Термин "нокаут" относится к организму, у которого специфический ген, о котором идет речь в вопросе, мутирован таким образом, что функциональный продукт этого гена не образуется.
Гаплотипы	<p>Гаплотип - это комбинация аллелей, расположенных на одной молекуле ДНК.</p> <p>Например, если гены A, B, C, D и E расположены на одной хромосоме, и каждый из генов имеет по два аллеля, этот участок генома может иметь множество разных гаплотипов (AbCdE, abcDE, ABCde и т.д.). Если эти локусы генетически тесно сцеплены между собой, то некоторые гаплотипы будут встречаться в популяции чаще, чем ожидалось бы при случайной комбинации аллелей. То есть, конкретные аллели одного гена будут, как правило, встречаться вместе с конкретными аллелями сцепленных с ними генов.</p> <p>Мутации в таком участке приводят к образованию новых гаплотипов из старых. Мейотический кроссинговер в пределах рассматриваемого участка разрушает существующие гаплотипы и случайным образом рекомбинирует аллели, со временем приводя к исчезновению ассоциации между аллелями.</p>
mmHg	Миллиметр ртутного столба. Биологи обычно используют mmHg в качестве единицы давления. Давление mmHg, прямо пропорционально давлению в паскалях или в смH ₂ O (сантиметрах водяного столба), но значения в mmHg обычно округляются в большинстве биологических исследований.
Парциальное давление (PГаз)	<p>Парциальное давление показывает величину давления, которое газ оказывал бы на свое окружение, если бы только этот газ присутствовал в данном объеме. Парциальное давление обозначается P_{Газ} (например, P_{O₂} - парциальное давление кислорода).</p> <p>Например, общее давление атмосферного воздуха на уровне моря составляет 760 мм рт.ст., а кислород составляет 21% всех молекул в атмосферном воздухе. Поэтому парциальное давление кислорода в атмосферном воздухе составляет P_{O₂} = 0,21 x 760 = 160 мм рт.ст.</p> <p>Парциальное давление газа в растворе - это парциальное давление, которое имел бы данный газ в воздухе, который находится в равновесии с этим раствором. Например, парциальное давление кислорода в стакане с водой, длительное время находящимся в контакте с атмосферным воздухом, также составит 160 мм рт.ст. Поэтому парциальное давление используется биологами чтобы оценивать скорость и направление переноса газов и состояние равновесия.</p>

	<p>Парциальное давление НЕ ПРЯМО ПРОПОРЦИОНАЛЬНО концентрации газа в растворе. Концентрация зависит от парциального давления, растворимости, температуры и т.д.</p>
Экспрессия	<p>Многие гены транскрибируются, в результате чего образуется РНК, которая потом транслируется в полипептид. Полипептид принимает определенную конформацию и может быть модифицирован, в результате чего образуется функциональный белок. Если не указано иное, уровень экспрессии гена отражает количество функционального продукта, образующегося в результате совместного протекания этих процессов. Таким образом, если уровень экспрессии повышается, скорость образования функционального белка тоже повышается. Это не обязательно означает, что общее количество белка увеличивается (белок может быстро разрушаться). Для активации функционального продукта могут требоваться дальнейшие шаги.</p>
Стрелки	<p>На схемах стрелки обозначают "приводит", "активирует", "превращается/становится", или просто используются как указатели.</p>
Стрелки с плоскими концами	<p>На схемах тупые концы стрелок (тупые стрелки) означают "ингибирует", "блокирует", "снижает".</p>

ПРОГРАММА ЖИЗНИ

СЕКВЕНИРОВАНИЕ

Фредерик Сэнгер (1918 - 2013) изобрел секвенирование белков, РНК и ДНК, а сэр Шанкар Баласубрамаян (1966 - н.в.) изобрел высокопроизводительное секвенирование ДНК. Национальная Служба Здравоохранения проводит беспрецедентное исследование по секвенированию 100 000 геномов пациентов с редкими болезнями, но разные технологии секвенирования имеют свои достоинства и недостатки для подобных исследований (см. таблицу).



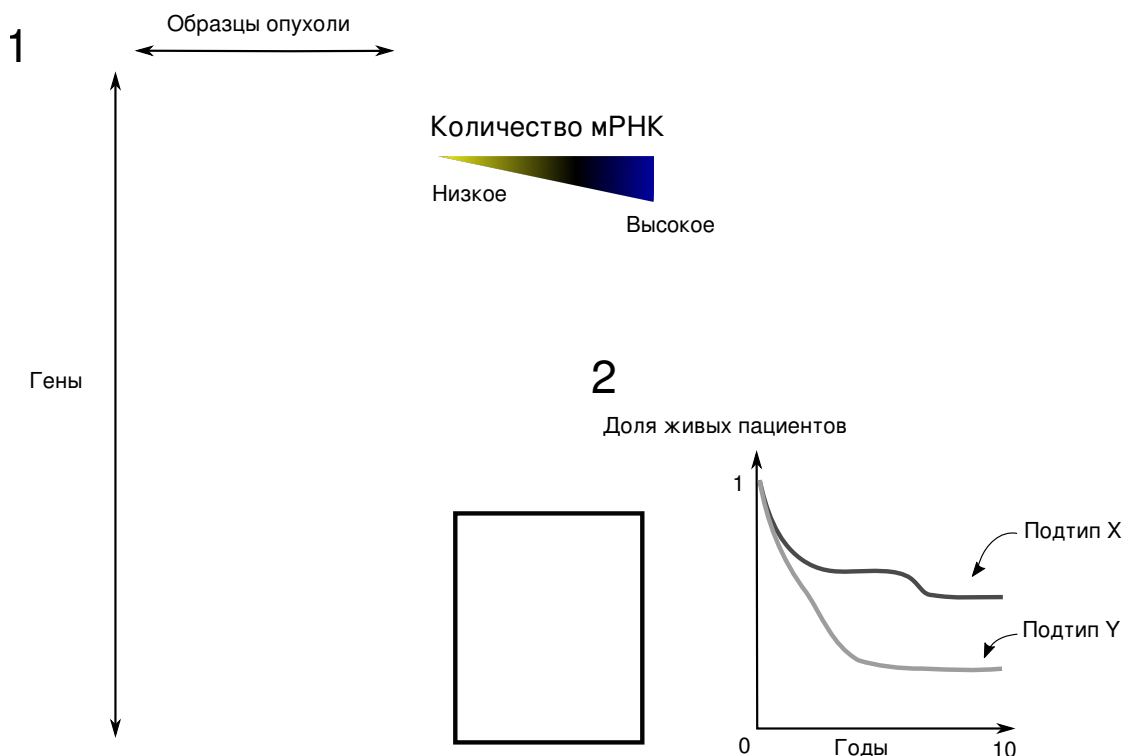
Технология	Максимальная длина последовательности, которую можно прочитать	Частота ошибок	Общее количество оснований, которое можно просеквенировать на один образец в день
Секвенирование по Сенгеру	900 п.о.	1 на 1000 п.о.	900 п.о. (1 фрагмент)
Приборы Illumina	200 п.о.	1 на 100 п.о.	3×10^{11} п.о. ($> 1,5 \times 10^9$ - фрагментов)
Приборы PacificBiosciences	5000 п.о.	1 на 10 п.о.	4×10^8 п.о. ($> 80\,000$ фрагментов)

Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным с точки зрения проекта "100 000 геномов".

- A.** Технология Illumina лучше всего подходит для поиска новых однонуклеотидных вариаций (мутации одного нуклеотида) в геномах пациентов.
- B.** Технология PacificBiosciences является самой лучшей для оценки транскрипционных изменений путем секвенирования РНК.
- C.** Технология PacificBiosciences является самой лучшей для выявления перестроек крупных участков ДНК в геномах пациентов.
- D.** Секвенирование по Сенгеру лучше всего подходит для подтверждения результатов секвенирования перед использованием генетической информации пациентов для планирования лечения.

РАКОВЫЙ МИКРОЧИП

Сэр Эдвин Саузерн (1938 - н.в.) изобрел микрочипы для анализа экспрессии сотен генов одновременно. На поверхность микрочипа нанесено множество различных зондов, которые за счет комплементарного спаривания позволяют обнаруживать различные мРНК, экспрессируемые с разных генов по всему геному. Диффузные крупноклеточные В-клеточные лимфомы (DLBCL) от десятков пациентов были проанализированы с помощью микрочипа (1). Кроме того, была измерена выживаемость пациентов с двумя клиническими подтипами DLBCL (2).

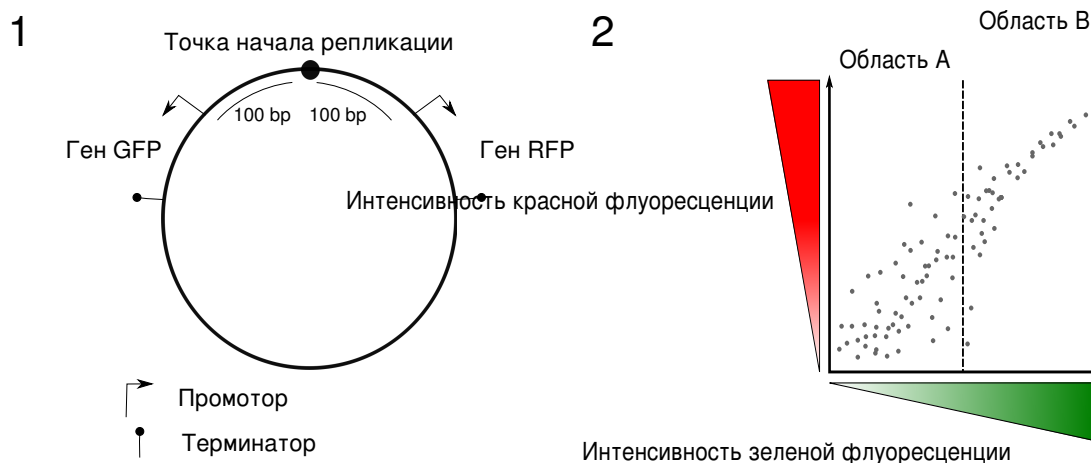


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Приведенные данные позволяют исключить возможность того, что выживаемость пациентов определяется различиями в уровне экспрессии генов между подтипами DLBCL.
- B.** Данные экспрессии генов предполагают наличие двух основных подтипов DLBCL, различимых на молекулярном уровне.
- C.** Измерения экспрессии одного гена достаточно, чтобы различать подтипы DLBCLs.
- D.** Каждый подтип DLBCL имеет равное количество генов с относительно повышенным и относительно пониженным уровнем экспрессии по сравнению с другими подтипами.

ШУМ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ

В бактерии ввели плазмиду, изображенную на рисунке (1). Красный флуоресцентный белок (RFP) или зеленый флуоресцентный белок (GFP) образуются с генов на этой плазмиде всякий раз, когда транскрипционные факторы связываются с их промоторами. Последовательности промоторов генов красного и зеленого белков идентичны. Репликация плазмидной ДНК начинается с точки начала репликации, и репликативные вилки движутся в обоих направлениях. Репликация начинается, когда факторы репликации связываются с точкой начала репликации. Была измерена интенсивность красной и зеленой флуоресценции отдельных бактериальных клеток (2).



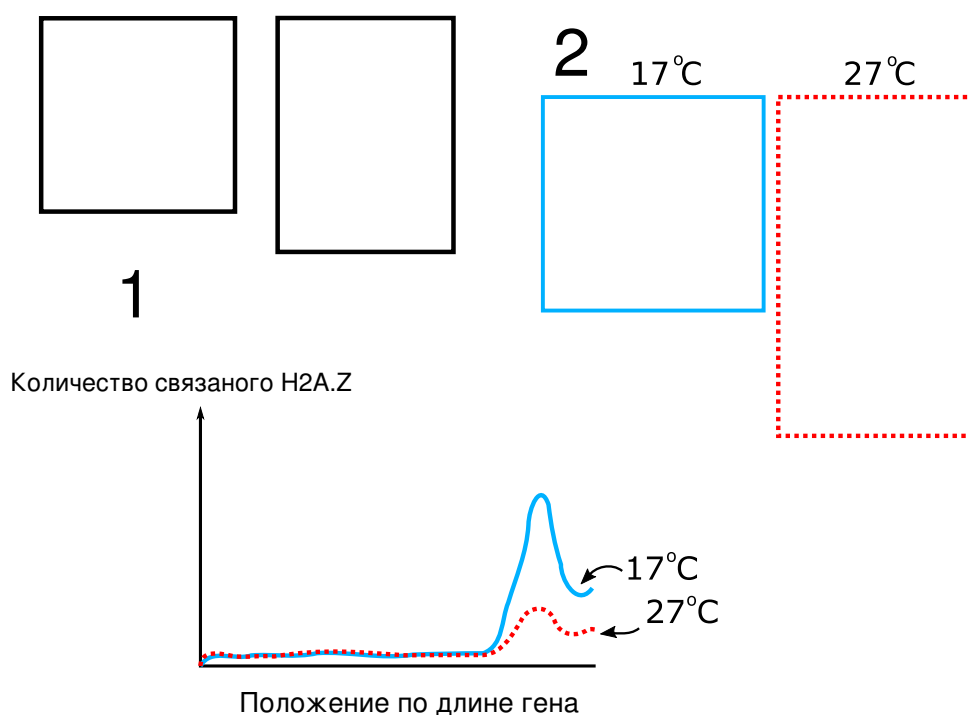
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Реплицирующиеся плазмиды имеют неодинаковое количество генов красного и зеленого флуоресцирующих белков.
- B.** В среднем клетки в области А на графике содержат больше факторов репликации, чем в области В.
- C.** В среднем клетки в области А на графике содержат больше факторов транскрипции, чем в области В.
- D.** Ожидается, что увеличение активности транскрипционных факторов увеличит количество клеток, содержащих равные количества зеленого и красного флуоресцентных белков.

ЭПИГЕНЕТИКА ЦВЕТЕНИЯ

Джин Томас (1942 - н.в.) обнаружила, что эукариотическая ДНК плотно обернута вокруг белков-гистонов. Сэр Адриан Берд (1947 - н.в.) участвовал в изучении эпигенетических меток на ДНК. Например, классический гистон H2A может быть заменен вариантом H2A.Z.

Было измерено количество H2A.Z, связанного с геном, вызывающим цветение (1), у растений *Arabidopsis* (2) одного и того же возраста при разных температурах.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Повышение температуры усиливает экспрессию данного гена, вызывающего цветение.
- B.** H2A.Z усиливает экспрессию гена.
- C.** Изменение температуры изменяет место связывания H2A.Z в геноме.
- D.** Растения которые зацветают раньше, возможно, перед цветением имеют повышенное количество H2A.Z, связанного с этим геном.

САЙЛЕНСИНГ ГЕНОВ

Сэр Дэвид Болкомб (1952 - н.в.) открыл сайленсинг (снижение уровня экспрессии) генов, направляемый РНК.

Ген зеленого флуоресцентного белка (GFP) был вставлен в растения. Растения были обработаны РНК, вызывающими сайленсинг гена GFP, а затем от этих растений были получены семена (использованная для обработки РНК не присутствует в следующем поколении). Последовательность РНК, использованной для обработки, была комплементарна либо промотору, либо последовательности, кодирующей белок GFP, либо же являлась случайной (некомплементарной). Изображения родительских растений, их потомков и контрольных растений были получены при освещении их ультрафиолетовым светом.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

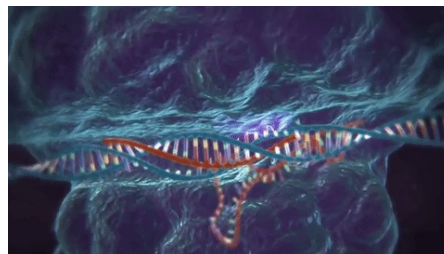
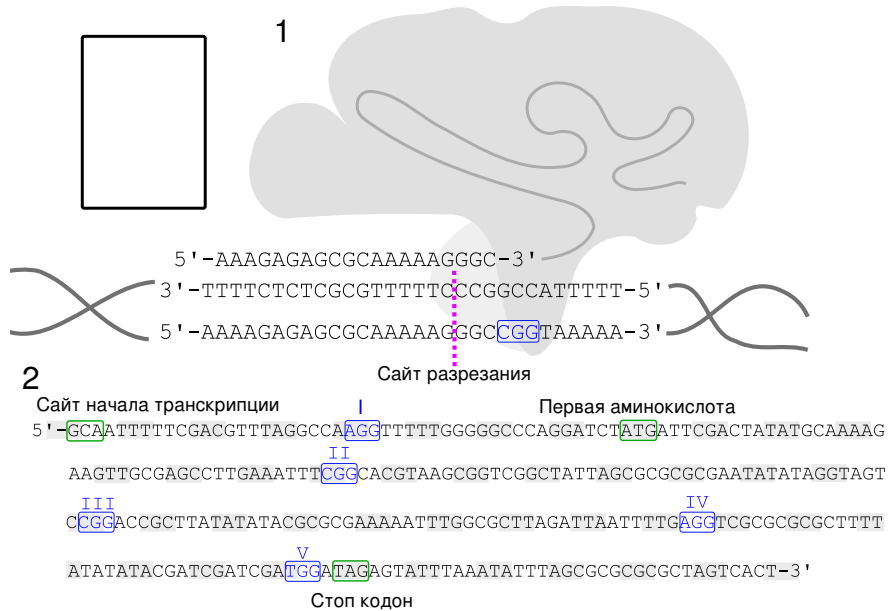
- A.** Листья, в которых экспрессируется GFP, выглядят темнее под ультрафиолетовым светом.
- B.** РНК-опосредованный сайленсинг генов можно вызвать даже без обработки растения с помощью РНК, связывающейся с мРНК.
- C.** Изменения в уровне экспрессии генов могут наследоваться из поколения в поколение даже если они не связаны с мутациями в последовательности ДНК.
- D.** Вызванный РНК комплементарной белок-кодирующей последовательности сайленсинг генов наследуется.

ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Майкл Смит (1932 - 2000) изобрел сайт-направленный мутагенез, который теперь можно выполнять значительно проще с помощью технологии CRISPR-Cas9.

Белок Cas9 из *Streptococcus pyogenes* направляется с помощью гидовой РНК (гидРНК) длиной 20 п.о., комплементарно спаривающейся с ДНК-мишенью. Данный фермент Cas9 может делать только двуцепочечные разрезы в ДНК на три основания левее от сайта 5'-NGG-3' (1). Места двуцепочечных разрезов атакуются ферментами, разрушающими ДНК (экзонуклеазами), а затем снова соединяются.

На рисунке (2) показан ген X, который Вы хотите заставить прекратить работать. Альтернативным способом нокаута генов является использование пары модифицированных Cas9, которые делают только одноцепочечные разрезы, и гидовых РНК, которые нацелены на расположенные рядом сайты.



Выберите последовательность гидовой РНК, которая направит Cas9 на сайт I.

A. Вам нужно выбрать из пяти последовательностей гидов-РНК:

1 = 5'-ATTTTTTCGACGTTTAGGCCA-3'

2 = 5'-AUUUUUCGACGUUUAGGCCA-3'

3 = 5'-AUAAAACGUGCAAAUCCGGU-3'

4 = 5'-UUUGCACGUUUAGGCCAAGG-3'

5 = 5'-UUUUUGGGGGCCAGGAUCU-3'

Выберите лучший из имеющихся NGG сайтов, который можно использовать в качестве мишени для выключения гена X.

A. NGG сайт.

Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Использование пары модифицированных Cas9s и гидРНК увеличивает вероятность повреждения генов, не являющихся мишенью эксперимента
- B.** *Геном Streptococcus pyogenes* содержит больше сайтов NGG, чем ожидается на основании случайности.
- C.** Если ген не содержит последовательности GG, следует исследовать Cas9 из других видов в качестве альтернативы.

РЕПЛИКАТИВНАЯ ВИЛКА

Рентгеновская кристаллография, изобретенная в Королевском институте, помогла сэру Фрэнсису Крику (1916 - 2004) и Розалинде Франклин (1920 - 1958), открыть структуру ДНК и предсказать механизм ее репликации.

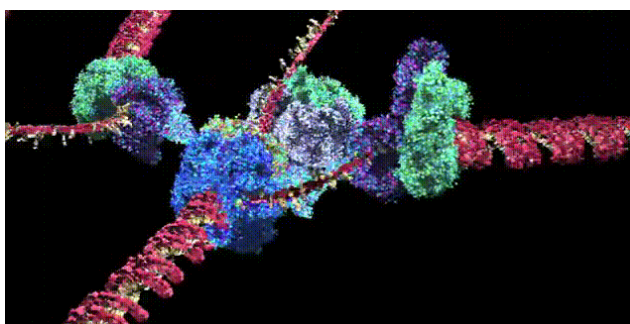
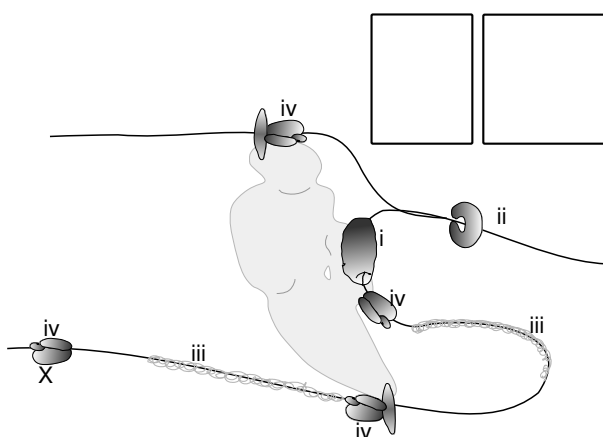
Продолжением их работы является современная модель структуры репликационной вилки ДНК *E. coli*, которая движется вдоль ДНК со скоростью 1000 п.о. / с.

i = Зажим в виде трубки, протягивающий через себя одну нить ДНК.

ii = Топоизомераза, которая делает временные разрезы в сахарофосфатном остове одной из цепей.

iii = Белок, связывающий одноцепочечную ДНК (SSB-белок).

iv = Различные полимеразы.

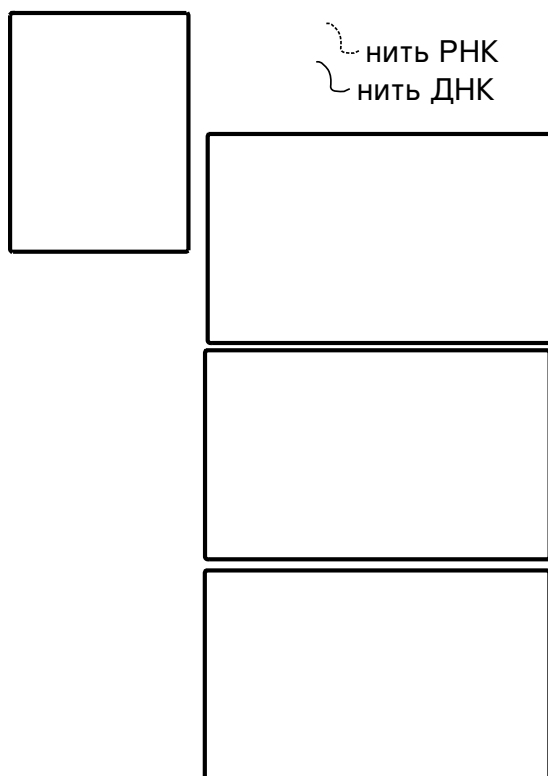


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Антибиотики, которые инактивируют топоизомеразу, приводят к чрезмерному скручиванию ДНК перед вилкой.
- B.** Одна из функций полимеразного комплекса X заключается в замене рибонуклеотида урацила на дезоксирибонуклеотид тимидин.
- C.** Фермент i предпочтительно загружается на ДНК в последовательностях, богатых G/C парами (бедных A/T).
- D.** Белок iii способствует комплементарному спариванию оснований.

СПЛАЙСИНГ

Сэр Ричард Робертс (1943 -н.в.) открыл фундаментальную структуру генов, используя геномы аденовирусов. Под электронным микроскопом Робертс идентифицировал нити аденовирусной ДНК и РНК. Позже было обнаружено, что в мРНК эукариот отсутствовали участки, комплементарные определенным участкам генов (интронам), так как последовательность РНК была изменена в результате сплайсинга.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- А.** Каждая РНК аденовирусов транскрибируется с одной и той же цепи ДНК по всей длине этой РНК.
- В.** мРНК аденовирусов остается связанной в ДНК-РНК гетеродуплексе в течение некоторого времени.
- С.** Транскрипция требует хеликазной активности (хеликаза разделяет две нити ДНК).
- Д.** Сплайсинг мРНК этих аденовирусных генов происходит по механизму, похожему на типичный сплайсинг у эукариот.

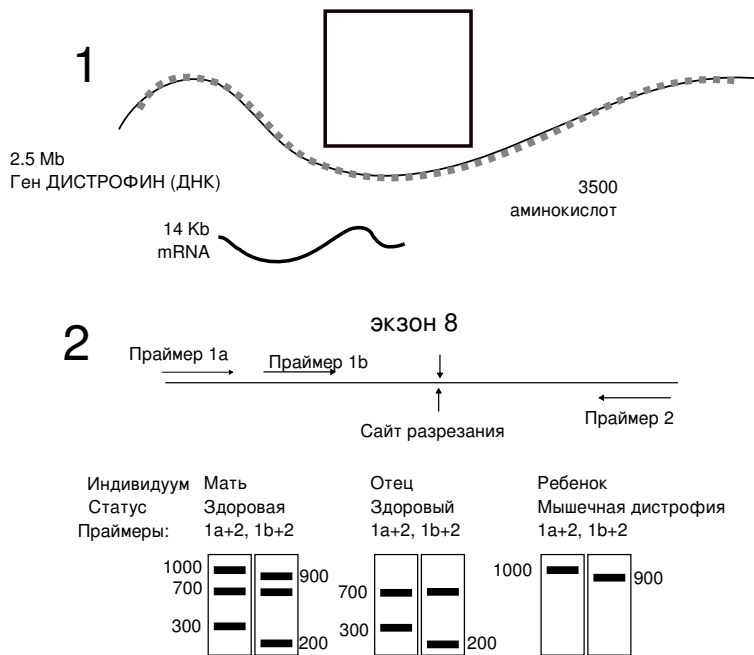
ДИСТРОФИН

Мышечная дистрофия вызвана изменениями в гене дистрофина (1). Это очень большой ген, и его длина влияет на биологию и диагностику мышечной дистрофии.

РНК-полимераза движется вдоль ДНК со скоростью 30 п.о. в секунду.

ДНК-полимераза имеет частоту ошибок 10^{-8} ошибок на одно основание. Системы репарации впоследствии исправляют 99% ошибок.

Сэр Алек Джеффрис (1950 - н.в.) изобрел ДНК-дактилоскопию (ПДРФ), посредством чего экзоны гена дистрофина могут быть амплифицированы с помощью ПЦР, обработаны ДНК-разрезающими ферментами (эндонуклеазами) и разделены в агарозном геле в соответствии с их длиной в п.о.



Рассчитайте, сколько времени нужно для транскрипции гена дистрофина.

А. Выберите ближайшее к правильному ответу время.

Вычислите, сколько клеточных делений ожидается до того, как возникнет новый аллель (вариант последовательности) гена дистрофина.

А. Выберите самое близкое число для правильного ответа.

Вычислите, на каком расстоянии от начала сайта посадки праймера 1a, в парах оснований (п.о.), расположены следующие участки. Выберите правильный ответ для каждого из этих участков.

- А.** Сайт посадки праймера 1b
- В.** Сайт разрезания эндонуклеазы
- С.** Сайд посадки праймера 2

Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Ген дистрофин находится на X-хромосоме
- B.** Мышечная дистрофия является доминантным признаком.
- C.** Белок дистрофин можно было бы экспрессировать в бактериях, используя плазмиду длиной 20 т.п.о.
- D.** У многих пациентов с мышечной дистрофией она вызвана *de novo* мутациями (мутациями, отсутствующими в генотипе родителей).

ГЛАЗА МУХИ

Уильям Бейтсон (1861 - 1926) основал современную генетику как науку. Реджинальд Пеннет (1875 - 1967) создал метод предсказания частоты фенотипов с менделевским наследованием, но Эдит Сондерс (1865 - 1945) заметила, что некоторые комбинации признаков наследуются не по менделевской схеме. Чтобы исследовать этот феномен, можно проанализировать генетическую основу признаков мух рода *Drosophila*. Было поставлено скрещивание вымышленного вида рода дрозофила согласно следующей схеме:

У мух WT красные глаза (1), возникающие в результате смешивания коричневого и ярко-красного пигментов.

Мутация в гене *white* дает белые глаза (2).

Нокаут гена *cinnabar* дает ярко-красные глаза (3).

Нокаут гена *brown* дает коричневые глаза (4).

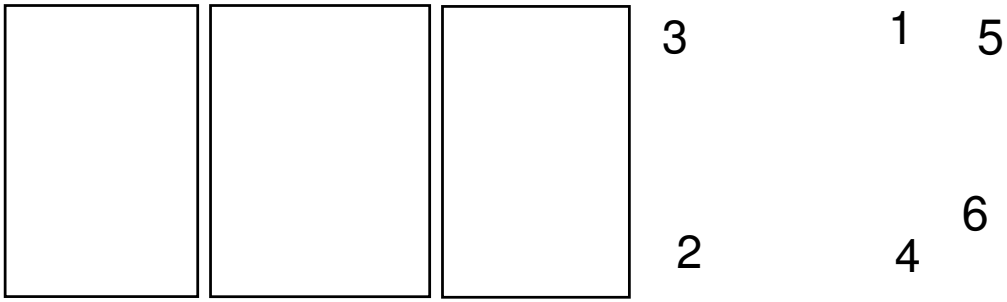
У мух WT нормальные крылья (5), в то время как мутации в гене *vestigial* приводят к зачаточным крыльям (6).

Ген *white* расположен на X хромосоме, гены *brown-cinnabar-vestigial* расположены на одной хромосоме в указанном порядке.

Самцов с белыми глазами и нормальными крыльями скрестили с самками с белыми глазами и зачаточными крыльями. Все полученные потомки (F1) являются самками с красными глазами или самцами с белыми глазами. В F1 не было мух с зачаточными крыльями.

Самки F1 скрещивались с самцом с белыми глазами и зачаточными крыльями. Число самок с разными фенотипами, полученных в результате этого скрещивания, приведено ниже.

Фенотип самок F2	Количество F2 самок
Белые глаза, нормальные крылья	500
Красные глаза, зачаточные крылья	500
Красные глаза, нормальные крылья	50
Белые глаза, зачаточные крылья	50
Коричневые глаза, зачаточные крылья	5
Ярко-красные глаза, нормальные крылья	5



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Ген *vestigial* находится на X-хромосоме.
- B.** Ген *brown* необходим для образования коричневого пигмента.
- C.** Мутации в гене *white* нарушают образование продуктов *cinnabar* и *brown*.

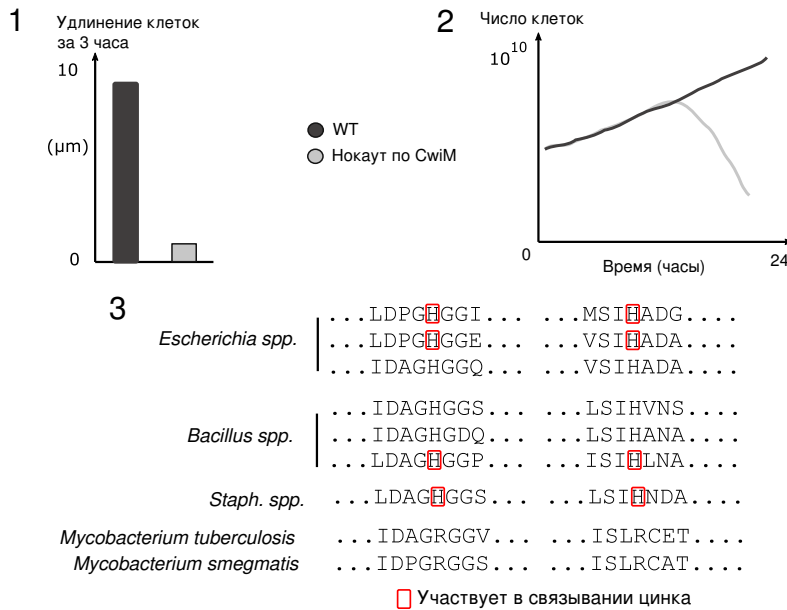
Вычислите генетическое расстояние в сМ (сантиморганида) между генами *brown*, *cinnabar* и *vestigial*. Выберите ближайшее расстояние до правильного ответа для каждого.

- A.** между *brown* и *cinnabar*
- B.** между *brown* и *vestigial*.
- C.** между *cinnabar* и *vestigial*.

РОСТ И РАЗВИТИЕ

ЭВОЛЮЦИЯ БЕЛКА

Эксперименты показали, что CwiM является регулятором формирования клеточной стенки *Mycobacteria tuberculosis*. Была оценена длина (1) и число (2) клеток WT и нокаут по CwiM. Анализ сходства аминокислотной последовательности позволяет предположить, что CwiM гомологичен цинк-зависимым ферментам (3).

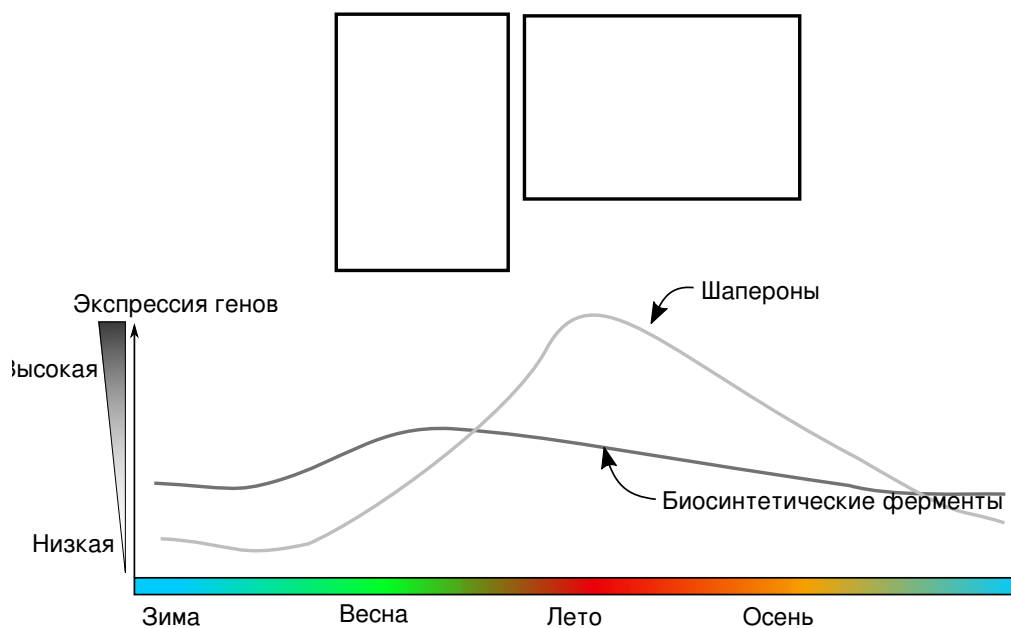


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A. CwiM, скорее всего, является цинк-зависимым
- B. CwiM повышает степень выживаемости клетки.
- C. CwiM играет роль в удлинении клеток *M. smegmatis*.
- D. Удлинение клеток необходимо для их выживания.

ПРОБКА

Пробковый дуб (*Quercus suber*) образует суберин, устойчивый материал, образующийся из жирных кислот, который используется для укрепления клеточных стенок пробки. Экспрессия генов, специфичных для пробковой ткани, измерялась на протяжении года, при этом гены были разделены на группы генов ферментов, участвующих в биосинтезе, и генов белков шаперонов. Сэр Хью Пелхэм (1954 - н.в.) открыл шапероны, которые помогают другим белкам принимать правильную конформацию.

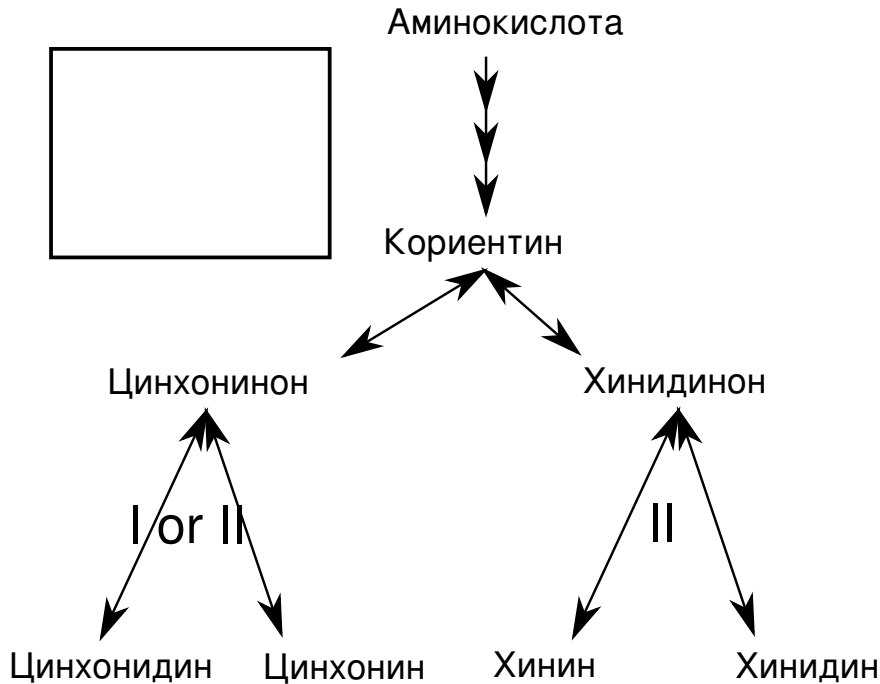


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- А. Пробковая ткань растет быстрее в конце весны.
- В. Эти ферменты катализируют образование гидрофильных молекул.
- С. Повышенная экспрессия шаперонов может позволить пробке продолжать расти, несмотря на высокие температуры.

БИОСИНТЕЗ ХИНИНА

Великобритания обязалась вылечить 1 миллиард больных с тропическими заболеваниями, которые не получают помощи, и разработать новые методы лечения в 2017- 2022 годах. Хининоподобные препараты используются для лечения некоторых заболеваний, но их синтез деревьями рода *Cinchona* требует много стадий. Известно, что ферменты I и II обратимо превращают широкий набор субстратов в различные стереоизомеры.

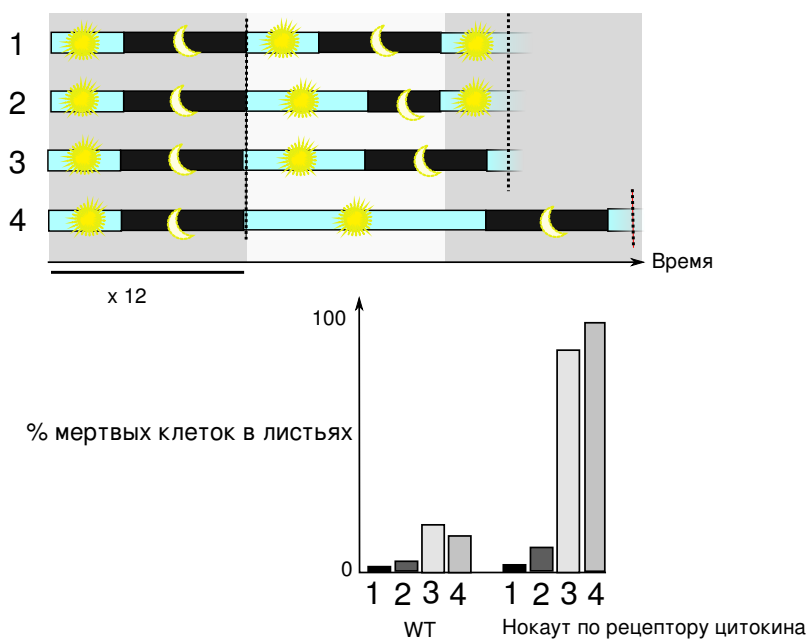


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A. Сверхэкспрессия фермента I может увеличить синтез хинина.
- B. Модифицирование фермента II может изменить отношение хинин:хинидин в растениях.
- C. Поглощение азота в корнях может увеличиваться при сверхэкспрессии фермента II
- D. Деревья, содержащие наибольшее количество хинина, также содержат наибольшее количество хинидинона.

ЦИКЛЫ ДНЯ И НОЧИ

Цитокинин является растительным гормоном, вовлеченным в передачу сигнала при стрессе, что может повлиять на реакцию растения на циклы дня и ночи. Растения *Arabidopsis* выращивали в условиях чередования 8 часов света / 16 часов темноты в течение 12 дней. Далее их выращивали при четырех разных режимах чередования света и темноты в течение одного цикла. После этого было подсчитано количество мертвых клеток в листьях.



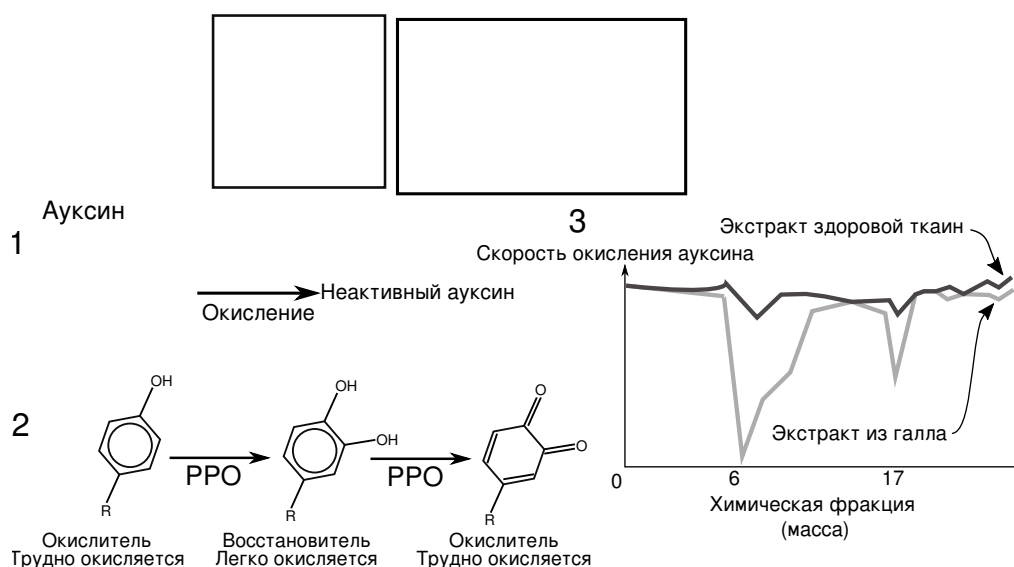
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Повышенная продолжительность освещения является основной причиной гибели клеток, нокаутных по рецептору цитокинина, в данном эксперименте.
- B.** Выращивание при 12 ч света и 12 ч темноты приведет к большому проценту гибели клеток в растениях, нокаутных по рецептору цитокинина.
- C.** Цитокинин увеличивает стресс листьев.
- D.** Цитокинин помогает скорректировать экспрессию генов циркадных (суточных) часов.

ДУБОВЫЕ ГАЛЛЫ

Отолин Лейсер (1965 - н.в.) показала, что ауксин - это гормон растений, который играет роль в взаимодействии растения с окружающей средой. Например, дуб черешчатый (*Quercus robur*) атакуется личинками орехотворки (*Cynipidae*), которые вызывают рост галлов.

Ауксин может вызывать рост галлов, но ауксин разрушается в результате окисления (1). Растения используют фермент РРО для контроля окисления фенольных соединений (2), но ауксин не является фенольным соединением. Различные химические фракции (в зависимости от массы) были выделены из галлов и смешаны с ауксином и окислителем. Затем была измерена скорость окисления ауксина. Только фракции 6 и 17 содержали в основном фенольные соединения (3).



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** В галлах высокая активность ауксина.
- B.** Соединения во фракциях 6 и 17 окисляются легче, чем ауксин.
- C.** Фенольные соединения вызывают окисление ауксина в галлах.
- D.** Выделение ауксиноподобных соединений личинками этой орехотворки необходимо для формирования галлов.
- E.** Усиление активности РРО в галлах, по сравнению со здоровыми тканями, может объяснить полученные результаты.

РОСТОВЫЕ ПЛАСТИНКИ

Гормон роста (GH) выделяется головным мозгом и может стимулировать выделение инсулиноподобного фактора роста 1 (IGF1) печенью.

Во время роста животных, кости, формируемые хондроцитами, удлиняются в районе ростовых пластинок на их концах.

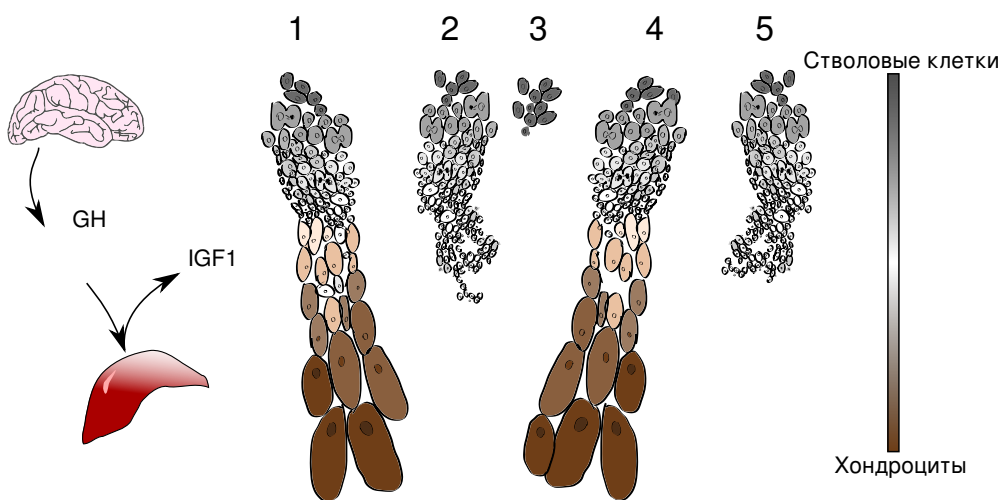
(1) Здоровая, активная ростовая пластинка. Все ростовые пластинки активированы путем инъекции GH.

(2) GH был введен в ростовые пластинки крыс в комбинации с ингибиторами IGF1.

(3) Весь GH у крысы был полностью ингибирован.

(4) GH вводили в ростовую пластинку нокаутных крыс, у которых IGF1 не экспрессируется только в печени (в других тканях экспрессируется).

(5) GH был добавлен к стволовым клеткам на чашке Петри.

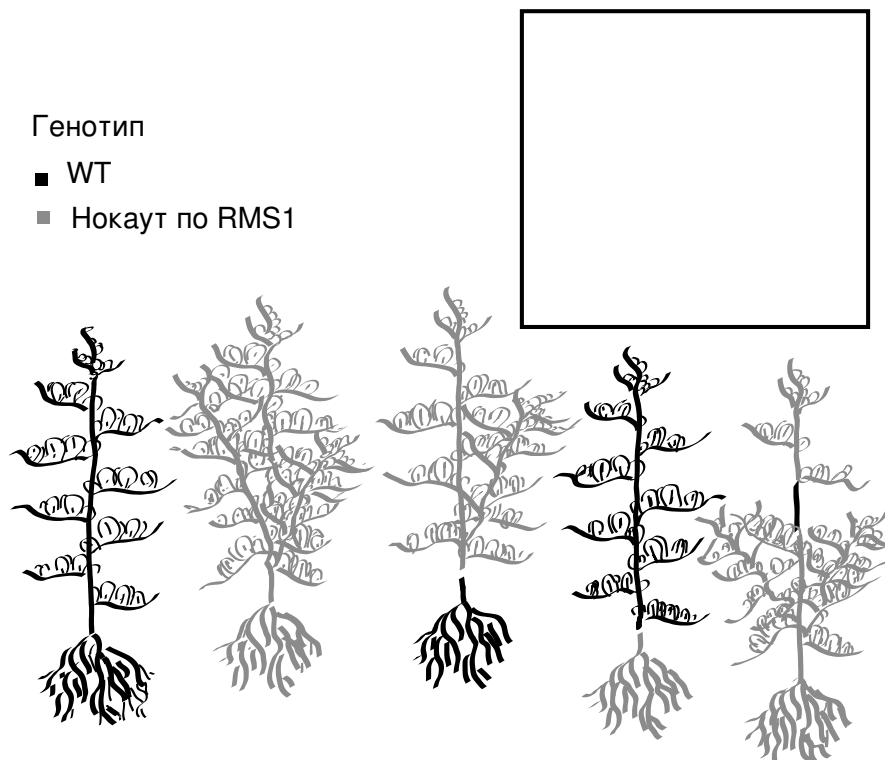


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A. Мутации в GH могут привести к карликовости.
- B. IGF1 необходим для увеличения размеров хондроцитов.
- C. Инъекция IGF1 приведет к удлинению кости, даже если GH отсутствует.
- D. IGF1 продуцируется и хондроцитами, и печенью.

ВЕТВЛЕНИЯ ПОБЕГА

Ген *RMS1* кодирует сигнальный белок, измененный у современных сельскохозяйственных растений. Его активность может быть изучена путем объединения за счет прививки саженцев разных растений и последующим наблюдением за их ростом.

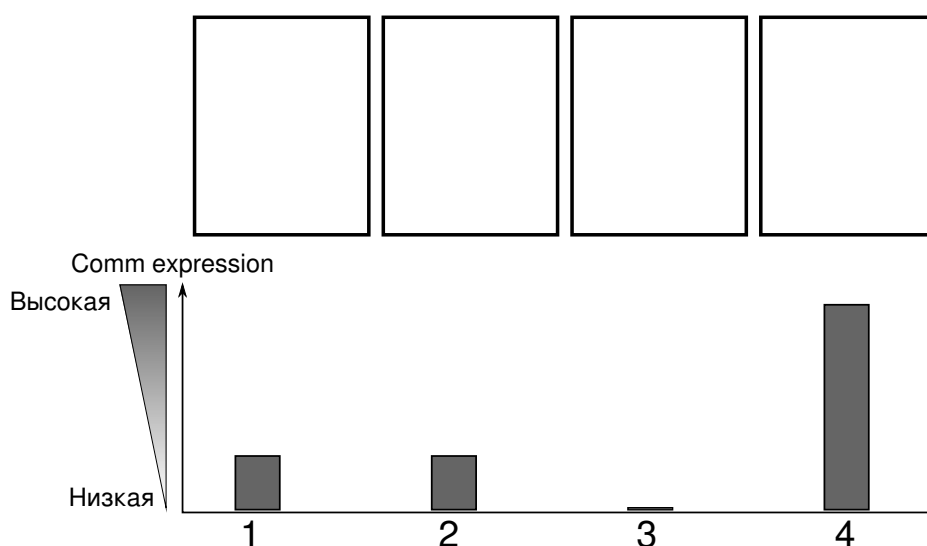


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Активность *RMS1* усиливает ветвление побега.
- B.** Сигнальное вещество, образуемое под действием *RMS1*, переносится в основном к верхушке побега, а не к корням.
- C.** Активности *RMS1* в корне достаточно для того, чтобы растение имело строение, характерное для WT.
- D.** Активность *RMS1* в корне необходима для того, чтобы растение имело строение, характерное для WT.

SLIT COMM ROBO

У эмбрионов дрозофилы развивающиеся нейроны (красные) растут вдоль двух тяжей, параллельных средней линии. Некоторые пересекают среднюю линию, а некоторые - нет, образуя лестницу. Клетки средней линии выделяют белок, называемый Slit, который связывается с рецептором Robo. Comm, фактор транскрипции, контролирует экспрессию Robo. Чтобы изучить, как это направляет нейроны, были вскрыты мухи WT (1), нокаутные по Robo (2), нокаутные по Comm (3) и мухи с повышенной экспрессией Comm (4).



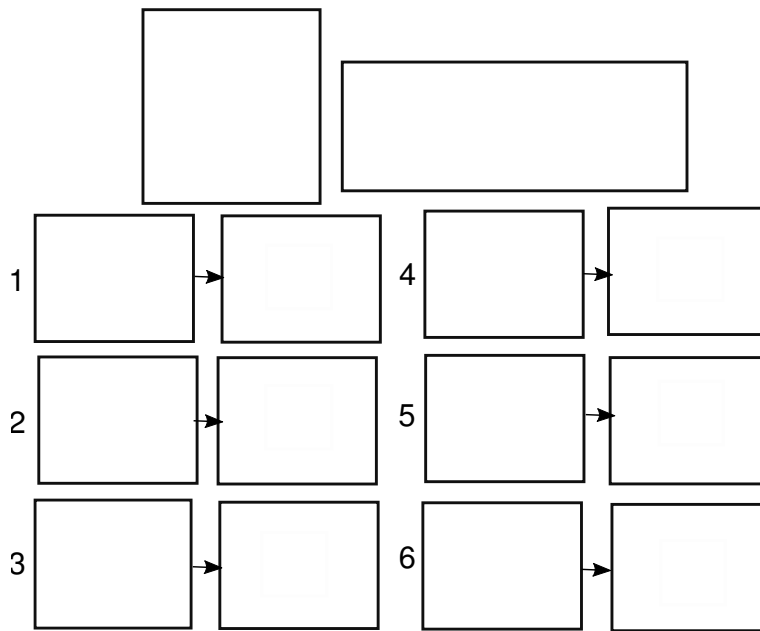
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Нейроны чаще пересекают срединную линию в мухах-нокаутах по Comm, чем в мухах WT.
- B.** Нейроны изменяют направление роста, когда они встречаются с белком Slit.
- C.** Comm повышает экспрессию Robo.
- D.** Нейроны увеличивают экспрессию Comm, после того, как они пересекают среднюю линию.

ПАТТЕРНЫ ТЬЮРИНГА

Алан Тьюринг (1912 - 1954) знаменит изобретением информатики и исследованиями искусственного интеллекта. Тьюринг также опубликовал уравнения, объясняющие спонтанное образование паттернов (структур) в биологии.

Темные полосы на теле рыбы *Danio rerio* образованы скоплением темных клеток (меланофоров), в то время как светлые полосы образованы скоплением светлокоричневых клеток (ксантофоров). Чтобы исследовать, является ли полосы данио паттернами Тьюринга, пигментированные клетки были удалены хирургическим путем (заштрихованные области), после чего появление меланофоров из клеток-предшественников было измерено спустя две недели. Масштаб: линия в нижнем правом углу имеет длину 1 мм.



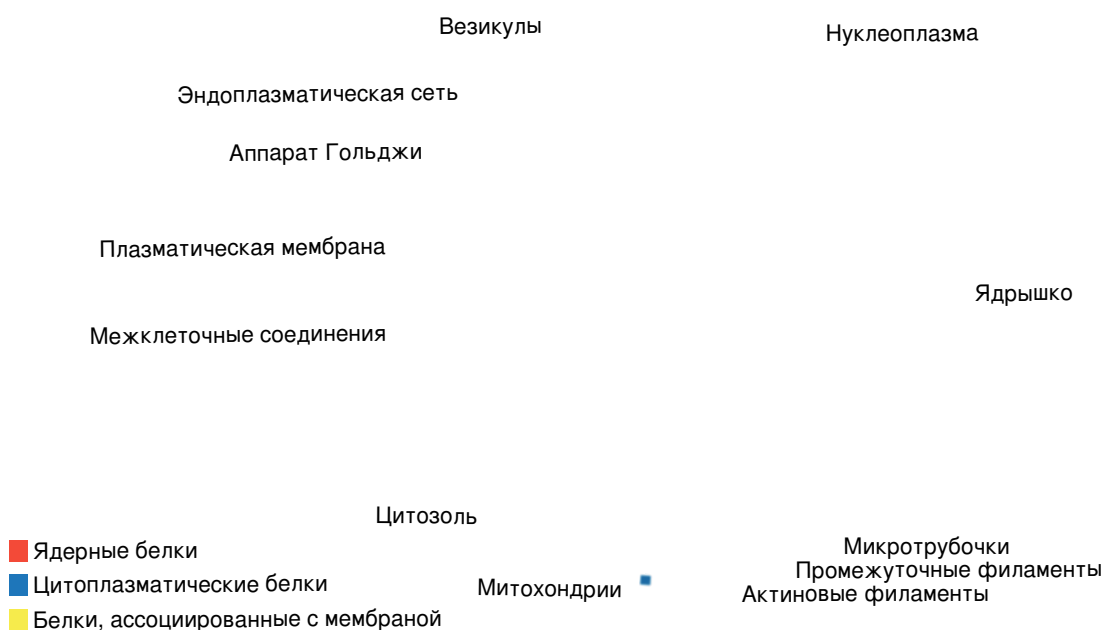
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Образование меланофоров стимулируется другими меланофорами, расположенными непосредственно рядом с клетками-предшественниками.
- B.** Клетки-предшественники из разных полосок заранее запрограммированы стать либо меланофорами, либо ксантофорами.
- C.** Образование меланофоров стимулируется другими меланофорами, находящимися на расстоянии $>0,5$ мм от клеток-предшественников.
- D.** Образование меланофоров стимулируется ксантофорами, находящимися на расстоянии >0.5 мм от клеток-предшественников.

РЕАГИРОВАНИЕ НА МИР

АТЛАС КЛЕТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Локализация белков в клетке влияет на их функцию, определяя, с какими молекулами они взаимодействуют. Команда ученых в Швеции и Кембридже использовала микроскопию для определения местоположения > 12 000 белков человека в множестве типов клеток. В диаграмме ниже, толстые линии по окружности представляют все множество различных типов белков в каждой органелле, а линии соединяют белки одного типа (одинаковые белки) в разных органеллах.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Большинство белков обнаруживается только в одной органелле.
- B.** Большинство митохондриальных белков обнаруживается только в митохондриях.
- C.** Большинство белков, которые обнаруживаются в нескольких органеллах, равномерно распределены по всей клетке.

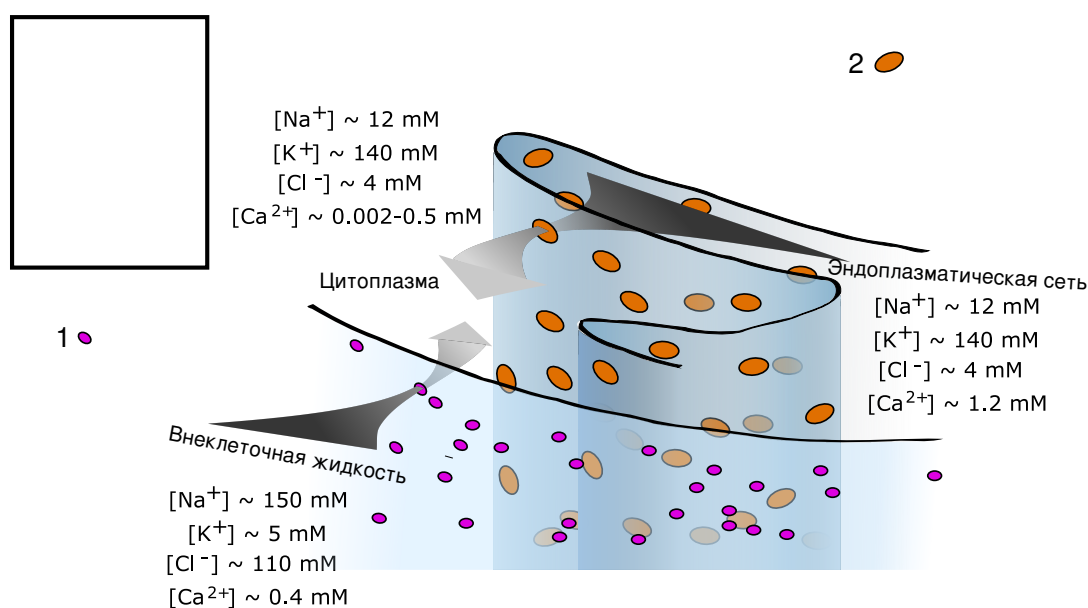
КАЛЬЦИЕВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Джин Хэнсон (1919 - 1973) открыла механизм сокращения мышц. Сокращение запускается ростом в цитоплазме концентрации кальция, который активно выкачивается из цитоплазмы во время расслабления. Кальций диффундирует в цитоплазму через каналы плазматической мембраны (1) или каналы мембраны эндоплазматической сети (2).

(1, фиолетовые) Каналы плазматической мембраны, открываются деполяризацией, ширина поры = 1 атом

(2, оранжевые) Каналы на мембране эндоплазматической сети, открываются при связывании кальция на цитоплазматической стороне, ширина поры = сотни атомов.

Показаны концентрации основных биологических ионов в разных компартментах.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Максимальная скорость потока кальция в цитоплазму из эндоплазматической сети выше, чем из межклеточного пространства.
- B.** Кальций из цитозоля должен перекачиваться против электрического и химического градиента, чтобы попасть обратно в полость эндоплазматической сети.
- C.** Работоспособность мышц улучшается при экспрессии (искусственном повышении количества) каналов (2) в плазматической мембране.
- D.** Максимальная скорость потока кальция выше в быстро сокращающихся мышцах по сравнению с медленно сокращающимися мышцами.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ

Сэр Алан Ходжкин (1914 - 1998) и сэр Эндрю Хаксли (1917 - 2012) объяснили, как возникает и распространяется потенциал действия.

(i) Нейроны в состоянии покоя имеют отрицательную разность потенциалов (мембранный потенциал) на своей мембране (более отрицательный заряд внутри, чем снаружи).

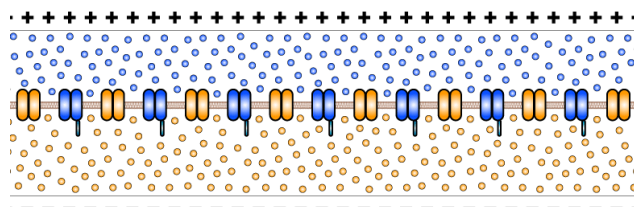
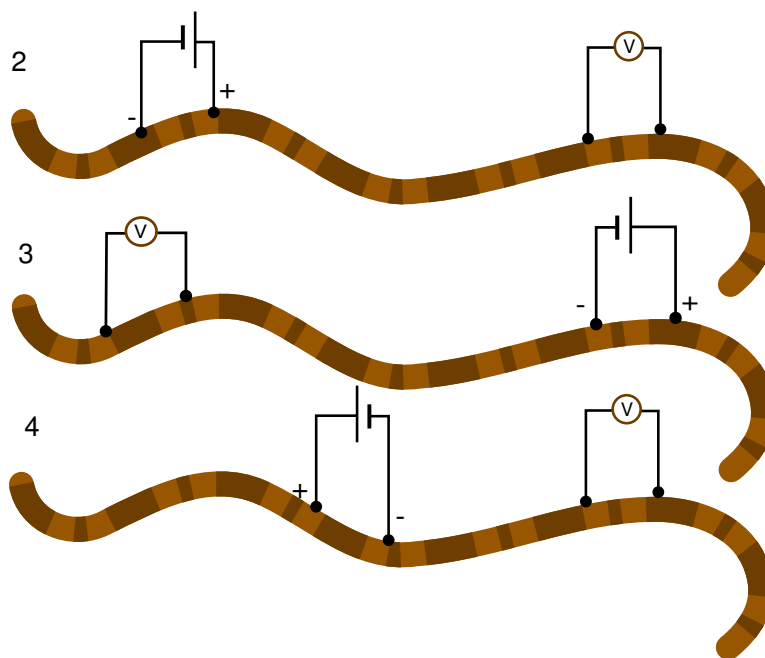
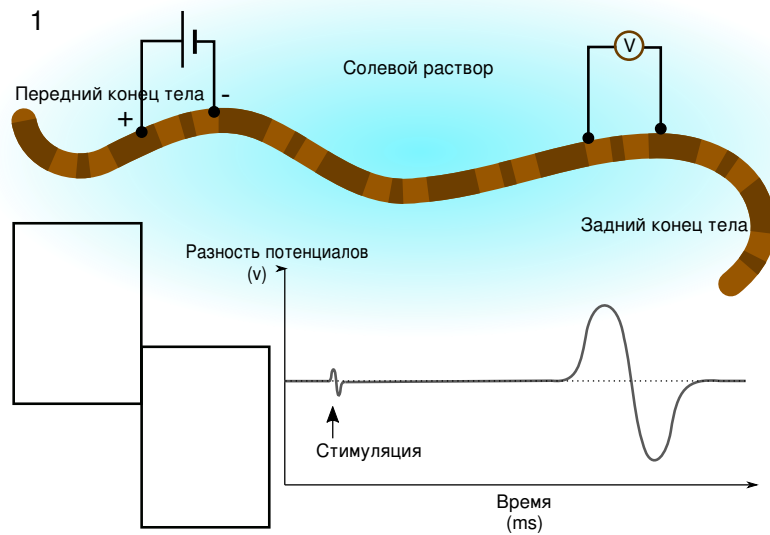
(ii) Если потенциал становится менее отрицательным, ионные каналы открываются, делая разность потенциалов положительной.

(iii) Каналы закрываются через определенное время.

(iv) Каналы не могут повторно открыться, пока мембрана не вернется к отрицательной разности потенциалов (потенциалу покоя).

(v) Если один участок мембраны становится положительно заряженным, электрические токи делают примыкающие участки менее отрицательно заряженными.

Искусственный потенциал действия может быть вызван и измерен на гигантском нейроне, который идет вдоль тела червя. Стимулирующая пара электродов прикладывается к червя на небольшом расстоянии друг от друга, а вольтметр, расположенный дальше вдоль тела червя, используется для регистрации проходящего потенциала действия. Ниже схематично показана схема постановки данного опыта (1) и полученные результаты. Другие варианты постановки опыта были также протестированы (2, 3 и 4).



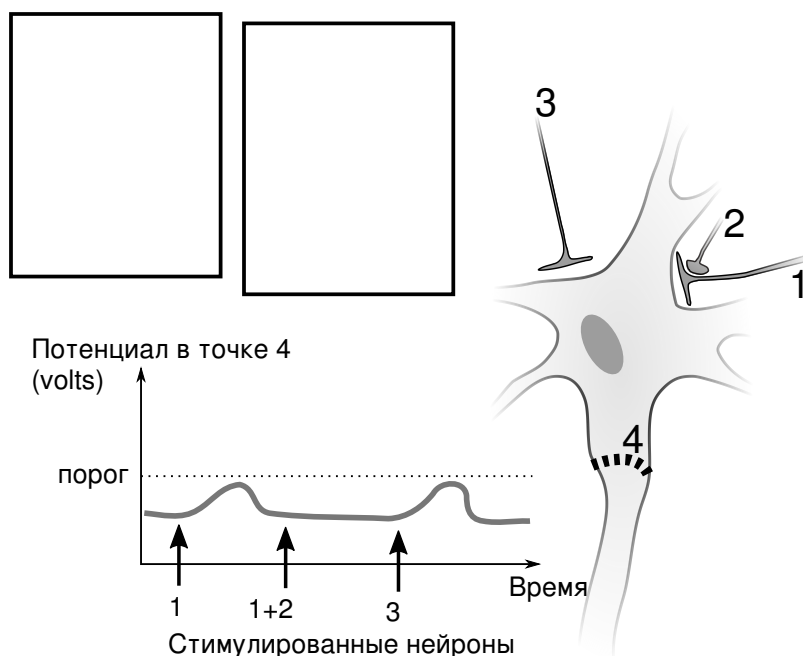
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Если поменять местами электроды вольтметра в варианте опыта (1), все равно можно будет измерить потенциал действия.
- B.** Потенциал действия также можно измерить в варианте постановки опыта (2).
- C.** Потенциал действия также можно измерить в варианте постановки опыта (3).
- D.** Измеренный потенциал действия будет иметь большую величину (достигнет большей разницы потенциалов) в варианте постановки опыта (4) по сравнению с вариантом постановки опыта (1).

ОБРАБОТКА СИНАПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Сэр Джон Экклс (1903 - 1997) и Сэр Чарльз Шеррингтон (1857 - 1952) обнаружили различную роль синапсов, определяющих то, как нейроны реагируют на взаимную стимуляцию.

Нейроны 1, 2 и 3 были искусственно возбуждены, после чего определялась их способность генерировать потенциал действия в точке 4.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

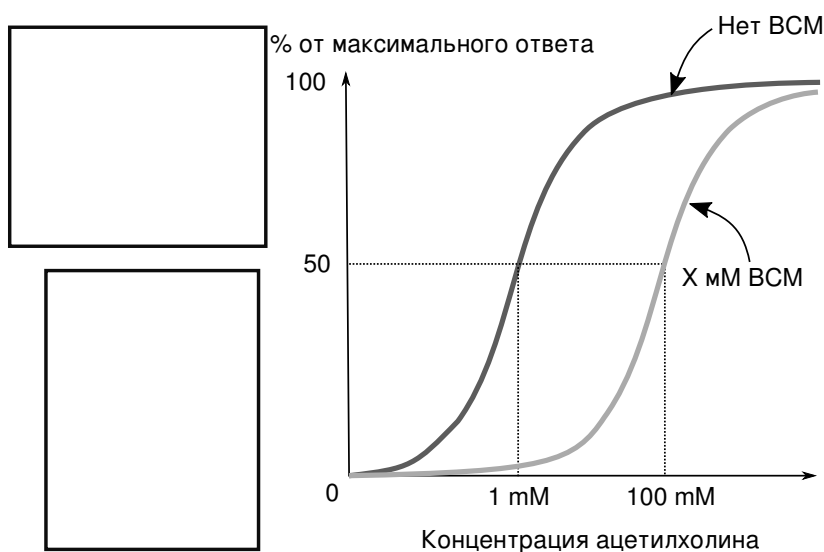
- A.** Одновременная стимуляция от нейронов (1) и (3) может привести к генерации потенциала действия в точке (4).
- B.** Нейрон (2) стимулирует нейрон (1).
- C.** Потенциал в точке (4) становится более отрицательным, если возбуждается только нейрон (2).
- D.** Если возбудить нейрон (3) дважды за короткий промежуток времени, произойдет генерации потенциала действия в точке (4).

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ РЕЦЕПТОРОМ

В то время как Льюис Уолперт (1929 - н.в.) предположил, что разный ответ на сигналы контролирует развитие животных, сэр Джон Гёрдон (1933 - н.в.) был первым ученым, который связал количество активированных рецепторов с различной реакцией клеток.

Нейромедиатор ацетилхолин может вызывать разный ответ, но если концентрация ингибитора ВСМ превышает критическую концентрацию ($>X$ мМ), то ответ клеток на ацетилхолин всегда значительно ниже максимального при всех концентрациях ацетилхолина.

Каждый ацетилхолиновый рецептор имеет один сайт связывания ацетилхолина.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

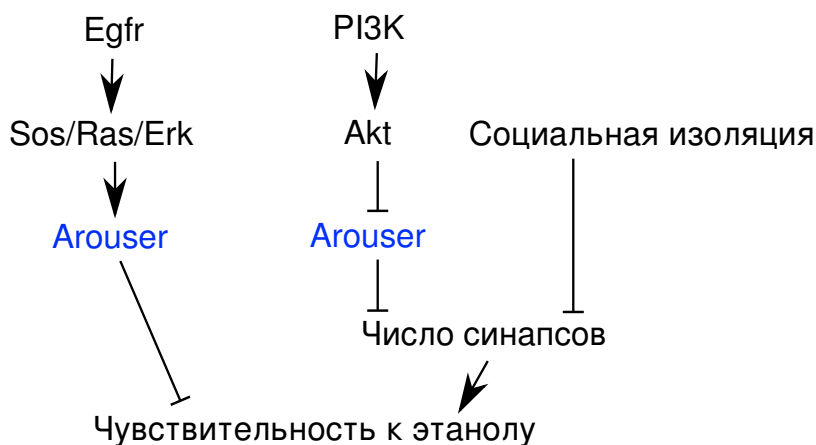
- A.** ВСМ является конкурентным ингибитором рецептора ацетилхолина (связывается в том же участке, как и ацетилхолин).
- B.** Увеличение количества ацетилхолиновых рецепторов повышает чувствительность клеток к ацетилхолину.
- C.** Индивидуальные рецепторы генерируют 50% от их максимального сигнала при обработке 1 мМ ацетилхолином.

Calculate the minimum proportion of receptors which, when fully active, are sufficient to generate the maximal response.

- A.** Choose the nearest proportion to the correct answer.

ПЬЯНЫЕ МУХИ

Наиболее важные сигнальные пути, участвующие в развитии организмов и возникновении рака, были обнаружены в ходе анализа на эпистаз у плодовых мушек (*Drosophila melanogaster*). Такой скрининг также показал, что белок, кодируемый геном *Arouser*, участвует в передаче сигнала по сигнальному пути рецептора эпидермального фактора роста (*Egfr*) в нейронах. Мухи, нокаутные по *Arouser*, необычайно чувствительны к этанолу (легко пьянеют).



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A. WT по *Arouser* обладает повышенной толерантностью к алкоголю.
- B. Блокировка активности *Egfr* повышает чувствительность к алкоголю.
- C. Повышенная экспрессия *Akt* у нокаутов по *arouser* повышает чувствительность к алкоголю.
- D. Социальная изоляция нокаутов по *arouser* делает их больше похожими на мух WT.

ОПТОГЕНЕТИКА

Тим Блисс (1940 - н.в.) обнаружил, что стимулирование нейрона делает его более чувствительным к будущей стимуляции, и что это является основой долговременной памяти. Это может происходить, потому что стимуляция приводит к транскрипции генов ионных каналов. Ген одного из таких каналов был соединен с геном светочувствительного белка и клонирован в мышах. Полученный химерный ген экспрессирует ионный канал, который может быть активирован с помощью имплантированного оптоволоконна.

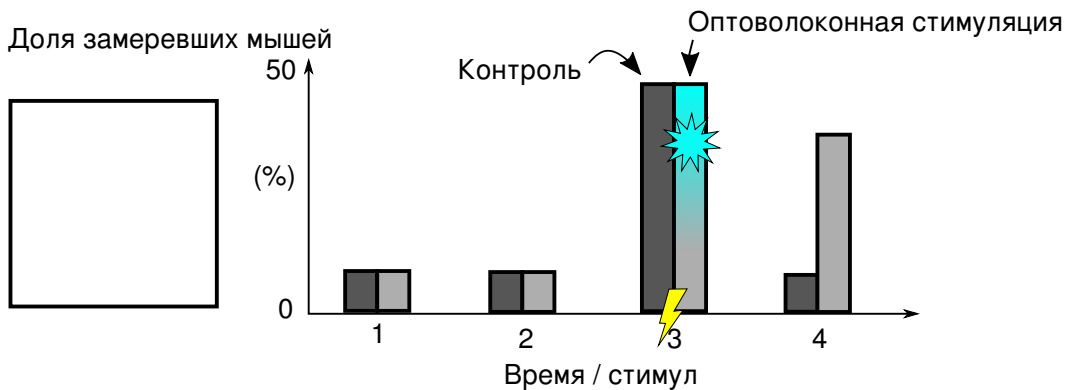
Затем мышей подвергали следующим воздействиям:

(1) Транскрипция этого гена была заблокирована во всех клетках, до того момента, когда взрослым мышам впервые был показан особый, не угрожающий им стимул.

(2) Транскрипция этого гена была снова заблокирована в каждой клетке.

(3) Мышей подвергали электрическому шоку, что заставляло их замереть. Для части мышей, электрический шок сопровождался вспышкой света в мозг с помощью оптоволоконна.

(4) Мышам снова показали не угрожающий стимул.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

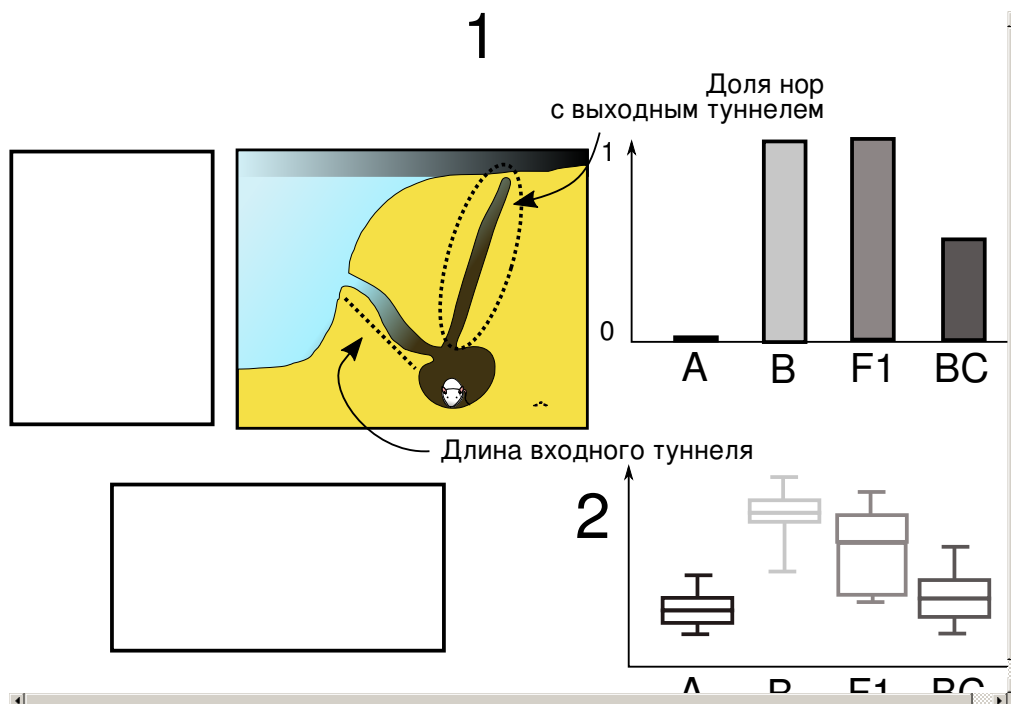
- A.** Мыши (на стадии 4) замирают, поскольку у них возникает ассоциация между вспышкой света и электрическим шоком.
- B.** Одни и те же нейроны активируются электрошоком и светом по оптоволоконну.
- C.** Мыши, которых подвергали действию вспышки света, имеют ложные воспоминания о неугрожающем стимуле.
- D.** Контрольные мыши, вероятно, будут замирать, если после эксперимента показать им электрошокер.

НОРНЫЕ МЫШИ

Сэр Фрэнсис Гальтон (1822 - 1911) положил начало генетике поведения как науке.

Норы роющих мышей (*Juscelinomys*) имеют количественные признаки, включая наличие или отсутствие выходного туннеля (1) и длину входного туннеля (2). Виды А и виды В были скрещены. Первое поколение (F1) было повторно скрещено (BC) с видом А.

Среди потомков от возвратного скрещивания (BC) нет корреляции между длиной входного туннеля и наличием или отсутствием выходного туннеля.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Длина входного туннеля контролируется одним локусом (геном).
- B.** Аллели, отвечающие за наличие выходного туннеля, являются доминантными по отношению к таковым, отвечающим за отсутствие выходного туннеля.
- C.** Гибриды F1 можно отличить от видов А и В, глядя на их норы.
- D.** Гены, определяющие длину входного туннеля и наличие или отсутствие выходного туннеля, расположены близко друг к другу в геноме.

ПЧЕЛЫ-ФУРАЖИРЫ

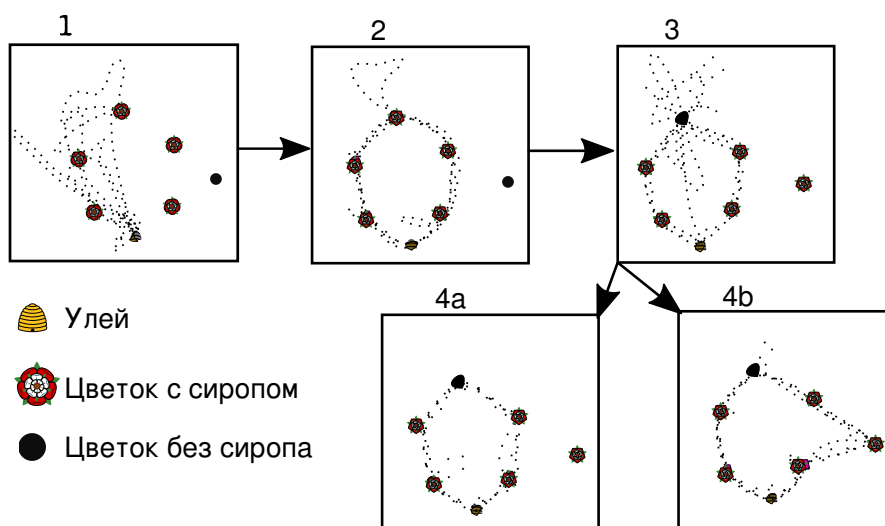
Радар, изобретенный в Великобритании, был использован для отслеживания полета английских медоносных пчел (*Apis mellifera*). Для изучения того, как пчелы собирают нектар, были поставлен следующий эксперимент:

(1) Фальшивые цветы были заполнены сиропом, и пчелы были выпущены из улья.

(2) Пчелам дали время хорошо ознакомиться с обстановкой (набраться опыта).

(3) Сироп был удален из одного цветка, который остался пустым, и перемещен в другой.

(4) Пчелам дали возможность хорошо ознакомиться с новой обстановкой. Показаны типичные маршруты полетов пчел (4a и 4b).

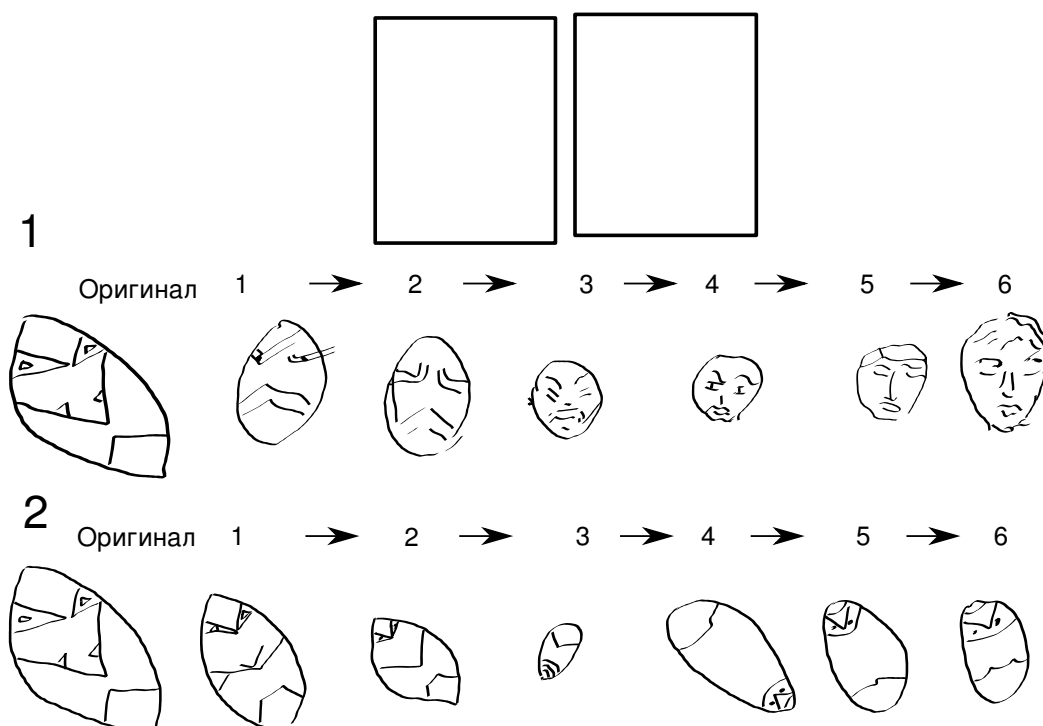


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Пчелы постоянно пытаются оптимизировать маршрут сбора сиропа из цветов, чтобы он был максимально коротким.
- B.** Опытные пчелы не ищут новых цветов, пока окружающая среда не изменится.
- C.** Пчелы проявляют признаки замешательства, если они сталкиваются с неожиданностями на своем маршруте.
- D.** Пчелы посещают все цветы с сиропом в пределах зоны досягаемости от улья.

МЕМЫ

Ричард Докинс (1941 - н.в.) ввел идею мемов, а сэр Фредерик Бартлетт (1886 - 1969) показал, что предыдущие знания влияют на процесс обработки новых стимулов. Бартлетт попросил британцев воспроизвести рисунок маски коренного населения Америки по памяти. Полученный таким образом рисунок передавался следующему человеку для запоминания и воспроизведения, и так воспроизведение продолжалось несколько раз подряд (1). Это исследование было недавно повторено (2). Ниже приведены репродукции типичных рисунков.

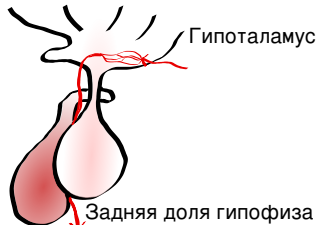


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным больше для эксперимента Барлетта (1) или для повторного эксперимента (2).

- A.** Память имеет тенденцию упрощать оригинальный объект.
- B.** Объекты, как правило, запоминаются как более похожие на знакомые объекты, чем на самом деле.
- C.** Участникам были даны инструкции, чтобы они постарались точно воспроизвести увиденное.
- D.** В воспоминаниях объект имел черты, отсутствующие у реального объекта.

ГИПОФИЗ

Гипоталамус является центральным регулятором гомеостаза, в то время как различные гормоны из задней и передней долей гипофиза управляют большинством функций тела. Чтобы исследовать, как эти три структуры координируют свои действия у крыс (*Rattus norvegicus*), каждая из них была электрически стимулирована, после чего наблюдали влияние стимуляции на секрецию гормонов из обеих долей гипофиза (1). В другом эксперименте целый гипофиз крыс пересаживали в места с различным кровоснабжением, чтобы понять, почему они обычно получают кровь из гипоталамических вен (2).



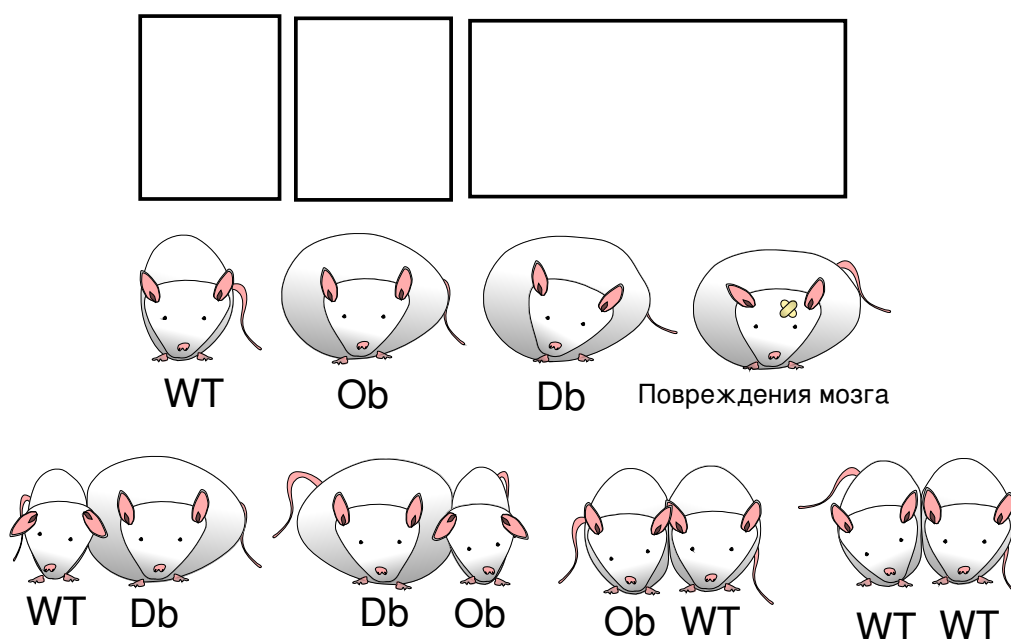
		Секретирует гормоны?	
		Задняя	Передняя
1	Гипоталамус	+	+
	Электрическая стимуляция Задняя	+	-
	Передняя	-	-
		Секретирует гормоны?	
		Задний	Передний
2	Гипоталамическое	-	+
	Кровоснабжение Негипоталамическое	-	-
	Временное негипоталамическое	-	+
	Гипоталамическое снабжение восстановлено	-	+

Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Гипоталамус контролирует секрецию гормонов из обеих долей гипофиза.
- B.** Гипоталамическая кровь содержит факторы, необходимые для выживания передней доли гипофиза.
- C.** Гипоталамические нейроны иннервируют заднюю долю гипофиза.
- D.** Гипоталамические гормоны вызывают секрецию гормонов задней доли гипофиза.

ТУЧНЫЕ МЫШИ

Сэр Фредерик Бантинг (1891 - 1941) и Джон Маклеод (1876 - 1935) открыли инсулин и изобрели современное лечение диабета. Это стимулировало аналогичные исследования по гомеостазу массы тела и ожирению: две линии мышей (*Mus musculus*) (тучные; Ob, и диабетички; Db) имеют одинаковый фенотип - они склонны к перееданию. Каждая из линий имеет мутацию в одном гене (каждая линия - в своем гене), из-за которой он не функционирует. Повреждение дугообразного ядра в головном мозге, единственной структуры, которая отвечает за чувство голода, вызывает подобный фенотип переедания. Затем различных мышей хирургически соединяли между собой, так, что небольшое количество крови могло попадать из одного организма в другой, и наблюдали за ними.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Хирургическое соединение позволяет мышам свободно обмениваться питательными веществами.
- B.** Мутанты Db в избытке образуют вещество, подавляющее аппетит.
- C.** Продукты генов Ob и Db действуют в одном и том же сигнальном пути.
- D.** Продукт WT гена Ob стимулирует путь, который активирует дугообразное ядро.
- E.** Некоторые случаи ожирения человека можно лечить гормональными препаратами.

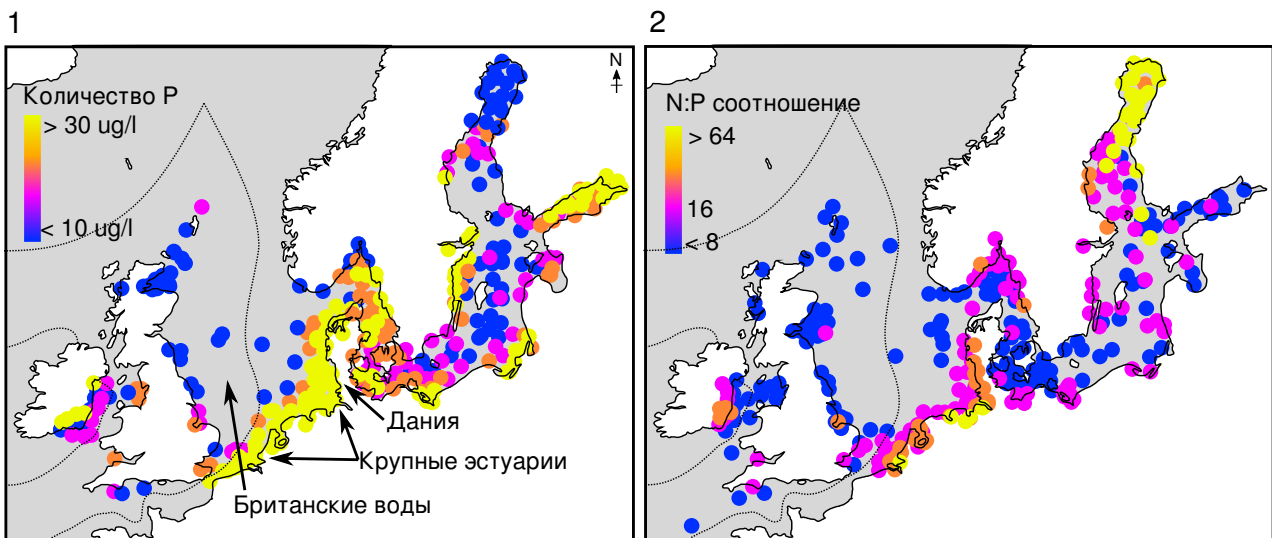
ЖИТЬ В ОБЩЕМ МИРЕ

ЭВТРОФИКАЦИЯ

Использование удобрений и сброс сточных вод изменили баланс азотсодержащих и фосфорсодержащих веществ в окружающей среде. Кроме того, оксиды азота, попадающие в воздух в результате загрязнения, взаимодействуют с водой и вызывают кислотные осадки.

Растущие водоросли поглощают в среднем 16 атомов азота на каждый атом фосфора, а эвтрофикация происходит, когда из-за разложения водорослей снижается содержание кислорода.

В 1957 году река Темза была объявлена «биологически мертвой», без кислорода, но в настоящее время она относится к числу самых здоровых крупных рек в мире. Доступность фосфора (1) и молярное соотношение азот:фосфор (N:P) (2) были измерены в Северной Европе.



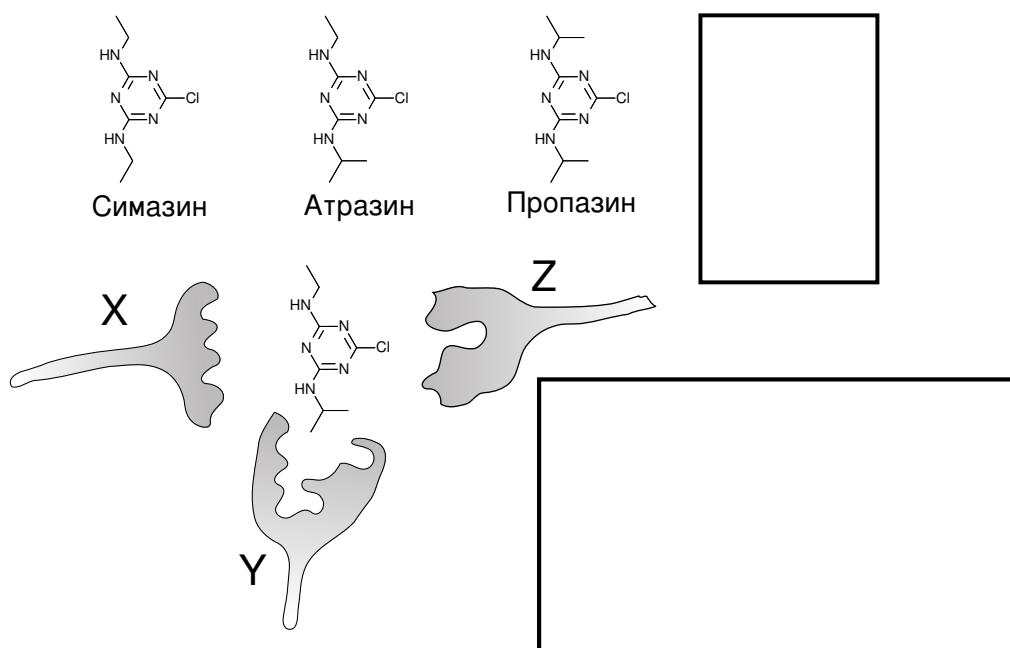
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Риск эвтрофикации будет намного ниже, если европейские фермеры снизят использование фосфатных, а не азотистых, удобрений.
- B.** Загрязнение воздуха оксидами азота увеличивает риск эвтрофикации вокруг Великобритании.
- C.** Основываясь на содержании элементов минерального питания можно предположить, что в британских водах обитает большая часть популяции крупных, энергичных видов рыб по сравнению с остальной акваторией Европы.
- D.** Европейские реки сильнее загрязнены фосфатами, чем азотом.
- E.** Содержание питательных элементов позволяет водорослям расти быстрее на восточном побережье Дании, чем на западном.

ЭЛАЙЗА

Джон Маррак (1886 - 1976) открыл биохимические основы взаимодействия антитело-антиген. Это взаимодействие может быть использовано для обнаружения пестицидов в пробах воды:

- 1) Поверхность лунок в планшете покрывают пестицидом.
 - 2) Небольшое количество антитела к пестициду разводят водой, а затем смесь переносят в лунки.
 - 3) Лунки промывают чистой водой несколько раз.
 - 4) Добавляется фермент, продуцирующий синий пигмент. Этот фермент связан с вторичным антителом, которое связывается с первичным антителом.
- Для этого можно использовать различные антитела (X, Y и Z).



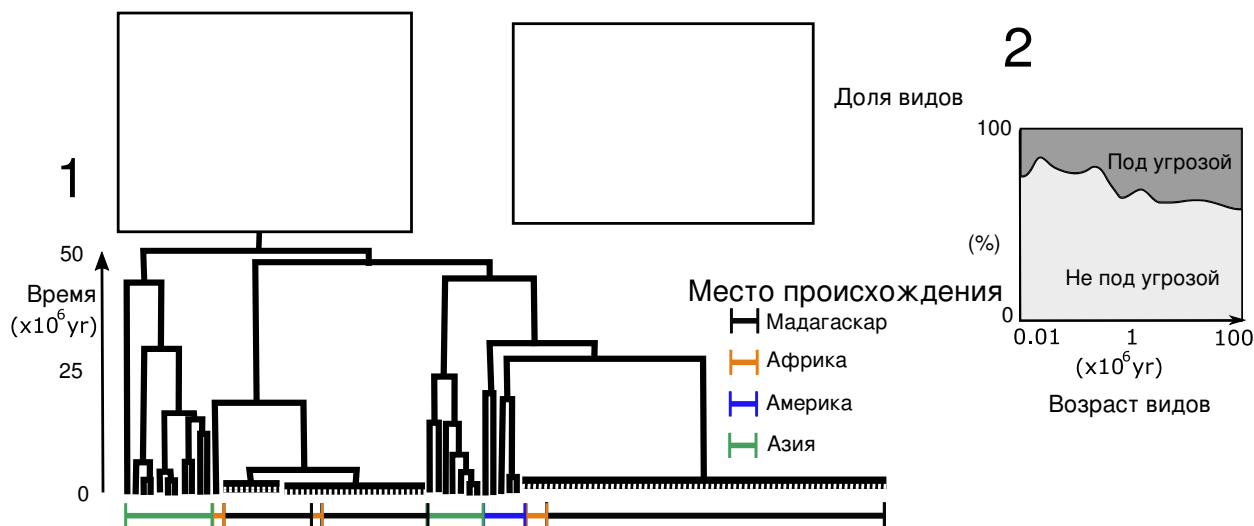
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- А. Для специфического теста на атразин необходимо использовать антитело Y.
- В. Все эти пестициды, скорее всего, имеют один и тот же механизм действия.
- С. Все эти антитела могли быть получены от одной и той же мыши, которой был введен атразин.
- Д. Лунки более интенсивного синего цвета содержали воду, которая была сильнее загрязнена пестицидом.

МАДАГАСКАР

Королевский ботанический сад, Кью, отвечает за банк семян тысячелетия, включая сохранение 70% видов мадагаскарских растений, находящихся под угрозой исчезновения. Форма филогенетического дерева растений может использоваться для определения приоритетности видов для сохранения. Приведено филогенетическое дерево древесных папоротников (Cyatheales), типичное и для других растений (1).

Вероятность вымирания растений связана с возрастом вида (длина его ветви на филогенетическом дереве) (2).

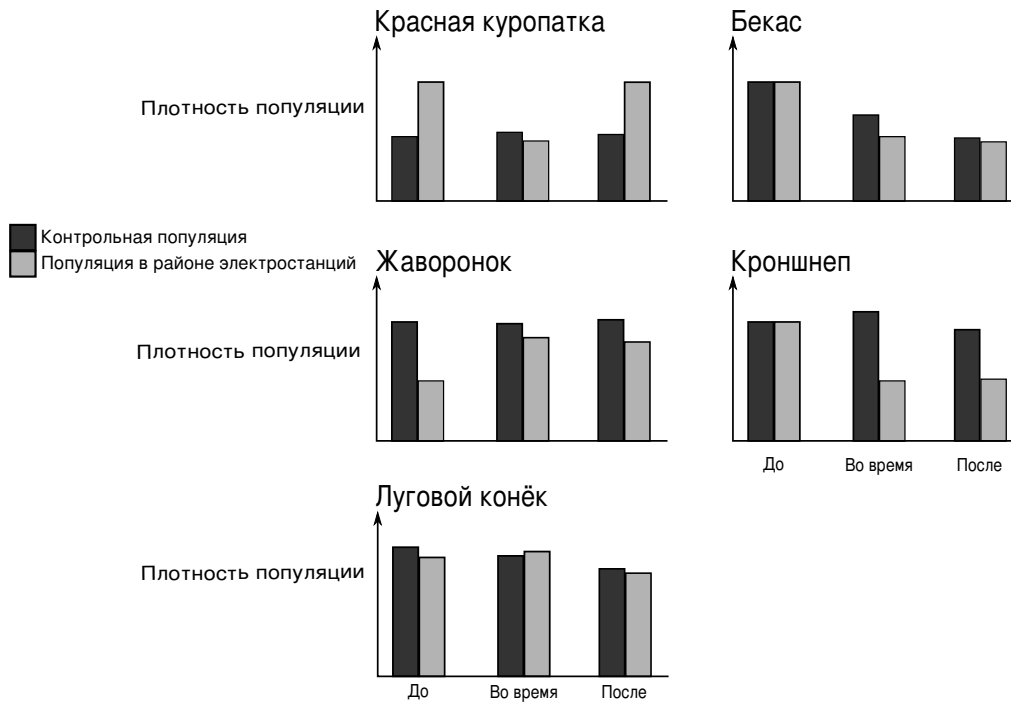


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Большинство видов Мадагаскара, скорее всего, больше нигде не встречаются.
- B.** Возраст мадагаскарских видов объясняет их необычайно высокий риск вымирания.
- C.** В глобальном масштабе Кью следует сосредоточиться на сборе семян старых видов.
- D.** Неспособность сохранить мадагаскарские виды (т.е. их полное исчезновение) приведет к более значительной потере эволюционного и генетического разнообразия, чем неспособность сохранить Африканские виды.

ВЕТРЯНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Великобритания создает крупнейшую в мире группу морских ветряных электростанций в Северном море. Тем не менее, нарушение розы ветров и другие причины создают трудности для птиц. Было изучено влияние ветряных электростанций (данные получали до, во время и после их строительства) на плотность популяций несколько видов птиц в этом месте: красной куропатки (*Lagopus lagopus scotica*), бекаса (*Gallinago gallinago*), жаворонка (*Alauda arvensis*), кроншнепа (*Numenius sp.*) и лугового конька (*Anthus pratensis*). Плотность популяций этих видов сравнивали с плотностью популяций этих же видов в ненарушенной (контрольной) среде обитания.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Процесс строительства ветряных электростанций уменьшает популяцию красной куропатки
- B.** Из изученных видов птиц уже построенные ветряные электростанции опасны только для кроншнепов.
- C.** Исследованная ветряная электростанция расположена в лучшей для красных куропаток среде обитания, чем контрольный участок.
- D.** Ущерб популяции бекасов наносит какое то другое изменение окружающей среды, а не строительство ветряных электростанций, .

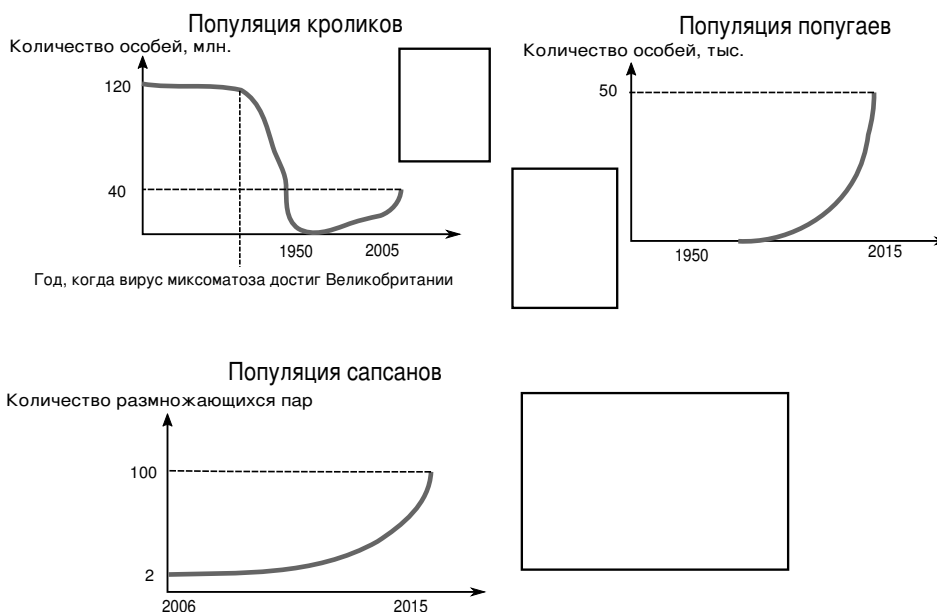
ПОПУЛЯЦИЯ

Самая длительная в мире кампания по сохранению исчезающих видов позволила восстановить популяции многих британских видов, но некоторые чужеродные виды также процветают в Великобритании.

(1) Кролики (*Oryctolagus cuniculus*) были интродуцированы в Великобританию приблизительно 2000 лет назад римлянами.

(2) Пара попугаев (*Psittacula krameri*) была выпущена в Лондоне Джими Хендриксом.

(3) Аборигенные сапсаны (*Falco peregrinus*) гнездятся в Лондоне, который, являясь крупнейшим городом Европы, предоставляет им достаточно места для гнездования и охоты, включая попугаев.

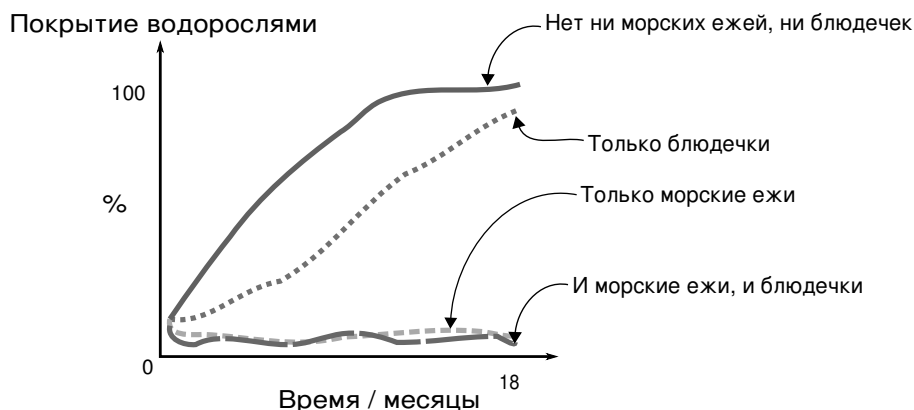


Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Устойчивость к миксоматозу у Британских кроликов возникла около 1950 года.
- B.** Сапсаны эффективно контролируют популяцию попугаев.
- C.** Удаление кроликов из Великобритании поможет сохранить местные виды, такие как сапсан.

МОРСКИЕ ЕЖИ

Морские ежи (*Echinoidea*) являются основным источником пищи для морских выдр (*Enhydra lutris*). Популяция морских ежей имеет тенденцию быстро расти там, где морское дно было повреждено деятельностью человека. Морские ежи, морские блюдечки (*Patella vulgata*) и морские водоросли могут жить вместе. Степень покрытия дна водорослями измеряли в экспериментальной зоне, где популяция ежей и блюдечек искусственно контролировалась.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

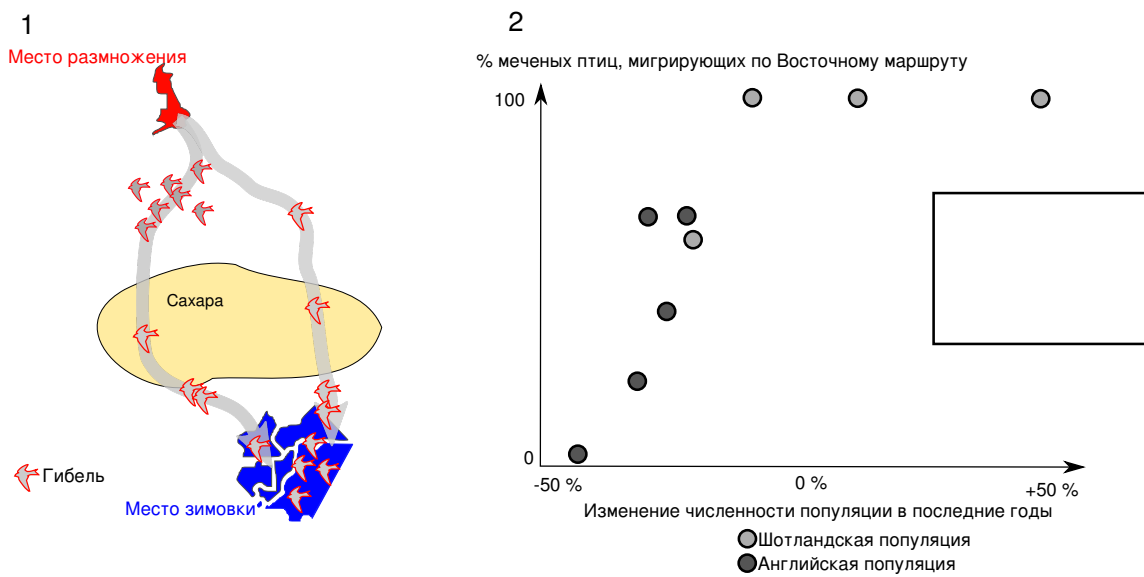
- A.** Блюдечки влияют на рост морских водорослей при наличии морских ежей.
- B.** Морские ежи оказывают большее влияние на морские водоросли, чем блюдечки.
- C.** Морские ежи помогают восстановить поврежденное морское дно.
- D.** Увеличение количества выдр увеличивает первичную продуктивность океана.

КУКУШКИ

Остров Великобритания является важным перевалочным пунктом для птиц, мигрирующих из таких далеких стран, как Канада и Южная Африка, из-за его мягкого климата и хорошо сохранившихся мест обитания.

Кукушки (*Cuculus canorus*) - это мигрирующий вид, который в последние годы претерпел снижение численности популяции. Поэтому ко многим кукушкам были прикреплены маячки, что позволило отслеживать их в течение нескольких лет. Ниже показаны маршруты их осенней миграции (1). Примерно одинаковое количество птиц мигрировало по Восточному и Западному маршрутам через Африку. Показаны точки, в которых погибали отслеживаемые птицы.

Изменения численности популяций кукушек в разных регионах Великобритании, а также их маршруты миграции показаны на рисунке (2).



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A. В последние годы изменились условия миграции птиц на западном маршруте.
- B. Пересечение пустыни Сахары является самой большой проблемой для мигрирующих кукушек.
- C. Уровень смертности во время миграции оказывает существенное влияние на численность популяции кукушек в разных частях Британии.
- D. Вполне вероятно, что летние условия в Великобритании до начала миграции могут определять смертность во время миграции.

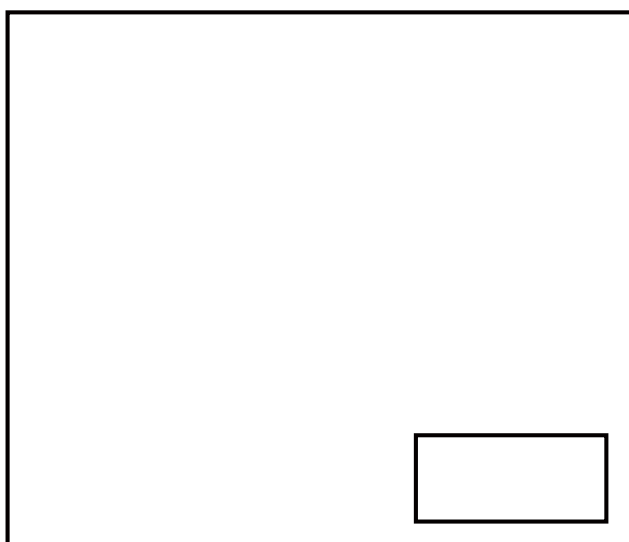
ДИКИЕ КОШКИ

Рысь (*Lynx lynx*) может быть реинтродуцирована в Великобританию в 2017 году после истребления из-за охоты на нее 1300 лет назад. Шотландские дикие кошки (*Felis silvestris grampia*) являются единственным эндогенным видом кошек в Великобритании и отличаются от лесных кошек (*Felis silvestris silvestris*) более крупными размерами, более густым мехом и уникальной охотничьей техникой. В Шотландии также присутствуют одичавшие домашние кошки (*Felis silvestris catus*).

Чувствительные к движению камеры, установленные в 347 местах по всей Шотландии, сделали 200 000 изображений, а волонтеры использовали их для идентификации по окраске диких кошек, одичавших кошек и гибридов между ними.

Через год они обнаружили 10 разных Шотландских диких кошек. В следующем году они обнаружили 9 разных Шотландских диких кошек, одна из которых имела ту же окраску, что и кошка, сфотографированная в предыдущем году.

Кроме того, они подсчитали, что в этом районе было около 500 одичавших кошек и 300 гибридов между дикими и одичавшими кошками.



Оцените, сколько Шотландских диких кошек обитает в Шотландии.

A. Выберите число, максимально близкое к правильной оценке.

Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- А.** Стерилизация одичавших кошек поможет предотвратить снижение приспособленности популяции Шотландских диких кошек с течением времени.
- В.** Вакцинация одичавших кошек будет эффективным способом предотвращения трансмиссивных заболеваний у Шотландских диких кошек.
- С.** Два вида, которые сосуществовали в одном и том же регионе в течение тысяч лет, с большей вероятностью будут скрещиваться, чем два вида, недавно вступившие в контакт, но при этом настолько же генетически различные между собой.

ПОЧВЕННЫЕ БАКТЕРИИ

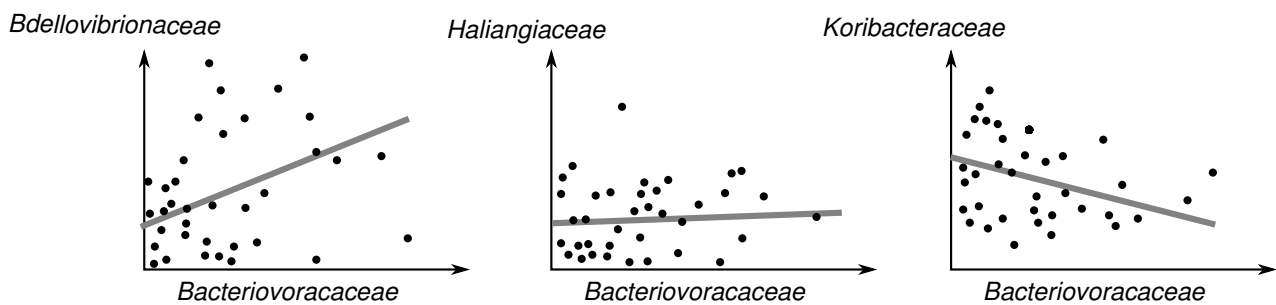
Секвенирование генов рибосомальных РНК (рДНК), которые имеют очень низкое разнообразие в пределах популяции, позволяет идентифицировать присутствующие в разных почвах разные семейства бактерий, а также их относительное обилие.

Bacteriovoracaceae и *Bdellovibrionaceae* являются хищными бактериями. Они имеют разную скорость роста при оптимальных условиях.

Haliangiaceae и *Koribacteraceae* не являются хищниками.

Относительное обилие рДНК разных семейств

• Отдельная проба почвы



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A. *Bdellovibrionaceae* и *Bacteriovoracaceae* занимают разные ниши.
- B. *Bacteriovoracaceae* являются важными хищниками для *Haliangiaceae*.
- C. *Bacteriovoracaceae* и *Koribacteraceae* могут занимать различные среды обитания.
- D. Секвенирование рДНК может быть использовано для оценки обилия отдельных видов бактерий семейства *Bacteriovoracaceae*.

СЕТЬ ГАПЛОТИПОВ

Сеть гаплотипов показывает эволюционную близость гаплотипов и долю индивидуумов из конкретной популяции, имеющих конкретный гаплотип. Проект "1000 геномов", координируемый Европейским институтом биоинформатики в Англии, позволяет создать глобальную сеть гаплотипов человека для различных локусов.

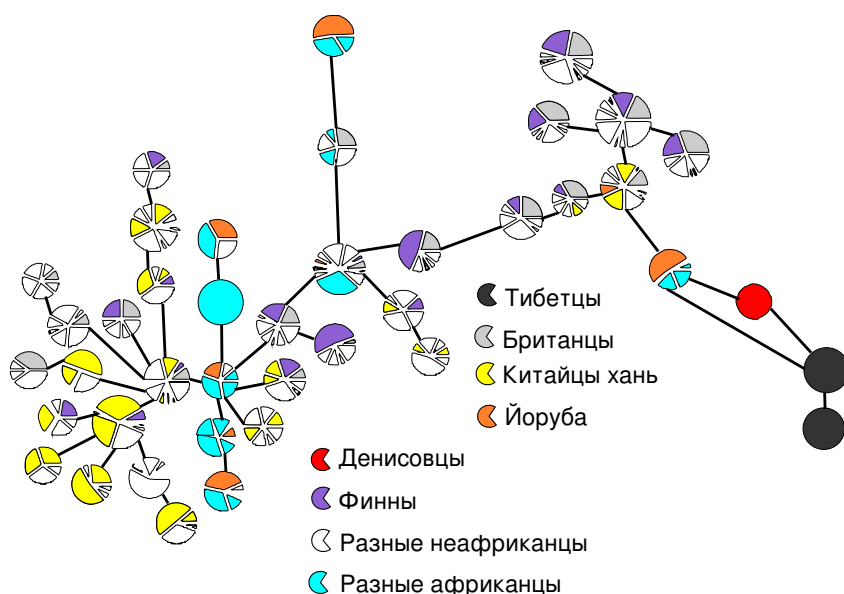
Приведена такая сеть для одного конкретного локуса. Кружки представляют один гаплотип.

Цвета представляют разные популяции по географическому положению.

Линии представляют собой эволюционную связь между двумя гаплотипами.

Денисовцы - подвид рода *Homo*, не являющийся людьми в строгом смысле слова.

Тибетцы - азиатская популяция, генетически близкая к соседним популяциям по большей части генома.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A. По данному локусу британцы ближе к финнам, чем к Йоруба .
- B. Тибетцы имеют более высокое генетическое разнообразие по данному локусу по сравнению с китайцами Хань.
- C. Йоруба обнаружены в Африке.
- D. Предки тибетцев скрещивались с денисовцами после выхода тибетцев из Африки.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА

Открытие Чарльза Дарвина (1809 - 1882) было объединено с менделевской генетикой сэром Рональдом Фишером (1890 - 1962) и Джоном Холдейном (1892 - 1964). Затем уравнения позволили биологам предсказывать эволюцию, включая эволюцию сложных признаков, таких как поведение, и количественные черты, такие как рост.

No translation found

Символ	Значение
r	Коэффициент родства между индивидуумами
n_i	Число аллелей, общих для двух родственников.
n_p	Среднее число аллелей, общее для двух случайных индивидуумов из популяции.
N_t	Общее число аллелей в геноме
w	Суммарная приспособленность.
D	Прямая приспособленность: число потомков данного индивидуума, умноженное на коэффициент родства (r) каждого из этих потомков с данным индивидуумом.
I	Косвенная приспособленность: число потомков родственника данного индивидуума, умноженное на коэффициент родства (r) каждого из этих потомков с данным индивидуумом.
C	Цена, которую приходится платить индивидууму за поведение, выраженная в числе потомков, которых мог бы дать индивидуум, если бы не проявлял этого поведения
B	Выгода от поведения данного индивидуума, выраженная в числе потомков, которое родственник этого индивидуума может дать.
g	Генетическое значение индивидуума: значение, которое имел бы количественный признак, если бы на него не влияла окружающая среда.
Δ_s	Изменение значения признака между двумя поколениями под действием естественного отбора.
$\beta_{w,g}$	Корреляция между приспособленностью (w) и генетическим значением (g).
$\text{var}(g)$	Дисперсия генетического значения (g) в популяции

Правило для адаптивного поведения / черты	Уравнение
Коэффициент родства	$r = (n_i - n_p) / N_t$
Суммарная приспособленность	$w = D + I$
Правило Гамильтона	$C < r B$
Уравнение Прайса	$\Delta_s g = \beta_{w,g} \text{var}(g)$

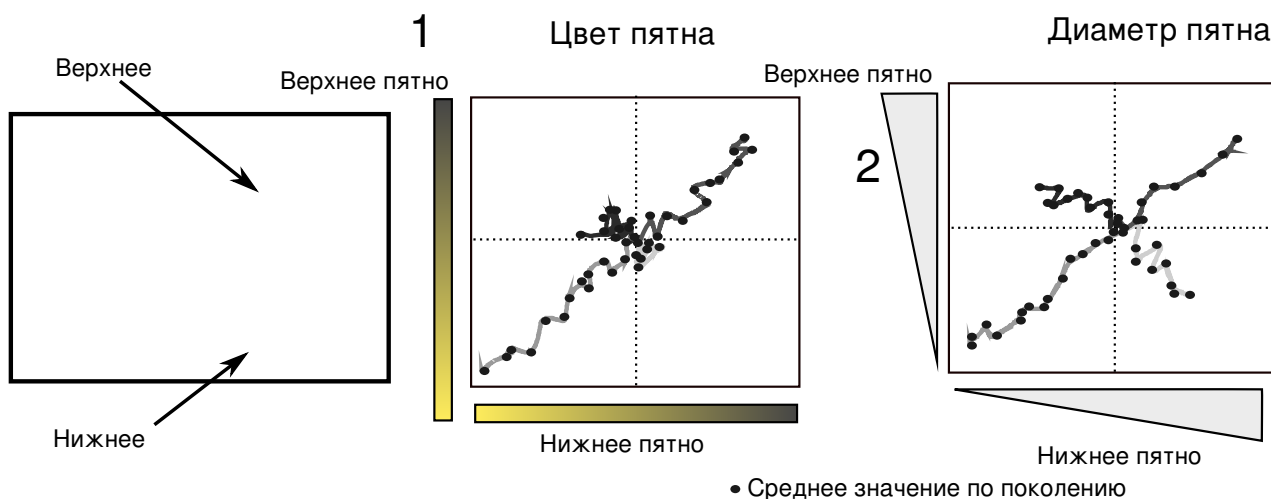
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Агрессивное поведение (затратное как для индивидуума, проявляющего это поведение, так и для адресата) существует при условии, что индивидуум более родственен адресату, чем случайные особи в популяции между собой..
- B.** Данные уравнения предсказывают существование аллелей, которые производят заметный признак (например, внешний вид или феромоны), а также вызывают альтруизм по отношению к неродственным индивидуумам с этим признаком.
- C.** Данные уравнения предсказывают, что реакции на стресс у некоторых организмов включают целенаправленное увеличение частоты возникновения мутаций.
- D.** Образование колоний голых землянок (*Heterocephalus glaber*), состоящих из многих взрослых особей и лишь одной размножающейся пары, можно объяснить суммарной приспособленностью.
- E.** Естественный отбор действует быстрее, когда тля находится в жизненном цикле на стадии полового размножения, чем на стадии бесполого размножения.

ПЯТНА БАБОЧЕК

Чтобы исследовать эволюцию пятен на крыльях бабочек, их средний размер и цвет были измерены в каждом поколении.

Бабочки были разделены на 4 группы на основании соотношения цвета (ширины золотого кольца) (1) или соотношения размеров (2) верхних и нижних пятен. Бабочки с самыми крайними значениями из каждой группы были скрещены между собой, и такое скрещивание повторялось в каждом последующем поколении.



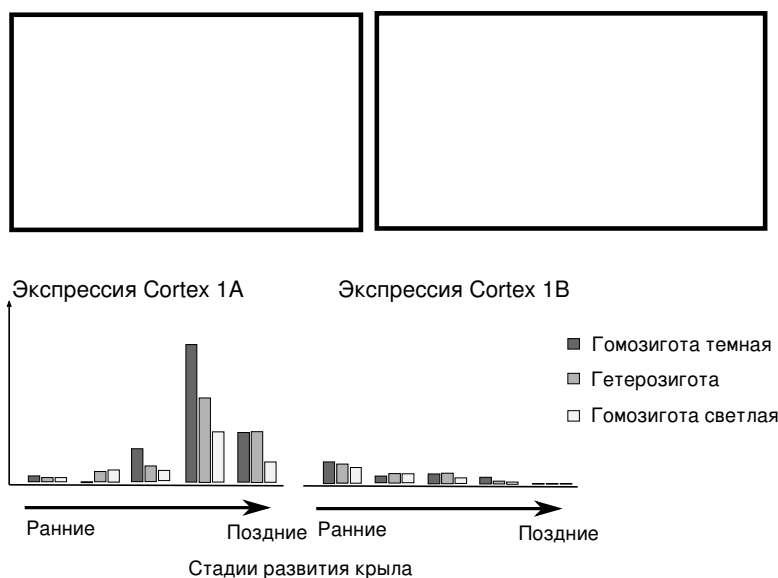
Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Соотношение интенсивности окраски верхнего и нижнего пятен имеет большую генетическую вариацию, чем соотношение размера верхнего нижнего пятна
- B.** Просто проводя искусственный отбор бабочек с большей шириной золотого кольца вокруг верхних пятен можно получить бабочек с большей шириной золотого кольца вокруг нижних пятен.
- C.** Многие родственники этого вида имеют очень разные соотношения размеров верхних и нижних пятен.
- D.** Размер пятен оставался бы постоянным, если бы в эксперименте происходило случайное скрещивание бабочек из этой популяции.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ МЕЛАНИЗМ

Светло окрашенная форма английской березовой пяденицы (*Biston betularia*) была вытеснена темной формой, поскольку светлые лишайники исчезли из-за загрязнения воздуха во время промышленной революции. Чистый воздух, лишайники и светлые бабочки теперь вернулись.

Чтобы изучить генетическую основу этого явления, сотни бабочек были прогенотипированы и их гаплотипы были определены. Меланизм был обусловлен доминантной мутацией в гене *Cortex*. мРНК *Cortex* сплайсируется с образованием двух форм: *Cortex-1A* и *Cortex-1B*. Количество мРНК *Cortex* было измерено.



Укажите, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A. Разнообразие гаплотипов в популяции вблизи темного аллеля *cortex* выше, чем на большем расстоянии от этого аллеля.
- B. *Cortex-1A* с большей вероятностью является причиной меланизма, чем *Cortex-1B*.
- C. Данные экспрессии согласуются с тем, что темная окраска является доминантным признаком.
- D. Светлая форма снова появилась в результате обратной мутации (реверсии).