

**Заключительный этап республиканской олимпиады по биологии 2 тур**  
**Общее количество баллов: 96**  
**Время: 3 часа**

### Нұсқаулық

1. Қара немесе көк қаламмен немесе маркермен толтырыңыз. Жауап парақтары сканерленеді және сканер қарындаштың толтырылғанын көрмейді.
2. Жауап парағындағы дөңгелектерді толығымен толтырыңыз.

Дұрыс



Бұрыс



3. Бір ғана дұрыс жауап қабылданады. Екі боялған автоматты түрде 0 ұпай болып есептеледі.
4. Жауап парағында сызып тастауға және түзетуге болмайды. Егер сіз сызып тастасаңыз және оның жанына дұрыс жауапты жазсаңыз, сканер 2 жауап деп санайды және сізге 0 ұпай беріледі.
5. Корректор пайдалануға болады.
6. Калькулятор пайдалануға болады.
7. Бояуға қосымша уақыт қарастырылмаған.
8. «ШИФР» жолын **ТОЛТЫРМАҢЫЗ**. Онда ұйымдастырушы сіздің шифрларыңызды енгізеді.

### Инструкции

1. Закрашивать ручкой черной или синей либо маркером. Листы ответов будут сканироваться, и сканер не видит закрашивание карандашом.
2. Кружки в листе ответов закрашивать полностью.  
Правильно Неправильно
3. Принимается только один правильный ответ. Два закрашенных будут автоматически считаться, как 0 баллов.
4. Нельзя зачеркивать и исправлять в листе ответов. Если вы зачеркнули и написали рядом правильный ответ, то сканер посчитает как 2 ответа, и вы получите 0 баллов.
5. Можно пользоваться корректором.
6. Можно пользоваться калькулятором.
7. Дополнительное время для закрашивания не предоставляется.
8. Поле «ШИФР» НЕ ЗАПОЛНЯЙТЕ. Туда организатор впишет ваши шифры.

1) Синдром Прадера-Вилли, который включает умственную отсталость и неспособность к насыщению, вызван отсутствием экспрессии генов в критической области хромосомы 15, которая подвержена геномному импринтингу. У нормального индивидуума экспрессия копий этих генов из отцовской хромосомы 15 необходима и достаточна для поддержания нормального развития. Предположим что у неких двух мужчин и двух женщин есть синдром Прадера-Вилли. Генотипы этих особей, а также их родителей были определены по 7 различным полиморфным участкам на 15-й хромосоме.

	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Маркер 1	1,3	1,1	1,1	2,4	1,2	2,2	2,2	1,3
Маркер 2	1,2	2,4	1,2	1,3	3,4	1,3	1,4	1,4
Маркер 3	1,3	2,4	2,3	1,3	2,3	2,3	3,5	2,3
Маркер 4	2,4	1,3	2,4	5,7	5,5	1,4	1,2	4,6
Маркер 5	5,5	4,5	1,3	2,4	2,3	1,3	6,7	1,2
Маркер 6	3,4	1,2	1,6	3,5	1,1	2,2	2,8	2,5
Маркер 7	1,4	1,3	2,4	1,6	2,3	4,5	4,5	1,3

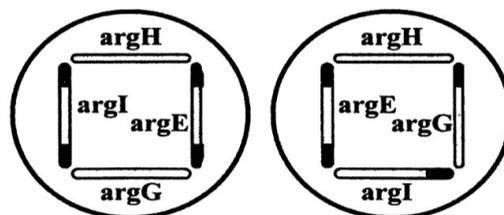
  

	Мужчина 1	Мужчина 2	Женщина 1	Женщина 2
Маркер 1	1,3	1,4	2,2	2,2
Маркер 2	1,2	1,3	1,3	4,4
Маркер 3	1,3	1,3	3,3	3,3
Маркер 4	2,4	2,5	4,5	1,1
Маркер 5	5,5	1	2	7,7
Маркер 6	3,4	5,6	1	2,2
Маркер 7	1,4	1,2	3,4	4,4

Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

1. Некоторые генотипы являются анеуплоидами.
2. Генотип мужчины 1 может быть объяснен унипарентальной дисомией, которая является результатом нерасхождения в мейозе 1 материнской линии.
3. Генотип женщины 2 подразумевает, что в мейозе 1 материнской линии не было расхождения.
4. Мужчина 2 и женщина 1 имеют расстройство из-за делеций в отцовской хромосоме, в то время как мужчина 1 и женщина 2 имеют расстройство из-за дупликаций в материнских хромосомах.

2) Четыре независимо полученных аргининзависимых мутанта были обозначены как *argE*, *argH*, *argI*, *argG*. Клеточные суспензии мутантов были высеяны штрихами на чашку с агаризованной глюкозо-солевой (минимальной) средой с добавлением ограниченного количества аргинина. Штрихи расположены в виде четырехугольника таким образом, чтобы они не соприкасались друг с другом. На некоторых концах штрихов черным отмечен обильный рост.



Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

5. Без минимального количества аргинина совсем не было бы никакого роста
6. Обильный рост обусловлен тем что некоторые мутанты способны трансформироваться
7. Обильный рост будет тогда когда растущий штамм имеет блок, который возникает на более раннем этапе метаболического пути, чем блок в штамме, из которого он получает соединение для роста.
8. Порядок мутации в пути биосинтеза аргинина *argE*-*argI*-*argH*-*argG*

3) Следующие гены кукурузы находятся на одном плече хромосомы 9 в указанном порядке (расстояния между ними указаны в единицах карты):

$$c \xrightarrow{12} bz \xrightarrow{8} wx \xrightarrow{10} sh \xrightarrow{20} d \xrightarrow{10} \text{Центромера}$$

*C* дает окрашенный алейрон; *c*, белый алейрон.

*Bz* дает зеленые листья; *bz*, бронзовые листья.

*Wx* дает крахмалистые семена; *wx*, восковые семена.

*Sh* дает гладкие семена; *sh*, сморщенные семена.

*D* дает высокие растения; *d* - карликовые.

Растение, гомозиготное по всем пяти рецессивным аллелям, скрещивают с растением дикого типа, гомозиготным по всем пяти доминантным аллелям. Растения F1 показывает доминантные фенотипы по всем генам и при обратном скрещивании с рецессивным родителем дают следующие классы фенотипов в потомстве:

- 1) цветной, зеленый, крахмалистый, гладкий, высокий 360
- 2) белый, бронзовый, восковой, сморщенный, карликовый 355
- 3) цветной, бронзовый, восковой, сморщенный, карликовый 40
- 4) белый, зеленый, крахмалистый, гладкий, высокий 46
- 5) цветной, зеленый, крахмалистый, гладкий, карликовый 85
- 6) белый, бронзовый, восковой, сморщенный, высокий 84
- 7) цветной, бронзовый, восковой, сморщенный, высокий 8
- 8) белый, зеленый, крахмалистый, гладкий, карликовый 9
- 9) цветной, зеленый, восковой, гладкий, высокий 7
- 10) белый, бронзовый, крахмалистый, сморщенный, карликовый 6

Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

9. В потомстве F2 ожидалось на 12 классов больше, 8 из которых могут получиться лишь с помощью двойного кроссинговера.

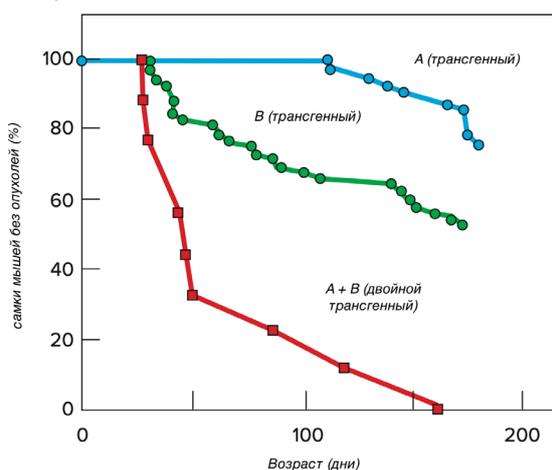
10. Судя по приведенным данным, ожидаемое расстояние между *bz* и *wx* намного превышает наблюдаемое расстояние, тогда как ожидаемое расстояние между *wx* и *sh* значительно ниже наблюдаемого.

11. Фенотипы классов 7 и 8 возможны при двойном кроссинговере между генами *c-bz* и *sh-d*, а классов 9 и 10 при двойном кроссинговере между генами *bz-wx* и *sh-d*.

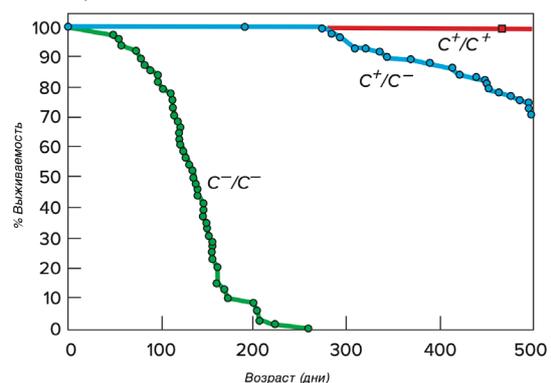
12. Уменьшение единиц карты, или кроссинговера, наблюдается в двух интервалах и результаты, подобные этому, наводят на мысль о перичентрической инверсии затрагивающей гены *bz*, *wx* и *sh*.

4) Распространенным способом проверки того, что определенные гены являются онкогенами или генами-супрессорами опухолей, является использование генной инженерии для изменения геномов мышей и определения того, развиваются ли у сконструированных мышей опухоли и умирают ли они от рака. На двух прилагаемых рисунках показаны результаты таких экспериментов. В эксперименте 1 мыши имеют единственную трансгенную копию гена А или гена В, или единственную трансгенную копию обоих генов. В эксперименте 2 мыши были гомозиготными или гетерозиготными по нокаутам гена С. (Известно то что самки достигают половой зрелости примерно к 6 неделе после рождения, а самцы к 8 неделе)

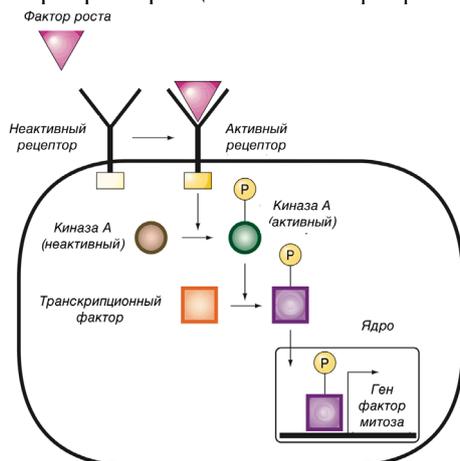
Эксперимент 1



Эксперимент 2



На рисунке ниже вам также показан обобщенный сигнальный путь действия фактора роста. Хотя это и не показано на рисунке, клетка на рисунке также имеет фосфатазу, фермент, который удаляет фосфаты из белков — в данном случае из фактора транскрипции. Сама эта фосфатаза регулируется киназой А.



Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

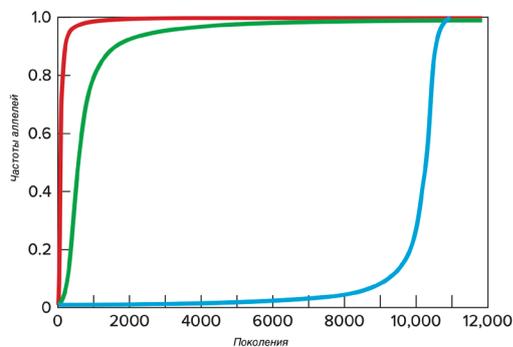
13. Судя по результатам двух экспериментов А и В являются супрессорами опухолей, а С онкоген.
14. Результаты экспериментов 1 и 2 подтверждают что возникновение рака связано с накоплением мутаций в более чем одном гене.
15. Функциональная роль продукта гена С из второго эксперимента сопоставима с функцией киназы А, тогда как А и В с рецептором фактора роста и фосфатазы, соответственно.
16. Если 50% нормальной активности всех этих генов показанных на сигнальном пути достаточно для нормального роста клеток, то гомозиготный организм по мутации, которая предотвращает фосфорилирование фермента фосфатазы будет развивать рак.

5) Рассмотрим влияние отбора на частоты аллелей в двух популяциях.

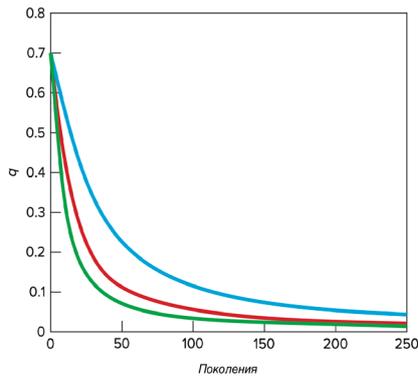
В популяции Альбукерк, насчитывающей 1 000 000 особей, три локуса А, В и С имеют по два аллеля. Аллели A1, B1 и C1 встречаются у 1% населения в определенное время, и каждый из них оказывает благотворное влияние на физическую форму организмов по сравнению с аллелями A2, B2 и C2 соответственно. Относительная приспособленность трех возможных генотипов в каждом из этих локусов составляет:

$$\begin{array}{lll}
 W_{A^1 A^1} = 1.00 & W_{B^1 B^1} = 1.00 & W_{C^1 C^1} = 1.00 \\
 W_{A^1 A^2} = 0.99 & W_{B^1 B^2} = 1.00 & W_{C^1 C^2} = 1.00 \\
 W_{A^2 A^2} = 0.99 & W_{B^2 B^2} = 0.90 & W_{C^2 C^2} = 0.99
 \end{array}$$

Частоты аллелей A1, B1 и C1 на протяжении тысяч поколений показаны на прилагаемом графике:



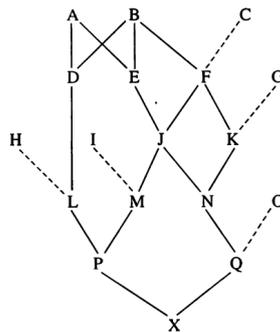
В популяции Озарк три различных гена R, U и TH имеют по два аллеля; один рецессивный аллель для каждого гена оказывает вредное воздействие. Относительная приспособленность рецессивных гомозигот по r составляет 0.9, по u - 0.8, а по th - 0.7. На следующем графике показаны частоты вредных аллелей в популяциях бесконечного размера с течением времени; в каждом случае частота рассматриваемого аллеля (q) составляет 0.7 в начале эксперимента.



Основываясь на информации о двух популяциях, укажите, являются ли следующие утверждения верными или неверными:

17. В популяции Альбукерке A1 соответствует зеленому цвету, B1 - красному, а C1 – синему.
18. Если бы популяция Альбукерке сократилась с 1 миллиона до 1 тысячи, то вероятность того, что рассматриваемые аллели A1, B1, и C1 исчезнут повышается.
19. В популяции Озарка скорость изменения,  $\Delta q$ , увеличивается для каждого гена в каждом последующем поколении, потому что в каждом поколении последовательно уменьшается доля гомозигот по рецессивному аллелю.
20. В популяции Озарка, если относительная приспособленность гетерозигот и гомозигот по доминантному аллелю равна 1.0, то  $q'$  (частота рецессивного аллеля в первом поколении потомства) равна  $t = 0.684$ ,  $u = 0.667$  и  $w = 0.545$ , таким образом, они соответствуют синей, красной, и зеленой кривой, соответственно.

б) На схеме ниже представлена родословная с инбридным потомком - X. Опираясь на данную схему, а также на ваши знания, укажите являются ли следующие утверждения об инбридинге верными или неверными:



21. Особи, спаривающиеся случайным образом, будут более близкородственными друг с другом в небольшой популяции, чем в большой.
22. В данной родословной есть всего 3 общих предка: A, B и F, и всего 7 путей от общих предков к X.
23. Коэффициент инбридинга X равен приблизительно 0.0254.
24. Известно что близкородственные браки увеличивают риск заболеваний, и если муковисцидоз (аутосомно-рецессивный) встречается с частотой 1 на 2500 в популяции, риск заболевания увеличится в 2 раза в браке двоюродных родственников.

7) Ферменты являются биологическими катализаторами, ускоряющими различные реакции. Гипотетический фермент “Кельвин” катализирует унимолекулярную реакцию  $A \rightarrow B$  и следует кинетике Михаэлиса-Ментена. Было обнаружено, что для реакции  $A \rightarrow B$  константа скорости прямой реакции в отсутствие фермента составляла  $1 \times 10^{-2} \text{ c}^{-1}$ , тогда как в присутствии фермента составляла  $5 \times 10^6 \text{ c}^{-1}$ . Кроме того,  $K_m$  рассчитывается равным  $4 \text{ mM}$ , в то время как  $V_{max}$  составляет  $600 \text{ нМ/с}$  при концентрации фермента в  $2 \text{ нМ}$ . Используя свои знания о ферментах, определите, являются ли следующие утверждения верными или неверными:

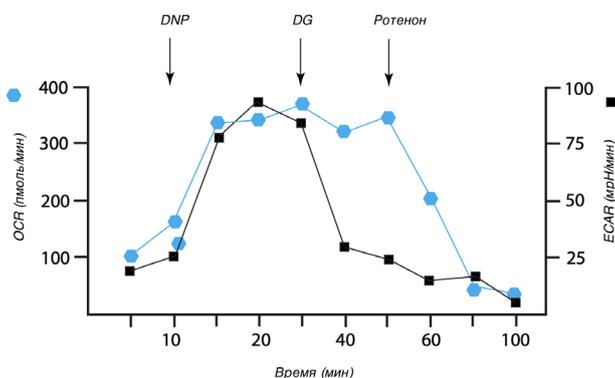
25. Ферменты ускоряют реакции, используя энергию, выделяющуюся при образовании нековалентных связей между ферментом и субстратом.

26.  $K_m$  считается показателем сродства только в том случае, когда константа скорости распада комплекса фермент-субстрат на фермент и продукт пренебрежимо мала по сравнению с константой скорости распада комплекса фермент-субстрат обратно на субстрат и фермент.

27. Если  $K_{eq}$  (константа равновесия) для реакции  $A \rightarrow B$  в отсутствие фермента равна  $1 \times 10^3$ , то в присутствии фермента она будет в  $5 \times 10^8$  раз больше.

28. Если раствор фермента с  $[Kельвин] = 12 \text{ нМ}$  обрабатывали смешанным ингибитором с  $\alpha = 3$  и  $\alpha' = 4$ , то для фермента  $V_{max}$  должна составлять  $0.9 \text{ мМ/с}$

8) Клеточное дыхание, позволяющее клеткам получать энергию, проходит в цитоплазме и митохондриях (Типичную митохондрию можно представить в виде цилиндра диаметром  $1 \text{ мкм}$  и длиной  $2 \text{ мкм}$ ) и является чувствительным к различным ингибиторам. Приведенный ниже эксперимент иллюстрирует как скорость аэробного дыхания и молочнокислой ферментации может быть измерена одновременно в режиме реального времени в культивируемых клетках. Степень аэробного дыхания определяется путем измерения скорости потребления кислорода (OCR), в то время как скорость гликолиза коррелирует со скоростью подкисления внеклеточной среды и определяется измерением изменения значения pH (ECAR). Для изучения действия различных соединений на клеточное дыхание в клеточные культуры были последовательно добавлены: динитрофенол (DNP), 2-дезоксиглюкоза (DG), который является ингибитором гликолиза, и ротенон.



Основываясь на ваших знаниях о клеточном дыхании и приведенном выше эксперименте, определите, являются ли следующие утверждения верными или неверными:

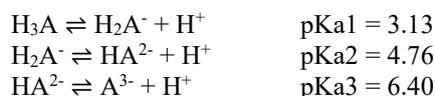
29. Если pH в матриксе равен 7.8, то можно сказать что там присутствует примерно  $10^3$  ( $H^+$ ) ионов.

30. Ротенон, вероятно, ингибирует цепь переноса электронов, что может объяснить падение уровня кислорода после его добавления.

31. Снижение ECAR после добавления DG может быть объяснено высоким уровнем накопления молочной кислоты, в то время как потребление кислорода по-прежнему будет происходить с высокой скоростью, поскольку DNP все еще присутствует.

32. DNP скорее всего предотвращает использование протон-движущей силы для синтеза АТФ. Следовательно, скорость потребления кислорода возрастает (отражая скорость цепи переноса электронов) в тщетной попытке синтезировать АТФ. Поскольку синтез АТФ в митохондриях подавлен, следовательно и скорость гликолиза, измеряемая ECAR, снижается.

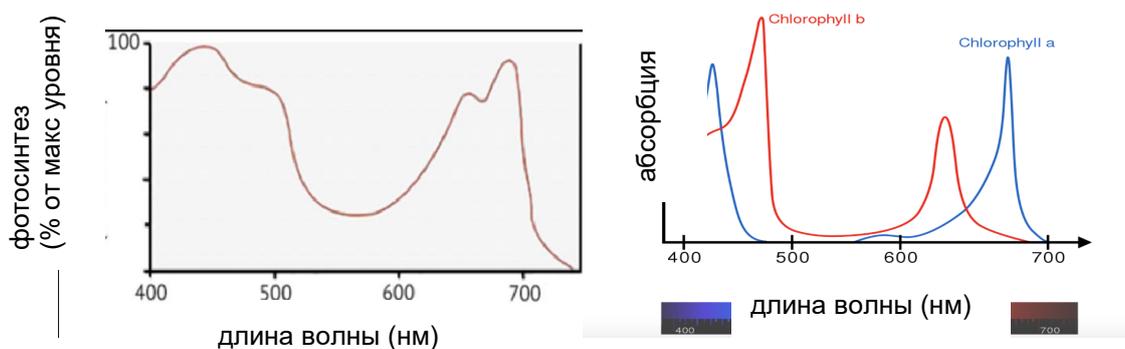
9) Биологам, изучающим биохимию, часто приходится сталкиваться с кислотами и щелочами. Лимонная кислота является трикарбоновой кислотой, которая играет важную роль в промежуточном метаболизме. Она может быть обозначена как  $H_3A$ . Ниже вы можете видеть реакции диссоциации лимонной кислоты:



Учитывайте что для данной задачи концентрация кислоты и ее анионных форм равно  $0.02 \text{ М}$ . Основываясь на ваших знаниях о кислотах и щелочах, определите, являются ли следующие утверждения верными или неверными:

33. Сильные кислоты характеризуются высокими константами равновесия ( $K_a$ ), в то время как слабые кислоты - низкими константами.
34. При  $pH = pK_{a2}$ , общий суммарный заряд молекулы равен -2.
35. При  $pH = 5.2$ ,  $[H_3A]$  будет ниже, чем  $[A^{3-}]$ .
36. При  $pH = 5.2$ ,  $[HA^{2-}]$  составляет приблизительно 70% от общей концентрации кислотных и анионных форм.

10) Фотосинтез — важнейший процесс в растениях, преобразующий световую энергию в химическую энергию, хранящуюся в глюкозе. Процесс преимущественно происходит в хлоропластах растительных клеток и включает две основные стадии: светозависимые реакции и цикл Кальвина. Ниже на рисунках вам предоставлены графики уровня фотосинтеза и абсорбции пигментов относительно длины световой волны.



37. Светозависимые реакции происходят в тилакоидных мембранах, где вырабатываются АТФ и НАДФН.
38. Графики показывают, что растения могут использовать как видимый, так и невидимый свет для фотосинтеза, поскольку спектр действия выходит за пределы видимого спектра.
39. Растения могут адаптироваться к различным световым условиям, изменяя относительное содержание хлорофиллов а и b в листьях, поскольку у них разные пики поглощения.
40. Вспомогательные пигменты, такие как каротиноиды, не только расширяют диапазон длин волн света, которые растения могут использовать для фотосинтеза, но также играют роль в рассеивании избытка световой энергии в виде тепла, защищая фотосинтетический аппарат от фотоповреждения.

11) Гормоны растений регулируют рост, развитие и реакцию на раздражители окружающей среды. Проводилось исследование в котором измерялось соотношение массы корня к побегу у растений обработанных разными фитогормонами. Результаты данного исследования даны ниже на таблице.

Фитогормон	Соотношение массы Корень/Побег
Ауксин	1.5
Цитокинин	0.5
Абсцизовая кислота	1.2

41. Ауксины и АБК имеют противоположные эффекты на соотношение корень/побег, так как ауксины увеличивают рост корней относительно роста побегов, а АБК уменьшает его.
42. АБК участвует в регуляции баланса между покоем и прорастанием семян, так как он подавляет прорастание при неблагоприятных условиях и стимулирует его при благоприятных условиях.
43. Ауксины и цитокинины имеют антагонистические эффекты на соотношение корень/побег, так как ауксины подавляют рост побегов, а цитокинины наоборот способствуют их росту.
44. АБК синтезируется в ответ на водный стресс и действует как отрицательный обратный регулятор открывания устьиц, уменьшая потерю воды и повышая устойчивость к засухе.

12) Теория сцепления-напряжения объясняет движение воды в растениях. Исследование изучало, как изменение экспрессии аквапоринов в растительных клетках влияет на эффективность транспорта воды, особенно в различных условиях окружающей среды. Опираясь на данные ниже, а также свои знания, отметьте следующие суждения как верные или неверные.

	Контрольные растения	Растения с повышенной экспрессией аквапоринов
Обычное состояние	Обычный уровень транспорта воды	Повышенный транспорт воды
Засуха	Пониженный транспорт воды	Обычный уровень транспорта воды

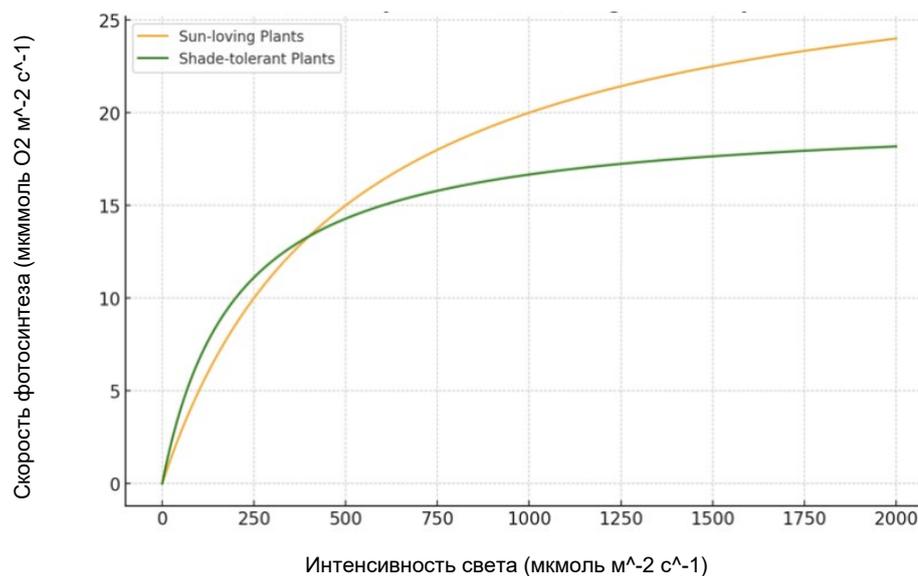
45. Транспирация обеспечивает движение воды от корней к листьям, упрощая открытие устьиц.

46. Корневое давление - это пассивный процесс, зависящий от осмотического градиента между почвой и ксилемой корня, в то время как когезионно-тензионный механизм - это активный процесс, зависящий от испарения воды с поверхности листа.

47. Когезия между молекулами воды и адгезия к стенкам ксилемы являются необходимыми, но недостаточными условиями для движения воды против силы тяжести, так как они также требуют непрерывной водяной колонны, которая не нарушается воздушными пузырями или кавитацией.

48. Согласно исследованию, повышение экспрессии аквапоринов в клетках растений увеличивает их водный потенциал, позволяя им поглощать больше воды из почвы и снижать транспирационный коэффициент в условиях засухи, демонстрируя важную роль этих белков в водных отношениях растений.

13) Недавние исследования выявили замечательную адаптивность процесса фотосинтеза у разных видов растений при различных условиях освещенности. Исследователи количественно оценили эффективность фотосинтеза у теневыносливых и солнцелюбивых растений, что позволило понять, как различная интенсивность света влияет на скорость фотосинтеза и, следовательно, на рост и продуктивность растений.



(желтым — солнцелюбивые; зеленым — теневыносливые растения)

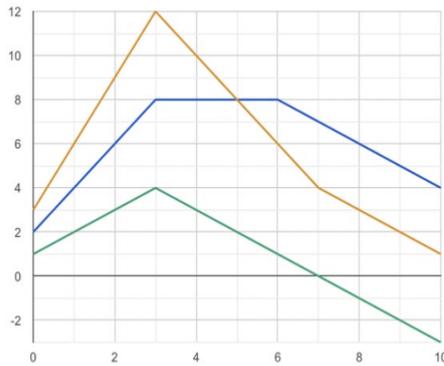
49. Теневыносливые растения имеют более высокую скорость фотосинтеза при низких интенсивностях света, чем солнцелюбивые растения.

50. Эффективность фотосинтеза у теневыносливых растений значительно снижается при высоких интенсивностях света.

51. Теневыносливые растения более эффективны в захвате и использовании рассеянного света.

52. Растения, предпочитающие солнце, скорее всего, будут демонстрировать более высокую скорость фотодыхания при низкой освещенности по сравнению с высокой.

14) На графике ниже вы можете видеть влияние добавления различных растительных гормонов на удлинение стебля.



- X-ось: Концентрация гормона (мг/л)
- Y-ось: Увеличение в удлинении стебля (%)
- Синяя линия: Ауксин
- Оранжевая линия: Гиббереллин
- Зелёная линия: Цитокинин

53. Максимальный эффект гиббереллина на удлинение стебля достигается при более низкой концентрации, чем у ауксина.

54. Учитывая пиковый эффект цитокинина на удлинение стебля при низких концентрациях, его роль в удлинении стебля может быть в основном регуляторной: модулируя активность других гормонов роста, а не напрямую стимулируя рост.

55. Закономерность реакции на гиббереллин вдоль градиента концентрации предполагает бифазную модель действия гормона.

56. Плато, наблюдаемое в эффекте ауксина на удлинение стебля при высоких концентрациях, свидетельствует о пределе возможности клеточного расширения, возможно, из-за ограничений жесткости клеточной стенки.

15) Жизненный цикл покрытосеменных растений — чудо эволюционной биологии, демонстрирующее сложную последовательность событий от опыления до развития семян. Этот цикл воплощает в себе сложные механизмы, которые покрытосеменные используют для обеспечения репродуктивного успеха. Недавние исследования пролили свет на различные аспекты этих процессов, включая роль развития семязачатков и эндосперма, а также эволюционные адаптации, которые позволили покрытосеменным стать доминирующей формой жизни растений на Земле.

57. Эндосперм - всегда большой и составляет большую часть веса семени у всех покрытосеменных.

58. Семена покрытосеменных больше и содержат больше запасных питательных веществ, чем семена голосеменных.

59. Роль эндосперма у покрытосеменных заключается только в питании развивающегося зародыша и не имеет конкурентных или противоречивых функций.

60. Уменьшение количества клеток в мегаспорофите покрытосеменных не влияет на эффективность процессов опыления и оплодотворения.

16) Представьте себе высокое дерево в засушливый летний день. Дерево полагается на объемный поток для транспортировки воды от корней к листьям.

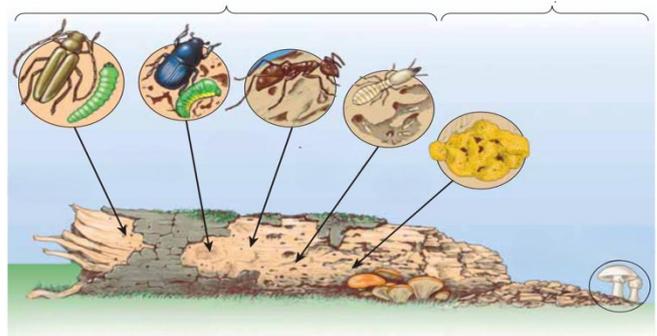
61. Водный потенциал наиболее высок в листьях в полдень.

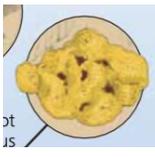
62. Транспирация создает отрицательное давление в ксилеме.

63. Загрузка ксилемы требует энергии в виде АТФ.

64. Наличие сосудистых элементов характерно для голосеменных.

17) Внимательно изучите рисунок, который иллюстрирует процесс разложения лесной экосистемы. Разлагатели (в основном грибы и бактерии) играют решающую роль в круговороте питательных веществ, расщепляя сложное органическое вещество на более простые неорганические вещества, которые могут быть использованы продуцентами.



Позиция	Организм/Процесс	Тип
	Жук-усач и его личинка	Подстилочные питатели
	жук-короед и его личинка	Подстилочные питатели
	Галереи столярного муравья	Подстилочные питатели
	Работы термитов и столярных муравьев	Подстилочные питатели
	Грибок сухой гнили	Разлагатель
	Гриб	Разлагатель

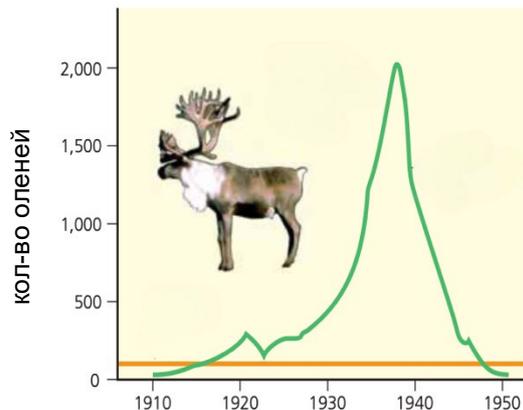
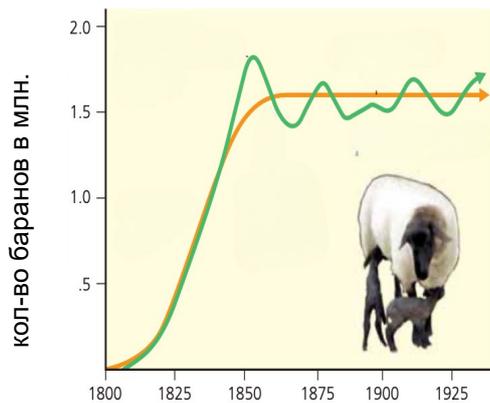
65. Разлагатели на рисунке отвечают за последнюю стадию разложения, высвобождая питательные вещества в почву.

66. Увеличение поверхности, созданное действием детритофагов на рисунке, не влияет на эффективность разложения грибами и бактериями.

67. Скорость разложения и высвобождения питательных веществ, изображенная на рисунке, может зависеть от абиотических факторов, таких как температура и влажность.

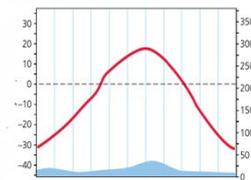
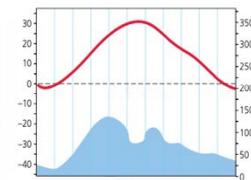
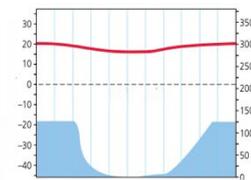
68. Взаимодействия между грибами и грибом сухой гнили на рисунке способствуют ускоренному разложению органического вещества.

18) Два графика показывают рост поголовья овец на острове Тасмания и оленей на острове Сент-Пол. Популяция овец растет в геометрической прогрессии, пока не достигнет пропускной способности острова, а затем стабилизируется. Популяция оленей также растет в геометрической прогрессии, но падает после превышения пропускной способности острова. (оранжевая линия - емкость среды, зеленая кривая - кол-во особей)



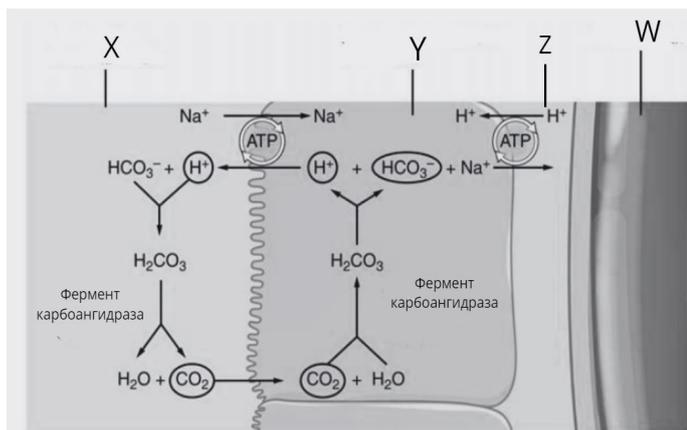
- 69. Популяция оленей на острове Святого Павла стабилизировалась бы, если бы они были завезены на больший остров.
- 70. Популяция овец на Тасмании росла экспоненциально, потому что на острове не было хищников.
- 71. Вместимость острова Тасмании выше для овец, чем для оленей, потому что овцы меньше по размеру.
- 72. Введение овец на Тасманию скорее всего увеличило общее биоразнообразие острова за счет дифференциации ниш и создания новых экологических пространств.

19) Климат является одним из основных факторов, контролирующих распространение биомов на Земле. Анализируя климатические графики, вы можете узнать о характере температуры и осадков в разных биомах и о том, как они могут повлиять на растения и животных, которые там живут. На изображении показаны три климатических графика, по одному для каждого типа лугов: тропической, умеренной и арктической тундры. На графиках показана среднемесячная температура (красная линия) и среднемесячное количество осадков (синяя линия) для каждого биома. Ось X представляет месяц года (с января до декабря), а ось Y представляет температуру в градусах Цельсия (слева) и количество осадков в миллиметрах (справа).



- 73. Vegetационный период приходится самым долгим в тропических саваннах.
- 74. Засухи более вероятны в арктических тундрах, чем в умеренных травянистых равнинах.
- 75. Умеренные травянистые равнины более подвержены лесным пожарам, чем тропические саванны.
- 76. Арктические тундры могут иметь более высокие темпы углеродного поглощения, чем умеренные травянистые равнины.

20) Через мембраны проксимального извитого канальца перемещается больше веществ, чем через любую другую часть нефрона. Многие из этих веществ (аминокислоты и глюкоза) используют симпортные механизмы транспорта наряду с  $\text{Na}^+$ . Антипорт, активный транспорт, диффузия и облегченная диффузия являются дополнительными механизмами, с помощью которых вещества перемещаются с одной стороны мембраны на другую.

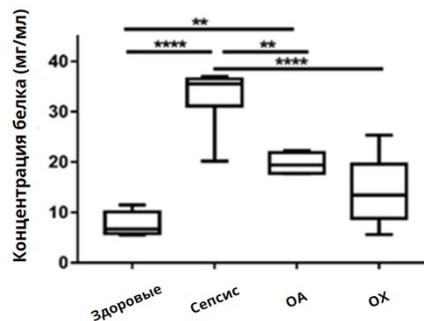


Перед вами процесс реабсорбции бикарбоната из проксимального извитого канальца. Анализируя данный рисунок укажите, являются ли следующие утверждения о транспорте бикарбоната верными или неверными:

- 77) Симпортер  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  выводит  $\text{H}^+$  в просвет и восстанавливает  $\text{Na}^+$ .
- 78) Буква Z указывает на просвет проксимального канальца.
- 79) Значительное возвращение растворенных веществ из просвета проксимального извитого канальца в интерстициальное пространство создает осмотический градиент, который способствует восстановлению воды.
- 80) Организм может изменять количество аквапоринов во всех частях нефрона кроме собирательной трубочки.

21) Образцы синовиальной жидкости (СЖ) были взяты у лошадей с клиническим диагнозом остеоартрит (ОА), остеохондрит (ОХ) и синовиальный сепсис, а также у здоровых лошадей. Концентрацию белка в этих образцах СЖ определяли с помощью анализа Брэдфорда. Цель исследования - выявить значительные изменения в концентрации белка при различных артропатиях лошадей.

81. Скорее всего используемые методы для измерения концентрации белка в образцах были анализ Брэдфорда и проточная цитометрия
82. Наличие звездочек на графике означает, что различия в концентрации белка между здоровыми лошадьми и лошадьми с ОА, ОС или сепсисом статистически незначимы.
83. Отсутствие звездочек над сравнением групп ОА и ОХ говорит о том, что существенной разницы в концентрации белка между этими двумя условиями нет.
84. В среднем концентрация белка у лошадей с Сепсисом примерно равна к 30



22) Используя свои знания о беспозвоночных, определите, являются ли следующие утверждения верными или неверными:

85. С эволюционной точки зрения выгодно быть двусторонне симметричным, это улучшает движение и приводит к развитию головы и концентрации там органов чувств.
86. Личиночные иглокожие радиально симметричны, тогда как взрослые иглокожие двусторонне симметричны.
87. Целом - пространство между разделенными слоями мезодермы.
88. В животном мире истинный целом впервые появился у нематод.

23) Используя свои знания о биоразнообразии растений, определите, являются ли следующие утверждения верными или неверными:

89. Если бы у животных была смена поколений, как у растений, продукты мейоза подверглись бы митозу и стали многоклеточными.
90. Архегонии выполняют ту же функцию, что и мегаспорангии.
91. Игольчатые листья сосны адаптированы для увеличения площади поверхности, которое в свою очередь повышает газообмен.
92. Споры и семена выполняют в основном одну и ту же функцию рассеивания, но сильно отличаются, потому что споры одноклеточные, а семена — нет.

24) Ученные Ерасыл и Алихан спорили влияет ли физическая активность на уровень холестерина в крови. Для ответа на этот вопрос они опросили 10 своих друзей и измерили уровень холестерина в крови. Вот таблица с данными:

Физическая активность (часы)	Уровень холестерина (ммоль/л)
2	4.94
3	4.38
5	4.11
1	5.27
4	4.60
2	5.05
6	3.73
3	4.49
5	4.21
1	5.78

Для начала они решили проверить есть ли между этими параметрами согласованность. Для этого они собираются рассчитать коэффициент корреляции (correlation coefficient), с уровнем значимости ( $\alpha$ ) 0.05 по этой формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{y}}{s_y} \right)}{n - 1}$$

$s_x$  – стандартное отклонение независимой переменной  
 $s_y$  – стандартное отклонение зависимой переменной

Формула стандартного отклонения:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

df \ $\alpha$	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.951057	0.987688	0.996917	0.999507	0.999877	0.999999
2	0.800000	0.900000	0.950000	0.980000	0.990000	0.999000
3	0.687049	0.805384	0.878339	0.934333	0.958735	0.991139
4	0.608400	0.729299	0.811401	0.882194	0.917200	0.974068
5	0.550863	0.669439	0.754492	0.832874	0.874526	0.950883
6	0.506727	0.621489	0.706734	0.788720	0.834342	0.924904
7	0.471589	0.582206	0.666384	0.749776	0.797681	0.898260
8	0.442796	0.549357	0.631897	0.715459	0.764592	0.872115
9	0.418662	0.521404	0.602069	0.685095	0.734786	0.847047
10	0.398062	0.497265	0.575983	0.658070	0.707888	0.823305
11	0.380216	0.476156	0.552943	0.633863	0.683528	0.800962
12	0.364562	0.457500	0.532413	0.612047	0.661376	0.779998
13	0.350688	0.440861	0.513977	0.592270	0.641145	0.760351
14	0.338282	0.425902	0.497309	0.574245	0.622591	0.741934
15	0.327101	0.412360	0.482146	0.557737	0.605506	0.724657

93. Получив значение  $r$ , они решили отвергнуть нулевую гипотезу.  
 94. Количество степеней свободы для этих данных равно 8.  
 95. Проводя данный эксперимент, они статистически докажут корреляцию и каузацию только при том случае если их значение  $r$  будет равно или больше 0.5759.  
 96. Этого статистического теста достаточно для разрешения спора между Алиханом и Ерасылом.

25) Вне зависимости от результатов прошлого статистического теста Ерасыл и Алихан решили продолжить изучение этого вопроса. В этот раз они решили провести тест на t-критерий Стьюдента (t-test), с тем же уровнем значимости. Они взяли две группы людей: Группа А на постоянной основе занимается физической активностью, группа Б занимается физической активностью меньше чем 60 минут в неделю. Данные о их уровне холестерина предоставлены в ммоль/л:

Группа А	Группа Б
3.82	4.4
3.75	4.63
3.81	4.89
3.97	5.15
4.14	5.41
3.82	4.2
3.91	3.79
3.69	3.99

При вычислении Ерасыл и Алихан использовали разные формулы. Ерасыл использовал формулу для Парного t-test:

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n-1}}}$$

$d$  - разница между двумя измерениями

Алихан использовал формулу для Непарного t-test:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$df \backslash \alpha$	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	15.89	31.82	63.66	318.3
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	4.849	6.965	9.925	22.33
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	3.482	4.541	5.841	10.21
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	2.999	3.747	4.604	7.173
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	2.757	3.365	4.032	5.893
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	2.612	3.143	3.707	5.208
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.517	2.998	3.499	4.785
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.449	2.896	3.355	4.501
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.398	2.821	3.250	4.297
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.359	2.764	3.169	4.144
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.328	2.718	3.106	4.025
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.303	2.681	3.055	3.930
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.282	2.650	3.012	3.852
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.264	2.624	2.977	3.787

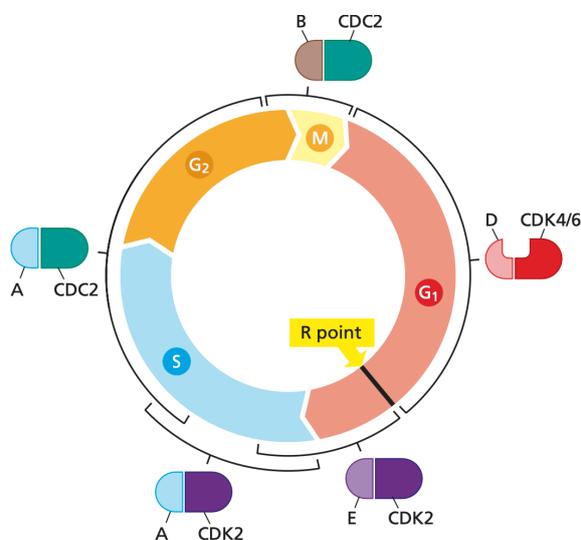
97. При вычислении правильную формулу выбрал Алихан.

98. Нулевой гипотезой этого эксперимента является, то что люди с большей физической активностью склонны иметь меньший уровень холестерина в крови чем люди с физической активностью <60 минут в неделю.

99. Если мы предположим что нулевая гипотеза оказалась правдой, то используя таблицу и вычисленное значение t-test мы могли бы ожидать этого в 0.05%  $\geq$  случаев.

100. Значение t-test равно 3.35.  $\pm$  0.15

26) Вместо подсчета прошедшего времени часы клеточного цикла представляют собой сеть взаимодействующих белков — которая получает сигналы из различных источников как снаружи, так и внутри клетки, интегрирует их, а затем решает судьбу клетки. Если часы клеточного цикла принимают решение в пользу пролиферации, они начинают управлять сложными переходами, которые вместе составляют цикл роста и деления клетки. Пример этой регуляции показан на рисунке. Укажите являются ли следующие утверждения верными или неверными в отношении клеточного цикла.



101. Когда клетка в S-фазе сливается с клеткой в G<sub>1</sub>, в обеих клетках происходят изменения.

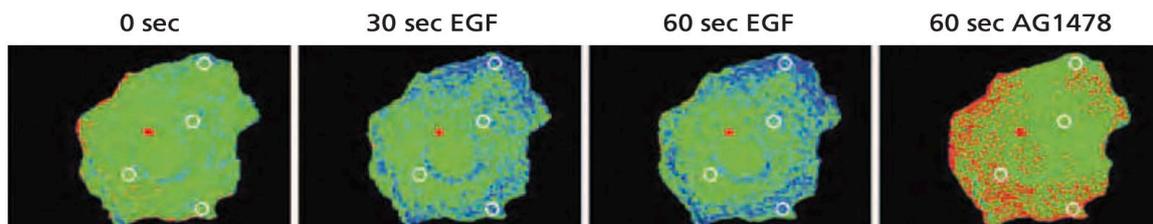
102. Если предположить что клеточный цикл нормальной человеческой клетки длится 24 часа, то большинство клеток будет находиться в фазе G<sub>1</sub>.

103. Пиковая концентрация белка CDK4/6 наблюдается в фазе G<sub>1</sub>.

104. Внешние сигналы - например факторы роста, регулируют клеточный цикл на всех его этапах.

27) Фактор роста эпидермальных клеток (EGF) - первый из факторов роста, который был обнаружен. EGF был изначально охарактеризован из-за его способности вызывать преждевременное открытие глаз у новорожденных мышей. Вскоре после этого было обнаружено, что EGF оказывает митогенные эффекты, когда его применяют к различным типам эпителиальных клеток. EGF мог связываться с поверхностями клеток, рост которых он стимулировал; клетки, к которым EGF не мог связаться, не реагировали на его митогенные эффекты. Позже было выяснено что рецептор EGF действует как рецепторные тирозинкиназы (RTK).

В эксперименте использовали флуоресцентный реагент, который специфически связывается с фосфотирозиновым остатком на рецепторе EGF, и позволяет визуализировать активацию рецептора после связывания с лигандом. Здесь активация рецептора измеряется на клетках почек обезьяны на базальном уровне (0 секунд), а также через 30 и 60 секунд после добавления EGF. Кроме того оценивался эффект химического вещества (AG1478), после 2-минутной стимуляции EGF в течении 60-секундного воздействия этого вещества.



(синим - выше базального уровня; красным - ниже базального уровня)

105. Активация рецептора EGF стимулируется его дефосфорилированием как показано на рисунке.

106. Химическое вещество AG1478 является ингибитором рецептора EGF, и служит в эксперименте как отрицательный контроль.

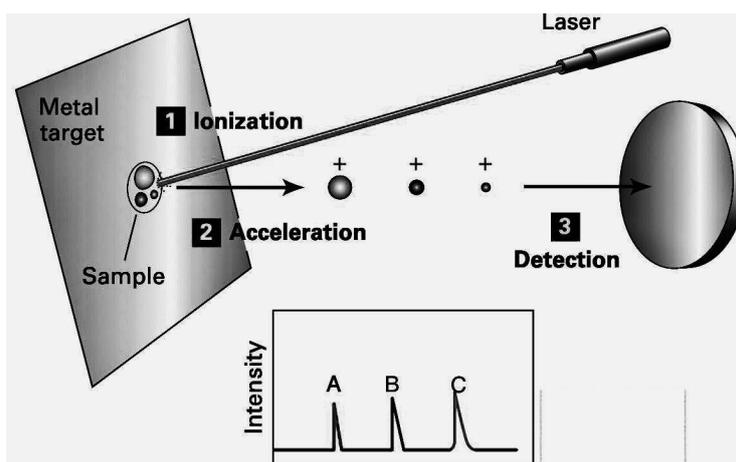
107. Активация тирозинкиназных рецепторов обязательно сопровождается их димеризацией.

108. Рецепторные тирозинкиназы, также как и рецепторы сопряженные с G-белком способны активировать множество сигнальных путей в результате связывания одного лиганда с одним рецептором.

28) Масс-спектрометрия (МС) - мощная техника для характеристики белков, особенно для определения массы белка или его фрагментов. Обладая такой информацией, также возможно определить часть или всю последовательность белка. Этот метод позволяет точно определить отношение массы ( $m$ ) заряженной молекулы (молекулярного иона) к её заряду ( $z$ ), или  $m/z$ .

Спектрометры имеют три ключевых характеристики. Первая - это ионный источник, откуда заряд передается молекулам пептида или белка (ионизация). Их превращение в ионы происходит в присутствии высокого электрического поля, которое затем направляет заряженные молекулярные ионы во второй ключевой компонент - масс-анализатор. Масс-анализатор физически разделяет ионы на основе их различных отношений массы к заряду ( $m/z$ ). Разделенные ионы затем направляются на столкновение с детектором, третьей ключевой компонентой, который предоставляет информацию о относительной изобилии каждого из ионов в образце.

Два наиболее часто используемых метода генерации ионов белков и их фрагментов - (1) малоинтенсивная лазерная десорбция/ионизация матрицы (MALDI) и (2) электроспрей (ES). Два наиболее часто используемых типа масс-анализаторов - это инструменты времени полета (TOF) и ионные ловушки. Ниже на рисунке вам представлен метод MALDI-TOF масс-спектрометрии. Укажите утверждения как верные или же неверные.



(Laser - Лазер; Ionization - Ионизация; Acceleration - Ускорение; Detection - Детекция; Metal target - Металлическая мишень; Sample - Образец; Intensity - Интенсивность; Time - Время)

109. Для точного разделения ионов, масс-анализатор должен находиться в камере высокого вакуума.

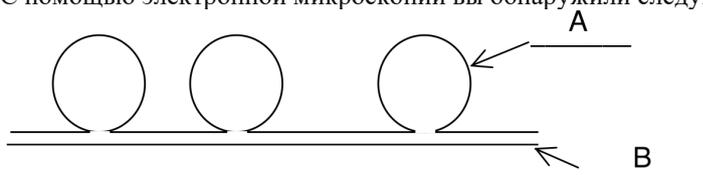
110. Чем легче ионы, тем раньше они достигают детектора.

111. Пик обозначенный буквой А на рисунке соответствует самой легкой частице.

112. Для использования этого метода, белки после полиакриламидного-гель-электрофореза должны быть расщеплены протеазой.

29) Вы работаете в лаборатории молекулярной биологии и обнаружили новый вирус, генетический материал которого содержит только РНК. Заинтересовавшись тем, как работает этот вирус, вы заражаете этим вирусом клетки-хозяина и обнаруживаете что клетка-хозяин вырабатывает множество молекул вирусной РНК и различных вирусных белков. При дальнейшем исследовании вы находите, что геном хозяина теперь кодирует вирусные белки.

Затем вы обнаружили что существует человеческий ген, кодирующий белок, идентичный одному из белков, вырабатываемых вирусом. Вы изолируете фрагмент этого ДНК и гибридизируете с вирусной РНК. С помощью электронной микроскопии вы обнаружили следующую гибридную молекулу.



113. Данный вирус относится к ретровирусам.

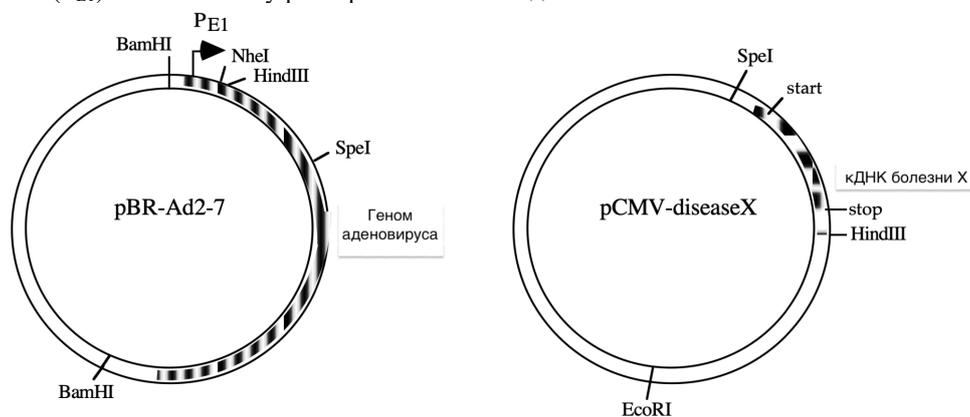
114. На рисунке буквой А отмечена вирусная РНК, а буквой В фрагмент ДНК из клетки-хозяина.

115. Полимераза, используемая вирусом для копирования своего генома, образует ковалентную связь между N-концевым амином и C-концевым карбоксилем.

116. Если бы вы использовали кДНК этого гена для гибридизации с вирусной РНК, вы бы получили идентичный результат как на картинке.

30) В настоящее время ваш коллега с лаборатории генной инженерии работает над генной терапией для пациентов с болезнью X. Наиболее многообещающая терапия заключалась во включении гена болезни X в аденовирус. Данный тип аденовируса представляет собой двухцепочечный ДНК-вирус, поражающий эпителиальные клетки легких. Также этот аденовирус способен продуцировать белок gp19, который помогает избегать клеточного иммунного ответа.

Используя предоставленные ниже плазмиды и рестриктазы, ваш коллега должен разработать процедуру создания двухцепочечной ДНК для включения в частицу аденовируса. Его конечный продукт должен быть линейным, содержать большую часть генома вируса и содержать ген заболевания X под контролем промотора E1 (P<sub>E1</sub>). Помогите ему разобраться с этим заданием.



BamHI:

- G|GATCC
- CCTAG|G

NheI:

- G|CTAGC
- CGATC|G

HindIII:

- A|AGCTT
- TTCGA|A

SpeI:

- A|CTAGT
- TGATC|A

EcoRI:

- G|AATTC
- CTAA|G

117. Вам следует разрезать плазмиду pBR-Ad2-7 с помощью рестриктаз NheI и HindIII.

118. Плазмиду pCMV-disease X нужно разрезать с помощью рестриктаз SpeI и HindIII.

119. После или до лигирования этих двух продуктов обязательно надо разрезать полученную плазмиду с помощью BamHI.

120. Возможной функцией белка gp19 является ингибирование отображение молекул MHC I на поверхности клеток.

31) Чтобы исследовать дрожжевой метаболический путь биосинтеза серина, вы проверяете сериновые ауксотрофы (мутанты, которые не могут расти без серина, поставляемого в их питательную среду). Вы изолируете четырех таких мутантов, рецессивных по отношению к штамму дикого типа, и проверяете их рост на среде, дополненной несколькими промежуточными соединениями (A, B и C), которые, как известно, являются частью пути. Результаты показаны ниже («+» означает рост, «-» означает отсутствие роста).

Штамм	мин. среда	мин. среда +A	мин. среда +B	мин. среда +C	мин. среда +серин
дикий тип	+	+	+	+	+
m1	-	+	+	-	+
m2	-	-	-	-	+
m3	-	+	-	-	+
m4	-	+	+	-	+

121. Вы создаете гаплоидный штамм, который имеет мутации как в генах m1, так и m4. Этот гаплоидный мутант будет расти только на минимальной среде, дополненной серином.
122. Вы создаете гаплоидный штамм, который имеет мутации как в генах m1, так и m3. Этот гаплоидный мутант будет расти только на минимальной среде, дополненной А и на минимальной среде, дополненной серином.
123. Вы создаете гаплоидный штамм, который имеет мутации как в генах m2, так и m3. Этот гаплоидный мутант будет расти только на минимальной среде, дополненной А и на минимальной среде, дополненной серином.
124. Если гаплоидный штамм, который имеет мутации как в генах m2, так и m3 выращивать на минимальной среде, то будет накапливаться промежуточный продукт А.

32) У охотника Санжара есть два типа яда которые он постоянно использует для охоты. Первый тип яда содержит в себе один тип ингибитора белка. При попадании этого яда в организм животного в нервных клетках нарушается аксональное ретроградное движение в моторных нейронах. При этом микротрубочки не получают никакого эффекта. Второй тип яда тоже содержит в себе ингибитор белка, но он нарушает процесс высвобождения везикул с нейромедиаторами. Также известно то что изменения к которым приводит данный яд затрагивает функцию лишь одного белка/белкового комплекса.

125. Предполагается, что второй тип яда влияет на кальмодулин.
126. Первый тип яда может влиять на кинезин.
127. Белок, который ингибируется ядом второго типа, косвенно активируется ионами кальция.
128. Охотнику Санжару для эффективной и успешной охоты будет более полезен яд второго типа.

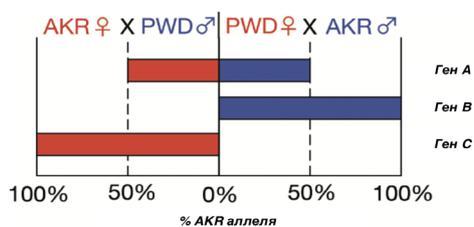
33) Охотник-физиолог Санжар изолировал 3 разных типов мышц и поместил их в 3 разные емкости с одинаковыми растворами. Все эти растворы имеют одинаковые концентрации O2 и глюкозы. Он хотел измерить изменение в концентрациях O2 и глюкозы, тем самым на основе этих данных определить типы мышц. Для этого он искусственно индуцировал каждую мышцу на 5 секунд и затем прекращал эту процедуру еще на 5 секунд. Весь этот цикл повторялся в течении 1 минуты. Вот данные которые собрал Санжар :

	ΔO2 (%)	ΔГлюкоза (%)	Относительный уровень усталости (%)
Изменение с емкости №1	-5,8%	-1%	2%
Изменение с емкости №2	-0,2%	-8%	74%
Изменение с емкости №3	-2,6%	-3,3%	33%

[ΔX = X(итоговая) - X(начальная)]

129. Емкость 1 относится к красным мышцам.
130. Емкость 2 относится к белым-долгим мышцам.
131. Емкость 3 относится к белым-быстрым мышцам.
132. Разница в окрасе белых и красных мышц обусловлена содержанием в них гемоглобина.

34) Реципрокные скрещивания были проведены с использованием двух инбредных штаммов мышей, AKR и PWD, которые имеют разные аллели многих полиморфных локусов. В каждом из двух скрещиваний была выделена плацентарная ткань, происхождение которой было строго от плода (она может быть отделена путем препарирования от плацентарной ткани, происходящей от матери). РНК была получена из ткани плаценты плода и затем подвергнута глубокому секвенированию (то есть RNA-Seq). Из-за полиморфизмов исследователи могли сравнить количество считываний мРНК для конкретных генов, которые были транскрибированы с материнских или отцовских аллелей, как показано на следующем рисунке. (Ось x показывает процент считываний для данной мРНК, соответствующих аллелю AKR этого гена.)



Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

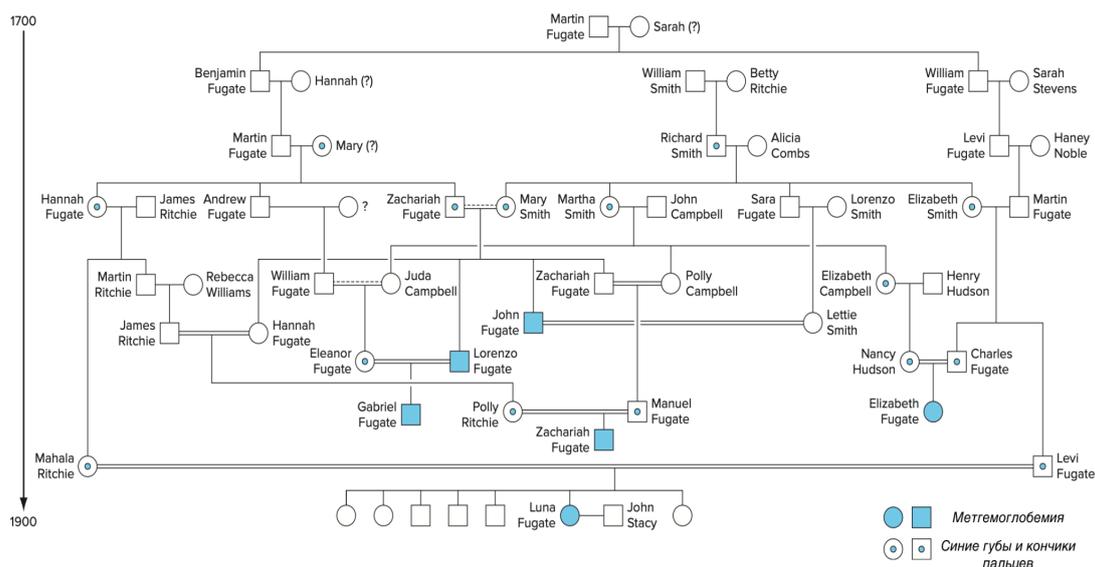
133. Реципрокные скрещивания важны для определения того, импринтирован ли ген, в отличие от простой мутации, которая предотвращает его экспрессию, независимо от того, от какого родителя произошел аллель.

134. Ген В подвержен отцовскому импринтингу, а ген С подвержен материнскому импринтингу.

135. Ген А подвержен и материнскому и отцовскому импринтингу.

136. Если самка мыши F1 из скрещивания слева (то есть дочь скрещивания самки AKR и самца PWD) затем была скрещена с самцом PWD, то вероятность появления потомства такого же как показано слева на диаграмме составит 25%.

35) Используя старую семейную Библию и исторические записи округа Перри, штат Кентукки, гематолог в 1960-х годах составил показанную родословную Синих Жителей Хлопотливого Ручья. У многих членов семьи Фьюгейт была синяя кожа - редкое, но безвредное заболевание, известное как метгемоглобемия; у других людей в родословной были синие губы и кончики пальцев, но в остальном их кожа была нормальной. Синий цвет обусловлен недостаточной функцией фермента NADH диафоразы, который восстанавливает гемоглобин, поврежденный окислением. Невосстановленный гемоглобин накапливается в виде синего пигмента. В родословной указаны некоторые люди, о которых было известно, что у них были только синие губы и кончики пальцев. Однако исторические данные неполны. Две пары в родословной показаны как возможно кровнородственные, на что указывает пунктирная горизонтальная линия над сплошной горизонтальной линией. Причина неопределенности заключается в том, что в исторических записях не говорится была ли Мэри (?) (жена Мартина Фьюгейта в левом верхнем углу диаграммы) Ричи или Смитом, или же она не была связана ни с одной из семей. Все голубые люди (люди с метгемоглобемией) в родословной являются Фьюгейтами, однако голубая мутация возникла не в семействе Фьюгейтов.



Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

137. Наследование этих признаков скорее предполагает неполную пенетрантность, чем неполное доминирование.

138. Один из родителей Полли Ричи [Джеймс Ричи (и если да, то также его отец Мартин Ричи) или Ханна Фьюгейт], один из родителей Мануэля Фьюгейта (Захария Фьюгейт или Полли Кэмпбелл) - единственные, у кого, должно быть, были синие губы и кончики пальцев, кроме тех, у кого был выявлен этот фенотип.

139. Ричард Смит и жена Мартина Фьюгейта (Мэри(?)), вероятно, завели мутантный аллель(ы) NADH-диафоразы в семейство Фьюгейтов.

140. Если бы мутантный аллель встречался в популяции с частотой 1 на 50, то вероятность рождения сына с синими губами и кончиками пальцев у Елизаветы Фьюгейт, была бы равна 49%.

36) Щитовидная железа наиболее известна своей ролью в регуляции обмена веществ с помощью трийодтиронина (Т3) и тироксина (Т4). Тиреотропный гормон (ТТГ) секретируется гипофизом в ответ на снижение уровней Т3 и Т4. ТТГ активирует щитовидную железу для высвобождения Т3 и Т4, которые накапливаются в виде тиреоглобулина (связанного с белком). Т3 примерно в пять раз более физиологичен, чем Т4. Тиреоглобулин ферментативно превращается в Т3, Т4 и глобулин, из которых Т3 и Т4 высвобождаются в кровь. Т4 преобразуется в печени в Т3 и обратный Т3 (RT3). Около 80% Т3 образуется в результате преобразования Т4, а остальные 20% поступают непосредственно из щитовидной железы. Обратный Т3 блокирует действие Т3 и Т4, занимая участки рецепторов клеток Т3 и Т4.

Симптомом нарушения гормонального фона щитовидной железы является увеличение щитовидной железы, которое называется зобом, что может потребовать хирургического удаления части или даже всей щитовидной железы. После операции назначаются синтетические гормоны в попытке регулировать обмен веществ. Потому что щитовидная железа также отвечает за гомеостаз кальция, полное удаление щитовидной железы может привести к чрезвычайно низкому уровню кальция. Следующие данные были получены из крови, взятой для завершения обследования щитовидной железы у пациента, страдающего зобом:

	<i>Значения у пациента</i>	<i>В норме</i>
<b>Т3</b>	6.5 pg/mL	2.3 – 4.2 pg/mL
<b>Т4</b>	14.2 µg/dL	4.5 – 12 µg/dL
<b>ТТГ</b>	0.10 µIU/mL	0.35–2.5 µIU/L

pg = пикограм, µg = микрограм, µIU/mL = микро-международных единиц на миллилитр, dL = децилитр

Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

141. У этого человека вторичный гипотиреоз, который вызван низким уровнем ТТГ.

142. У этого человека первичный гипертиреоз, который вызван повышенным образованием Т3.

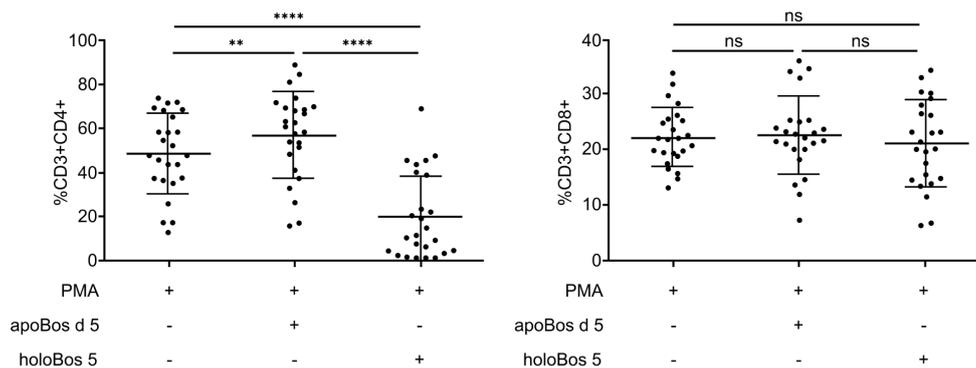
143. Активация остеобластов после полного удаления щитовидной железы (которое включает удаление паращитовидных желез) может помочь повысить уровень кальция.

144. Зоб является следствием нарушенной отрицательной обратной связи, когда гипофиз не чувствителен к Т3 и Т4, и следовательно, синтез ТТГ не подавляется.

37) Непереносимость молока и аллергия на молоко - это два различных состояния с различными лежащими в их основе механизмами и симптомами. Непереносимость молока в первую очередь вызвана неспособностью должным образом переваривать компоненты молока, обычно из-за дефицита ферментов, необходимых для правильного переваривания. С другой стороны, аллергия на молоко - это иммунный ответ на белки, содержащиеся в молоке.

Известно, что среди белков, содержащихся в молоке, белок бета-лактоглобулин (Bos d5) помогает активировать Т-лимфоциты. Bos d5 принадлежит к семейству липокалинов, группе белков с молекулярными карманами, называемыми сидерофорами. Сидерофоры Bos d5 могут связываться с железом, так что Bos d5 можно обнаружить в двух формах: в состоянии “apo” (когда сидерофор не связан с железом) и в состоянии “holo” (когда сидерофор связан с железом). Следующий эксперимент был разработан для изучения иммуномодулирующих свойств Bos d5 в любой форме.

Лейкоциты, выделенные у 25 пациентов, подвергались воздействию форбол-12-миристан-13-ацетата (PMA), соединения, которое способствует активации Т-клеток, в присутствии или в отсутствие двух форм Bos d5. Впоследствии наблюдались изменения в количестве CD3+CD4+ и CD3+CD8+ клеток. Результаты показаны на рисунке ниже



Процент активированных CD3+CD4+ клеток и CD3+CD8+ клеток после воздействия PMA, PMA плюс аро-Bos d5 и/или holo-Bos d5; столбики указывают на статистическое сравнение; статистическая значимость указана следующим образом: ns = незначимая, \*\* = значимая

Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

145. Аллергия - это действие иммуноглобулина IgE приводящее к немедленному образованию сыпи после приема молочного белка; непереносимость - это нехватка у людей лактазы.

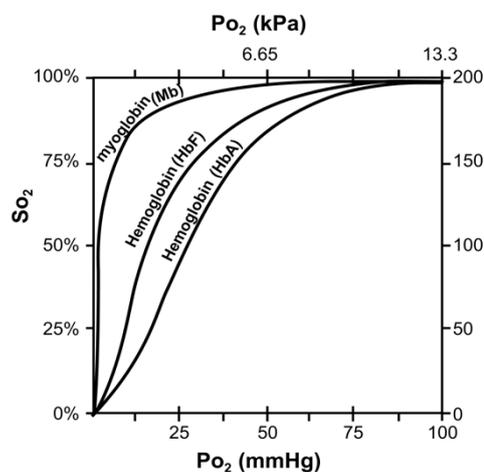
146. Аро-Bos d5 вызывает реакцию в Т-клетках-хелперах, в то время как Holo-Bos d5 вызывает реакцию в Т-клетках-киллерах.

147. Результаты исследования подтверждают, что участие клеточного иммунитета в развитии аллергии на молоко менее вероятно, чем гуморального иммунитета.

148. Bos D5 является антигеном, а сидерофор, лишенный железа, является эпитопом.

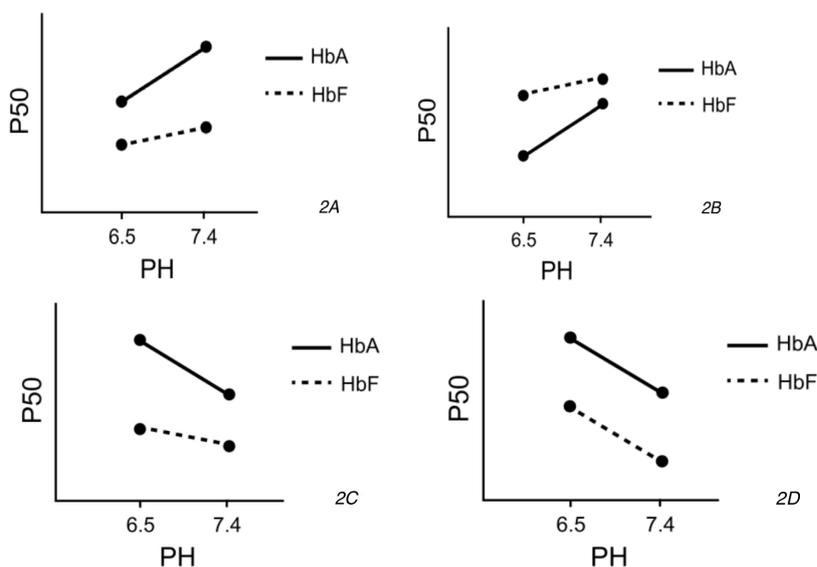
38) Гемоглобин взрослого человека (HbA) значительно отличается от фетального гемоглобина (HbF), основного компонента гемоглобина, содержащегося в крови плода, и от миоглобина (Mb), переносчика кислорода, присутствующего в мышечных клетках. Эти различия необходимы для обеспечения надлежащей транспортировки кислорода между матерью и ребенком во время внутриутробного развития, а также между кровью и мышечными тканями по всему организму.

На рисунке 1 показаны кривые насыщения кислородом при нормальных показателях HbA, HbF и Mb. Кривая насыщения кислородом, также известная как кривая диссоциации кислорода, измеряет соотношение между парциальным давлением кислорода ( $pO_2$ ) в окружающей среде и процентным содержанием молекул гемоглобина, которые связаны с кислородом в растворе (% насыщения, или  $SO_2$ ). Рис. 1. Кривые насыщения/диссоциации кислорода для HbA, HbF и Mb при физиологическом pH



Значение  $p50$  на кривой диссоциации кислорода относится к  $pO_2$ , при котором молекула гемоглобина насыщена кислородом на 50%. Это важный параметр на кривой диссоциации кислорода, поскольку он указывает на сродство гемоглобина к кислороду. Сродство к кислороду и, следовательно, значение  $p50$  могут зависеть от множества факторов, включая:

1. Уровни pH
2. Температура
3. Концентрации 2,3-бисфосфоглицерата (BPG)



Рисунки 2A-D: возможные сценарии зависимости  $p50$  от pH.

Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

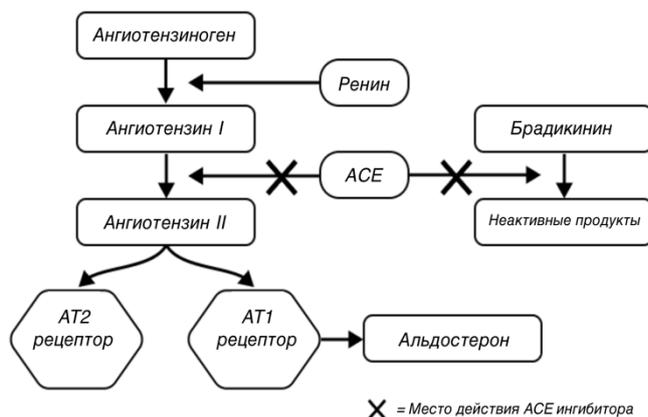
149. Причина, по которой плод использует HbF вместо HbA, заключается в том, что ему необходимо иметь возможность извлекать кислород из крови матери, а также запастись кислородом на случай, если от матери снизится поступление кислорода.

150. Причиной сигмоидальной формы кривых диссоциации кислорода HbF и HbA является то, что связывание кислорода с одной группой гема увеличивает сродство к кислороду других групп, в то время как последствием сигмоидальной формы является то, что в состояниях низкого давления кислорода гемоглобин удерживает кислород.

151. Повышенная температура, увеличение 2,3-BPG и повышение pH приведут к правому сдвигу кривой связывания HbA.

152. График 2В наилучшим образом отражает относительные значения и влияние pH на значения p50 HbA и HbF.

39) Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (ACE) являются фармакологической терапией первой линии при лечении артериальной гипертензии и застойной сердечной недостаточности. Они снижают кровяное давление главным образом за счет ингибирования активности ACE; это вызывает ингибирование превращения ангиотензина I в ангиотензин II. Кроме того, было показано, что ингибиторы ACE ингибируют деградацию брадикинина под действием ACE. Брадикинин является мощным сосудорасширяющим пептидом, который также вызывает сокращение несосудистой гладкой мускулатуры в бронхах и кишечнике, увеличивает проницаемость сосудов и участвует в механизме боли. На рисунке 1 показано, как ингибиторы ACE влияют на ренин-ангиотензин-альдостероновую систему (RAAS) и метаболизм брадикинина. Рисунок 1: Путь RAAS и другие процессы, ингибируемые ингибиторами ACE



В дополнение к ингибиторам ACE для контроля артериального давления обычно используются блокаторы рецепторов ангиотензина (ARBs), а также прямые ингибиторы ренина. Хотя все эти препараты эффективны, каждый из них влияет на артериальное давление по своему механизму и часто сопровождается уникальными вторичными эффектами.

Поскольку большинство людей с артериальной гипертензией демонстрируют инсулинорезистентность и гиперинсулинемию, исследователи изучили влияние ингибиторов ACE и ARBs на транспорт глюкозы в инсулинорезистентных или нечувствительных к инсулину мышцах. Ожиревшим крысам вводили воду, каптоприл (ингибитор ACE), брадикинин или эпросартан (ARB). После обработки крыс анестезировали, удаляли обе эпитрохлеарные мышцы и инкубировали в растворе из 8 mM глюкозы, 32 mM маннита и 0,1% бычьего сывороточного альбумина (BSA). Одну мышцу каждой крысы инкубировали с добавлением 2 ед/мл инсулина. После двадцати минут инкубации мышцы исследовали для определения активности транспорта глюкозы. Результаты эксперимента показаны на рисунке 2.

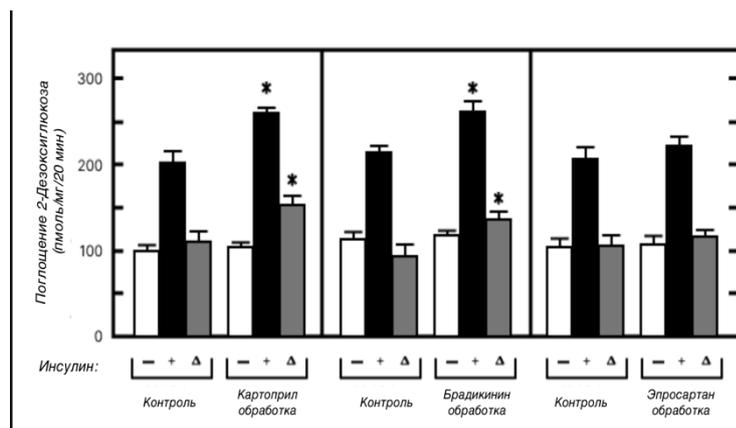


Рисунок 2. Влияние интенсивного лечения каптоприлом, брадикинином или эпросартаном на активность транспорта глюкозы. Контрольные группы показаны для каждой группы лечения. Сообщается о поглощении глюкозы в отсутствие (-) и в присутствии (+) инсулина, а также о чистом повышении уровня глюкозы выше базального ( $\Delta$ ), вызванном инсулином. "\*" обозначает данные, которые являются статистически значимыми.

Для дальнейшего выяснения причинно-следственных связей эксперимент был повторен с включением группы лечения, получавшей дозу “препарата X”. Препарат X является хорошо документированным средством, которое, как известно, оказывает значительное антигипертензивное действие на пациентов и экспериментальные модели. Механизмом, с помощью которого это достигается, является прямое ингибирование ренина.

Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

153. Ренин–ангиотензин–альдостероновая система активируется повышением осмолярности ранних дистальных канальцев и снижением артериального давления.

154. Как ингибиторы ACE, так и ARBs приводят к увеличению реабсорбции натрия в дистальном отделе нефрона из-за снижения высвобождения альдостерона.

155. Ингибирование ренина препаратом X, скорее всего, будет иметь те же эффекты, что и эпросартан.

156. Учитывая относительные побочные эффекты ингибиторов ACE, они с большей вероятностью приводят к запорам чем к отекам ног.

40) Врач изучает дыхательную функцию у группы пациентов мужского пола. Врач начинает со сравнения частоты дыхания мужчин с объемом их вдоха. Участники подключаются к аппарату, который измеряет оба этих параметра. Объем вдоха измеряется как количество воздуха, поступающего в легкие с каждым вдохом, который делает человек. Частота дыхания измеряется как количество вдохов в минуту.

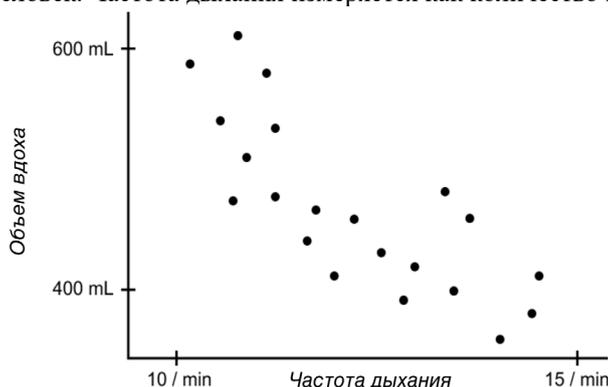


Рисунок 1. Зависимость объема вдоха от частоты дыхания

Затем врач измеряет остаточный объем легких у отдельных пациентов. Каждого пациента просят вдохнуть воздух, смешанный с газом X (газ, нерастворимый в крови). Сначала пациенты выдыхают как можно больше воздуха; затем они делают самый глубокий вдох воздуха, смешанного с газом X, и измеряется объем вдоха. Задержав дыхание на пять секунд, чтобы газ X смешался с остаточным воздухом, они выдыхают. Врач измеряет парциальное давление газа X в выдыхаемом воздухе. Результаты для трех пациентов приведены в таблице 1.

Пациент	Парциальное давление газа X во выдыхаемом воздухе	Объем вдоха (mL)	Парциальное давление газа X в выдыхаемом воздухе
Пациент 1	18 mmHg	3000	6 mmHg
Пациент 2	18 mmHg	4000	6 mmHg
Пациент 3	18 mmHg	4000	9 mmHg

Врач понимает, что коэффициент разбавления газа X равен общему объему легких, деленному на объем выдыхаемого воздуха.

Для каждого из утверждений определите, является ли оно верным или неверным

157. Данные подтверждают, что частота дыхания и объем вдоха компенсируют друг друга.

158. Остаточный объем в наших легких обеспечивает эффективную и быструю транспортировку O<sub>2</sub>.

159. Давление внутри альвеол больше при вдохе, и меньше при выдохе по сравнению с наружным воздухом, когда человек делает глубокий вдох.

160. Согласно данным, у пациента 3 самый большой остаточный объем.

41. Метотрексат классифицируется как химиотерапевтическое средство, используемое в лечении различных видов рака, таких как рак молочной железы, лейкемия и рак легких. Его администрирование может осуществляться внутривенно или перорально в виде таблеток. Соединение обладает значением  $pK_a$  4,75, обусловленным наличием карбоксильной группы. Нижеприведенный график иллюстрирует концентрацию метотрексата как в крови, так и в клетках, определенную с использованием рекомбинантного метотрексата с меченой радиоактивным N. Кроме того, для оценки воздействия метотрексата он был введен в среду, содержащую клетки HeLa, здоровые эпителиальные клетки и искусственную клетку, состоящий только из мембраны, как показано на Графике 2. Пожалуйста, ответьте на следующие вопросы либо "Верно", либо "Неверно".

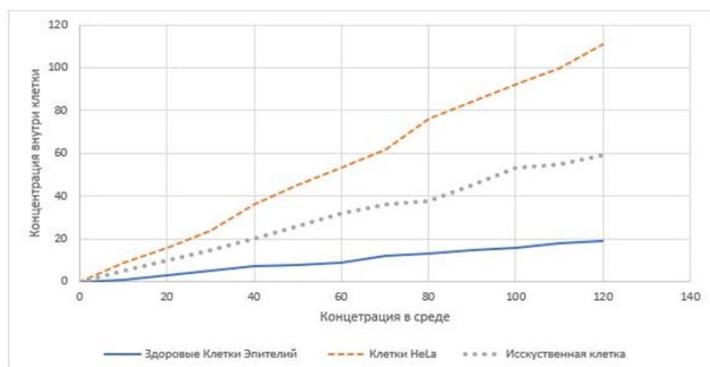


График 1. Содержание метотрексат в клетке и в среде

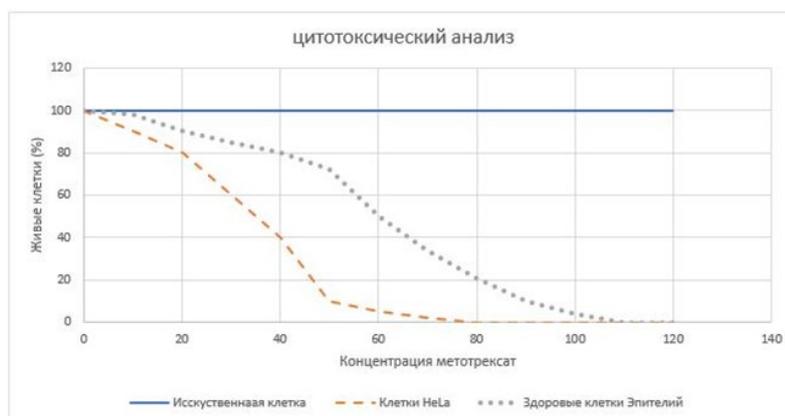


График 2. Цитотоксический анализ клеток с использованием метотрексата на разных видах клеток

161. Лекарство усваивается клетками HeLa путем активного транспорта
162. Лекарство усваивается клетками HeLa путем пассивного транспорта.
163. Метотрексат действует как детергент.
164. Вероятно, поглощение лекарства происходит в желудке.

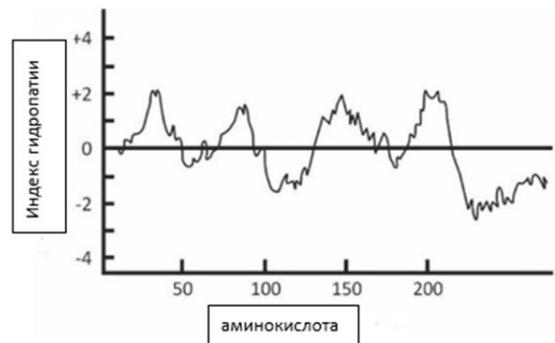
42. Белки, пронизывающие мембрану, являются предметом обширных исследований на протяжении длительного времени. Они в основном классифицируются на различные типы, включая:

Тип I – белки, проникающие через мембрану, с аминоконцевым участком в цитозоле и карбоконцевым участком в экстрацеллюлярной мембране.

Тип II – белки, проникающие через мембрану, с аминоконцевым участком во внеклеточной области и карбоконцевым участком в цитозоле.

Тип IV – белки, проникающие через мембрану, с аминоконцевым и карбоконцевым участками, обращенными в одном направлении. После обнаружения нового белка, проникающего через мембрану, вы приступили к его характеристике и создали график гидрофобности, обозначенный как График 1. Используемый метод гидрофобности предсказывает гидрофобность или гидрофильность аминокислот в последовательностях белков путем присвоения числовых значений на основе их свойств. Эти значения затем наносятся на последовательность для выявления областей, вероятно, проникающих через мембрану или скрытых, что помогает предсказать структуру и функцию белка. В этом методе гидрофобные

аминокислоты дают положительные индексы гидрофобности, а гидрофильные аминокислоты – отрицательные индексы гидрофобности. На основе предоставленной информации, пожалуйста, ответьте на следующие вопросы либо "Верно", либо "Неверно".



- 165. Белок является трансмембранным белком типа I.
- 166. Транслокация трансмембранных белков требует протеина-экспортера.
- 167. Белок является трансмембранным белком типа IV.
- 168. Избыток гидрофильных белков подразумевает, что это периферийный белок.

43. Трансляция секреторных или мембранных белков включает работу рибосома, транслирующего мРНК в эндоплазматический ретикулум (ЭР). Однако остается неясным, постоянно ли рибосомы связаны с ЭР или плавают свободно.

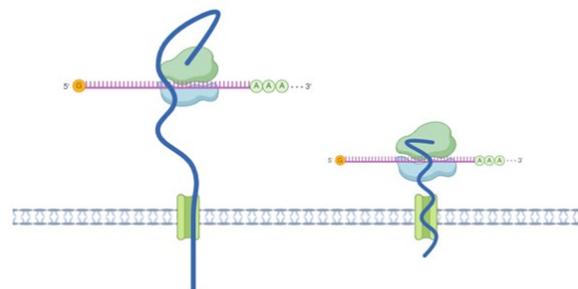
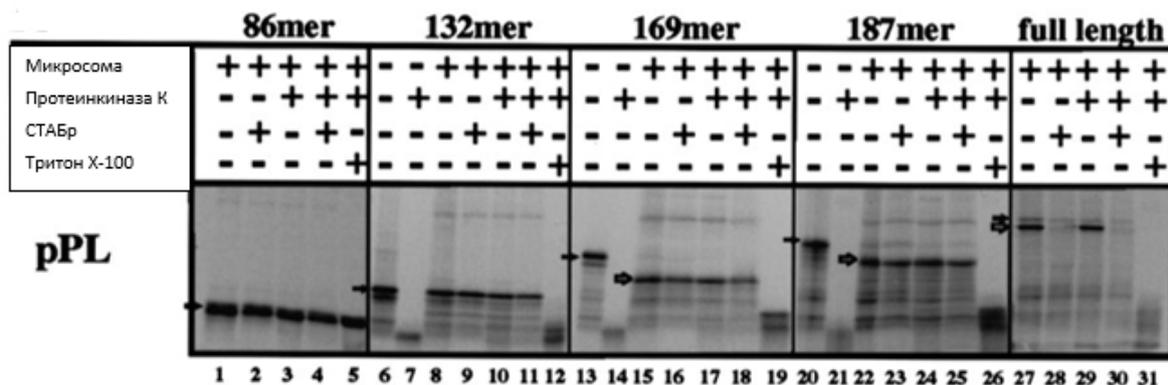


График 1. Модели комплекса рибосома – ЭПР. Модель свободно плавающей рибосома слева и модель связанного рибосома справа.

Для исследования этого вопроса мы использовали белок PL и его варианты мРНК, транслирующие пептид с длиной от 86 до 187 аминокислот, а также полный пептид. Растворы, содержащие рибосомы и конструкции мРНК, подвергались различным условиям, включая трансляцию как в отсутствие микросом, так и с их присутствием для имитации ЭР. Также растворы обрабатывались протеинкиназой K, СТАБром и Тритоном X-100. СТАБр оценивает ассоциацию рибосом с транслируемыми полипептидными цепями, образуя нерастворимые комплексы рибосома-тРНК, а Тритон X-100 действует как детергент. Результаты эксперимента приведены ниже



На основании предоставленной информации, пожалуйста, укажите, верно ли следующее утверждение:

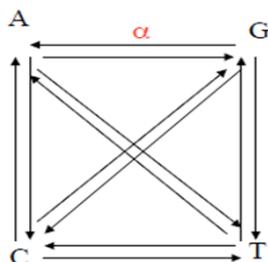
169. Рибосома связана с ЭПР во время трансляции.  
 170. Обрезанные версии мРНК PL не транслируются из-за отсутствия основной части.  
 171. PL является интегральным белком связывающийся с внеклеточным матриксом и G-белком.  
 172. Отсутствие полосы в мРНК полной длины с СТАВr указывает на то, что PL не был транслирован из-за отсутствия белка ЭПР на микросомах.

44. Вы хотите определить распределение фосфолипидов в плазматической мембране эритроцитов человека. Фосфолипиды составляют 60% липидов в двойном слое эритроцитов, при этом холестерол (23%) и гликолипиды (3%) составляют основную часть остальных. Для измерения распределения отдельных фосфолипидов вы обрабатываете целостные эритроциты и проницаемые "призраки" эритроцитов (лизаты) с использованием двух различных фосфолипаз и флуоресцентного реагента сокращенно называемого SITS, который специально мечает первичные аминогруппы, но не проникает в целостную мембрану.

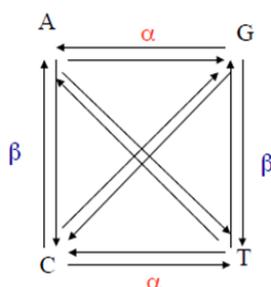
Фосфолипид	Сфингомиелиназа		Яд Морской Змеи		SITS	
	Эритроциты	призраки эритроцитов	Эритроциты	призраки эритроцитов	Эритроциты	призраки эритроцитов
Фосфатидилхолин	-	-	+	+	-	-
Фосфатидилэтаноламин	-	-	-	+	-	+
Фосфатидилсерин	-	-	-	+	-	+
Сфингомиелин	+	+	-	-	-	-

173. Яд морской змеи в первую очередь влияет на солториальное движение сигнала в мозге.  
 174. Фосфатидилэтаноламин находится только во внутренней мембране.  
 175. Переваривание фосфатидилхолина указывает на переваривание периферического белка, прикрепленного к фосфатидилхолину.  
 176. Сфингомиелин находится только во внешней мембране

45. Во время построения филогенетического дерева различные эволюционные модели используются для коррекции вероятности множественных мутаций в ДНК, тем самым нормализуя расстояния в дереве. Две из этих методик применяют различные модели мутаций ДНК. Первая из них - модель Джукса и Кантора:



В этом случае конверсия одного нуклеотида в другой предполагается равной для любого другого, обозначенного как альфа. В модели Кимуры:



В этом случае конверсия одного нуклеотида в другой представлена альфой, которая отличается от конверсии, обозначенной как бета. Следовательно, существуют различные скорости конверсии между нуклеотидами.

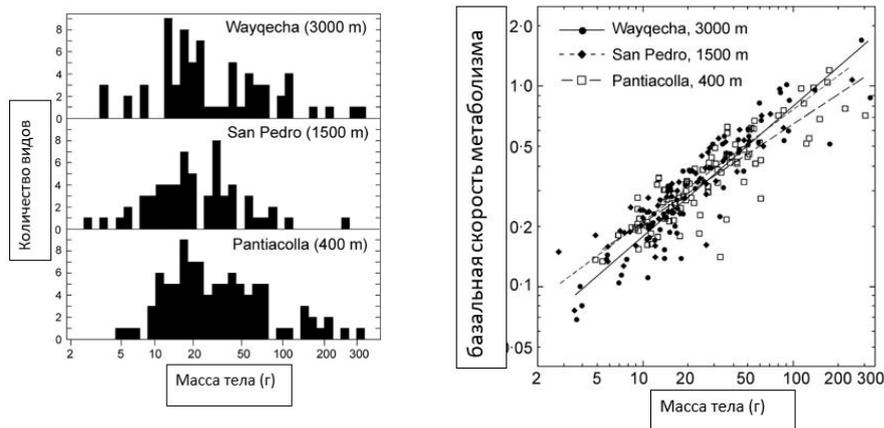
177. Во время построения филогенетического дерева коронавируса следует использовать модель Джукса и Кантора.
178. Во время построения филогенетического дерева высокогорных видов следует использовать модель Кимуры.
179. Во время аллопатрической специации следует использовать модель Кимуры.
180. Для нормализации филогенетической эволюции рода Ното следует использовать модель Джукса и Кантора.

46. Ответь на вопросы как верно или неверно

181. Построение филогенетического дерева на основе последовательностей митохондриальной ДНК (мтДНК) идеально подходит для изучения эволюционных отношений внутри популяций одного вида.
182. Филогенетические деревья, построенные с использованием последовательностей белков, обычно менее информативны для разрешения глубоких эволюционных отношений по сравнению с деревьями, построенными с использованием последовательностей ДНК.
183. В филогенетический анализ последовательности ДНК интронов более полезны для разрешения эволюционных отношений между близкими видами.
184. При построении филогенетического дерева с использованием комбинации различных типов молекулярных данных, таких как мтДНК, последовательности белков и последовательности ДНК интронов и экзонов, полученное дерево всегда будет обеспечивать более точное представление об эволюционной истории по сравнению с деревьями, построенными с использованием одного типа данных.

47. Экстремальные климатические условия на большой высоте, такие как гипобарическая гипоксия, низкая температура и сильное ультрафиолетовое излучение, представляют серьезную угрозу для выживания животных. Хотя механизмы адаптации и основные принципы метаболической регуляции остаются неясными.

Для этого вы измерили базальные метаболические показатели (BMR) у 253 видов птиц вдоль градиента высоты в Перу протяженностью 2,6 км. Изучались птицы из Wayqecha, San Pedro и Pantiacolla расположенные в разных высотах. Данные приведены ниже



185. Базовая скорость обмена веществ пропорциональна положительно массе тела у птиц
186. Высокая базовая скорость обмена веществ у птиц из Wayqecha по сравнению с Pantiacolla обусловлена более холодной средой.
187. В большинстве видов не наблюдается разницы в базовой скорости обмена веществ (BMR) между тремя местоположениями в Перу.
188. Распределение видов может быть объяснено правилом Бергмана.

48. Пыльца является важным источником белков и липидов для многих животных, включая медоносных пчел. Для выполнения плясового танца за пыльцой он исполняется после того, как пыльца была найдена. Плясовой танец состоит из "танцев" с углом относительно солнца и продолжительностью "танца", так как это указывает на расстояние, см. Фигуру 1. Для понимания поведения медоносных пчелиных колоний при сборе пыльцы и предпочтений среди доступных цветочных ресурсов пыльца, собранная из трех экспериментальных здоровых колоний медоносных пчел, была проанализирована в июне.

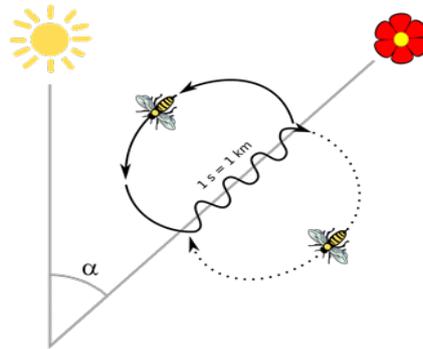


График 1. Плясовой танец

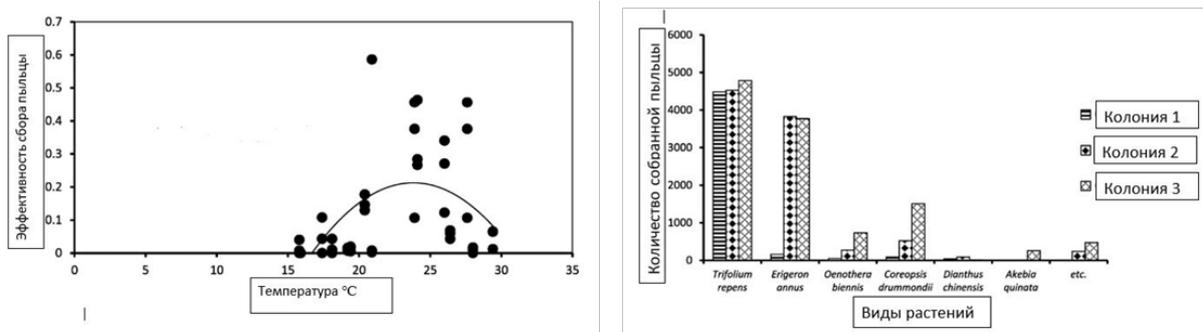


График 2. Эффективность сбора пыльцы при различных температурах, слева, и количество собранной пыльцы с разных видов растений, справа

Аминокислоты	Виды растений			
	<i>Trifolium repens</i>	<i>Coreopsis drummondii</i>	<i>Erigeron annuus</i>	<i>Oenothera biennis</i>
Лейцин*	1.64	0.96	0.66	0.58
Валин*	1.18	0.59	0.47	0.42
Изолейцин*	0.96	0.54	0.42	0.38
Метионин*	0.24	0.14	0.07	0.15
Лизин*	1.58	1.08	1.17	1.12
Треонин*	0.65	0.4	0.52	0.36
Гистидин*	0.88	0.77	0.49	0.42
Фенилаланин*	0.56	0.34	0.24	0.23
Аргинин*	1.2	0.55	0.48	0.37
Тирозин	0.03	0.36	0.32	0.29
Аспартовая кислота	0.23	0.8	0.66	0.6
Глутаминовая кислота	0.36	1.29	1.14	1.06
Серин	0.7	1.36	0.81	0.82
Пролин	0.6	1.8	0.67	0.69
Глицин	0.5	2.6	0.67	0.59
Аланин	0.45	3.5	0.7	0.61
Цистеин	0.21	1.2	0.18	0.2
Всего	11.97	18.28	9.67	8.89

Таблица 1. Аминокислотный состав пыльцы разных растений, \* означает незаменимые аминокислоты

189. Предпочтения в отношении пыльцы определяются исключительно общим количеством аминокислот

190. При температуре ниже 20°C большинство пчел могут быть направлены в неправильное место.

191. При 15°C сбор пыльцы неэффективен из-за ночного времени.

192. Пчела за день выполняют танец плясовой танец вокруг улья на 360 градусов.