

**Ответы на вопросы второго этапа Всероссийской олимпиады школьников
"Высшая проба" по биологии, 11 класс, 2024 г.**

Максимальное количество баллов — 100.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Всем школьникам и студентам известно такое явление как экзаменационный стресс. Проявляется он с разной силой у разных людей. Во многом это зависит от вегетативного статуса организма, то есть от преобладания симпатического или парасимпатического звена регуляции. Для определения стрессоустойчивости можно использовать опросники, но, несомненно, намного более объективным является измерение частоты сердечных сокращений и артериального давления с помощью обычного тонометра.

Предложите пошаговый план исследования влияния экзаменационного стресса на сердечно-сосудистую систему старшеклассников с использованием тонометра.

Ответ и критерии оценивания

Обратите внимание, что вопрос №1 традиционно связан с методами проведения экспериментов, поэтому мы обращаем особое внимание на технические детали и засчитываем ответ как правильный только в случае точных указаний на действия.

Пошаговый план эксперимента, по 1 б. за каждый верный этап.

1. Собрать достаточную выборку – желательно не менее 20 человек.
2. Измерить артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя за несколько дней до и/или после экзамена.
3. Повторить измерения для повышения качества (сразу 2-3 раза, выдержав только паузу для восстановления сосудистых показателей при измерении АД).
4. Измерить ЧСС и АД непосредственно перед экзаменом.
5. Увеличить количество измерений для получения более точной динамики изменений ЧСС и АД: провести измерения, например, за 3 дня, неделю и 10 дней до и/или после экзамена.
6. Проанализировать результаты, используя статистическую обработку полученных данных, и сделать вывод (все три действия!).

Улучшения, повышающие качество полученных данных: по 1 б. за каждый пункт.

1. Учесть пол участников, т.е. обрабатывать результаты отдельно для мальчиков и девочек.
2. Учесть хронические заболевания и приём лекарств (по документам, а не на словах/анкетах).
3. Измерить АД и ЧСС сразу после экзамена, чтобы увидеть ситуацию в динамике.
4. Сделать выборки учеников по возрастам.
5. Сравнить результаты экзамена с годовыми оценками и степенью повышения АД и ЧСС, т.е. учесть влияние успеваемости ученика на его личный стресс по данному предмету.

6. Учесть разные предметы, по которым проходят экзамены. Кто-то больше беспокоится перед математикой, а кто-то спокойно сдает и химию, и физику.

Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

Частые неправильные версии, которые НЕ оценивали как верные:

1. «Контрольная выборка». Здесь она не нужна, потому что мы сравниваем измерения для каждого участника в стрессовой ситуации с его же результатами в спокойном состоянии. Некоторые участники даже предлагали отменить ЕГЭ для контрольной группы или ввести дополнительные экзамены повышенной сложности.

2. «Опросник/анкета на уровень беспокойства или темперамента; оценка дополнительного стресса; следить за рационом, сном и вредными привычками». Эта информация действительно может служить ценным источником данных. Однако ее получают путем опросов, и потому существует отдельная проблема оценки ее достоверности. В таких случаях (например, для оценки темперамента) используют сложные профессиональные многокомпонентные тесты. Напротив, в ответах участников речь шла просто о коротком опросе (много ли спал? какой у тебя темперамент? и т.п.). Результаты таких опросов слишком субъективны и недостоверны, а потому не улучшат эксперимент.

3. «Преподаватели ведут себя по-разному во время экзамена». Это разумное замечание, не являющееся, однако, отдельной версией. Мы не можем на это влиять и тем более моделировать. Поможет только большая выборка, когда экзамены сдают разным преподавателям.

Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

Известно, что медоносные пчелы – общественные насекомые и живут семьями. Средняя численность одной семьи в летний период составляет 70000 особей. В каждой пчелиной семье обязательно есть матка – половозрелая диплоидная самка, чьей единственной функцией является размножение. За одни сутки матка способна отложить до 1800 яиц! Для оплодотворения яиц необходимы трутни – гаплоидные самцы, которые развиваются из неоплодотворенных яиц. Численность трутней составляет 10% от общей численности семьи. Обеспечивают же существование улья рабочие пчелы, из которых 40% ежедневно осуществляют полеты для сбора нектара. Одна рабочая пчела может за один полет собрать 50 мг нектара. Однако транспортировка нектара – энергозатратный процесс. Пчелы тратят 40% взятого нектара на полет, если несут его даже с расстояния менее 1 км. С расстояния 3 км пчелы приносят лишь 1/3 часть собранного корма.

В улей пчеловод вставляет рамки с восковыми пластинами, пчелы достраивают ячейки до полного размера. В каждой рамке около 12 000 ячеек-сот. В некоторых рамках до 70% ячеек используется для выращивания личинок. Остальные заполняются нектаром, который затем превращается в мёд. Обычно пчеловод забирает заполненные медом ячейки, стимулируя пчелиную семью продолжать запасать мед на зиму. Как правило, для зимовки пчелиной семье необходимо 10-20 кг меда, а сибирским пчелам даже больше.

Процесс преобразования нектара в мед включает три стадии: испарение лишней воды (содержание влаги в нектаре составляет 70%, в то время как в мёде – 20%), разложение сложных сахаров и закисление получившегося продукта. Для двух последних процессов в слюне пчелы содержатся специализированные ферменты – инвертазы, амилазы и глюкозооксидазы. Пчелы заполняют соты постепенно, дожидаясь испарения лишней влаги, а затем запечатывают вход воском. При этом вместимость одной заполненной ячейки составляет примерно 300 мг меда.

Сколько дней потребуется пчелиной семье на заполнение одной рамки медом (расплода в этой рамке нет, все ячейки заполняются медом), если пчела совершает 10 вылетов в день? Сбор нектара осуществляется с расстояния менее 1 километра. Объемом вносимой слюны пчелы можно пренебречь.

Ответ округлите до целого числа.

Решение и критерии оценивания

1. Вычислим, сколько пчел ежедневно вылетают из улья, чтобы собирать нектар. Для этого вычтем из общего количества пчел трутней, ведь они не принимают участия в обеспечении семьи. Далее, учитывая, что из рабочих пчел вылетают из улья 40%, получаем:
 $70000 * 0.9 * 0.4 = 25\ 200$ (пчел) – **2 б.**
На этом этапе можно было как вычитать матку из общего числа пчел, так и пренебречь ей, так как ее вклад в численность улья ничтожно мал. В дальнейшем правильными считались оба решения.
2. Посчитаем, сколько нектара приносит одна пчела. Так как расстояние, преодолеваемое пчелой, согласно условию, меньше километра, то на полет особь тратит 40% собранного нектара, то есть доносит до улья 60%:
 $50 * 0.6 = 30$ (мг) – **1 б.**
3. Далее посчитаем, сколько меда получится из нектара, который принесет за один вылет пчела. Для этого необходимо воспользоваться информацией о содержании влаги: в мёде оно составляет 20%, а в нектаре – 70%, что дает нам возможность составить следующее выражение:
 $30 * (1 - 0.7) / (1 - 0.2) = 11.25$ (мг) – **2 б.**
4. Посчитаем продуктивность улья, умножив количество вылетов на количество пчел и количество меда из п.3:
 $25\ 200 * 10 * 11.25 = 2\ 835\ 000$ (мг) – **2 балла**
5. Посчитаем, сколько меда нужно, чтобы заполнить все соты. В условии сказано, что все ячейки заполняются медом:
 $300 * 12\ 000 = 3\ 600\ 000$ (мг) – **2 б.**
6. Получим искомую величину, разделив необходимую массу для заполнения сот на продуктивность улья:
 $3\ 600\ 000 / 2\ 835\ 000 = 1.27$ (дней) – **1 б.**
И округлим ответ - **1 б.**

Возможны другие пути решения, не искажающие смысл задачи и содержащие правильный ответ.

Если участником была допущена арифметическая или логическая ошибка на одном из этапов решения, то этот и дальнейшие этапы оценивались в 0 баллов. Ответы без решения, а также правильные ответы, полученные в ходе неверного решения, оценивались в 0 баллов.

Задание № 3 (14 баллов). Расчетная задача.

В распоряжении исследователей есть две линии мушек-дрозофил – с белыми и с розовыми глазами. Учёные поставили два скрещивания, ниже представлены результаты.

	<u>Прямое скрещивание</u>	<u>Обратное скрещивание</u>
P	♀ белые (линия 1) × ♂ розовые (линия 2)	♀ розовые (линия 2) × ♂ белые (линия 1)
F1	♀ красные, ♂ белые	♀ красные, ♂ красные
F2	красные ♀: 3/16 красные ♂: 3/16 розовые ♀: 1/16 розовые ♂: 1/16 белые ♀: 4/16 белые ♂: 4/16	красные ♀: 6/16 красные ♂: 3/16 розовые ♀: 2/16 розовые ♂: 1/16 белые ♀: нет белые ♂: 4/16

Каким будет потомство, если скрестить самок с розовыми глазами из F2 прямого скрещивания и самцов из F1 обратного скрещивания? У дрозофилы гетерогаметный пол – мужской, на плодовитость и жизнеспособность окраска глаз не влияет.

Ответ запишите в процентах с точностью до первого знака после запятой (например, вместо «13,25%» запишите «13,3%», а вместо «20%» запишите «20,0%»).

Решение

Прежде всего, заметим, что результаты прямого и обратного скрещивания различны. В прямом скрещивании в F1 у самок и самцов разные фенотипы, в F2 расщепление по окраске глаз у самцов и самок совпадает. В обратном скрещивании в F1 у самцов и самок одинаковый фенотип, а в F2 нет белоглазых самок. Это касается только белой окраски. Всё это наводит нас на мысль, что признак окрашенности глаз (белые или небелые) сцеплен с полом. Запомним это.

Интересно, что в F1 обоих скрещиваний небелые – всегда красные. В F2 соотношение между красноглазыми и розовоглазыми всегда 3:1, причём в обоих скрещиваниях и у обоих полов. Значит, розовая окраска глаз встречается у рецессивных гомозигот (например, aa), а при наличии доминантного аллеля A глаза красные. Нет никаких признаков того, что ген A сцеплен с полом.

Вернемся к разнице между белыми и небелыми. Разницу между ними определяет один ген (например, B): на это указывает расщепление 12/16 небелых : 4/16 белых (т.е. 3:1) в F2 обратного скрещивания. Если бы ген B был сцеплен с Y-хромосомой, сыновья всегда наследовали бы фенотип отцов – но это не так. Значит, ген B находится в X-хромосоме. У гетерозигот (самок F1 в обоих скрещиваниях) глаза окрашенные; делаем вывод, что доминантный аллель (XB) определяет наличие окраски глаз, а рецессивный (Xb) – её отсутствие.

Запишем генотипы всех особей и убедимся, что ожидаемые расщепления согласуются с теми, что даны в условии.

	<u>Прямое скрещивание</u>	<u>Обратное скрещивание</u>
P	♀ белые AA XbXb × ♂ розовые aa XBY	♀ розовые aa XBXB × ♂ белые AA XbY
F1	♀ красные Aa XBxb, ♂ белые Aa XbY	♀ красные Aa XBxb, ♂ красные Aa XBY

F2	красные ♀: 3/16 A_ XBХ_	красные ♂: 3/16 A_ ХВУ	красные ♀: 6/16 A_ XBХ_	красные ♂: 3/16 A_ ХВУ
	розовые ♀: 1/16 aa XBХ_	розовые ♂: 1/16 aa ХВУ	розовые ♀: 2/16 aa XBХ_	розовые ♂: 1/16 aa ХВУ
	белые ♀: 4/16 __ ХbХb	белые ♂: 4/16 __ ХbУ	белые ♀: нет	белые ♂: 4/16 __ ХbУ

Ответим на вопрос задачи. Если скрестить самок с розовыми глазами из F2 прямого скрещивания (aa XBХb) и самцов из F1 обратного скрещивания (Aa ХВУ), получится следующее потомство:

- красноглазые ♀ (Aa XBХ_): 2/8 (25,0%);
- розовоглазые ♀ (aa XBХ_): 2/8 (25,0%);
- белоглазые ♀: нет (0,0%);
- красноглазые ♂ (Aa ХВУ): 1/8 (12,5%);
- розовоглазые ♂ (aa ХВУ): 1/8 (12,5%);
- белоглазые ♂ (__ ХbУ): 2/8 (25,0%).

Критерии оценивания

1. Подробное объяснение, почему здесь наследование сцеплено с полом: 2 б.
2. Подробное объяснение, почему здесь аутосомное наследование: 2 б.
3. Определение генотипов исходных линий: 2 б.
4. Правильная расшифровка исходных скрещиваний с указанием генотипов и фенотипов: 4 б.
5. Правильное указание генотипов мух, которые были использованы в вопросе задачи: 2 б.
6. Итоговый расчет в процентах: 2 б.

Итого: 14 б. за верное и понятно описанное решение.

Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

В середине прошлого века Барбара МакКлинтон, изучавшая окрашенные зерна кукурузы, обнаружила, что в клетках одной из линий хромосома 9 ломается очень часто и, что наиболее интересно, в одном и том же месте (Рис. 1). Она также выяснила, что для поломки необходимо наличие двух генетических факторов: первый располагался в месте разлома и получил название *Ds* (от англ. Dissociation), в то время как второй был необходим для активации процесса, за что был назван *Ac* (от англ. Activator). МакКлинтон заподозрила, что *Ac* и *Ds* — мобильные генетические элементы, поскольку не смогла локализовать *Ac*. В некоторых растениях он находился в одном месте, в других — в совершенно ином. Сегодня мы знаем, что *Ac* и *Ds* — это транспозоны (англ. transposable elements, TEs), иногда называемые «прыгающими генами», то есть последовательности ДНК, которые обладают способностью к перемещению (транспозиции) внутри генома.

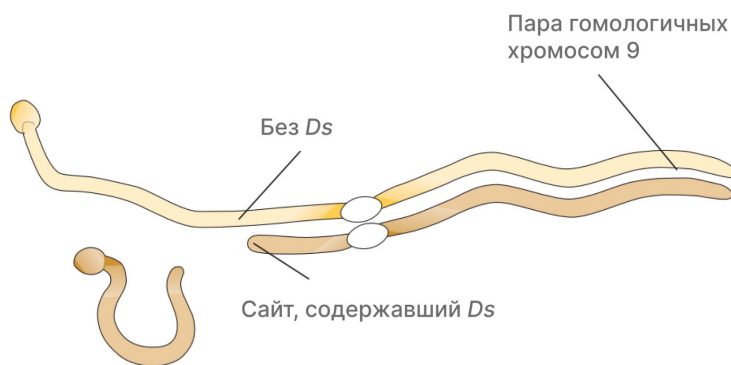


Рисунок 1. Разлом хромосомы 9 кукурузы в месте, содержащем элемент *Ds*.

Транспозоны эукариот делят на два класса в зависимости от механизма перемещения (Рис. 2). К ретротранспозонам (класс 1) относят те из них, транспозиция которых осуществляется с использованием РНК-интермедиата по принципу «копировать и вставить» (англ. copy-and-paste). Для ДНК-транспозонов (класс 2) характерен механизм «вырезать и вставить» (англ. cut-and-paste), при котором исходный ТЕ переносится из донорной последовательности в новый сайт.

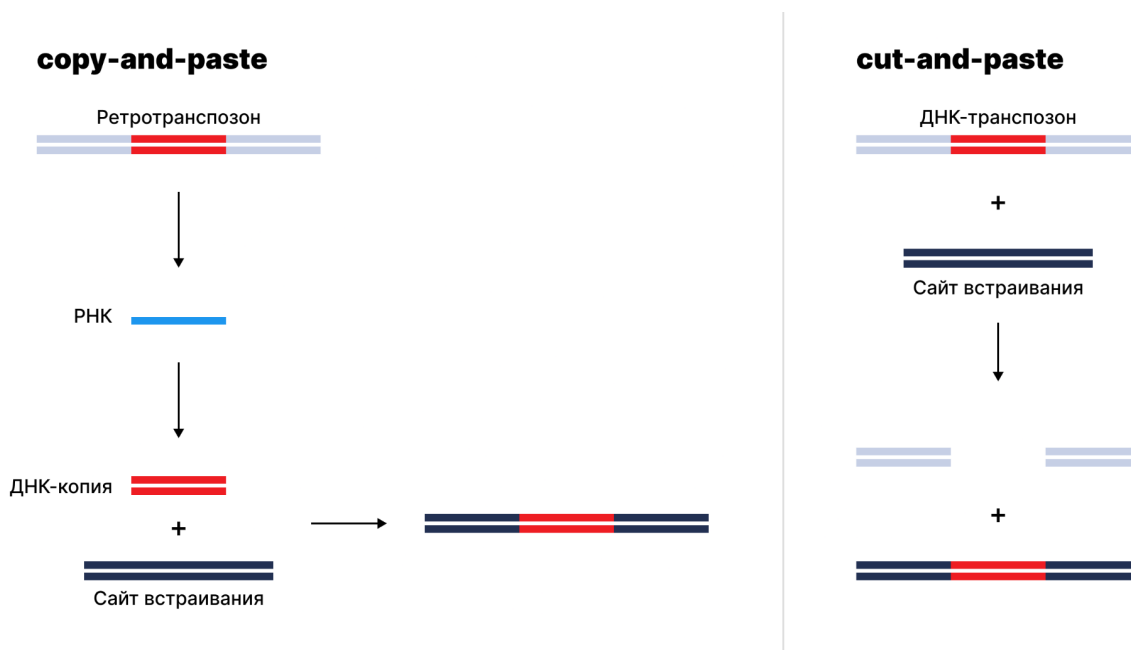


Рисунок 2. Механизмы транспозиции.

Подробнее рассмотрим механизм перемещения ДНК-транспозонов на примере элементов *Ac* и *Ds* (Рис. 3). На концах ДНК-транспозонов расположены инвертированные концевые повторы (англ. inverted terminal repeats, ITRs) — последовательности ДНК, с которыми связывается фермент транспозаза. Транспозаза вырезает ТЕ из хромосомной

ДНК и переносит его к целевому сайту, где происходит встраивание. *Ac* относится к автономным элементам, поскольку он кодирует собственную транспозазу, и, как следствие, может перемещаться самостоятельно. Напротив, *Ds* является неавтономным, так как он не кодирует транспозазу — для транспозиции ему требуется фермент, кодируемый *Ac*.

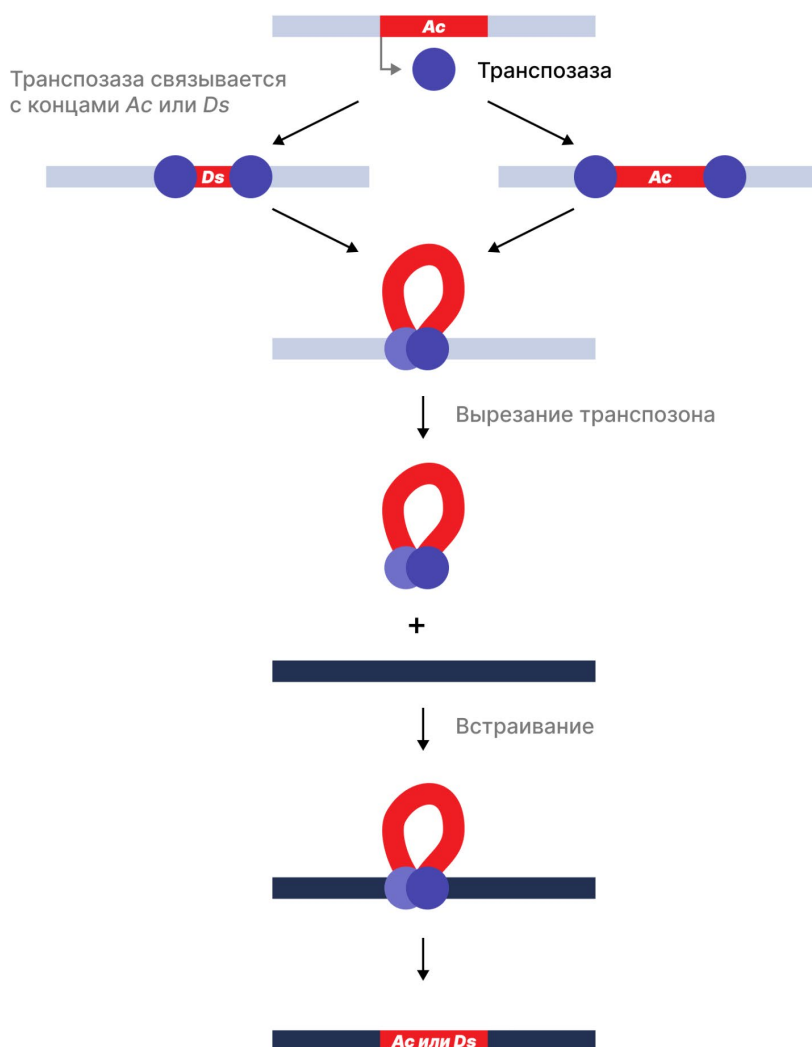


Рисунок 3. Механизм перемещения ДНК-транспозона на примере *Ac* и *Ds*.

Как было отмечено ранее, перемещение ретротранспозонов протекает по иному механизму. В нем принимают участие не только ферменты, кодируемые ретротранспозоном, но и клеточные компоненты. На первом этапе РНК-полимеразы клетки транскрибируют ДНК ретротранспозона. РНК далее транслируются для получения белков, необходимых при транспозиции. Один из них, обратная транскриптаза, использует молекулы РНК для синтеза двухцепочечных ДНК-копий ретротранспозона, которые затем встраиваются в геном. Транскрипция ДНК ретротранспозона может приводить к образованию множества молекул РНК, что обуславливает способность ТEs класса 1 быстро распространяться и накапливаться в геномах.

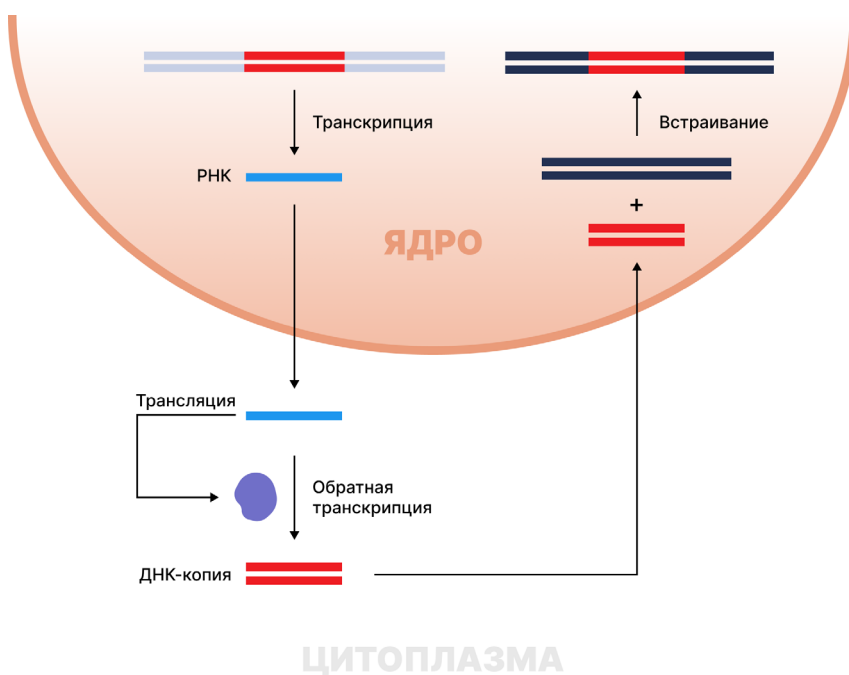


Рисунок 4. Механизм перемещения ретротранспозона.

Данные секвенирования свидетельствуют о том, что почти половина генома человека состоит из последовательностей транспозонов. Большинство из них — это ретротранспозоны двух типов: длинные автономные LINEs и короткие неавтономные SINEs. Вместе они составляют около 34% нашего генома, тогда как на ДНК-транспозоны приходится лишь 3%. Наиболее распространенный SINE носит название *Alu*, в геноме человека содержится свыше 1 млн его копий. К счастью, многие из транспозонов утратили мобильность вследствие накопления мутаций. Более того, клетки имеют специальные механизмы для подавления активности TE, например, в клетках зародышевой линии экспрессируются короткие РНК (англ. Piwi-interacting RNAs, далее piRNAs), сдерживающие перемещение активных транспозонов. Тем не менее, случайные транспозиции могут приводить к развитию тяжелых заболеваний.

Несмотря на потенциальный вред, транспозоны играют важную роль в эволюции геномов организмов. В процессе мутаций TEs могут приобретать новые функции и свойства, полезные организму, — такое явление получило название «молекулярное одомашнивание». Так, ферменты RAG1 и RAG2, необходимые для синтеза антител, и, как следствие, обеспечивающие формирование приобретенного иммунитета, по современным представлениям произошли от транспозазы.

Задания

Для ответа на задания используйте материал прочитанного текста. В каждом задании содержится не менее одного верного утверждения. Вам нужно выбрать все верные утверждения (или неверные – в зависимости от формулировки вопроса). Запишите соответствующие им буквы (А-Е) в таблицу к вопросу №4 в бланке ответов.

1. Выберите вариант, в котором указана верная последовательность событий, происходящих при перемещении ретротранспозона.
 - A. (1) синтез РНК-интермедиата в ходе транскрипции
(2) экспорт РНК-интермедиата из ядра в цитоплазму
(3) взаимодействие РНК-интермедиата с piRNAs
(4) синтез двухцепочечной ДНК в ходе обратной транскрипции
(5) импорт двухцепочечной ДНК-копии в ядро
(6) встраивание ДНК-копии ретротранспозона в геном
 - B. (1) синтез РНК-интермедиата в ходе транскрипции
(2) экспорт РНК-интермедиата из ядра в цитоплазму
(3) синтез обратной транскриптазы в ходе трансляции
(4) синтез двухцепочечной ДНК в ходе обратной транскрипции
(5) импорт двухцепочечной ДНК-копии в ядро
(6) встраивание ДНК-копии ретротранспозона в геном
 - C. (1) синтез РНК-интермедиата в ходе транскрипции
(2) экспорт РНК-интермедиата из ядра в цитоплазму
(3) синтез транспозазы в ходе трансляции
(4) импорт транспозазы в ядро
(5) вырезание ТЕ из хромосомной ДНК
(6) встраивание ДНК ретротранспозона в новый сайт
 - D. (1) синтез РНК-интермедиата в ходе трансляции
(2) экспорт РНК-интермедиата из ядра в цитоплазму
(3) синтез обратной транскриптазы в ходе транскрипции
(4) синтез двухцепочечной ДНК в ходе обратной транскрипции
(5) импорт двухцепочечной ДНК-копии в ядро
(6) встраивание ДНК-копии ретротранспозона в геном
2. Выберите верные утверждения об элементе *Ds*.
 - A. Относится к ДНК-транспозонам
 - B. Относится к ретротранспозонам
 - C. Кодирован транспозазу
 - D. Содержит инвертированные концевые повторы
 - E. Является неавтономным ТЕ
3. К каким последствиям может привести активность ТЕ в геноме?
 - A. Изменение экспрессии гена при встраивании ТЕ в область промотора
 - B. Сдвиг рамки считывания, приводящий к синтезу нефункционального белка
 - C. Утрата фрагмента хромосомы
 - D. Рекомбинация негомологичных хромосом при наличии в них идентичных ТЕs

4. Выберите верные утверждения о транспозонах в геноме человека.
- В геноме человека преобладают TE класса 1
 - В геноме человека преобладают TE класса 2
 - LINEs кодируют обратную транскриптазу
 - Alu* перемещается по механизму «copy-and-paste»
5. Выберите неверные утверждения о механизме «cut-and-paste».
- Используется для перемещения LINEs
 - Используется для перемещения *Ds*
 - Приводит к увеличению числа копий TE в геноме
 - Приводит к появлению двухцепочечных разрывов в ДНК
 - Задействует транспозазу

Ответы и критерии оценивания

Номер	Правильный ответ	Балл
1	В	3
2	А, D, Е	3
3	А, В, С, D	3
4	А, С, D	3
5	А, С	3

Оцениваются только полностью правильно выполненные задания.

Особенность заданий № 5-№7 - наличие большого числа решений. Помните, что чем больше разумных вариантов ответа Вы приведете, тем более высокой будет оценка. ВАЖНО: учитываются только верные ответы; за неверные гипотезы оценка не снижается!

Задание №5 (16 баллов).

Известно, что растения могут образовывать на своей поверхности разнообразные выросты, выполняющие широкий спектр функций. А какими функциями могут обладать волоски (одноклеточные и многоклеточные), покрывающие поверхность всего растения или его части? Если можете, для каждой версии приведите по одному примеру.

Ответ

- Волоски способны участвовать в уменьшении испарения воды, задерживая пары воды у поверхности листа, а также регулируя транспирацию (если они расположены около устьиц).
- У растений из мест обитания с повышенной влажностью волоски могут принимать участие в капельном выделении воды.
- У гидатофитов покрытая волосками поверхность органов может формировать воздушную прослойку, что повышает плавучесть таких растений.

4. У растений, произрастающих на почвах с повышенной соленостью, волоски могут принимать участие в экскреции соли.
5. У некоторых растений волоски способны собирать воду из воздуха, обеспечивая дополнительное водное питание.
6. Жгучие волоски обеспечивают их обладателям защиту от поедания.
7. Жесткие волоски, плотно покрывающие растение, обеспечивают механическую защиту от поедания и насекомых-вредителей.
8. Густо покрывающие ткани листа волоски способны рассеивать солнечное излучение, тем самым защищая растение от избытка света.
9. Корневые волоски обеспечивают растениям улучшенное водопоглощение.
10. Корневые волоски также участвуют в формировании симбиотических отношений, обеспечивая развитие микоризы или клубеньков с азотфиксирующими бактериями.
11. Волоски на рыльцах пестиков некоторых растений помогают им удерживать пыльцу, что повышает вероятность оплодотворения.
12. Волоски, опушающие семена, плоды или соплодия, помогают им распространяться.
13. Особые выделяющие нектар волоски участвуют в привлечении опылителей.
14. Хищным растениям волоски помогают улавливать и удерживать пищу.
15. Некоторые волоски способны накапливать разнообразные вторичные метаболиты (терпены, алкалоиды и т.п.) для защиты от паразитов.
16. Волоски способны выполнять роль механорецепторов.
17. Волоски способны улучшать адгезивные свойства растений, помогая им закрепляться на различных поверхностях за счет увеличения силы трения.

Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

Версии, верно описывающие функции структур, не являющихся волосками (шипы, колючки, видоизменения побегов и т.п.) не засчитывались.

Критерии оценивания.

1 б. за правильную версию. Для того, чтобы версия была засчитана как правильная, она должна быть понятно и биологически грамотно объяснена. Краткие ответы, не содержащие подробностей, которые позволяют однозначно их истолковать (например, «проводящая функция»), или содержащие в обосновании биологические ошибки, не оценивались. За приведенный пример (название растения, у которого можно наблюдать описанное явление) участник мог получить + 1 б. к каждой версии (но не более 1 б., даже если было приведено много примеров). Приведенные к незасчитанным версиям примеры не оценивались.

Задание № 6 (16 баллов).

Как можно поставить медицинский диагноз давно умершему человеку – например, деятелю древней или средневековой истории?

Ответ

Ответы на этот вопрос распадаются на две группы в зависимости от того, доступен

ли исследователям какой-либо биологический материал.

Если доступен, то можно использовать:

1. Зубы, чтобы диагностировать кариес и другие заболевания зубов.
2. Скелет или его части, чтобы диагностировать заболевания скелета, травмы и генетические заболевания (карликовость, недоразвитие конечностей и т.п.).
3. Внутренние органы, чтобы сделать вывод о внутренних болезнях.
4. Любые останки, чтобы определить содержание отравляющих веществ (тяжелых металлов и проч.), что позволит сделать вывод об отравлении.
5. Любые ткани, из которых можно выделить ДНК для последующего секвенирования и поиска, например, мутаций.
6. Ткани и органы со следами инфекционных заболеваний, например, туберкулезные гранулемы или кальцинированные цисты паразитических червей.
7. Органы мочеполовой системы, если в них обнаруживаются следы отложения солей (например, конкременты - т.н. «камни в почках»)

Также, проведя анализ останков, теоретически можно сделать вывод о наличии у человека гипетрихоза (8), а изучив следы лечения или хирургических операций (9), сделать вывод о ряде других внутренних болезней.

Если биологический материал исследователям недоступен, то поставить диагноз человеку можно:

10. На основе характера его захоронения и предметов, которые были обнаружены в месте его погребения. Например, известно, что жители Венецианской Республики хоронили больных проказой на отдельных островах.
11. На основании изображений, в том числе портретов, скульптур и посмертных масок. Известно, что представители династии Габсбургов обладали рядом генетических заболеваний, симптомы которых были отражены на их изображениях.
12. На основании описаний проявления заболевания у человека, сделанных современниками, друзьями, лечащими врачами и т.п.
13. На основании собственных творений (картин, литературных произведений и т.д.) можно сделать вывод о психических или неврологических (тремор) расстройствах.
14. По наличию и особенностям личных вещей: например, изучив очки человека, можно определить, каким нарушением зрения он страдал.

Отдельно можно обратиться к родословной человека (15), изучив информацию о его предках и близких родственниках. Например, известно, что гемофилия передавалась цесаревичу Алексею Романову от матери, получившей ее, в свою очередь, от британский королевы Виктории.

Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

Критерии оценивания

В случае хорошо аргументированной и подробно изложенной верной версии участнику присуждали 2 б.; недостаточно детально обоснованную (неполную) версию оценивали на 1 б. Версии, содержащие биологические ошибки, оценивали в 0 баллов.

Задание №7 (16 баллов).

Специалист по внеземным организмам Василий нашел на новой планете неизвестный вид бактерий. В лаборатории на своем космическом корабле он долго изучал этих бактерий и на основе знаний о земных микроорганизмах изобрел препарат, направленный против этого вида. Однако после воздействия препарата бактерии остались невредимыми. Попробуйте объяснить, как такое могло произойти. Учитывайте, что Василий не совершал ошибок в эксперименте, а бактерии были устроены схожим образом с земными.

Ответ и критерии оценивания

Ответы, описывающие имеющиеся у земных бактерий механизмы, задействованные в инактивации и/или невосприимчивости к лекарственным препаратам, оценивали в **3 б.** (рис.1). К таковым относятся механизмы *ограничения транспорта веществ в клетку*, механизмы *активного вывода веществ из клетки*, любые механизмы *инактивации/модификации веществ* (засчитывается без уточнения специальных ферментов), *спорообразование*, *маскировка/отсутствие мишени для лекарства*, *формирование биоплёнок/колоний*, *эндосимбиоз с вирусами*, а также любые механизмы «иммунной защиты» от фагов (*CRISPR, RADAR и др.*).

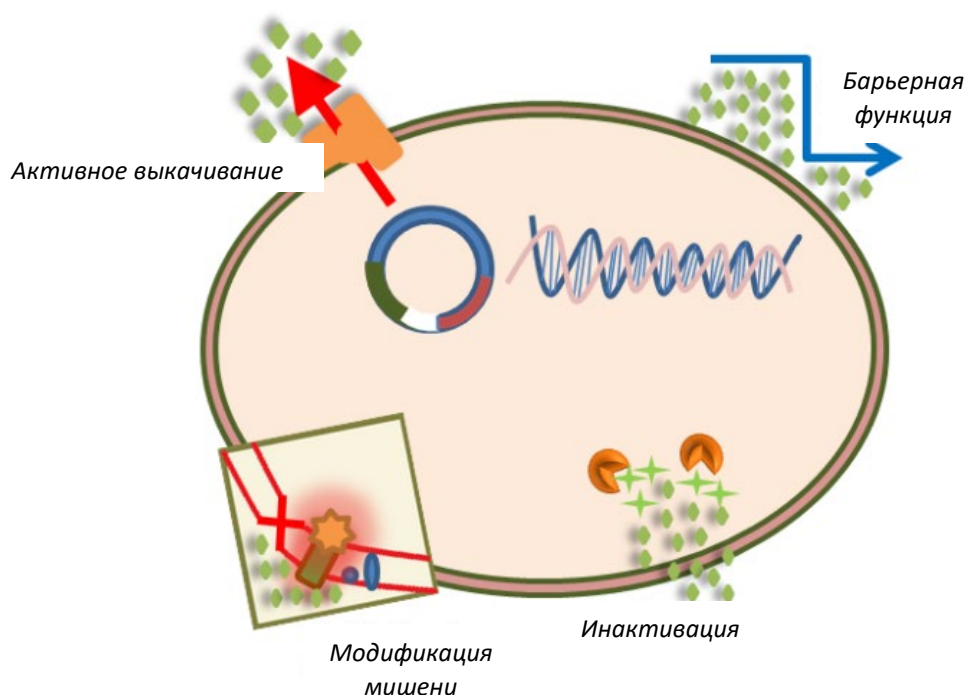


Рис. 1. Общие механизмы бактериальной устойчивости к лекарственным препаратам (по Reugaert с изменениями, doi: 10.3934/microbiol.2018.3.482)

К правильным ответам на **3 б.** также относились варианты касательно *дозировки препарата* и *условий среды*, неоптимальных для действия данного препарата.

1 б. ставили за неполную, размытую версию, либо незначительную ошибку. В случае ошибки в смежной с биологией области (физика, математика, геология и т.д.) также ставили 1 б. Фактические ошибки в биологической или биохимической теории обнуляли ответ.

1 б. также ставили за следующие ответы:

1. Наличие сходных с препаратом компонентов в среде обитания бактерий и, следовательно, уже имеющаяся к моменту событий задачи адаптация бактерий.
2. Механизмы регенерации у бактерий (неполный ответ к оптимальной дозировке). Как известно, малые дозы лекарственных препаратов индуцируют микроэволюционные процессы у прокариот.
3. Горизонтальный перенос генов (с/без упоминания плазмид), поскольку это лишь косвенно отвечает на вопрос задачи и относится главным образом к механизмам *распространения устойчивости*.
4. Наличие гена устойчивости (это достаточно размыто, но тем не менее более научно обоснованно, чем просто «наличие устойчивости»)

Поскольку схожесть строения с земными бактериями неизвестна, то допускались ответы, апеллирующие к отличиям в метаболических путях, изомерах биополимеров, устройстве генетического материала и т.п. За такие ответы ставили по 1 б.

Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах всех участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

Частые неправильные версии, которые НЕ оценивали как верные:

1. Версии в духе «разбегающиеся от препарата бактерии», абстрактные понятия астрономических и смежных дисциплин теоретической физики (черные дыры, тёмная материя), антитела у бактерий, антивирусные механизмы против лекарств и т.д.
2. Версии «препарат не сработал, потому что у бактерий имеется резистентность», т.к. нет объяснения ее механизмов.
3. Все версии, которые ссылаются на то, что эти бактерии с другой планеты, а значит вообще ничего земное на них не действует (более подробные версии, апеллирующие к отличиям в метаболических путях и т.п., оценивали в 1 б., см. выше).
4. Все версии, которые основаны на сломанных приборах, некомпетентности ученого или ошибках в исследовании (по условию задачи, *ошибок нет*).