

Время выполнения заданий — 240 минут.

Пишите разборчиво. Если не знаете ответа, ставьте прочерк. Если используете дополнительный лист, обязательно напишите об этом на основном листе ответа, иначе дополнительный лист не будет проверен. Черновики не оцениваются.

Максимальное количество баллов — 100.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Внимательно прочитайте текст задания. Найдите ошибки, допущенные при постановке эксперимента. Перечислите их. Для каждой ошибки объясните, как нужно было действовать, чтобы получить достоверный ответ на поставленный Петей вопрос.

Петя интересовался растениеводством и решил проверить, как влияют стимуляторы роста на прорастание семян. Он нашел оставшиеся с прошлого года семена гороха и купил препараты: "Гетероауксин", "Циркон" и "Корневин". Взял по 2 семени, в соответствии с методикой замочил их в растворах стимуляторов и поставил в чашках Петри на окно. Через два дня, когда из некоторых семян стали появляться корешки, Петя решил, что надо проверить и народные средства: сок алоэ и мед. Семена закончились, и Петя купил новый пакетик семян гороха в магазине. Замочив в стимуляторах новые семена, он поставил эти чашки на стол в комнате. "Лучшим будет тот стимулятор, где от момента замачивания до появления первых корешков у обоих семян в чашке пройдет меньше всего времени" - решил Петя.

Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Частота встречаемости фенилкетонурии у новорожденных младенцев отличается в разных странах. Известно, что в Китае это 1 на 18000, а в Турции - 1 на 2600. Женщина-турчанка очень переживает за своих будущих детишек, т.к. ее отец был болен фенилкетонурией. Она думает, не выйти ли ей замуж за китайца: возможно, это снизит вероятность проявления болезни. На сколько процентов доля турок-носителей фенилкетонурии выше, чем доля носителей-китайцев?

Задание №3 (11 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Новорожденный младенец переболел пневмонией и во время болезни не усваивал грудное молоко. В настоящее время, в возрасте 13 суток, он имеет массу 3000 г и начал усваивать молоко: его кормят сцеженным грудным молоком через зонд по 10 мл 8 раз в сутки. Однако этого количества недостаточно для обеспечения полноценного питания. Поэтому недостающие питательные вещества ему нужно вводить внутривенно. Для восполнения недостатка аминокислот имеется препарат "А", содержащий 6 г аминокислот в 100 мл (20 ккал/100 мл). Для восполнения недостатка жиров имеется препарат "Б", содержащий 20 г жиров в 100 мл (108 ккал/100 мл). Для восполнения недостатка углеводов имеется 20% раствор глюкозы (1 г глюкозы – 4 ккал). Для восполнения недостатка жидкости имеется физиологический раствор.

Межрегиональная олимпиада школьников "Высшая проба" 2020, 2 этап

Используя приведенные ниже справочные данные, составьте для этого младенца программу внутривенного питания, то есть укажите, сколько мл препаратов "А", "Б" и, если необходимо, глюкозы, должен получать младенец ежедневно. Нужно ли вводить ему дополнительно ежедневно жидкость (физиологический раствор), и если да, то сколько?

Во всех действиях промежуточные результаты округляйте до целых чисел.

Справочные данные:

Состав грудного молока: 1% белков, 4% жиров, 7% углеводов, 70 ккал/100мл. Считать, что 100 мл молока имеют массу 100 г.

Объем жидкости, необходимый ребёнку в сутки: 160 мл/кг массы тела (жидкостью считаются все питательные растворы, а не отдельно вода, т.е., например, 100 мл грудного молока следует считать как 100 мл жидкости; также и все другие питательные растворы).

Суточная доза белков (в любом виде: белки или аминокислоты): 2 г/кг массы тела.
Суточная доза жиров: 2 г/кг массы тела.

Суточная доза углеводов определяется после подсчета энергии, полученной с другими компонентами пищи.

Суточная потребность в энергии составляет 100 ккал/кг массы тела.

Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

Внимательно прочитайте текст и проанализируйте рисунок. Затем начинайте выполнять задания.

В ДНК с течением времени накапливаются разнообразные поломки. Процесс их исправления называется репарацией. Если бы репарации не было, то все живые существа на планете давно бы погибли. В каждой клетке существуют несколько взаимодополняющих систем репарации. Одна из них называется эксцизионная репарация оснований (base excision repair). Эта система активируется, когда в ДНК возникают повреждения азотистых оснований. Например, цитозин в результате спонтанного дезаминирования превращается в урацил (рис.1). Поскольку такого основания в ДНК в норме не содержится, то у эукариот его узнают и удаляют специальные ферменты - ДНК-гликозилазы. Для разных типов поврежденных оснований существуют ДНК-гликозилазы, специфически их узнающие и вырезающие. В результате образуется т.н. АП-сайт (apurinic/apyrimidinic site) - сахарофосфатный остаток, лишенный азотистого основания. По существующим оценкам, в клетке за сутки образуется около 10 000 таких сайтов. АП-сайт узнается ферментом АП-эндонуклеазой, которая разрывает сложноэфирную связь в цепи ДНК рядом с повреждённым основанием и заодно удаляет 2-10 соседних нуклеотидов. Образовавшаяся брешь застраивается ДНК-полимеразой, а ДНК-лигаза затем восстанавливает сложноэфирную связь.

Но не всегда конец бывает таким хорошим. Когда в ДНК в направлении от 5'-конца к 3'-концу за дезоксицитидином следует дезоксигуанозин, то образуется т.н. ЦГ-островок (CpG island). Такие островки узнают ферменты метилтрансферазы и осуществляют метилирование цитозина (рис. 1). В этом случае при спонтанном дезаминировании цитозин превращается в тимин (рис.1). И тогда определить, в какой именно цепи

произошла мутация, уже невозможно. Тем не менее, репарация все же происходит, но выбор удаляемого основания осуществляется случайным образом, что примерно в половине случаев приводит к мутации.

Однако метилирование ДНК имеет очень важное значение для жизни клетки, несмотря на такую подверженность мутациям. Помимо белок-кодирующих участков генов, ЦГ-динуклеотиды часто расположены в регуляторных областях генов, например, в промоторах. Метилирование входящих в них дезоксицитидинов приводит снижению транскрипции соответствующих генов. Напротив, удаление метильных групп приводит к активации транскрипции. Таким образом, метилирование ДНК позволяет регулировать активность генов. Метилирование обратимо и может изменяться в зависимости от внешних факторов. Самое интересное заключается в том, что уровень метилирования генов может наследоваться. Таким образом, по наследству могут передаваться приобретенные признаки, не закодированные в виде последовательности нуклеотидов. Такое наследование менее стабильно по сравнению с геномным и может изменяться в течение жизни организма. Его закономерности изучает интенсивно развивающаяся область молекулярной биологии, получившая название "эпигенетика".

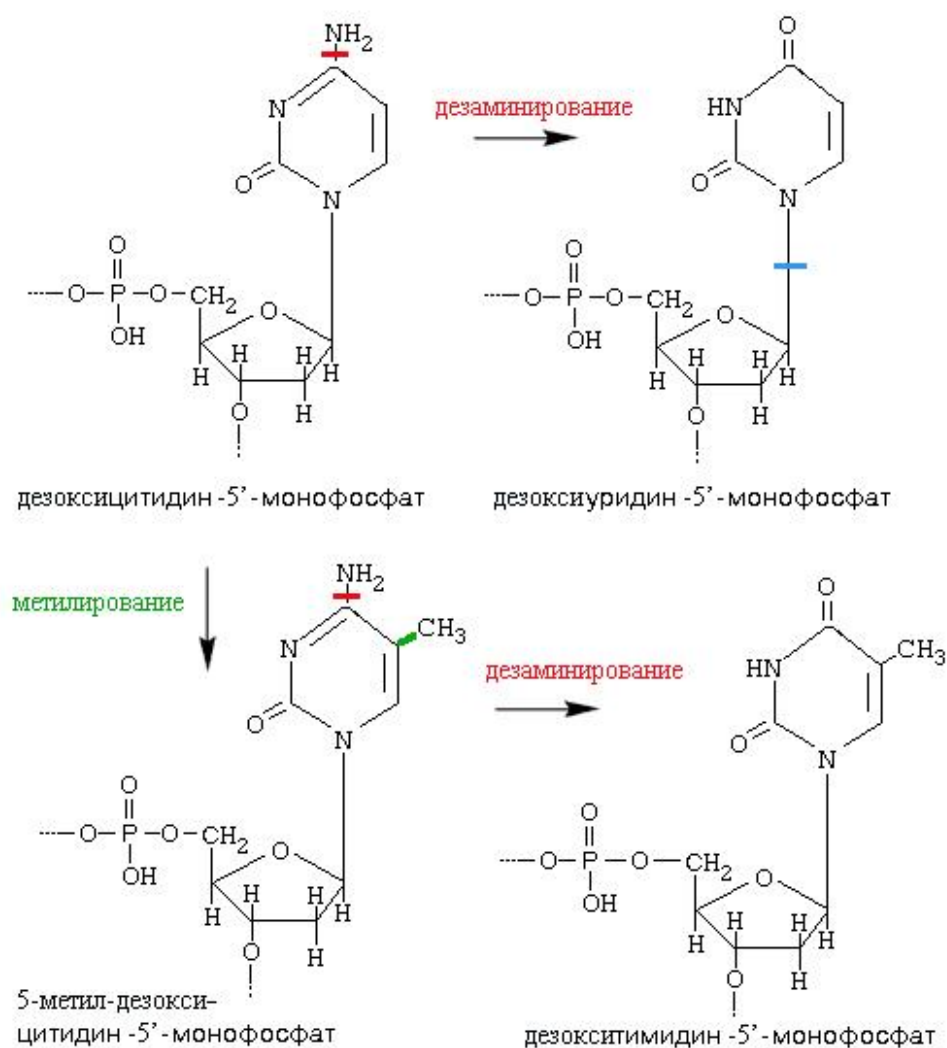


Рисунок 1. Модификации дезоксицитидина, встречающиеся в ДНК. Синей чертой обозначен разрыв N-гликозидной связи, который осуществляют ДНК-гликозилазы.

Задания

Для ответа на задания используйте материал прочитанного текста. В каждом тесте содержится не менее одного верного утверждения. Вам нужно выбрать все верные утверждения.

1. При эксцизионной репарации оснований ДНК последовательность действия ферментов следующая:

- А. ДНК-гликозилаза - АП-эндонуклеаза - ДНК-полимераза - ДНК-лигаза
- Б. ДНК-гликозилаза - ДНК-полимераза - АП-эндонуклеаза - ДНК-лигаза
- В. АП-эндонуклеаза - ДНК-гликозилаза - ДНК-полимераза - ДНК-лигаза
- Г. ДНК-гликозилаза - ДНК-полимераза - ДНК-лигаза - АП-эндонуклеаза

2. ДНК-гликозилазы действуют следующим образом:

- А. Узнают поврежденный сахарофосфатный остов
- Б. Узнают нетипичные для ДНК азотистые основания
- В. Узнают разрывы нуклеотидной цепи
- Г. Удаляют поврежденное азотистое основание

удаляют поврежденное основание и несколько расположенных рядом нуклеотидов

3. Из предложенных выберите все верные утверждения об эксцизионной репарации:

- А. Эксцизионная репарация оснований происходит в клетках человека
- Б. Эксцизионная репарация оснований происходит в клетках дождевого червя
- В. Эксцизионная репарация оснований происходит ежедневно
- Г. Для эксцизионной репарации оснований необходима вторая цепь ДНК
- Д. Эксцизионная репарация оснований может происходить без использования второй цепи ДНК

4. Онкологические заболевания, называемые также "рак" - это одна из наиболее частых причин смертности. Их причина заключается в том, что некоторые клетки организма в результате различных повреждений выходят из-под контроля и начинают неуправляемо делиться и расти, образуя опухоли.

Как вы думаете, какие изменения можно ожидать в клетках раковых опухолей?

- А. Повышено метилирование регуляторных участков генов, запускающих деление клетки
- Б. Повышено метилирование регуляторных участков генов систем репарации ДНК
- В. Понижено метилирование регуляторных участков генов, отвечающих за инициацию S-фазы клеточного цикла
- Г. Понижено метилирование генов, которые в случае поломок ДНК запускают процесс программируемой клеточной смерти (апоптоза)

5. Существует база данных, в которой собраны сведения о точечных мутациях, приводящих к различным заболеваниям человека. При ее анализе оказалось, что частота этих мутаций для разных аминокислот различается. То есть мутационные замены некоторых аминокислот встречаются существенно чаще других. Результаты этого анализа представлены на рис. 2 Используя информацию из задания и приложенную таблицу генетического кода, предположите, какая аминокислота мутирует наиболее часто. На рис. 2 ей соответствует красный столбик.

Впишите сюда название аминокислоты: _____

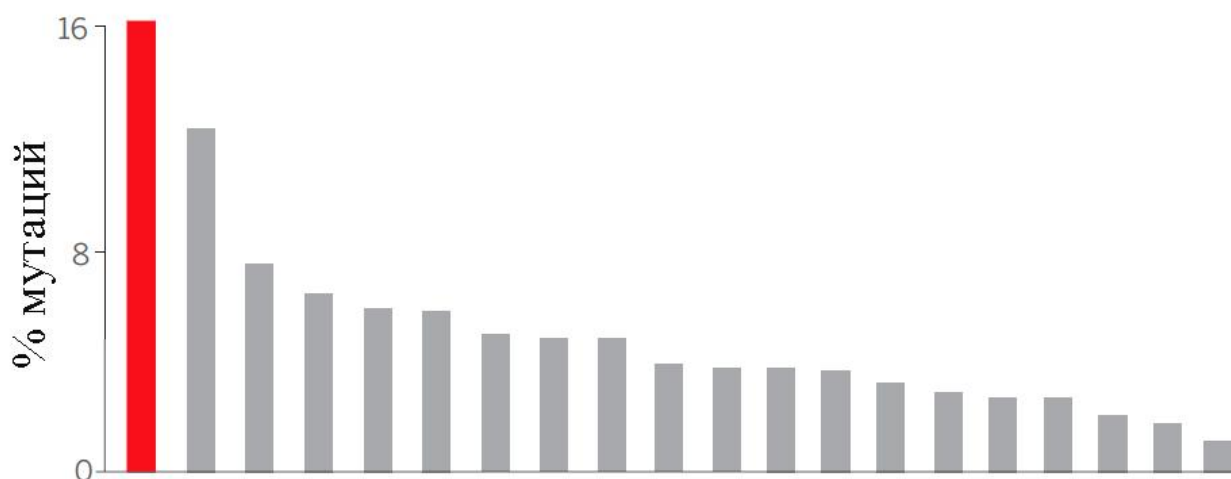


Рисунок 2. Частота мутаций различных аминокислот в генах, повреждения которых вызывают заболевания человека. Столбиками обозначены отдельные аминокислоты. Все мутации, которые приводят к болезням человека, взяты за 100%. Для каждой аминокислоты посчитан вклад мутаций в ее кодонах в общее число мутаций.

		Второй нуклеотид кодона				
		У	Ц	А	Г	
Первый нуклеотид кодона	У	УУУ } Фенил-аланин УУЦ } УУА } Лейцин УУГ }	УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ }	УАУ } Тирозин УАЦ } УАА } УАГ }	УГУ } Цистеин УГЦ } УГА } Триптофан УГГ }	У Ц А Г
	Ц	УУУ } УУЦ } Лейцин УУА } УУГ }	ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролин ЦЦА } ЦЦГ }	ЦАУ } Гистидин ЦАЦ } ЦАА } Глутамин ЦАГ }	ЦГУ } ЦГЦ } Аргинин ЦГА } ЦГГ }	У Ц А Г
	А	УУУ } УУЦ } Изолейцин УУА } УУГ } Метионин	АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ }	ААУ } Аспарагин ААЦ } ААА } Лизин ААГ }	АГУ } Серин АГЦ } АГА } Аргинин АГГ }	У Ц А Г
	Г	УУУ } УУЦ } Валин УУА } УУГ }	ГЦУ } ГЦЦ } Аланин ГЦА } ГЦГ }	ГАУ } Аспарагин ГАЦ } ГАА } Глутамин ГАГ }	ГГУ } ГГЦ } Глицин ГГА } ГГГ }	У Ц А Г

Генетический код
А — аденин, Г — гуанин, Ц — цитозин, У — урацил

Рисунок 3.
Генетический код.

Использованы данные статьи "The origins, determinants, and consequences of human mutations". Shendure J., Akey J.M. Science. 2015, 349:1478-83.

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 (15 баллов) Как и зачем пойкилотермные животные изменяют свою температуру и температуру других организмов? Рассмотрите поведенческий, морфологический и физиологический аспекты этого вопроса. Приведите примеры животных, использующих эти механизмы повышения температуры.

Задание №6 (18 баллов). Живорождение обычно рассматривается как крупный ароморфоз, дающий много преимуществ. Однако у млекопитающих всегда есть обратная сторона. В чем, по вашему мнению, могут заключаться недостатки живорождения? Приведите как можно больше вариантов ответа, объяснив каждый.

Задание №7 (18 баллов). В природе существует удивительное явление - программируемая клеточная смерть (апоптоз). У клетки в какой-то момент запускается программа, приводящая к ее уничтожению. Как вы думаете, для каких целей может использоваться такой механизм у многоклеточных животных? Приведите как можно больше вариантов ответа. Если можете, приведите примеры.