

Генеральный партнер олимпиады – Сбербанк - приветствует участников! Сбер сегодня — это команда единомышленников, которые разрабатывают новые крутые технологии и горят идеей менять мир к лучшему.



Для нас твоё участие в олимпиаде «Высшая проба» означает, что ты не боишься сложных задач, ориентирован на развитие, личностный рост и ответственно относишься к своему будущему. Верим в тебя, искренне желаем удачи на заключительном этапе.

Время выполнения заданий — 240 минут.

Пишите разборчиво. Ответ пишите на странице с соответствующим номером вопроса. Если используете дополнительный лист, обязательно напишите об этом на основном листе ответа. Если не знаете ответа, ставьте прочерк. Черновики не оцениваются.

Максимальное количество баллов — 100.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Некоторые растения синтезируют необычные вещества, оказывающие влияние на рост и развитие других растений. Их синтез может осуществляться разными частями растения: корнями, листьями, плодами. Такие вещества могут оказывать как тормозное, так и стимулирующее действие на другие растения. Это явление получило название аллелопатия, а уровень образования и накопления таких веществ в растениях — аллелопатическая активность. Многие инвазивные виды растений, а также сорняки, оказывают негативное аллелопатическое влияние на культурные растения.

Напишите пошаговый план эксперимента по выявлению аллелопатической активности одуванчика лекарственного по отношению к трем видам сельскохозяйственных растений в лабораторных условиях. Используйте для оценки только показатели прорастания семян и развития проростков в чашках Петри.

Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Витамин А или ретинол – один из жирорастворимых витаминов, предшественники которого человек получает с пищей. Гипервитаминоз, то есть состояние, вызванное избыточным употреблением витамина А, давно известно и описано, и включает ряд симптомов, таких как головная боль и тошнота, сухость кожи, повышенное давление и др. Первое описание гипервитаминоза витамина А встречается в дневниках голландского путешественника Геррита де Веера, одного из моряков команды Виллема Баренца (в честь которого впоследствии было названо Баренцево море). В 1597 году Геррит де Веер писал, что члены команды, употребившие в пищу печень белого медведя, получили сильнейшее отравление и долго восстанавливались, чтобы продолжить экспедицию. Местные же

жители никогда не употребляли эту часть туши белого медведя в пищу и даже бросали ее в море, чтобы ее не обнаружили и не съели их охотничьи собаки.

В будущем стало известно, что печень белого медведя чрезвычайно богата ретинолом – в среднем, в печени медведя содержится 45 граммов чистого ретинола! Чтобы отравиться, человеку достаточно употребить за сутки 250 000 МЕ ретинола. (Биологическая активность витаминов измеряется в международных единицах, МЕ. Например, 1 МЕ для ретинола – это эквивалент 0.3 мкг вещества). Сколько печени белого медведя достаточно употребить в пищу человеку, чтобы получить отравление? Считайте, что масса органа составляет 2% от массы тела белого медведя, а он весит в среднем 450 кг. Ответ дайте в граммах.

Задание № 3 (14 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясните Ваши действия.

Неизвестно, на какой именно планете впервые были обнаружены индикаторы. Эти существа легко меняют цвет в зависимости от того, какие эмоции испытывают. Учёные описали у индикаторов необычную реакцию на громкий и резкий звук: в течение примерно минуты их окраска бледнеет, и они становятся бесцветными. Вероятно, это своего рода маскировка.

Молекулярный механизм этого процесса частично изучен. Все разнообразные пигменты индикаторов синтезируются из одного и того же неокрашенного исходного соединения. Первую стадию в биосинтезе пигментов катализирует фермент А, кодируемый одноименным геном А. Пигменты недолговечны и быстро разрушаются, поэтому их биосинтез происходит постоянно.

В ответ на резкий звук слуховые клетки синтезируют и секретируют небольшой сигнальный белок D (его кодирует ген D), который обладает сродством к трансмембранному рецептору E (его кодирует ген E) пигментных клеток. Цитоплазматический домен рецептора E обладает протеинкиназной активностью: если лиганд D соединяется с рецептором E, в пигментной клетке происходит фосфорилирование белка B (он синтезируется на матрице гена B), приводящее к активации этого белка. Белок B – ингибитор фермента А. Таким образом, при резком громком звуке фермент А инактивируется, новые пигменты не синтезируются, а уже имеющиеся понемногу разрушаются.

Гены А, В, D и E не сцеплены друг с другом. У них известны рецессивные нефункциональные аллели. Все генотипы имеют одинаковую жизнеспособность и плодовитость.

Два индикатора с генотипами AA Bb Dd Ee и aa Bb dd Ee были скрещены и произвели многочисленных потомков первого поколения, которых содержат в специальном вольере. Если над этим вольером воспроизвести звук сирены, какая часть молодых индикаторов обесцветится, а какая останется окрашенными? Ответ запишите в процентах с точностью до первого знака после запятой (например, вместо «13,09%» запишите «13,1%»).

Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

Внимательно прочитайте текст, затем приступайте к выполнению заданий.

Диабеты — это патологические состояния, характеризующиеся повышенным содержанием глюкозы в крови (гипергликемией), которая со временем может приводить к развитию болезней сердца и почек, повреждению нервов (диабетическая нейропатия) и даже слепоте

(диабетическая ретинопатия). По оценкам 2021 года в мире проживают около 537 миллионов человек в возрасте от 20 до 79 лет, больных диабетом.

При сахарном диабете 1 типа (СД1) иммунная система организма атакует β -клетки поджелудочной железы, продуцирующие гормон инсулин. Иными словами, СД1 — это аутоиммунное заболевание, при котором организм синтезирует малые количества инсулина или не синтезирует его вовсе. По этой причине пациентам с СД1 требуются ежедневные инъекции инсулина, чтобы поддерживать уровень сахара в крови в допустимых пределах.

Напротив, при сахарном диабете 2 типа (СД2) поджелудочная железа вырабатывает инсулин, однако клетки организма недостаточно чувствительны к нему. Неспособность тканей эффективно отвечать на инсулин (инсулинорезистентность) становится причиной гипергликемии, которая лишь стимулирует секрецию этого гормона. К несчастью для некоторых пациентов с СД2, неадекватная продукция инсулина со временем может привести к дисфункции поджелудочной железы.

Существуют и другие разновидности диабета, например, моногенные формы, называемые также диабетом зрелого типа у молодых (англ. Maturity Onset Diabetes of the Young, MODY). Они представляют собой группу заболеваний, обусловленных нарушением нормального функционирования β -клеток поджелудочной железы вследствие генетических дефектов. В отличие от сахарных диабетов 1 и 2 типа, при MODY не наблюдаются аутоиммунная деструкция β -клеток и инсулинорезистентность.

MODY являются редкими заболеваниями и составляют лишь около 1.5 – 2% всех случаев диабета. К настоящему моменту известно 14 генов, ассоциированных с диабетом зрелого типа у молодых, и, соответственно, 14 подтипов MODY (MODY1-14). К наиболее распространенным причинам MODY относятся мутации в генах ядерного фактора гепатоцитов 4 α (*HNF4 α*) и глюкокиназы (*GCK*) — одного из ключевых ферментов гликолиза.

Чтобы понять этиологию GCK-MODY (MODY2), необходимо вспомнить механизм секреции инсулина β -клетками поджелудочной железы (Рис. 1). На мембране β -клеток расположено большое количество транспортеров GLUT2, которые обеспечивают эффективное поступление глюкозы внутрь клеток при увеличении ее концентрации в крови. В ходе гликолиза глюкоза метаболизируется в пируват, который затем транспортируется в митохондрии, где происходит цикл Кребса и синтез АТФ путем окислительного фосфорилирования. Увеличение концентрации АТФ в цитоплазме приводит к ингибированию АТФ-чувствительных калиевых каналов и, как следствие, деполяризации β -клеток. В ответ на деполяризацию открываются потенциал-зависимые кальциевые каналы. Вход в клетку ионов кальция вызывает слияние секреторных везикул, содержащих инсулин, с клеточной мембраной и его высвобождение посредством экзоцитоза.

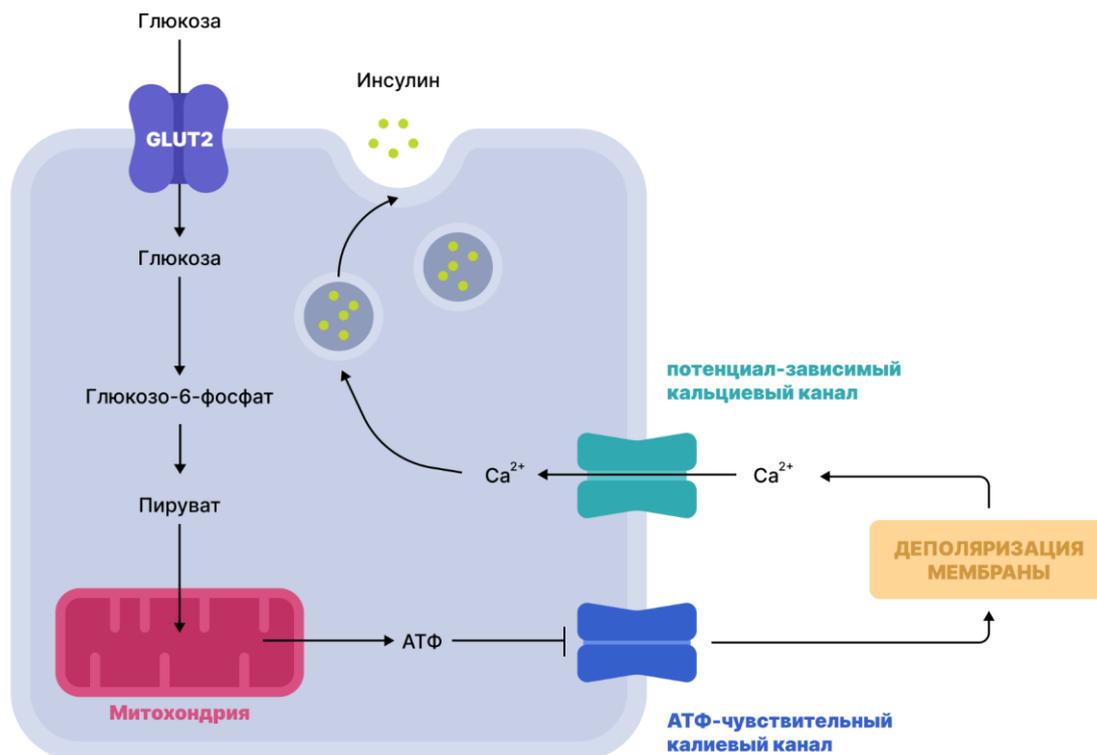


Рисунок 1. Механизм секреции инсулина β -клетками поджелудочной железы

Глюкокиназа катализирует первую реакцию гликолиза — превращение глюкозы в глюкозо-6-фосфат. Регуляция, осуществляемая на данной стадии, определяет скорость метаболизма глюкозы в β -клетках и обеспечивает количественное соответствие между продукцией инсулина и уровнем глюкозы в крови. По этой причине мутации в гене *GCK* могут привести к повышению порогового значения концентрации глюкозы, при котором происходит секреция инсулина.

Задания

Для ответа на задания используйте материал прочитанного текста. В каждом задании содержится не менее одного верного утверждения. Вам нужно выбрать все верные утверждения. Запишите соответствующие им буквы (A-D) в таблицу к вопросу №4 в бланке ответов.

- Выберите вариант, в котором указана верная последовательность событий, приводящих к секреции инсулина β -клетками поджелудочной железы
 - (1) вход ионов кальция в β -клетку
 - (2) транспорт пирувата в митохондрию
 - (3) гликолиз
 - (4) цикл Кребса и синтез АТФ
 - (5) закрытие потенциал-зависимых Ca^{2+} каналов
 - (6) секреция инсулина

- V. (1) транспорт глюкозы в β -клетку
(2) гликолиз
(3) транспорт глюкозо-6-фосфата в митохондрию
(4) цикл Кребса и синтез АТФ
(5) закрытие потенциал-зависимых Ca^{2+} каналов
(6) секреция инсулина
- C. (1) транспорт глюкозы в β -клетку
(2) гликолиз
(3) цикл Кребса и синтез АТФ
(4) ингибирование АТФ-чувствительных K^+ каналов
(5) открытие потенциал-зависимых Ca^{2+} каналов
(6) секреция инсулина
- D. (1) транспорт глюкозы в митохондрию
(2) гликолиз
(3) цикл Кребса и синтез АТФ
(4) ингибирование АТФ-чувствительных K^+ каналов
(5) открытие потенциал-зависимых Ca^{2+} каналов
(6) секреция инсулина
2. Среди перечисленных ниже генов выберите те, мутации в которых могут быть причиной MODY
- A. *KCNJ11*, кодирующий субъединицу АТФ-чувствительного K^+ канала
B. *INS*, кодирующий инсулин
C. *HBB*, кодирующий β -субъединицу гемоглобина
D. *AMY1A*, кодирующий амилазу
3. К возможным осложнениям диабета относятся:
- A. ретинопатия
B. гипергликемия
C. нефропатия
D. нейропатия
4. Аутоиммунные антитела к β -клеткам поджелудочной железы обнаруживают у пациентов с:
- A. сахарным диабетом 1 типа
B. сахарным диабетом 2 типа
C. MODY2
D. Все ответы неверные
5. Выберите верное (-ые) утверждение (-я) о MODY2:
- A. MODY2 ассоциирован с мутациями в гене *HNF4a*
B. MODY2, как правило, является наследственным заболеванием
C. MODY2 ассоциирован с мутациями в гене глюкокиназы
D. для клеток пациентов с MODY2 характерна инсулинорезистентность

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).

Огромные грифы, обитающие в Аризоне - калифорнийские кондоры - достигают почти трех метров в размахе крыльев. Эти крупные птицы оказались на грани вымирания, и одна из основных причин - отравление свинцом. Дело в том, что кондоры часто съедают трупы убитых охотниками животных, а для охоты используются свинцовые пули или дробь. Ситуация доходит до того, что егери отлавливают птиц и производят очистку их крови от свинца, а также подкармливают неотравленными тушами. Интересно, что популяция койотов в той же местности не испытывает подобных проблем со свинцом. Почему?

Задание № 6 (16 баллов).

Клетки человека способны выделять наружу (т.е. из клетки) ряд разнообразных веществ. Какие это могут быть вещества? Зачем клетки их выделяют? Если можете, для каждой версии приведите по одному примеру.

Задание №7 (16 баллов).

Высокогорные условия характеризуются рядом экстремальных факторов. Приведите примеры адаптаций, которые сформировали организмы для приспособления к таким условиям. Для каждого примера укажите, к какому именно фактору помогает приспособиться адаптация и каким образом.