



Всесибирская олимпиада по биологии 2024–2025 Заключительный этап. 2 марта 2025 года.

11 класс

Время выполнения задания – 4 часа

1. В чём сила? (20 баллов)

Мидихлорианы – эндосимбиотические органоиды во всех живых клетках персонажей из «Звездных войн». Орден джедаев активно изучает работу мидихлориан у всех известных видов в далекой-далекой галактике. Они узнали, что за чувствительность к силе отвечает ген FSP (force-sensitivity protein), который локализуется в ядре клетки. В мидихлорианах был найден ген FSA (force-sensitivity activator), продукт активного аллеля этого гена (A) активирует транскрипцию FSP. Другой найденный ген, FSI (force-sensitivity inhibitor), лежит в X-хромосоме и регулирует трансляцию FSP. Продукт доминантного аллеля (I) узнает FSP на поздней стадии трансляции и прерывает ее.

Все персонажи «Звездных войн» диплоидны, женский пол гомо-, а мужской — гетерогаметен. В мидихлорианах гаплоидный набор генов, на большинстве планет мидихлорианы наследуются только по материнской линии.

Вопрос 1. Для активации транскрипции гена FSP достаточно присутствия небольшого количества продукта гена FSA. При этом для гена FSI наблюдается эффект неполного доминирования: полное отсутствие чувствительности (ингибирование трансляции) наблюдается только у гомозигот II, гетерозиготы и гемизиготы по этому гену некоторую долю чувствительности имеют. Подумайте, с чем это может быть связано.

Вопрос 2. Джедаи исследовали планеты Датомир и Альдераан. Датомир известен тем, что там наибольшая чувствительность к силе, тогда как на Альдераане такие люди очень редки. Как показало исследование, на Датомире частота аллеля i – 0,9, а частота аллеля a – 0,3. На Альдераане же частоты этих аллелей 0,2 и 0,6 соответственно. Напишите, какая доля среди мужчин и среди женщин на этих планетах будут нечувствительны, чувствительны и очень чувствительны к силе. Для каждого варианта фенотипа укажите все возможные генотипы, а также рассчитайте частоты их встречаемости.

Вопрос 3. Магистр Йода пытался разработать подход для увеличения чувствительности к силе у мужчин. Ему удалось активировать проникновение мидихлориан из сперматозоида в зиготу, при этом в зиготе количество «мужских» и «женских» мидихлориан быстро уравнивается. Он применил свой подход на планете Альдераан. Какова будет вероятность рождения на этой планете детей с нечувствительностью к силе, чувствительных и очень чувствительных к силе, если подход магистра Йоды применялся абсолютно ко всем жителям планеты? Успешен ли подход Йоды для увеличения силы у мужского населения? Если да, то доля каких мужчин увеличится больше: с высокой или средней чувствительностью к силе? Аргументируйте свой ответ.

2. Диабет (20 баллов)

Термин «**диабет**» возник еще в Древней Греции для описания группы заболеваний, при которых человек терял способность удерживать воду в организме. Такие больные страдали **полиурией** (избыточным выделением мочи) и жаловались на постоянную жажду. Позже было установлено, что диабет является гетерогенным заболеванием и его причины могут иметь различную природу. Самым известным в настоящее время является сахарный диабет, который возникает из-за нарушений эндокринной регуляции углеводного обмена.

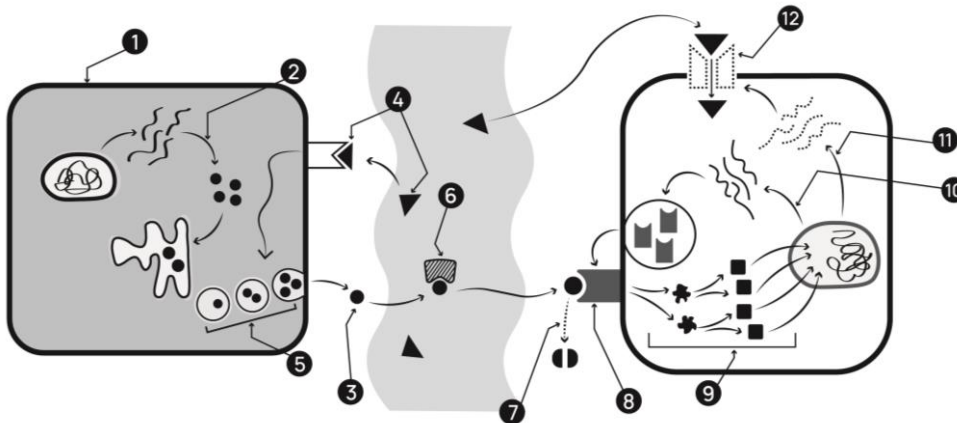
Вопрос 1. На уровень глюкозы в крови влияют разные гормоны. В бланке ответов заполните таблицу: для каждого гормона подпишите, в каком органе он вырабатывается и какое влияние оказывает на концентрацию глюкозы.

Вопрос 2. Какой из перечисленных в бланке ответов гормонов вовлечен в развитие сахарного диабета? Что будет происходить с уровнем глюкозы при отсутствии эффектов этого гормона (повысится / понизится / не изменится)? Почему отсутствие эффектов других гормонов на уровень глюкозы в крови является для организма более опасным состоянием, чем сахарный диабет?

Вопрос 3. Подпишите структуры нефрона на рисунке в бланке ответов. Опишите механизм возникновения полиурии у пациентов с сахарным диабетом, заполнив пропуски в тексте:

Изменение концентрации глюкозы в моче связано с (А) *филтрацией/реабсорбцией /секрецией (выбрать нужное)*, которая в норме происходит в (Б) отделе нефрона (*поставить одну цифру с рисунка*), но при повышении количества глюкозы в крови при сахарном диабете интенсивность этого процесса значительно (В) *увеличивается/снижается /не изменяется (выбрать нужное)*, что приводит к (Г) *повышению / снижению / сохранению (выбрать нужное)* прежнего количества глюкозы в первичной моче. По этой причине основной объем воды, который должен уходить из первичной мочи в (Д) (*поставить одну цифру с рисунка*) нефрона остается в составе вторичной мочи. Увеличение осмоляльности крови и потеря больших объемов воды при сахарном диабете приводит к дополнительной секреции (Е) (*название гормона*), который синтезируется в (Ж) (*название органа*). Этот гормон действует на (З) (*поставить одну цифру с рисунка*) нефрона, а также активирует центр жажды. Его секреция позволяет немного сократить потери воды в организме и избежать полного обезвоживания при диабете.

Вопрос 4. Ниже приведена схема работы гормона, который задействован при развитии сахарного диабета. Сопоставьте подписи компонентов эндокринной системы с цифрами на рисунке. Результат внесите в таблицу в бланке ответов.



Глюкоза
Гормон
Инактивация
Передача сигнала в ядро
Рецептор
Система секреции
Трансляция
Транспортер глюкозы
Транспортные белки крови
Увеличение числа мРНК
Уменьшение числа мРНК
Эндокринная клетка

Существует два типа сахарного диабета, при каждом из них отсутствуют эффекты гормона на организм. В случае сахарного диабета 1 типа у больных наблюдается низкое содержание гормона в крови, а при 2-м типе уровень гормона может быть достаточно высоким, но несмотря на это развивается патология. Проанализировав схему действия гормона, объясните из-за чего развивается каждый из типов диабета.

Вопрос 5. Известно, что многие внешние и внутренние факторы могут нарушать приведенную выше схему передачи сигнала и приводить к развитию диабета. В бланке ответов сопоставьте причину с типом диабета (1 и 2 тип), к которому она может приводить, и кратко опишите каким образом данный фактор может быть связан с развитием заболевания.

Вопрос 6. Какой из типов диабета можно успешно лечить, вводя дополнительное количество гормона в кровь? Почему для другого типа диабета позитивные эффекты лечения наблюдаются только в начале, а затем метод становится неэффективным?

3. Присаживайтесь! (20 баллов)

Животные, приспособленные к сидячему образу жизни, обычно сильно отличаются по строению от своих предков и современных родственников. Однако некоторые характерные черты могут сохраняться и даже в этом случае, особенно на личиночной стадии.

Вопрос 1. На рис. 1 изображены три взрослых животных, ведущих прикрепленный образ жизни (римские цифры), и их подвижные личинки (буквы), а также показаны некоторые особенности их внешнего и внутреннего строения.

1.1. Сопоставьте личинку и взрослую форму.

1.2. Для чего в жизненном цикле таких организмов есть подвижная стадия?

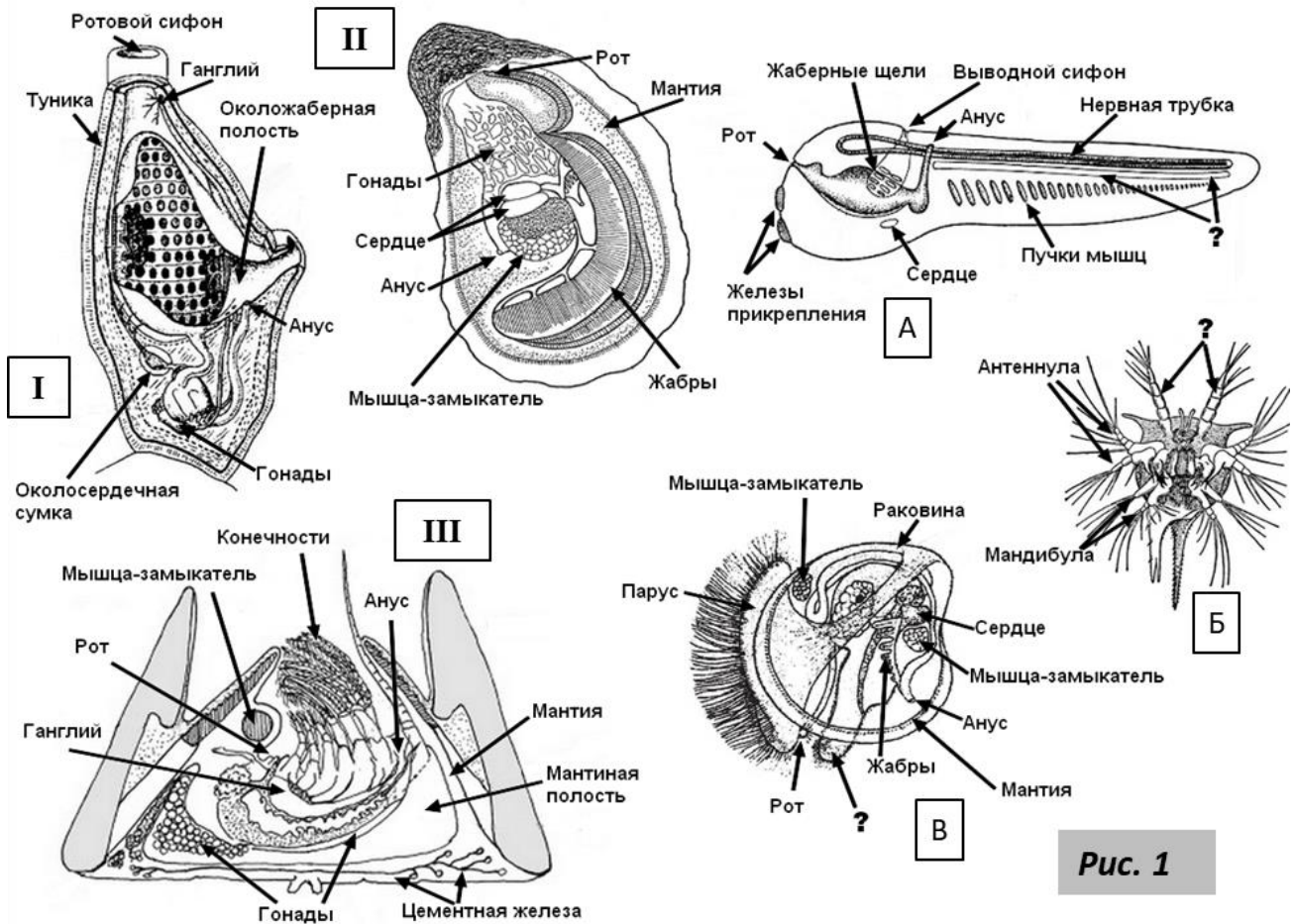


Рис. 1

Вопрос 2.

2.1. К какому типу и классу принадлежит каждый из этих организмов?

2.2. Приведите для каждого животного по 2 признака, по которым можно определить принадлежность к соответствующему типу.

На рис. 1 некоторые органы личинок отмечены вопросительным знаком.

2.3. Назовите эти структуры.

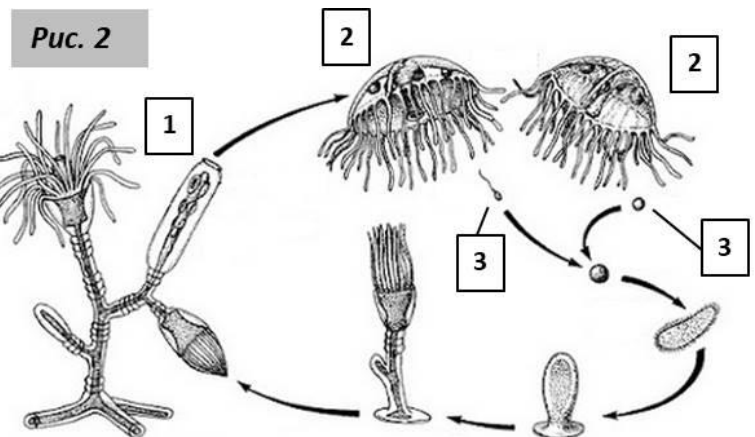


Рис. 2

Вопрос 3. Для некоторых животных характерен метазенез (чередование полового и бесполого поколений). На рис. 2 показан жизненный цикл представителя гидроидных кишечнополостных.

3.1. Как называются стадии, обозначенные арабскими цифрами?

3.2. Какие из них являются гаплоидными?

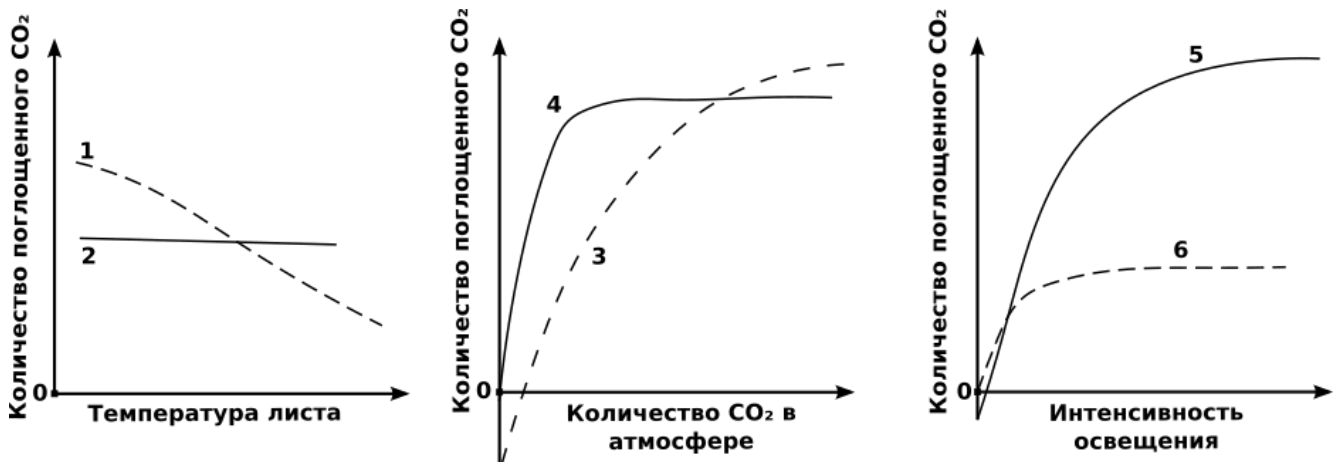
3.3. Назовите гаплоидные стадии жизненного цикла животных, изображенных на рис. 1.

4. Испытание трав (20 баллов)

Копаясь долгим зимним вечером в подвалах замка Каэр Морхен, ведьмак Весемир нашел уникальную книгу — ботанический атлас, описывающий растения, необходимые для испытания травами. К сожалению, значительная часть страниц оказалась повреждена. Тем не менее, ведьмак решил попытаться счастья и отправил ее ботанику в Оксенфуртский университет, откуда получил ответ следующего содержания: разобраться можно, но в книге большой акцент делается на некое неизвестное ботанику свойство растений. Мол, большинство растений в жаркий день могут начать интенсивно «дышать» (выделять больше углекислого газа, чем усваивать в процессе фотосинтеза), они в атласе подписаны как С3-растения, но есть те, которые такой особенностью не обладают, и они везде указаны как С4. Если бы получилось как-то растения по этому параметру оценить, то с остальным профессор справится сам.

Вопрос 1. Как называется процесс, о котором идет речь? С низкой специфичностью к CO_2 какого фермента связано это явление?

Весемир решил обратиться к магии и рассказал ситуацию чародейке Трисс Меригольд. Что-то поколдовав над собранными ведьмаком растениями, она начертила три графика, заявив, что их должно быть достаточно, чтобы разобраться, к какому типу относятся собранные растения. Однако она просто перерисовала свои видения и ничего в них не понимает. К тому же, каждый график оказался построен для разных пар растений.

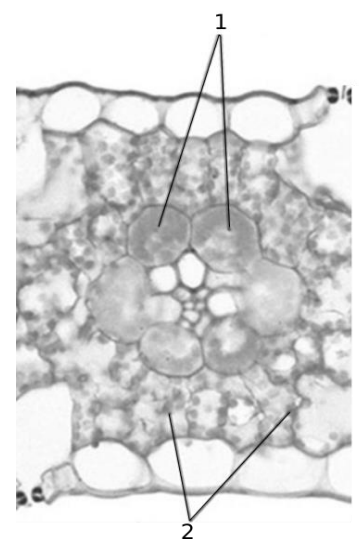


Вопрос 2. Для каждого растения из пары (1 и 2, 3 и 4, 5 и 6) укажите тип (С3 или С4). Аргументируйте свой выбор. Учтите, чутье ведьмака подсказывает Весемиру, что один из графиков лишь частично относится к интересующему его свойству и сделать выбор по нему не получится. Для пары растений с этого графика можно указать «определить невозможно», однако этот выбор все еще необходимо аргументировать.

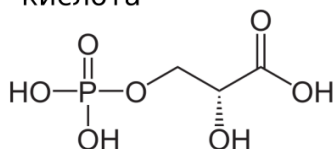
Вопрос 3. Пользуясь графиками, предположите, растения какого типа ведьмак с большей вероятностью встретит в окрестностях замка Каэр Морхен (средняя температура летом 19°C , преобладают леса), а за какими с большей вероятностью придется ехать в Нильфгаард (средняя температура летом 28°C , преобладают степи). Аргументируйте свой выбор.

Определив несколько растений, Весемир послал новое письмо в Оксенфуртский университет с вновь полученной информацией. Вскоре оттуда пришел ответ: ботаник сравнил растения, определенные Весемиром, и пришел к выводу, что они различаются анатомически, то есть для дальнейшего определения можно не прибегать к помощи чародейки. Он даже прислал свою зарисовку среза листа и предложил ведьмаку угадать, к какому типу она относится.

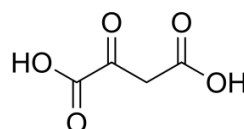
Вопрос 4. Определите, к какому типу растений, С3 или С4, относится данный лист, и аргументируйте свое решение. Как называются клетки под цифрой 1 и под цифрой 2, в каких из них активен фермент из вопроса 1? В каких клетках в процессе фотосинтеза образуются 3-фосфоглицериновая кислота и оксалоацетат?



3-фосфоглицериновая кислота



Оксалоацетат



Вопрос 5. Предположите, какие растения могли быть в атласе. Приведите по два примера растений, относящихся к С3 и С4.

5. Вирус в Сумеру (20 баллов)

В регионе Сумеру распространено опасное заболевание — элеазар. Считается, что причина развития — вирус Элеазар. Когда герой Тарталья заразился элеазаром, доктор Дотторе, ищущий лекарство от данного заболевания, ввел ему сыворотку, полученную из крови своей дочери Коллеи, имеющей иммунитет к данной болезни. В течение 5 дней у Тартальи полностью пропали симптомы элеазара, и он смог вернуться в отряд.

Вопрос 1. Объясните, почему Тарталья выздоровел при проведении данной процедуры. Какие клетки обуславливают процесс выздоровления?

Вопрос 2. Узнав об этом, доктор Бай Чжу решил проверить, можно ли таким образом предотвратить заражение. Он взял сыворотку крови Коллеи и ввел их другому герою — Венти. Как вы считаете, выработается ли у Венти после этого иммунитет к данному заболеванию? Ответ поясните.

Вопрос 3. Опишите, что надо сделать доктору Бай Чжу, чтобы получить вакцину от элеазара. Приведите не менее трех подходов, которым он может воспользоваться. Подробно расписывать подходы не нужно.

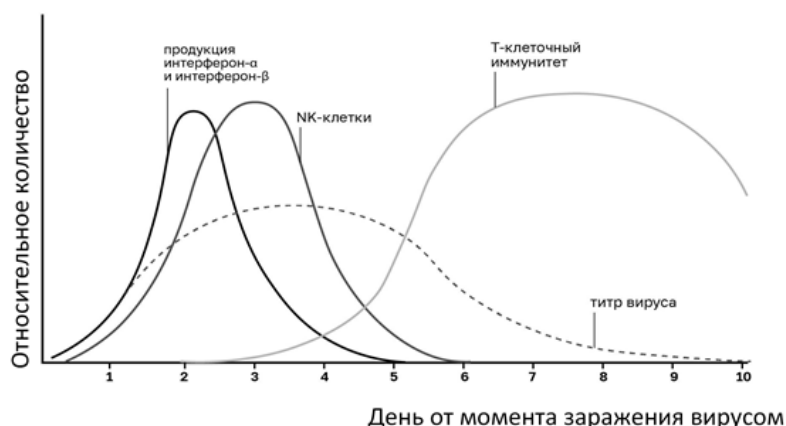
Вопрос 4. После разработки вакцины, ее стали использовать для предотвращения заболевания. Ниже представлены стадии развития специфического иммунного ответа, расположите их в правильном порядке. Некоторые стадии могут быть лишними.

- А** Синтез специфических антител против возбудителя
- Б** Перенос компонентов вакцины в лимфатические узлы
- В** Введение Вакцины
- Г** Развитие цитотоксического шока
- Д** Нейтрализация патогена антителами
- Е** Размножение В-клеток
- Ж** Гибель клеток организма

Вопрос 5. Вакцину начали производить, однако, часть населения Сумеру отказываются вакцинироваться, так как считают, что Элеазар — это Божественная кара и нельзя препятствовать свершению судьбы. Необходимо каким-то образом облегчить симптомы заболевания у этой группы людей.

В академии Сумеру выяснили, что важную роль в противовирусном иммунном ответе играют интерфероны (ИФН), которые вырабатываются макрофагами и В-лимфоцитами. ИФН- α и ИФН- β активируют НК-клетки (клетки «естественные киллеры») к лизису вирусинфицированных клеток еще до формирования специфического Т-клеточного иммунитета. НК-клетки распознают клетки, инфицированные вирусом не по специфическим антигенам, а потому что в них нарушено формирование молекул главного комплекса гистосовместимости.

Ниже представлен график зависимости продукции интерферонов, количества НК-клеток, вируса и клеток специфического Т-клеточного иммунитета от дня заболевания.



5.1. Как вы думаете, зачем организму нужна активация НК-клеток, ведь она не приводит к снижению титра вируса?

5.2. Что будет происходить, если человеку постоянно будут вводить интерфероны α и β после заражения вирусом (до 8-10 дня)?

5.3. Стоит ли назначать интерфероны человеку, если с момента заражения прошло уже 4-5 дней?

5.4. Можно ли использовать препараты интерферонов в качестве профилактики при контакте с инфицированными людьми?

Вопрос 6. Дополнительные исследования показали, что интерфероны α и β , выделяются клетками, зараженными вирусами и воздействуют на соседние клетки, чтобы препятствовать распространению вируса. Связываясь с рецепторами на мембране соседних клеток, интерфероны активируют РНК-азу и инактивируют фактор трансляции eIF-2. Предположите, как это может препятствовать распространению вируса.