

Всесибирская олимпиада по биологии 2025–2026

Заключительный этап. 1 марта 2026 года

10 класс

Время выполнения задания – 4 часа

N* Новосибирский
государственный
университет
***НАСТОЯЩАЯ НАУКА**

1. Больше зло, меньше зло... сыграем лучше в гвинт (20 баллов)

...Огромная брукса, ещё недавно казавшаяся безобидной девушкой, беззвучно ринулась на Геральта, и он не избежал её удара: она глубоко пробила его живот своими когтями. Её пронзительный вопль ошеломил ведьмака и с ужасающей силой бросил на камни, а боль от этого затмила все его чувства. Когда брукса уже готовилась к решающему прыжку, Нивеллен, рыча, пригвоздил её осиновым колом. Осознав, что это его последний шанс, Геральт рванулся вперёд и одним смертельно точным ударом покончил с ней. Он не знал, сколько времени провел без сознания, но очнулся он в храме Мелитэле, когда настоятельница Нэннеке уже осмотрела его и сообщила, что у него серьезно повреждены толстая кишка, печень и другие органы, а всё тело покрыто бесчисленными ранами.

Поскольку на Континенте шла война с Нильфгаардом, свободных врачей у нее не было, и спасти Геральта досталось молодым послушникам, едва освоившим строение человеческого тела.

Вопрос 1. Помогите им вспомнить, чем печень отличается от кишечника: сравните строение полых и паренхиматозных органов на примере кишечника и печени. Вспомните, что такое каркас органа и из каких тканей он может быть построен? Какие основные функции у этих органов, и какие клетки обеспечивают возможность их выполнения? Заполните таблицу в бланке ответов.

Вопрос 2. В стенках полых органов присутствуют относительно крупные сосуды; в паренхиматозных же они как правило образуют обширные сети из тонких сосудов.

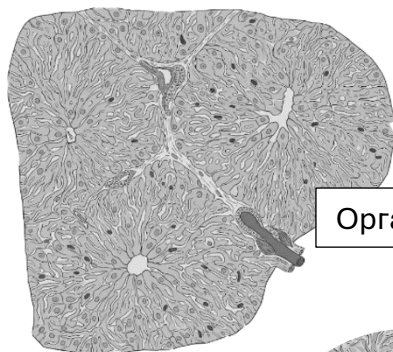
2.1. Предположите, какой из двух поврежденных органов легче зашить с целью остановки кровотечения?

2.2. Какой орган нужно спасти первым, чтобы Геральт не истёк кровью?

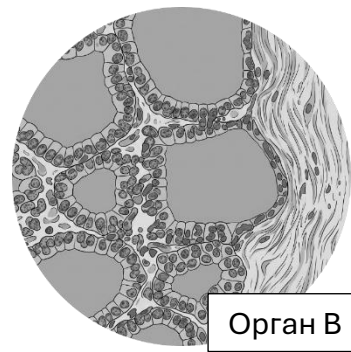
2.3. Чем могут быть опасны проникающие раны кишечника помимо кровотечения?

Вопрос 3. Вместе с Геральтом в мешочке привезли некоторые части тела, потерянные им во время схватки. Одному из настоятелей стало интересно установить все повреждения, поэтому он попросил у местного алхимика Калькштейна микроскоп и принялся изучать органы. Чтобы было проще, он предварительно осмотрел Геральта и выяснил, в каких регионах тела были раны, занеся результаты в табличку.

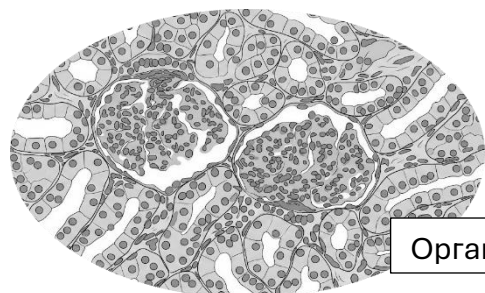
Назовите представленные органы (к которым относятся демонстрируемые участки) и отнесите их к соответствующим системам организма в бланке ответов.



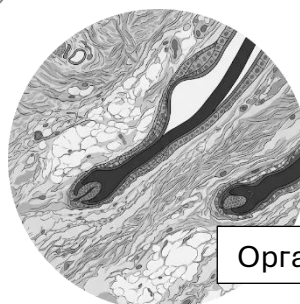
Орган А



Орган В



Орган Б



Орган Г

2. Первое правило клуба листьев (20 баллов)

На поверхности листьев, равно как и внутри тканей растений, могут обитать различные микроорганизмы, образующие собственную экосистему, влияющую на жизнедеятельность растений. Совокупность таких микроорганизмов называют микробным сообществом филлосферы. Условия существования этих микроорганизмов во многом определяются анатомическим строением листа.

В степной зоне были обследованы три вида растений, произрастающих в сходных климатических условиях, но отличающихся строением листа:

- **Вид А** — многолетнее однодольное травянистое растение, устойчивое к засухе;
- **Вид В** — однолетнее однодольное травянистое растение с высокой скоростью роста;
- **Вид С** — двудольное травянистое растение.

В бланке ответов на рисунках 1–3 представлены **поперечные срезы листьев** этих растений.

Вопрос 1. Установите соответствие между рисунками 1–3 и видами А, В и С. Для каждого вида укажите три анатомических признака, по которым был сделан вывод.

Вопрос 2. Для каждого вида были получены следующие данные по микробиоте. Объясните, какие анатомические особенности видов А, В и С могли обусловить различия в разнообразии эпифитной микробиоты. Укажите три фактора.

Показатель	Вид А	Вид В	Вид С
Разнообразие эпифитной микробиоты	Высокое (22 вида)	Умеренное (15 видов)	Низкое (8 видов)
Стабильность эпифитного сообщества	Высокая	Низкая	Умеренная
Наличие эндофитов	Есть (стабильные)	Единичные случаи	Есть (переменные)
Устойчивость к <i>P. Syringae</i> (Фитопатогенная бактерия)	Высокая	Низкая	Умеренная
Антимикробные метаболиты	Обнаружены	Не обнаружены	Следовые количества

Вопрос 3. Почему у многолетних растений (виды А и С) формируются стабильные эндофитные сообщества, а у однолетнего вида В - нет? Предложите два объяснения, связанных с жизненной стратегией растений.

Вопрос 4. Предположите, какие механизмы защиты от патогенов могут обеспечивать эндофитные микроорганизмы у вида А. Приведите три различных механизма.

Вопрос 5. Предложите эксперимент для проверки гипотезы о том, что антимикробные метаболиты микробиоты вида А играют ключевую роль в защите от *P. syringae*. Опишите контрольные группы и ожидаемые результаты.

3. Когда пепе доходит до десерта (20 баллов)

Зубы – отражение рациона. Форма зубов напрямую связана с тем, чем животное питается. По складкам и бугоркам зубов можно прочесть весь рацион животного, как возраст дерева по годичным кольцам.

Вопрос 1. Установите соответствие между животными и характерными для них зубными формулами и описаниями жевательной поверхности их зубов, данными в бланке ответов. Напишите, чем питаются эти животные.

Животные: А – Волк; Б – Еж; В – Кабан; Г – Корова; Д – Лошадь.

Зубные формулы представлены справа.

$$1. \begin{matrix} 3 & 1 & 3 & 3 \\ \hline I & C & P & M \\ 3 & 1 & 3 & 3 \end{matrix}$$

$$2. \begin{matrix} 3 & 1 & 4 & 3 \\ \hline I & C & P & M \\ 3 & 1 & 4 & 3 \end{matrix}$$

$$3. \begin{matrix} 3 & 1 & 4 & 2 \\ \hline I & C & P & M \\ 3 & 1 & 4 & 3 \end{matrix}$$

$$4. \begin{matrix} 0 & 0 & 3 & 3 \\ \hline I & C & P & M \\ 4 & 0 & 3 & 3 \end{matrix}$$

$$5. \begin{matrix} 3 & 1 & 3 & 3 \\ \hline I & C & P & M \\ 2 & 1 & 3 & 3 \end{matrix}$$

Вопрос 2. Лошадь и корова питаются травой, однако микроструктура и рисунок их жевательных поверхностей различаются. У лошади коренные зубы имеют лофодонтный тип строения: протяжённые эмалевые гребни, образующие широкие «лопастные» участки перетирания. У коровы зубы селенодонтные: жевательная поверхность включает серповидные эмалевые гребни, чередующиеся с участками дентина и цемента.

2.1. Как различие в рисунке жевательной поверхности у лошади и коровы связано с различными движениями и жеванием?

2.2. Объясните, почему у травоядных копытных формируются гипсодонтные зубы (зубы, у которых высота коронки значительно превышает её ширину).

Вопрос 3. Представьте, что у мыши или бобра резцы имели бы полноценные корни, как у собаки. Почему такая особенность стала бы для них критическим недостатком? Как отсутствие корней в привычном понимании стало их ключевым эволюционным преимуществом? Какие еще особенности строения имеют зубы грызунов?

Вопрос 4. У всеядных и травоядных животных проблемы с деминерализацией зубной эмали возникают чаще, чем у хищников. Дайте объяснение этой закономерности, учитывая, что значительную роль в этом процессе играют микроорганизмы, обитающие в ротовой полости.

4. Молекулярная мимикрия (20 баллов)

В мире биохимической войны между растениями и их потребителями часто побеждает не самый сильный яд, а более «хитрый». Ряд токсичных метаболитов растений обладает структурным сходством с эндогенными веществами животных организмов. Такая молекулярная мимикрия позволяет токсинам конкурировать с естественными субстратами за связывание с ферментами или рецепторами, а также включаться в процессы биосинтеза, нарушая нормальный метаболизм.

Рассмотрите три токсичных соединения растительного происхождения:

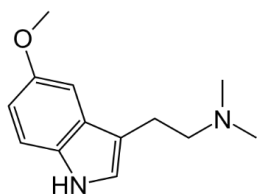


Рис 1. 5-Метокси-N,N-диметилтриптамин (5-MeO-DMT)

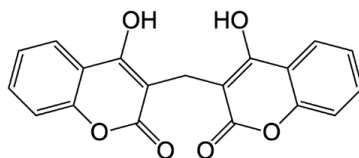


Рис 2. Дикумарол

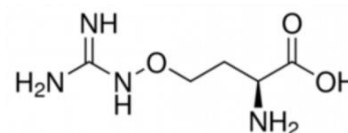
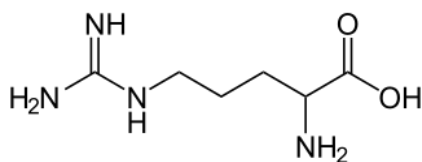
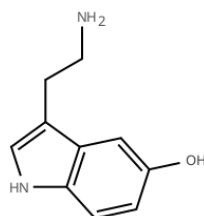


Рис 3. Канаванин

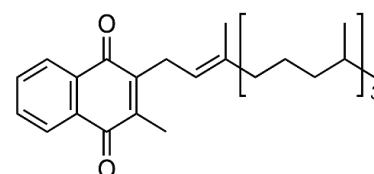
Вопрос 1. Соотнесите каждый токсин с веществом, под которое он мимикрирует. Для каждого вещества назовите ключевой биологический процесс, в котором это вещество играет важную роль.



А
Аргинин



Б
Серотонин



В
Витамин К

Вопрос 2. Рассмотрите структуру и предложите принцип действия яда, содержащего канаванин. Почему отравление канаванином может иметь отсроченный токсический эффект (симптомы проявляются через часы/дни), в то время как действие 5-MeO-DMT развивается за минуты?

Вопрос 3. Отравление дикумаролом приводит к нарушениям свёртывания крови, однако клинические проявления не возникают сразу, а развиваются постепенно. В лечении используют филлохинон, необходимый для модификации факторов свертываемости крови, а в тяжелых случаях - готовые факторы свёртывания крови.

3.1. Объясните, почему нарушения свёртывания крови при отравлении дикумаролом развиваются постепенно, а не мгновенно. В ответе укажите, что происходит:

- с факторами свёртывания, синтезированными до начала воздействия дикумарола;
- с синтезом факторов через несколько часов после попадания дикумарола в организм.

3.2. Почему введение филлохинона не оказывает немедленного эффекта? В каких ситуациях введение филлохинона может оказаться недостаточно эффективным, даже при адекватной дозе?

3.3. Объясните, почему введение готовых факторов свёртывания крови приводит к быстрому, но временному улучшению состояния. Что произойдет со свертыванием крови спустя несколько часов и суток после такой терапии, если поступление дикумарола продолжается?

5. Живые удобрения (20 баллов)

Плодородие почвы создают не только минералы, но и ризосферные бактерии — микроорганизмы, живущие у корней растений. Они работают как природные биофабрики: одни усваивают азот из воздуха (азотфиксация), другие растворяют недоступные фосфаты, третьи производят гормоны роста. На их основе создают биоудобрения. Чтобы выделить такие бактерии, учёные используют специальные питательные среды, например, среду Эшби.

Вопрос 1. Предположите, почему на среде Эшби смогли вырасти только азотфиксирующие бактерии?

Вопрос 2. Активность ключевого фермента азотфиксации — нитрогеназы — у бактерии *Azotobacter vinelandii* сильно зависит от концентрации кислорода в среде, так как кислород её инактивирует. В эксперименте измеряли скорость фиксации азота (активность, в условных единицах) при разной концентрации растворённого O_2 . Данные представлены в таблице.

Концентрация O_2 (% от насыщения)	0	10	20	30	40	50	60
Активность нитрогеназы (усл. ед.)	100	85	60	30	10	5	2

Постройте график зависимости активности нитрогеназы от концентрации кислорода. На оси X отложите концентрацию O_2 (%), на оси Y — активность фермента (усл. ед.). Соедините точки плавной кривой. Обозначьте на графике точку, соответствующую максимальной активности.

Вопрос 3. Основываясь исключительно на данных построенного графика, предложите, как можно повысить эффективность азотфиксации *Azotobacter* при промышленном производстве биоудобрений. Объясните свой способ, опираясь на выявленную зависимость.

Вопрос 4. Опытные данные показывают, что для замены 1 кг аммиачной селитры на 1 гектаре требуется внести не менее 5×10^{11} клеток азотфиксирующих бактерий. Рассчитайте, какую массу (в граммах) экспериментального биоудобрения нужно внести на 1 га, если в 1 г этого препарата содержится 2×10^9 бактериальных клеток.

Вопрос 5. Почему в состав эффективного биоудобрения выгодно включать не один, а несколько разных видов полезных бактерий? Приведите две причины.

Вопрос 6. Фиксация атмосферного азота — энергоёмкий процесс. Известно, что для фиксации 1 молекулы N_2 требуется 16 молекул АТФ, а для синтеза одной молекулы АТФ клетке необходимо усвоить 1 атом фосфора (P). **Рассчитайте**, сколько килограммов фосфора потребуется популяции бактерий для фиксации 1 кг атмосферного азота.

*Для расчёта используйте: $M(N_2) = 28$ г/моль, $M(P) = 31$ г/моль,

Вопрос 7. Объясните, какое ключевое экологическое преимущество имеют биоудобрения на основе бактерий по сравнению с обычными минеральными удобрениями.