

# Олимпиада «Ломоносов» по фундаментальной медицине

2024/2025 учебный год

Отборочный этап, 8-10 классы

Критерии оценивания заданий

Максимальная оценка за каждое задание – 25 баллов.

## Задание 1

*Известно, что многие промышленные красители токсичны для организма человека. Например, анилиновые красители – сильные канцерогены. В связи с этим возросла популярность традиционных, натуральных пигментов. Большинство из них имеют растительное происхождение, но некоторые – животное. Хорошо известный пример – королевский пурпур, которым красили в фиолетовый цвет свои плащи знатные люди в Римской империи. Для изготовления 1 грамма фиолетового красителя требовалось выловить более 10 тысяч морских улиток *Bolinus brandaris*. Известно еще несколько примеров традиционных красителей животного происхождения. Назовите 3-4 примера красителей животного происхождения. Какое влияние они могут оказывать на здоровье человека? С какими еще рисками для здоровья может быть сопряжено использование натуральных пигментов в окрашивании одежды и бытовых предметов?*

1. Названо минимум три красителя животного происхождения: **5 баллов**

Примеры красителей животного происхождения:

- Кармин (кошениль, киноварь) – из насекомых, мексиканской кошенили;
- Сепия (чернила головоногих моллюсков, преимущественно относится к чернилам каракатиц);
- Шеллак (сам по себе шеллак почти не окрашен и использовался как традиционный лак-полимер. Описаны традиционные техники экстракции красителя из тех же насекомых *Kerria lacca* в процессе заготовки шеллака, lac dye, rakkudai (яп.));
- Кermес (дубовая кошениль) – традиционный краситель из насекомых семейства *Kermesidae*;
- Костный черный, костный уголь – черный краситель, получаемый при сжигании костей животных, преимущественно крупного рогатого скота;
- Чернила кальмара – имеют ограниченное применение, до настоящего времени используются для окрашивания теста в черный цвет;
- Костную муку использовали для отбеливания.

2. Отмечено, что в целом красители животного происхождения безопасны: **5 баллов**

Многолетняя история применения красителей животного происхождения показала, что ни один из них не оказывает значимого влияния на организм человека и при попадании в ЖКТ у большинства людей не возникает побочных эффектов.

### 3. Указаны риски развития аллергии: **10 баллов**

Большинство красителей животного происхождения содержит потенциальные аллергены. Особенно аллергенны красители, полученные из насекомых. Также баллы можно поставить за редкие, но обоснованные предположения. Например: чернила моллюсков используются для защиты, значит они могут содержать токсичные и опасные для животных вещества (вероятно могут, но концентрация очень мала). В костной муке могут содержаться прионы, опасно при попадании внутрь (могут, но случаи такого заражения не описаны).

### 4. Указаны дополнительные факторы риска применения красителей животного происхождения: **5 баллов**

Любое разумное предположение. Основной реальный риск: красители животного происхождения быстро выцветают, при промышленном использовании применяют химические закрепители. Традиционные закрепители – соединения металлов, в том числе токсичных.

## Задание 2

*В таблице указаны организмы и соединения, образуемые ими в процессе своей жизнедеятельности, которые человек научился использовать в медицине для лечения различных заболеваний. В таблице перепутаны лекарственные средства и их эффекты. Найдите связь между лекарственными препаратами и оказываемыми ими эффектами, а также определите систематическое положение каждого организма. Какие препараты в таблице являются антибиотиками, а какие антимикотиками натурального происхождения? Объясните, почему грибы и бактерии выделяют в окружающую их среду эти соединения? Расскажите о проблеме современной медицины, связанной с использованием антибиотиков? С какими неинфекционными заболеваниями может бороться человек, используя биоактивные соединения из данной таблицы?*

Систематическое положение	Природный источник	Лекарственное средство	Эффект препарата
Домен Эукариоты, Царство Грибы, Отдел Аскомицеты	1. <i>Streptomyces noursei</i>	Нистатин	антипролиферативное средство
	2. <i>Tolypocladium infatum</i>	Циклоспорин	противогрибковое средство
	3. <i>Penicillium</i>	Гризеофульвин	ингибитор синтеза

	<i>janczewskii</i>		холестерина
Домен Бактерии, Отдел Актинобактерии	<b>4. <i>Penicillium chrysogenum</i></b>	<b>Бензилпенициллин</b>	иммуномодулятор
	<b>5. <i>Streptomyces coeruleorubidus</i></b>	<b>Доксорубицин</b>	лечение дерматофитозов, в частности стригущего лишая
	<b>6. <i>Aspergillus terreus</i></b>	<b>Ловастатин</b>	бактерицидное действие

В таблице указаны организмы и соединения, образуемые ими в процессе своей жизнедеятельности, которые человек научился использовать в медицине для лечения различных заболеваний.

1. В таблице перепутаны лекарственные средства и их эффекты. Найдите связь между лекарственными препаратами и оказываемыми ими эффектами, а также определите систематическое положение каждого организма. **8 баллов:** 1 балл за каждое правильное совпадение в правой части таблицы, 2 балла за левую часть.

2. Какие препараты в таблице являются антибиотиками, а какие антимикотиками натурального происхождения?

Антибиотики – антимикробные препараты, антимикотики – противогрибковые средства. Однако следует учитывать, что многие антибиотики и антимикотики также токсичны для человека и животных. – **2 балла**

Объясните, почему грибы и бактерии выделяют в окружающую их среду эти соединения? Это – продукты метаболизма, вещества для конкуренции и подавления роста других организмов в среде обитания. Причем сами грибы или бактерии, выделяющие эти биоактивные соединения, должны выработать к ним устойчивость. Бактерии конкурируют с грибами и наоборот. Например, если антибиотиком подавить рост бактерий, начнется интенсивный рост грибов. – **5 баллов**

3. Расскажите о проблеме современной медицины, связанной с использованием антибиотиков?

Рассуждения о проблеме антибиотикорезистентности бактерий в связи с неправильным и необоснованным приемом антибиотиков, попаданием их в сточные воды. Нередко антибиотики применяют для самолечения вирусных инфекций, хотя против вирусов антибиотики неэффективны. Для преодоления устойчивости бактерий к антибиотикам химически модифицируют известные антибиотики, ведется поиск новых антибиотиков. – **5 баллов**

**+5 баллов** - Если имеются рассуждения о том, как использовать в медицинской диагностике бактериальной инфекции и правильного назначения антибиотиков общий

анализ крови и бактериальный посев на питательные среды (с оценкой на устойчивость бактерий к антибиотикам).

Если указано про нарушения микрофлоры кишечника, в частности при лечении антибиотиками, как возможную исходную причину спорадических форм нейродегенеративных заболеваний ЦНС – болезни Паркинсона и болезни Альцгеймера, ставится + 5 баллов или +10 баллов при слабом ответе про антибиотикорезистентность.

4. С какими неинфекционными заболеваниями может бороться человек, используя биоактивные соединения из данной таблицы? **5 баллов**

**Циклоспорин** подавляет Т-лимфоциты и вызывает иммуносупрессию, поэтому используется для предотвращения отторжения трансплантата, для лечения некоторых аутоиммунных заболеваний, если не помогают обычные средства, **доксорубицин** как антипролиферативное средство применяется для лечения злокачественных опухолей, **ловастатин** ингибирует синтез холестерина, поэтому используется для профилактики атеросклероза и снижения смертности от сердечно-сосудистых заболеваний.

Таблица с верными ответами

Отдел	Царство или Домен	Природный источник	Лекарственное средство	Эффект препарата
Актиномицеты	Бактерии	<i>1. Streptomyces noursei</i>	<b>нистатин</b>	противогрибковое средство
Аскомицеты	Грибы	<i>2. Tolypocladium infatum</i>	<b>циклоспорин</b>	иммуномодулятор
Аскомицеты	Грибы	<i>3. Penicillium janczewskii</i>	<b>гризеофульвин</b>	лечение дерматофитозов, в частности стригущего лишая
Аскомицеты	Грибы	<i>4. Penicillium chrysogenum</i>	<b>бензилпенициллин</b>	бактерицидное действие
Актиномицеты	Бактерии	<i>5. Streptomyces coeruleorubidus</i>	<b>доксорубицин</b>	антипролиферативное средство
Аскомицеты	Грибы	<i>6. Aspergillus terreus</i>	<b>ловастатин</b>	ингибитор синтеза холестерина

### Задание 3

Процесс, в ходе которого организм приспосабливается к изменению условий внешней или внутренней среды, называется адаптацией. Мы знаем, что одним из важных условий существования организма, является вода. Назовите три организма из разных категорий (пресмыкающиеся, земноводные, рыбы), адаптированных к условиям пустыни, опишите максимально подробно все адаптационные особенности их организма, позволяющие выжить в условиях дефицита воды.

#### **Пресмыкающиеся: (8 баллов)**

Пустынная черепаха (*Gopherus agassizii*) (за написание на латинском языке + 0,5 балла) живет в пустынях Мексики и США (+1 балл). Во время засухи теряет до 40% массы тела. Главный секрет ее выживания — запасание части употребляемой воды в мочевом пузыре (2 балл). В растянутом виде размер мочевого пузыря может занимать до половины целомической полости. При недостатке влаги черепаха может обратно всасывать из мочевого пузыря жидкость (2 балла). Благодаря этому механизму она больше года (!) может жить без воды (0,5 балл). Эта же особенность позволяет черепахе питаться сухими растениями — из-за наличия такого большого водного резервуара концентрация растворенных токсичных веществ снижается. Стенки мочевого пузыря *Gopherus agassizii* проницаемы: вода, ионы и небольшие молекулы (например, мочевины) из мочи, могут проникать в кровеносные сосуды, располагающиеся в толще стенок мочевого пузыря (2 балл). Таким образом, метаболиты она накапливает не только в мочевом пузыре, но и в плазме крови.

#### **Земноводные: (9 баллов)**

Северная роющая лягушка (*Neobatrachus aquilonius*) (за написание на латинском языке + 0,5 балла) — эндемичный австралийский вид лягушек (0,5 балла). Она не способна переживать длительные засухи. Как только температура становится экстремально высокой, а вода с поверхностей исчезает, она впадает в летнюю спячку (1 балл), во время которой закапывается в песок, буквально впитывая воду из окружающей среды, пока почва не засохнет настолько, что приток новой воды будет невозможен. Затем она начинает выделять вокруг себя слизистый чехол (2 балл). Чехол полностью покрывает тело лягушки, включая даже рот и клоаку. Он состоит из чередующихся слоев слизи и эпидермиса. Слои утолщаются по мере удаления от тела. Благодаря чехлу вода не может не только выходить из организма, но и поступать из окружающей среды.

В этих условиях для лягушки жизненно важно сохранять водный баланс внутри чехла в течение всей спячки. Известно, что у земноводных количество воды в организме

регулируется через кожу, мочевой пузырь или почки (1 балл). Для регуляции водного обмена северная лягушка вырабатывает специальный гормон — *аргинин-вазотоксин* (2 балл). Этот гормон не только повышает водообмен кожи и мочевого пузыря, но и обладает способностью замедлять фильтрацию плазмы крови в почечном клубочке и увеличивать обратное всасывание воды в почечных канальцах (2 балл). Так *Neobatrachus aquilonius* экономит воду внутри себя в течение всей засухи. А когда наступает сезон дождей, северная роющая лягушка просыпается и с удовольствием съедает свой чехол.

#### **Рыбы: (8 баллов)**

Это протоптер (*Protopterus sp.*) (за написание на латинском языке + 0,5 балла)-двоякодышащая рыба (0,5 баллов), обитающая в Африке, когда наступает засуха, она зарывается в глину и наращивает вокруг себя оболочку, являющуюся жировой тканью, выполняющей иммунную функцию (2 балл). Состоит она из двух основных чередующихся между собой слоев. Первый слой составляют клетки верхнего слоя кожи — эпидермиса, второй — гранулоциты, клетки кровеносной системы, выполняющие в организме двоякодышащей рыбы иммунные функции (2 балл). Образование оболочки происходит в несколько этапов. Сигналом к началу создания служит недостаток влаги и пищи. В этот момент гранулоциты по капиллярам постепенно подплывают к верхнему слою кожи — эпидермису. Потом начинается перестройка кожи, при этом все больше гранулоцитов проникает в эпидермис. Затем воспаляется базальная мембрана, и эпидермис начинает расслаиваться. Многие гранулоциты при этом остаются между слоями эпидермиса (3 балла за описание процесса формирования жировой ткани). Они выполняют иммунную функцию. При необходимости они подвергают себя апоптозу, выбрасывая свою ДНК в качестве ловушки, в которой запутываются и погибают бактерии. Таким образом, они не проникают в тело протоптера. Получается что кокон двоякодышащей рыбы — это не мертвый сухой слой слизи, а живая ткань с четко определенной клеточной структурой.

#### Задание 4

*Наследственное заболевание, синдром Л., связано с мутацией в гене, кодирующем белок, участвующий в метаболизме митохондрий. Какой(ие) тип(ы) наследования может(гут) быть характерны для такого заболевания? Поясните свой ответ.*

Типы наследования, которые могут быть характерны для данного заболевания: **материнский (он же митохондриальный), аутосомно-доминантный, аутосомно-**

**рецессивный, Х-сцепленный доминантный, Х-сцепленный рецессивный** (по 3 балла за каждый верно названный тип наследования).

Вывод о том, что гены, кодирующие белки, участвующие в метаболизме митохондрий (гены, с которыми связаны митохондриальные заболевания), расположены **не только в митохондриальной, но и в ядерной ДНК**. Или указание на гены, кодируемые ядерным геномом – 10 баллов.

Пояснение: Часть генов, кодирующих белки, участвующие в метаболизме митохондрий, являются частью ядерной ДНК и располагаются на аутосомах и хромосоме Х. Поэтому для заболеваний, связанных с нарушениями метаболизма митохондрий, могут быть характерны разные типы наследования.