

**XLVI ТУРНИР ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА (2023/2024)**  
**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**КОНКУРС ПО БИОЛОГИИ**

**Решения задач и критерии проверки**

**Задание 1.** *(10 баллов за полностью выполненное задание)*

Некоторые млекопитающие могут успешно охотиться в условиях плохой видимости и на больших дистанциях, в то время как их ближайшие родственники лишены такой способности. Например, к охоте на мелких животных в условиях городского шума и низкой освещенности способны летучие мыши, а крыланы – их ближайшие родственники, питающиеся нектаром и фруктами – плохо ориентируются в темноте. Зубатые киты, в отличие от усатых китов, питающихся планктоном, также способны точнее ориентироваться в пространстве по времени задержки возвращений отражённой волны. Известно, что в процессе эволюции у рукокрылых и у китов произошли независимые изменения в двух десятках генов, отвечающих за развитие нервов, передающих сигнал от внутреннего уха в головной мозг. Как называется способ определения местоположения объекта, свойственный дельфинам и летучим мышам? Как называется эволюционный процесс, в результате которого гомологичные структуры млекопитающих – группы нервов – изменились сходным образом для реализации одной функции? Какие животные, кроме перечисленных, приобрели такую же способность? Назовите млекопитающее, два рода птиц и одно семейство насекомых. Укажите факторы или особенности окружающей среды, которые способствовали развитию описанной способности у этих животных.

**Критерии:**

- 1) способ определения - эхолокация; *(1 балл)*
- 2) эволюционный процесс - параллелизм; *(1 балл)*
- 3) млекопитающие – землеройки; *(1 балл)*
- 4) факторы: землеройки охотятся на почвенных насекомых в условиях плохой видимости, с помощью эхолокации оценивают пространство вокруг себя; *(1 балл)*
- 5) гуахаро; *(1 балл)*
- 6) факторы: гнездятся в пещерах – эхолокация для ориентации в темноте; *(1 балл)*

- 7) саланганы (стрижи); (1 балл)
- 8) факторы: гнездятся в пещерах – эхолокация для ориентации в темноте; (1 балл)
- 9) бабочки совки; (1 балл)
- 10) факторы: на совок охотятся летучие мыши, в данном случае эхолокация возникла как приспособление защиты – бабочка с помощью специальных (тимпанальных) органов, снабженных механорецепторами, чувствует приближение летучей мыши. (1 балл)

**Задание 2.** (10 баллов за полностью выполненное задание)

Семена покрытосеменных растений в качестве запасных веществ содержат белки, углеводы и липиды. Например, зерновки пшеницы содержат глютенины и глиадины, составляющие 80-85% от всех белков эндосперма, а также крахмал и липиды. Известно, что запасные вещества зерновки локализованы в эндосперме и в тканях зародыша, а синтез ферментов происходит под влиянием гормонов растений – гиббереллинов, действие которых приводит к снятию ингибирования транскрипции генов, отвечающих за синтез ферментов.

Гидролитические ферменты действуют на запасные вещества, катализируют их расщепление и, таким образом, запускается процесс роста зародыша. Какие физические условия и вещества необходимы для прорастания семян и почему? Назовите не менее трёх факторов и опишите их роль в выше указанных процессах. Как называются химические связи, на которые действует амилаза семени пшеницы? Как называются химические связи, на которые действуют протеиназы семени пшеницы? Как называются химические связи между нуклеотидами в дочерней цепи ДНК, реплицированной на материнской цепи перед митотическим делением клеток зародыша?

**Критерии:**

- 1) тепло/оптимальная температура; (1 балл)
- 2) тепло необходимо для запуска синтеза гиббереллинов; (1 балл)
- 3) тепло необходимо для оптимальной работы ферментов; (1 балл)
- 4) H<sub>2</sub>O; (1 балл)
- 5) вода необходима для гидролиза высокомолекулярных соединений – крахмала, белков, липидов; (1 балл)
- 6) кислород; (1 балл)

- 7) для полного окисления и образования АТФ, необходимой для прорастания зародыша нужен кислород, так как полное расщепление органических соединений до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  происходит в митохондриях, где кислород является конечным акцептором электронов; (1 балл)
- 8)  $\alpha$ -1,4-гликозидные связи; (1 балл)
- 9) пептидные связи; (1 балл)
- 10) фосфодиэфирные связи. (1 балл)

**Задание 3.** (10 баллов за полностью выполненное задание)

В процессе эволюции у животных, обитающих в условиях смены сезонов, возник ряд адаптаций, в том числе биохимических, к которым относится развитие бурой жировой ткани. Перед выходом из спячки в клетки бурого жира животного поступает норадреналин, что усиливает гидролиз триглицеридов и образование свободных жирных кислот, которые тут же быстро вступают в метаболизм. Кроме этого, в клетках бурого жира функционируют разобщители дыхания. Такие вещества встраиваются в мембрану митохондрий и переносят протоны из межмембранного пространства в матрикс. Назовите основную функцию бурой жировой ткани. Какова роль разобщителей в данном процессе и зачем это нужно? Влияют ли разобщители на образование фосфоангидридных связей в АТФ? Влияют ли разобщители на скорость окисления ФАДН<sub>2</sub> и НАДН, образовавшихся в цикле Кребса, а также на количество кислорода, потребляемого адипоцитами?

**Критерии:**

- 1) основная функция бурой жировой ткани – термогенез/процесс производства тепла; (2 балла)
- 2) разобщители препятствуют созданию мембранного потенциала и синтезу АТФ/образование фосфоангидридных связей в АТФ; (2 балла)
- 3) энергия не запасается в макроэргических связях АТФ, а идет на согревание организма в виде тепла/в качестве тепловой энергии; (2 балла)
- 4) разобщители ускоряют скорость окисления ФАДН<sub>2</sub> и НАДН; (2 балла)
- 5) разобщители усиливают потребление кислорода. (2 балла)

**Задание 4.** (10 баллов за полностью выполненное задание)

Молекула ДНК состоит из двух антипараллельных цепей, одна из которых является смысловой. Фрагмент начала гена, кодирующего высокомолекулярный полипептид, имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' ТАГЦТЦТААТАТГЦТАТАГЦГЦАТТ 3'

3' АТЦГАГАТТАТАЦГАТАТЦГЦГУАА 5'

Какая цепь является смысловой и почему? Сколько аминокислотных остатков кодирует данный участок ДНК? Во сколько раз участок ДНК тяжелее, чем полипептид, кодируемый данным участком, если средняя масса одной аминокислоты равна 142 г/моль, а средняя масса одного нуклеотида – 345 г/моль? Ответ округлите до сотых. Определите антикодоны молекул тРНК, переносящих аминокислоты, необходимые для синтеза фрагмента полипептида, запишите антикодоны молекул тРНК в направлении от 5'конца к 3'концу. Определите длину полипептида, если средняя линейная длина одного аминокислотного остатка равна 0,35 нм.

### **Критерии:**

- 1) нижняя цепь смысловая, потому что в верхней цепи после старт-кодона через три нуклеотида начинается стоп-кодон; (2 балла)
- 2) 8 аминокислот; (2 балла)
- 3) молярная масса участка ДНК 16560 г/моль, а полипептида – 1136 г/моль, то есть в 14,58 раз больше; (2 балла)
- 4) антикодоны тРНК: 5'ЦАТЗ', 5'ГЦГЗ', 5'АТАЗ', 5'ГЦТЗ', 5'ТАТЗ', 5'ТААЗ', 5'ЦТЦЗ', 5'ТАГЗ'; (2 балла)
- 5) 2,8 нм. (2 балла)

### **Задание 5. (10 баллов за полностью выполненное задание)**

Биогеохимический цикл азота – сложный многоступенчатый процесс, в котором задействованы все живые организмы экосистемы. Но самую важную роль, безусловно, играют бактерии, способные фиксировать молекулярный азот воздуха, а также осуществлять процессы аммонификации, нитрификации и денитрификации благодаря наличию особых ферментов и метаболических путей, возникших в процессе эволюции. Растения также способны усваивать неорганические формы азота, а то время как животные могут усваивать азот только в виде органических соединений. В какие соединения превращают бактерии-азотфиксаторы N<sub>2</sub> атмосферы? Как называется фермент

азотфиксирующих бактерий, с помощью которого они это делают? В корнях каких растений могут обитать бактерии-азотфиксаторы? В чем заключается биологический смысл таких взаимоотношений? Какая форма азота и с помощью каких ферментов может быть усвоена растениями из почвы без помощи бактерий, в чем заключается принцип действия данных ферментов?

### **Критерии:**

- 1) соединения – аммиак/соли аммония; *(1 балл)*
- 2) фермент азотфиксирующих бактерий – нитрогеназа; *(2 балла)*
- 3) бобовые (перечисление), ольха и другие; *(1 балл)*
- 4) нитрогеназа необратимо окисляется молекулярным кислородом, азотфиксаторы защищены тканями клубеньков (видоизменение корней растения) от кислорода и поставляют растению соединения азота; *(3 балла)*
- 5) нитраты и нитриты (соли) *(1 балл)*
- 6) ферменты нитритредуктаза и нитратредуктаза, нитратредуктаза восстанавливает нитраты до нитритов, а нитритредуктаза восстанавливает нитриты до солей аммония (до аммиака) *(2 балла)*