

Биология. 7-9 классы

Задача 3 (10 баллов).

Автор - Адиль Байжуманов

В истории человечества существовали такие эпохи, как медный и железный века.

1) Что общего у этих эпох с эволюцией белков, служащих для переноса кислорода в живых организмах, и в чем различие, назовите эти белки? (4 балла)

2) Как вы думаете, какие свойства этих белков необходимы для выполнения их физиологической роли, в какой цвет окрашена кровь благодаря этим пигментам, в чем конкурентные преимущества гемоглобина позвоночных перед другими дыхательными пигментами? (6 баллов)

Ответы:

1) Так же, как и в развитии человечества, где медь и железо на определенных этапах развития играли ведущую роль, основную роль в качестве кофакторов – белков, служащих для переноса кислорода, играли медьсодержащий белок гемоцианин и железосодержащие белки – гемэритрин, хлорокруорин, гемоглобин. В отличие от истории человечества, где медный век сменил век бронзовый, а затем железный, – даже в настоящее время количество видов беспозвоночных животных у которых в качестве кислородтранспортного белка выступает гемоцианин, достаточно велико, к тому же, по-видимому, как гемоцианин, так и железосодержащие белки возникли в процессе эволюции примерно в одно и тоже время. **4 балла**

2) Гемоцианин – дыхательный медьсодержащий пигмент некоторых беспозвоночных, восстановленная форма бесцветна – медь в степени окисления +1, окисленная форма голубого цвета – медь в степени окисления +2, медь непосредственно связана с аминокислотами белка, без простетической группы.

В крови беспозвоночных находится гемэритрин – дыхательный железосодержащий пигмент, железо в нем связано с полипептидной простетической группой, используется для транспорта кислорода в крови плеченогих, сипункулид, приапулид, некоторых кольчатых червей. Он связывает кислород прочнее, чем гемоглобин, поэтому встречается у животных, часто находящихся в анаэробных условиях. Окисленный кислородом гемэритрин придаёт крови фиолетовый оттенок, железо находится в степени окисления +3, ненасыщенный – светло-розовый, железо в степени окисления +2. Может содержаться как в плазме, так и в специализированных клетках, получивших название розовых кровяных телец.

Хлорокруорин по своим свойствам и строению похож на гемоглобин, однако обладает зеленой окраской. Так, в сосудах кровь красная, а при разбавлении становится зеленой. Белок выполняет кислород-транспортную функцию крови многощетинковых червей. Это связано со строением простетической группы, которая несколько отличается от обычного гема гемоглобина и носит название хлорогема. Окисленная и неокисленная формы хлорокруорина по цвету не отличаются. По родству к кислороду от гемоглобина также не отличается.

Гемоглобины (Hb) – очень древние и широко распространенные в живой природе белки. Гемоглобин является сложным белком класса хромопротеинов, то есть в качестве простетической группы здесь выступает особая пигментная группа, гем. Гем представляет собой комплекс протопорфирина IX, относящегося к классу порфириновых соединений, с атомом железа(II). Эта простетическая группа нековалентно связана с гидрофобной впадиной молекул гемоглобина и миоглобина. В крови позвоночных животных гемоглобин находится в эритроцитах, у большинства беспозвоночных в плазме крови. В процессе эволюции позвоночных наблюдается и направленное изменение свойств главной фракции гемоглобина. Если сравнивать гемоглобин бесчелюстных с гемоглобином птиц и млекопитающих, то наблюдается увеличение внутримолекулярной подвижности молекулы Hb и уменьшение

средства к кислороду. По-видимому, причиной этого явились изменение жизненных условий позвоночных и появление в связи с этим новых эволюционных приспособлений: выход на сушу, появление легких и теплокровность, что потребовало повышения эффективности метаболизма на этапе разгрузки кислорода в тканях. **6 баллов**