

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	4
<b>Раздел 1. Белки и аминокислоты . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>Раздел 2. Витамины. . . . .</b>	<b>18</b>
<b>Раздел 3. Ферменты. . . . .</b>	<b>31</b>
<b>Раздел 4. Гормоны. . . . .</b>	<b>40</b>
<b>Раздел 5. Обмен веществ и энергии . . . . .</b>	<b>52</b>
<b>Раздел 6. Обмен углеводов . . . . .</b>	<b>66</b>
<b>Раздел 7. Обмен липидов . . . . .</b>	<b>80</b>
<b>Раздел 8. Обмен белков и аминокислот. . . . .</b>	<b>91</b>
<b>Раздел 9. Обмен нуклеиновых кислот . . . . .</b>	<b>99</b>
<b>Раздел 10. Водно-солевой обмен . . . . .</b>	<b>107</b>
Список литературы . . . . .	111

## ВВЕДЕНИЕ

Интенсивные изменения в социальной жизни современного общества и развитие новых экономических отношений в медицинской практике приводят к усовершенствованию оказания медицинской помощи населению и повышению качества лабораторной диагностики заболеваний. Около 80% объема объективной диагностической информации практическому здравоохранению поставляет медицинская лабораторная диагностика — это лабораторные показатели исследований биологических жидкостей организма человека, полученные медицинским лабораторным техником в результате реализации его профессиональной деятельности.

Биологическая химия изучает химический состав, строение и функции веществ, входящих в состав живой материи, и их превращения в процессах жизнедеятельности. Главной задачей биохимии является установление основных закономерностей химических процессов, выяснение взаимосвязей между структурой и функциями биомолекул, участвующих в реакциях клеточного метаболизма.

Биологическая химия — это наука о жизни и химических явлениях. Каждый организм представляет собой саморегулирующуюся систему, для которой характерны обмен веществ, рост и размножение. В живом организме непрерывно происходит расход энергии, поглощаемой из внешней среды в виде химической энергии, преобразуемой клеткой в полезную энергию. Для нормального течения процессов жизнедеятельности организма необходимо сохранение относительного постоянства внутренней

среды (химического состава клеток и тканей). Это обеспечивается в результате синтеза необходимых веществ. Основными субстратами для синтеза служат поступающие в организм из окружающей среды питательные вещества — белки, углеводы, липиды, витамины, соли, вода, кислород. В живых клетках расщепление веществ (диссимиляция) постоянно сочетается с их синтезом (ассимиляция). Распад и синтез — это две стороны единого процесса жизнедеятельности.

Живая материя представляет собой сложную биологическую систему, где ведущую роль играют белки и нуклеиновые кислоты. Белки занимают центральное место во всех процессах, обуславливающих обмен веществ в организме. Нуклеиновые кислоты являются хранителем наследственной информации. Углеводы, липиды, неорганические соли и вода играют важную роль, но занимают подчиненное положение. Основная особенность обмена в живой клетке — это единство и взаимосвязь происходящих в ней многочисленных реакций.

С учетом предъявленных особых требований к профессиональной подготовке будущих специалистов среднего звена составлено данное учебное пособие в помощь студентам, изучающим биохимию.

# БЕЛКИ И АМИНОКИСЛОТЫ

**Вопрос 1.** Дайте определение белкам.

**Ответ:** белки — высокомолекулярные азотсодержащие органические вещества, состоящие из  $\alpha$ -аминокислот, соединенных пептидными связями.

**Вопрос 2.** Что является  $\alpha$ -аминокислотой?

**Ответ:**  $\alpha$ -аминокислоты представляют собой производные карбоновых кислот, у которых один атом водорода у  $\alpha$ -углерода замещен на аминогруппу ( $-\text{NH}_2$ ). Они содержат аминогруппу и карбоксильную группу ( $-\text{COOH}$ ).

**Вопрос 3.** Чем отличаются аминокислоты друг от друга?

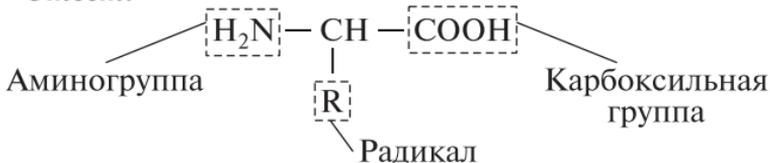
**Ответ:** аминокислоты отличаются друг от друга химической природой радикала ( $\text{R}$ ), представляющего собой группу атомов в молекуле аминокислоты, связанную с  $\alpha$ -углеродным атомом и не участвующую в образовании пептидной связи при биосинтезе белка.

**Вопрос 4.** Какие аминокислоты являются протеиногенными?

**Ответ:**  $\alpha$ -аминокислоты, из которых синтезируются белки.

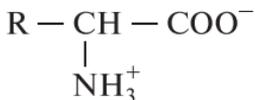
**Вопрос 5.** Какова общая формула аминокислот?

**Ответ:**



**Вопрос 6.** Напишите формулу аминокислоты в ионизированном состоянии (протонированная форма).

**Ответ:**



**Вопрос 7.** Чем обусловлена оптическая активность аминокислот?

**Ответ:** при замещении всех валентностей у  $\alpha$ -углеродного атома различными функциональными группами C-атом называется асимметрическим (хиральным), а аминокислота — оптически активной.

**Вопрос 8.** Какие аминокислоты оптически активны?

**Ответ:** все природные белковые аминокислоты, кроме глицина.

**Вопрос 9.** Чем отличаются друг от друга D- и L-изомеры аминокислот?

**Ответ:** эти изомеры отличаются друг от друга расположением  $\text{NH}_2$ -групп у  $\alpha$ -углеродного атома.

**Вопрос 10.** К какому ряду относятся природные белковые аминокислоты?

**Ответ:** все природные протеиногенные аминокислоты относятся к L-ряду.

**Вопрос 11.** От чего зависит заряд аминокислоты?

**Ответ:** заряд аминокислоты зависит от реакции среды (рН). В кислой среде аминокислота присоединяет протон к аминогруппе и получает положительный заряд. В щелочной среде аминокислота отдает протон карбоксильной группы и приобретает отрицательный заряд.

**Вопрос 12.** Что означает изоэлектрическая точка (ИЭТ) аминокислоты?

**Ответ:** ИЭТ — это такое состояние, при котором сумма положительных зарядов равна сумме отрицательных зарядов и в электрическом поле аминокислота не движется ни к аноду, ни к катоду.

**Вопрос 13.** Какие аминокислоты содержат ароматические кольца?

**Ответ:** фенилаланин, тирозин, триптофан, гистидин.

**Вопрос 14.** Какие аминокислоты заряжаются отрицательно при рН 7,0 («кислые аминокислоты»)?

**Ответ:** глутаминовая, аспарагиновая.

**Вопрос 15.** Какие аминокислоты заряжаются положительно при рН 7,0 («основные аминокислоты»)?

**Ответ:** лизин, аргинин, гистидин.

**Вопрос 16.** Какие аминокислоты являются гидроксилсодержащими?

**Ответ:** серин, треонин, тирозин.

**Вопрос 17.** Какие аминокислоты являются неполярными?

**Ответ:** аланин, валин, изолейцин, лейцин, метионин, пролин, триптофан, фенилаланин.

**Вопрос 18.** Какие аминокислоты относятся к моноаминокарбонovým и почему?

**Ответ:** к моноаминокарбонovým аминокислотам относятся глицин, аланин, серин, цистеин, метионин, треонин, валин, лейцин, изолейцин, так как они имеют по одной аминной и карбоксильной группе.

**Вопрос 19.** Назовите моноаминодикарбонové аминокислоты.

**Ответ:** это аспарагиновая и глутаминовая кислоты, которые содержат по одной аминной и по две карбоксильные группы.

**Вопрос 20.** Какие аминокислоты относятся к диаминокарбонovým?

**Ответ:** аргинин, гистидин и лизин.

**Вопрос 21.** Назовите гетероциклические аминокислоты.

**Ответ:** к этой группе относятся триптофан, содержащий гетероциклическое пиррольное кольцо; гистидинсодержащий имидазольный цикл с двумя атомами азота, пролин и оксопролин.

**Вопрос 22.** Какие реакции используют для идентификации аминокислот в белках?

**Ответ:**

- 1) ксантопротеиновую реакцию для ароматических аминокислот, содержащих бензольное кольцо;
- 2) реакцию Миллона для тирозина;
- 3) реакцию Фоля для цистеина;
- 4) реакцию Сакагучи для аргинина.

**Вопрос 23.** Какие есть источники аминокислот в организме?

**Ответ:**

- 1) распад тканевых белков;
- 2) пища (корма);
- 3) внутриклеточный синтез аминокислот.

**Вопрос 24.** Какими химическими реакциями можно обнаружить белки?

**Ответ:** это биуретовая, нингидриновая реакции.

**Вопрос 25.** Что выявляет биуретовая реакция?

**Ответ:** пептидную связь.

**Вопрос 26.** Какие белки называются полноценными?

**Ответ:** это белки, которые:

- 1) содержат все незаменимые аминокислоты;
- 2) содержат все аминокислоты в оптимальных соотношениях;
- 3) хорошо перевариваются в желудочно-кишечном тракте.

**Вопрос 27.** Что такое незаменимые аминокислоты?

**Ответ:** это такие аминокислоты, которые не могут синтезироваться в организме и должны поступать с пищей.

**Вопрос 28.** Какие аминокислоты относятся к незаменимым аминокислотам?

**Ответ:** изолейцин, лейцин, триптофан, треонин, фенилаланин, валин, метионин, лизин.

**Вопрос 29.** Что такое частично незаменимые аминокислоты?

**Ответ:** аминокислоты, которые могут частично синтезироваться в организме. Это аргинин и гистидин.

**Вопрос 30.** Что такое условно заменимые аминокислоты?

**Ответ:** это аминокислоты, которые могут синтезироваться из незаменимых аминокислот: цистеин из метионина и тирозин из фенилаланина.

**Вопрос 31.** Каково содержание азота в белках?

**Ответ:** около 16%.

**Вопрос 32.** Что понимают под третичной структурой белка?

**Ответ:** расположение в пространстве одиночной полипептидной цепи, стабилизированное связями между радикалами аминокислотных остатков, далеко отстоящих друг от друга.

**Вопрос 33.** Что понимают под четвертичной структурой белка?

**Ответ:** объединение нескольких полипептидных цепей, обладающих третичной структурой, в единую функциональную молекулу.

**Вопрос 34.** Какие белки имеют четвертичную структуру?

**Ответ:** гемоглобин, лактатдегидрогеназа, креатинкиназа.

**Вопрос 35.** Что понимают под доменом белка?

**Ответ:** домен — обособленная область молекулы белка, обладающая структурной и функциональной автономией.

**Вопрос 36.** На чем основан электрофорез?

**Ответ:** электрофорез основан на передвижении заряженных молекул в электрическом поле.

**Вопрос 37.** Что такое изоэлектрическая точка (pI) белка?

**Ответ:** значение pH среды, при котором молекула белка не имеет заряда и поэтому не движется ни к аноду, ни к катоду.

**Вопрос 38.** Почему белки ведут себя как буферы?

**Ответ:** в зависимости от pH среды белки приобретают свойства анионов или катионов и поэтому проявляют свойства буферов.

**Вопрос 39.** Что такое коагуляция белков?

**Ответ:** выпадение белков под влиянием различных факторов в осадок из коллоидных растворов.

**Вопрос 40.** Какие формы коагуляции вы знаете?

**Ответ:** это обратимая форма, когда в коллоидной частице нарушается только сольватная оболочка,

и необратимая, когда происходят глубокие нарушения структуры белковой молекулы.

**Вопрос 41.** Что такое денатурация белка?

**Ответ:** необратимой денатурацией называют потерю физико-химических свойств и биологической активности белка вследствие разрушения высших уровней организации.

**Вопрос 42.** Как можно вызвать денатурацию белка?

**Ответ:** нагреванием, добавлением кислот и щелочей, добавлением солей тяжелых металлов, воздействием ионизирующего излучения, ультразвука.

**Вопрос 43.** Что такое простые белки?

**Ответ:** это белки, дающие при гидролизе только аминокислоты.

**Вопрос 44.** Какие белки относятся к фибриллярным?

**Ответ:**  $\alpha$ -кератины, коллагеновые белки.

**Вопрос 45.** Какие белки называются глобулярными?

**Ответ:** белки, которые имеют форму шара (глобулы).

**Вопрос 46.** Каковы особенности аминокислотного состава коллагена I типа?

**Ответ:** в коллагене содержится около 33% глицина, 25% пролина и гидроксипролина, 1% гидроксолизина. Гидроксилированные аминокислоты являются маркерами коллагена, так как не встречаются в других белках.

**Вопрос 47.** Какой аминокислотой богаты кератиновые белки?

**Ответ:** цистеином, которого содержится около 12%.

**Вопрос 48.** Что такое шапероны?

**Ответ:** семейство белков, участвующих в формировании пространственной конформации полипептидной цепи, синтезированной на рибосоме.

**Вопрос 49.** Что такое сложные белки?

**Ответ:** сложными называются белки, которые при гидролизе распадаются на аминокислоты и вещество небелковой природы (простетическая группа).

**Вопрос 50.** Что такое апопротеин?

**Ответ:** белковая часть сложного белка.

**Вопрос 51.** Что такое простетическая группа?

**Ответ:** небелковая часть сложного белка.

**Вопрос 52.** Какие белки являются гемопротеидами?

**Ответ:** гемоглобин, миоглобин, цитохромы, каталаза, пероксидаза.

**Вопрос 53.** Что такое нуклеопротеиды?

**Ответ:** это сложные белки, простетическая группа которых представлена нуклеиновыми кислотами.

**Вопрос 54.** Что такое дезоксирибонуклеопротеиды?

**Ответ:** это белки, простетическая группа которых представлена дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК).

**Вопрос 55.** Какие белки входят в состав дезоксирибонуклеопротеидов?

**Ответ:** гистоны и кислые негистоновые белки.

**Вопрос 56.** Какие аминокислоты присутствуют в большом количестве в гистонах?

**Ответ:** аргинин, лизин, гистидин.

**Вопрос 57.** На какие фракции разделяют гистоны?

**Ответ:**  $H_1$ ,  $H_{2A}$ ,  $H_{2B}$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ .

**Вопрос 58.** Какие связи участвуют в формировании первичной структуры белка?

**Ответ:** связь между  $\alpha$ -амино- и  $\alpha$ -карбоксильными группами аминокислот, называемая пептидной связью — CO-NH —.

**Вопрос 59.** Какие связи участвуют в формировании вторичной структуры белка?

**Ответ:** водородные связи между пептидными группировками:  $=C=O \dots HN=$ ,  $O \dots H$ ,  $N \dots H$ .

**Вопрос 60.** Какие связи обеспечивают формирование третичной структуры белка?

**Ответ:** водородные, ионные, межмолекулярные силы Ван-дер-Лондона (Ван-дер-Ваальса), гидрофобные взаимодействия, а также пептидные и дисульфидные связи между радикалами аминокислот.

**Вопрос 61.** Какие белки относятся к простым?

**Ответ:** гистоны, протамины, глютелины, протеноиды, коллаген и эластин, альбумины и глобулины.

**Вопрос 62.** Каковы особенности состава гистонов?

**Ответ:** содержат большое количество (10–30%) диаминомонокарбоновых аминокислот (лизин, аргинин, гистидин) и обладают выраженными основными свойствами, входят в состав ядерных белков.

**Вопрос 63.** Дайте характеристику протаминов.

**Ответ:** протамины — белки основного характера, отличаются высоким содержанием аргинина (до 60–65%), входят в состав дезоксирибонуклеопротеида (ДНП).

**Вопрос 64.** Чем различаются альбумины и глобулины?

**Ответ:** альбумины по сравнению с глобулинами имеют меньшую молекулярную массу, больший заряд, хорошо растворяются в воде и осаждаются сульфатом аммония и другими нейтральными солями при 80–100% насыщении, они выполняют пластические функции и участвуют в поддержании онкотического давления крови. Глобулины нерастворимы в дистиллированной воде, но растворяются в солевых растворах.

**Вопрос 65.** Какие основные функции выполняют белки в организме?

**Ответ:** каталитическую (ферменты), транспортную, защитную (иммуноглобулины, интерферон), сократительную, структурную, гормональную и др.

**Вопрос 66.** Какие факторы могут регулировать биологическую активность белков?

**Ответ:** взаимодействие с лигандами (субстратами, эффекторами, кофакторами).

**Вопрос 67.** Чем сопровождается денатурация белков?

**Ответ:** происходит нарушение большого числа межрадикальных слабых связей, что приводит к потере биологической активности белка.

**Вопрос 68.** Назовите основные сложные белки и дайте их краткую характеристику.

**Ответ:** к сложным белкам относятся хромопротеиды, нуклеопротеиды, липопротеиды, гликопротеиды, металлопротеиды. Хромопротеиды состоят из простого белка и связанного с ним окрашенного небелкового компонента. Нуклеопротеиды состоят из белков и нуклеиновых кислот. Липопротеиды состоят из белка и липида. Фосфопротеиды в качестве простетической группы содержат остаток фосфорной кислоты. В гликопротеидах простетическая группа представлена углеводами и их производными. Металлопротеиды, кроме белка, содержат ионы какого-либо металла.