

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра медико-биологической техники

А.Д. Стрекаловская

# СВЯЗЬ ЖИВОЙ МАТЕРИИ С БИОМАТЕРИАЛАМИ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Оренбургский государственный  
университет», для обучающихся по образовательной программе  
высшего образования по направлению подготовки 12.03.04  
Биотехнические системы и технологии

Оренбург  
2019

УДК 577.1 (076.5)

ББК 28.072я7

С 84

Рецензент – профессор, доктор физико-математических наук  
О.Н.Каныгина

С 84           **Стрекаловская, А.Д.**  
Связь живой материи с биоматериалами: методические указания/  
А.Д. Стрекаловская; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ,  
2019. – 38 с.

В методических указаниях изложены вопросы по статической и динамической биохимии, химического состава организма, обмену веществ и энергии.

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, профиль «Инженерное дело в медико-биологической практике», изучающих дисциплину «Связь живой материи с биоматериалами».

УДК 577.1 (076.5)

ББК 28.072я7

© Стрекаловская А.Д., 2019

© ОГУ, 2019

## Содержание

Введение .....	5
1 Химический состав организма .....	7
1.1 Основные понятия и термины темы .....	7
1.2 Вопросы и задания .....	7
1.3 Задания для самопроверки .....	8
2 Белки .....	9
2.1 Основные понятия и термины темы .....	9
2.2 Вопросы и задания .....	10
2.3 Задания для самопроверки .....	11
3 Витамины.....	11
3.1 Основные понятия и термины темы .....	11
3.2 Вопросы и задания .....	12
3.3 Задания для самопроверки .....	12
4 Ферменты.....	13
4.1 Основные понятия и термины темы .....	13
4.2 Вопросы и задания .....	14
4.3 Задания для самопроверки .....	15
5 Обмен веществ .....	16
5.1 Основные понятия и термины темы .....	16
5.2 Вопросы и задания .....	17
5.3 Задания для самопроверки .....	17
6 Углеводы. Обмен углеводов .....	18
6.1 Основные понятия и термины темы .....	18
6.2 Вопросы и задания .....	19
6.3 Задания для самопроверки .....	20
7 Липиды. Обмен липидов.....	21
7.1 Основные понятия и термины темы .....	21
7.2 Вопросы и задания .....	21
7.3 Задания для самопроверки .....	23
8 Обмен белков.....	24

8.1 Основные понятия и термины темы .....	24
8.2 Вопросы и задания .....	24
8.3 Задания для самопроверки .....	25
9 Основы биоэнергетики.....	26
9.1 Основные понятия и термины темы .....	26
9.2 Вопросы и задания .....	27
9.3 Задания для самопроверки .....	27
10 Водный и минеральный обмен .....	28
10.1 Основные понятия и термины темы.....	28
10.2 Вопросы и задания .....	28
10.3 Задания для самопроверки.....	29
11 Биохимия спорта .....	30
11.1 Основные понятия и термины темы.....	30
11.2 Вопросы и задания .....	31
11.3 Задания для самопроверки.....	32
12 Биохимия физических упражнений и спорта .....	33
12.1 Основные понятия и термины темы.....	33
12.2 Вопросы и задания .....	34
12.3 Задания для самопроверки.....	35
Список использованных источников .....	37

## Введение

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» по дисциплине «Связь живой материи с биоматериалами».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- элементный состав организмов структуры, свойства и биологические функции воды. Промежуточные органические соединения;</li><li>- строение, свойства, классификацию: белков, жиров, углеводов, витаминов, ферментов;</li><li>- процессы внешнего обмена, метаболизма. Цикл Кребса, макро энергетические соединения гомеостаз;</li><li>- преобразование и использование энергии в живых клетках, описание, сопряженное с фосфорилированием АДФ, об участии минеральных веществ метаболизме в целом.</li></ul> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- использовать принципы биохимического подхода к оценке процессов жизнедеятельности человека;</li><li>- пользоваться основными понятиями и терминами;</li><li>- иметь представление о наиболее существенных биохимических изменениях происходящих в организме человека;</li></ul>	<p>ОПК-1</p> <p>способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b><u>Владеть:</u></b></p> <p>- законами жизнедеятельности организмов на молекулярном уровне, устанавливая причинно-следственные связи происходящих в организме процессов;</p>	
<p><b><u>Знать:</u></b> принципы и методики профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений</p> <p><b><u>Уметь:</u></b> проводить профилактику производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращать экологические нарушения</p> <p><b><u>Владеть:</u></b> навыками проведения профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений</p>	<p>ПК-11</p> <p>способностью осуществлять контроль соблюдения экологической безопасности</p>

# 1 Химический состав организма

## 1.1 Основные понятия и термины темы

**Водородная связь** — взаимодействие атома водорода с более электроотрицательным атомом, имеющее частично донорно-акцепторный, частично электростатический характер.

**Гидрофильные молекулы** (или их части) — молекулы, растворимые в воде.

**Гидрофобные молекулы** (или их части) — молекулы, нерастворимые в воде.

**Амфифильные молекулы** — молекулы веществ, содержащие как гидрофильные, так и гидрофобные группы атомов.

## 1.2 Вопросы и задания

1. Какие химические элементы относятся к группе макробиогенных? Как вы думаете, почему?

2. Перечислите молекулярные уровни организации живой клетки. Приведите конкретные примеры соединений, относящихся к каждому из указанных уровней.

3. Почему вода играет исключительно важную роль в жизнедеятельности организма?

4. Чем объясняется растворимость низших спиртов в воде?

5. Какие соединения называются амфифильными? Приведите конкретные примеры.

6. Напишите структурные формулы следующих соединений: пропаналя, бутанола-2, этилацетата, 2-аминопропана. К каким классам органических соединений они относятся?

7. Напишите структурные формулы молочной, яблочной, пировиноградной, щавелево-уксусной и стеариновой кислот. Какие функциональные группы определяют химические свойства этих соединений?

### 1.3 Задания для самопроверки

1. Содержание олигобиогенных элементов составляет: а) более 0,01%; б) менее 0,01%; в) более 0,1%; г) менее 0,1%.

2. Калий и натрий относятся к элементам: а) макробиогенным; б) олигобиогенным; в) микробиогенным; г) ультрамикробиогенным.

3. В воде растворяются все соединения кроме: а) этанола; б) уксусной кислоты; в) ацетата натрия; г) диэтилового эфира; д) фосфорной кислоты.

4. При взаимодействии карбоновой кислоты и спирта в присутствии серной кислоты образуется: а) амид; б) сложный эфир; в) простой эфир; г) соль.

5. Молочная кислота относится к: а) гидроксикислотам; б) оксокислотам; в) аминокислотам; г) высшим жирным кислотам.

6. Белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды относятся к: а) промежуточным соединениям; б) биополимерам; в) макроциклическим соединениям.

7. Митохондрия является: а) биополимером; б) над молекулярным комплексом; в) клеточной органеллой.



## 2 Белки

### 2.1 Основные понятия и термины темы

**Амфотерность** - проявление двойственных свойств (и кислоты, и основания).

**Белки** - высокомолекулярные азотсодержащие вещества, состоящие из аминокислот, связанных между собой пептидными связями.

**Вторичная структура белка** - способ укладки полипептидной цепи в упорядоченную структуру.

**Заменяемые аминокислоты** - аминокислоты, синтезируемые в организме в достаточном количестве.

**Изоэлектрическая точка аминокислоты (белка)** - значение рН-среды, при котором заряд аминокислоты (белка) равен нулю.

**Нативный белок** - белок, обладающий определенной биологической активностью.

**Незаменимые аминокислоты** - аминокислоты, не синтезируемые в организме, а поступающие в него с пищей.

**Первичная структура белка** - порядок чередования аминокислотных остатков в полипептидной цепи.

**Субъединица** (или протомер) - единая полипептидная цепь в эпимолекуле (или мультимере).

**Третичная структура белка** - способ укладки полипептидной цепи в пространстве.

**Четвертичная структура белка** - структура, состоящая из определенного числа полипептидных цепей, занимающих строго фиксированное положение относительно друг друга, вследствие чего белок обладает той или иной активностью.

**Эпимолекула** (или мультимер) - белок, обладающий четвертичной структурой.

## 2.2 Вопросы и задания

1. Какие органические соединения называются аминокислотами? Какие химические свойства характерны для аминокислот?

2. На примере аспарагиновой кислоты покажите амфотерность аминокислот.

3. В чем состоит отличие понятий «аминокислотный состав» и «первичная структура» белка?

4. Дипептид карнозин - β-аланилгистидин - принимает участие в биохимических процессах, протекающих в мышечной ткани. Напишите структурную формулу этого дипептида.

5. Напишите структурные формулы всех возможных трипептидов, в состав которых входят аланин, глутамин и тирозин. Назовите трипептиды.

6. Что понимают под вторичной структурой белка? Предположите, какова вторичная структура фрагмента миоглобина человека с 10-го по 23-й аминокислотный остаток.

7. Что понимают под третичной структурой белка? Какие типы взаимодействий поддерживают третичную структуру белка?

8. Укажите типы взаимодействий между боковыми радикалами аминокислотных остатков: а) *тир, глу*; б) *цис, цис*; в) *гис, асп*.

9. Укажите типы взаимодействий, возникающих между фрагментами полипептидной цепи при формировании третичной структуры:

а) *-цис-ала-тир-цис-иле-глю-*;

б) *-глю-асп-сер-лиз-тре-асп-*.

## 2.3 Задания для самопроверки

1. Белки - биополимеры, мономерами которых являются: а) карбоновые кислоты; б) амины; в)  $\beta$ -аминокислоты; г)  $\alpha$ -аминокислоты; д) амиды карбоновых кислот.

2. В белках аминокислотные остатки связаны между собой: а) сложноэфирными связями; б) водородными связями; в) пептидными связями; г) ангидридными связями; д) гликозидными связями.

3. К основным аминокислотам относятся: а) аланин; б) лизин; в) тирозин; г) глутамин; д) триптофан.

4. К кислым аминокислотам относится: а) лейцин; б) цистеин; в) аспарагиновая кислота; г) треонин; д) валин.

5. В изоэлектрической точке пептиды имеют: а) отрицательный заряд; б) положительный заряд; в) нулевой заряд.

6. Заряд дипептида лизилпролина в кислой среде равен: а) 0; б) 2+; в) 1+; г) 2-; д) 1-.

7. Между остатками треонина и глутамина при формировании третичной структуры белка возникает: а) ионная связь; в) ковалентная связь.

## 3 Витамины

### 3.1 Основные понятия и термины темы

*Авитаминоз* - нарушения, вызванные полным отсутствием витамина.

*Витамеры* - близкие по химической структуре соединения, обладающие одинаковыми биологическими свойствами.

**Витамины** - группа разнообразных по структуре органических веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма, синтез которых в организме отсутствует или ограничен.

**Гипервитаминоз** - нарушения в организме, вызванные избыточным накоплением витамина.

**Гиповитаминоз** - нарушения, вызванные частичным недостатком витамина.

### 3.2 Вопросы и задания

1. Какие соединения называются витаминами?
2. Что такое витаминеры? Приведите примеры витаминеров, существующих в виде нескольких витаминеров.
3. К каким нарушениям функционирования скелетных мышц приводит недостаток витамина В<sub>1</sub>?
4. Какие продукты питания являются источником витамина В<sub>2</sub>?
5. Напишите структурные формулы витаминеров витамина В<sub>6</sub>. Какой из витаминеров обладает наибольшей биологической активностью?
6. В каких процессах участвует аскорбиновая кислота?
7. Каковы последствия избыточного потребления витамина D?

### 3.3 Задания для самопроверки

1. Близкие по химической структуре соединения, обладающие одинаковыми биологическими свойствами, являются: а) витаминами; б) изомерами; в) гомологами; г) витаминерами.

2. Нарушения в организме, вызванные избыточным накоплением витамина, называются: а) гипервитаминозом; б) гиповитаминозом; в) авитаминозом.

3. Никотиновая кислота и никотинад - это витаминеры витамина: а) В<sub>1</sub>; б) В<sub>3</sub>; в) В<sub>5</sub>; г) В<sub>12</sub>; д) К.

4. Витамин В<sub>12</sub> содержит в своем составе катион: а) калия; б) кобальта; в) натрия; г) магния; д) цинка.

5. Антипелларгическим является витамин: а) Е; б) С; в) В<sub>2</sub>; г) В<sub>12</sub>; д) В<sub>5</sub>.

6. Физиологическое название витамина Н: а) антицинготный; б) антисеборрейный; в) антинеуритный; г) антирахитический.

7. Основными источниками витамина С являются: а) мясные продукты; б) растительные продукты; в) молочные продукты.

## 4 Ферменты

### 4.1 Основные понятия и термины темы

*Аллостерический центр фермента* - участок белковой молекулы фермента, при присоединении к которому какого-либо низкомолекулярного вещества изменяется активность фермента.

*Активный центр фермента* - совокупность каталитического и субстратного центров фермента.

*Апофермент* — белковая часть сложного фермента.

*Каталитический центр фермента* - участок фермента, отвечающий за катализ. Для простых ферментов - это уникальное сочетание аминокислотных остатков, стоящих на разных участках полипептидной цепи; для сложного фермента - это кофермент.

**Кофермент** - небелковая составляющая сложного фермента, отвечающая за катализ.

**Субстрат** - вещество, подвергающееся ферментативному воздействию.

**Субстратный центр фермента** - участок полипептидной цепи фермента, в котором происходит присоединение субстрата.

**Ферменты** (энзимы) - биокатализаторы белковой природы.

**Фолофермент** - сложный (двухкомпонентный) фермент.

**Энзимология** (ферментология) - раздел биохимии, изучающий ферменты.

## 4.2 Вопросы и задания

1. Какова химическая природа и биологическая роль ферментов?
2. Какие центры выделяют в составе ферментов? Охарактеризуйте каждый центр простого и сложного фермента.
3. Что понимают под фермент-субстратным комплексом? Какими связями связаны фермент и субстрат в фермент-субстратном комплексе?
4. Каким образом влияет температура на образование фермент-субстратного комплекса?
5. Пепсин гидролизует белки в желудке. Укажите, в какой среде (кислой, нейтральной, щелочной) пепсин проявляет максимальную активность.
6. В состав какого кофермента входит витамин В<sub>6</sub>? Напишите его структурную формулу и назовите его.
7. Какие витамины входят в состав коферментов НАД, ФАД, КоА?
8. Назовите по рациональной номенклатуре ферменты, катализирующие гидролиз:

а) дипептида; б) лактозы; в) сахарозы; г) амилозы.

9. Какие реакции катализируют ферменты класса оксидоредуктаз?

Приведите пример процесса, катализируемого дегидрогеназой.

10. Напишите схемы реакций, назовите ферменты, ускоряющие указанные реакции, и определите класс ферментов:

а) Глюкоза + АТФ → Глюкозо-6 -фосфат;

б) Глюкозо-1-фосфат → Глюкозо-6 -фосфат;

в) Молочная кислота + НАД<sup>+</sup> → Пировиноградная кислота + НАДН + Н<sup>+</sup>;

г) Аланин + Н<sub>2</sub>О → Молочная кислота + NH<sub>3</sub>;

д) Аланин → Этиламин + СО<sub>2</sub>.

### 4.3 Задания для самопроверки

1. Ферменты — это: а) катализаторы углеводной природы; б) катализаторы белковой природы; в) катализаторы неорганической природы; г) катализаторы липидной природы.

2. Холоферментом называют: а) надмолекулярный комплекс; б) мультиэнзимный комплекс; в) простой фермент; г) сложный фермент; д) фермент-субстратный комплекс.

3. В состав кофермента ФМН входит: а) витамин А; б) витамин В<sub>6</sub>; в) витамин В<sub>2</sub>; г) витамин К; д) витамин В<sub>12</sub>.

4. Пантотеновая кислота входит в состав кофермента: а) НАД; б) ФАД; в) пиридоксальфосфата; г) коэнзима А; д) тиаминпирофосфата.

5. Клеточные ферменты, локализованные в цитоплазме, проявляют максимальную активность при рН близком: а) 7; б) 2 - 3; в) 4 - 5 ; г) 9-10.

6. Ферменты, катализирующие синтез биологических молекул с участием АТФ, относятся к классу: а) трансфераз; б) лигаз; в) гидролаз; г) лиаз; д) изомераз.

7. Ферменты, катализирующие процессы декарбоксилирования органических веществ, относятся к классу: а) изомераз; б) лиаз; в) лигаз; г) трансфераз.

## **5 Обмен веществ**

### **5.1 Основные понятия и термины темы**

*Анаболизм* — процессы синтеза сложных молекул из более простых, сопровождающиеся потреблением энергии.

*Внешний обмен* — внеклеточное превращение веществ на путях их поступления и выделения.

*Гомеостаз* — поддержание нормального постоянного внутреннего состояния организма.

*Катаболизм* — процессы распада веществ, сопровождающиеся выделением энергии.

*Макроэргическое соединение* — соединение, при гидролизе особой связи (как правило, фосфоэфирной) которого выделяется более 25 кДж/моль энергии.

*Метаболизм* — совокупность всех химических реакций в клетке.



## 5.2 Вопросы и задания

1. Объясните понятие «обмен веществ». Сочетанием каких процессов является обмен веществ?

2. Какими химическими процессами характеризуется внешний обмен? Приведите конкретные примеры.

3. Что такое метаболизм? Какие два противоположных процесса выделяют в метаболизме? Дайте краткую характеристику каждому из них.

4. Какие соединения называют макроэргическими?

5. Какое соединение является главным макроэргом в организме человека?

6. Напишите схемы реакций гидролиза креатин фосфата и АТФ, используя структурные формулы исходных соединений и продуктов реакций.

7. Каковы основные функции метаболизма?

8. Объясните понятие «гомеостаз».

## 5.3 Задания для самопроверки

1. Внеклеточное превращение веществ на путях их поступления и выделения называется: а) метаболизмом; б) внешним обменом; в) катаболизмом; г) анаболизмом.

2. Процессы синтеза сложных молекул из более простых, сопровождающиеся потреблением энергии, называются: а) анаболизмом; б) катаболизмом; в) конденсацией; г) полимеризацией.

3. Продуктами пирофосфатного расширения АТФ являются: а) АДФ и фосфорная кислота; б) АМФ и пирофосфатная кислота; в) аденозин и фосфорная кислота.

4. Макроэргической называется химическая связь, при разрыве которой изменение уровня свободной энергии составляет: а) 10 кДж/моль; б) 15 кДж/моль; в) 20 кДж/моль; г) 30 кДж/моль.

5. К макроэргическим соединениям относятся все, кроме:

а) АДФ; б) карбамоилфосфата; в) глюкозо-6-фосфата; г) креатин фосфата;

д) фосфоенолпировиноградной кислоты.

## 6 Углеводы. Обмен углеводов

### 6.1 Основные понятия и термины темы

*Альдозы* - моносахариды, в состав которых входит несколько гидроксильных и одна альдегидная группа.

*Апотомиический распад* - сложный циклический ферментативный процесс окислительного расщепления глюкозы.

*Гликогенолиз* — процесс распада гликогена.

*Гликогеногенез* — биосинтез гликогена.

*Гликолиз* — процесс распада глюкозы в анаэробных условиях, конечным продуктом которого является молочная кислота.

*Глюконеогенез* - синтез глюкозы из не углеводных источников.

*Кетозы* - моносахариды, в состав которых входит несколько гидроксильных и одна кето-группа.

*Моносахариды* (простые углеводы) - углеводы, не подвергающиеся гидролизу.

**Олигосахариды** (сложные углеводы) - углеводы, в результате гидролиза которых образуются моносахариды.

**Полисахариды** (сложные углеводы) - биополимеры, мономерами которых служат моносахариды.

**Углеводы** - полигидроксикарбонильные соединения и их производные.

## 6.2 Вопросы и задания

1. Какие органические вещества называются углеводами?
2. Какие функциональные группы входят в состав альдогексоз?
3. Напишите структурные формулы рибозо-5-фосфата, ксилулозо-5-фосфата, глюкозо-6-фосфата, галактозо-1-фосфата, фруктозо-1,6-дифосфата.

4. Напишите структурную формулу дисахарида, состоящего из двух остатков глюкозы, связанных между собой  $\alpha$ -1,4-гликозидной связью. Как называется этот дисахарид?

5. Напишите схемы реакций с использованием структурных формул субстратов и продуктов и с указанием ферментов, катализирующих данные реакции:

- а) Глюкоза + АТФ  $\rightarrow$  Глюкозо-6-фосфат;
- б) Фруктозо-1,6-дифосфат  $\rightarrow$  3-Фосфоглицериновый альдегид + Фосфодиоксиацетон;
- в) 3-Фосфоглицериновая кислота  $\rightarrow$  2-Фосфоглицериновая кислота;
- г) Фосфоенолпировиноградная кислота + АДФ  $\rightarrow$  Пировиноградная кислота + АТФ;

д) Пировиноградная кислота + НАДН +  $H^+$   $\rightarrow$  Молочная кислота + НАД;

6. Для какого метаболического пути характерны реакции, представленные в упражнении 5?

7. Напишите структурные формулы ди- и трикарбоновых кислот, функционирующих в цикле Кребса.

8. Напишите схемы четырех реакций цикла Кребса, катализируемых дегидрогеназами. Отметьте коферменты дегидрогеназ.

9. Напишите схемы реакций, катализируемых: а) гликогенфосфорилазой; б) глюкозо-6 -фосфатдегидрогеназой; в) лактоназой; г) транскетолазой; д) трансальдолазой.

### 6.3 Задания для самопроверки

1. К моносахаридам относятся: а) мальтоза; б) фруктоза; в) лактоза; г) гепаран; д) гликоген.

2. Глюкоза является: а) кетогексозой; б) кетопентозой; в) альдогексозой; г) альдопентозой; д) дисахаридом.

3. В состав сахарозы входят: а) две молекулы глюкозы; б) две молекулы фруктозы; в) глюкоза и фруктоза; г) галактоза и глюкоза.

4. Продуктом фосфоролиза мальтозы является: а) глюкоза и галактоза; б) глюкозо-1 -фосфат и глюкоза; в) глюкозо-6 -фосфат и глюкоза; г) глюкозо-1 -фосфат и галактоза.

5. Реакция: АТФ + Глюкоза  $\rightarrow$  АДФ + Глюкозо-6-фосфат осуществляется при участии: а) альдолазы; б) фосфоглюкомутаза; в) фосфорилазы; г) гексокиназы.

6. Коферментом изоцитратдегидрогеназы является: а) убихинон; б) ФМН; в) НАД; г) пиридоксальфосфат; д) НАДФ.

7. Реакция: 6 -Фосфоглюконат + НАДФ<sup>+</sup>  $\rightarrow$  Рибулозо-5-фосфат + CO<sub>2</sub> + НАДФН + Н<sup>+</sup> характерна: а) для гликолиза; б) для глюконеогенеза; в) для апотомического распада глюкозы; г) для фосфоролиза; д) для цикла Кребса.

## 7 Липиды. Обмен липидов

### 7.1 Основные понятия и термины темы

**Гликолипиды** - сложные эфиры ВЖК и сфингозина, в состав которых входит углеводная компонента.

**Жиры** (триглицериды) - сложные эфиры ВЖК и трех атомного спирта глицерина.

**Кетонемия** - состояние организма, при котором происходит избыточное накопление кетоновых тел.

**Кетоновые тела** - продукты обмена ацетил-КоА; к ним относятся ацетоуксусная и  $\beta$ -оксимасляная кислоты, ацетон.

**Кетонурия** - состояние организма, при котором происходит выделение кетоновых тел с мочой.

**Липиды** - природные неполярные соединения, не растворимые в воде, но растворимые в неполярных растворителях.

**Липолиз** - гидролитическое расщепление жиров.

**Стериды** - сложные эфиры ВЖК и полициклических спиртов.

**Сфингофосфолипиды** - сложные эфиры ВЖК и сфингозина, содержащие остаток фосфорной кислоты и связанное с ней добавочное соединение.

**Фосфатиды** - сложные эфиры ВЖК и глицерина, содержащие остаток фосфорной кислоты и связанное с ней добавочное соединение.

### 7.2 Вопросы и задания

1. Какие органические вещества называются липидами?

2. Какие химические компоненты входят в состав фосфатидов?
3. Напишите структурные формулы трипальмитина, пальмито-дилаурина, пальмитостеароолеина. Какие триглицериды входят в группу простых, а какие - смешанных триглицеридов?
4. Приведите схему гидролиза триолеина.
5. Напишите структурную формулу лецитина и схему гидролиза его при участии фосфолипаз A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> и D.
6. Напишите схемы реакций с использованием структурных формул субстратов и продуктов, а также ферментов, ускоряющих данные реакции:
  - а) Глицерин + АТФ → Фосфоглицерин + АДФ;
  - б) Пальмитиновая кислота + АТФ + КоASH → Пальмитил-КоА + АМФ + H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>;
  - в) β-Оксилаурил-КоА + НАД<sup>+</sup> → β-Кетолаурил-КоА + НАДН + H<sup>+</sup>;
  - г) Фосфоглицерин + 2 Пальмитил-КоА → α,β-Дипальмитил-глицерофосфат + 2КоА.
7. Напишите схему третьего этапа β-окисления пальмитиновой кислоты.
8. Из глицерина, пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот проведите синтез триглицерида. Какие соединения (кроме ферментов) необходимые для осуществления синтеза триглицерида не указаны в задании?
9. Сколько молекул АТФ необходимо для осуществления синтеза триглицерида по условию упражнения 8?
10. Приведите схему синтеза лецитина.

### 7.3 Задания для самопроверки

1. Сложные эфиры ВЖК с глицерином и полициклическими спиртами составляют группу: а) сложных липидов; б) простых липидов; в) фосфатидов; г) диольных липидов.

2. В 1867 г. К.С. Дьяконовым впервые было установлено наличие в лецитинах азотистого ингредиента: а) холина; б) серина; в) треонина; г) этаноламина; д) этиламина.

3. Липиды в виде комплексов с белками входят в состав: а) мультиэнзимных комплексов; б) рибосом; в) синтетазы ВЖК; г) биологических мембран.

4. Главными липидами мембран являются: а) диольные липиды; б) триглицериды; в) гликолипиды; г) фосфолипиды; д) воски.

5.  $\alpha$ -Сложноэфирные связи в молекулах триглицеридов подвергаются гидролизу при участии: а) фосфолипазы; б) ацетилхолин-эстеразы; в) липазы; г) алиэстеразы; д) фосфорилазы.

6. Высшие жирные кислоты в процессе их катаболизма разрушаются преимущественно путем: а) процессов восстановления;

б)  $\alpha$ -окисления; в)  $\beta$ -окисления; г) декарбоксилирования; д) гидролиза.

7. Процесс биосинтеза ВЖК локализован: а) во внешней мембране митохондрий; б) во внутренней мембране митохондрий; в) в клеточной мембране; г) в ядерной мембране; д) в мембране эндоплазматического ретикулума.

## 8 Обмен белков

### 8.1 Основные понятия и термины темы

*Дезаминирование* - процесс отщепления аммиака.

*Декарбоксилирование* - процесс отщепления оксида углерода (IV).

*Полисома* - группа рибосом, связанных с одной мРНК.

*Процессинг белков* - процесс превращения белка-предшественника в биологически активный белок.

*Терминаторные кодоны* - кодоны мРНК, не несущие информации ни об одной аминокислоте.

*Транслирующая рибосома* - комплекс, состоящий из рибосомы, мРНК и N-формилметионил-тРНК.

*Трансляция* - процесс биосинтеза белка на рибосомах.

### 8.2 Вопросы и задания

1. Какова специфичность действия протеолитических ферментов: химотрипсина, пепсина, трипсина?

2. Как называются ферменты, ускоряющие гидролиз дипептидов?

3. Напишите структурную формулу тетрапептида (H) *тир-глу-гли-вал*(OH) и последовательно подействуйте на него химотрипсином и карбоксипептидазой А. Назовите образовавшиеся продукты реакций.

4. Какие продукты образуются при окислительном дезаминировании аспарагиновой кислоты и аланина? Напишите схемы реакций и назовите продукты реакций и ферменты, катализирующие эти реакции.



5. Какие диамины образуются в результате декарбоксилирования тирозина и гистидина? Напишите схемы реакций декарбоксилирования названных аминокислот и укажите ферменты, ускоряющие эти реакции.

6. Приведите схему реакции активирования аланина и тирозина. Назовите продукты и ферменты, ускоряющие эти реакции.

7. Напишите схему реакций, ускоряемых пептидилтрансферазой при биосинтезе трипептидного фрагмента белка: *-фмет-гли-вал*.

8. Полипептидная цепь миоглобина содержит 153 аминокислотных остатка. Рассчитайте, сколько нуклеотидов в информативном участке мРНК миоглобина.

9. Кодон УГГ мРНК кодирует триптофан. Какую последовательность имеет антикодон тРНК<sup>три</sup>?

### 8.3 Задания для самопроверки

1. Окислительное дезаминирование  $\alpha$ -аминокислот приводит к образованию: а)  $\alpha$ -оксикислот; б)  $\alpha$ -кетокислот; в) непредельных кислот; г) альдегидокислот.

2. В результате реакций декарбоксилирования происходит отщепление: а) оксида углерода (IV); б) аммиака; в) воды; г) атомов водорода.

3. Субстратами дипептидазы являются: а) аминокислоты; б) полипептиды; в) дипептиды; г) биогенные амины.

4. Ферменты аминотрансферазы ускоряют реакции: а) дезаминирования;

б) переаминирования; в) восстановительного аминирования; г) декарбоксилирования; д) трансгликозилирования.

5. Рибосома представляет собой: а) надмолекулярный комплекс; б) клеточную органеллу; в) мультиэнзимный комплекс; г) нуклеопротеин; д) сложный фермент.

6. При образовании аминоксил-тРНК возникает: а) простая эфирная связь; б) пептидная связь; в) гликозидная связь; г) сложноэфирная связь; д) водородная связь.

7. Иницирующим кодоном мРНК является: а) УУУ; б) АЦГ; г) АУГ; д) УАГ.

## 9 Основы биоэнергетики

### 9.1 Основные понятия и термины темы

**Биоэнергетика** - раздел биохимии, изучающий преобразование и использование энергии в живых клетках.

**Дыхание** - процесс генерирования АТФ, в котором роль конечного акцептора электронов выполняет кислород или другое неорганическое соединение.

**Субстратное фосфорилирование** - процесс образования АТФ из АДФ и фосфата, снятого с субстрата.

**Электронотранспортная цепь** - ансамбль оксидоредуктаз, локализованных во внутренней мембране митохондрий.

**Энергезированная мембрана** - мембрана, на которой создается электрохимический трансмембранный градиент протонов.

## 9.2 Вопросы и задания

1. На каком основании компоненты электроно транспортной цепи относят к оксидоредуктазам?
2. Для каких компонентов электроно транспортной цепи характерен процесс:  $\text{Fe}^{3+} + e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ?
3. Почему количественное содержание белков во внутренней мембране митохондрий больше, чем во внешней?
4. Охарактеризуйте этапы освобождения энергии при катаболизме трипальмитина.
5. Напишите схему полного распада глицерина до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .
6. Напишите схему полного распада глутаминовой кислоты в аэробных условиях и рассчитайте энергетический эффект этого процесса.
7. Рассчитайте энергетический эффект  $\beta$ -окисления пальмитиновой кислоты.
8. Рассчитайте энергетический эффект полного распада тристеарина.

## 9.3 Задания для самопроверки

1. Универсальным аккумулятором, донором и трансформатором энергии в организме является: а) ГТФ; б) АТФ; в) ЦТФ; г) 1,3-дифосфоглицериновая кислота; д) глюкозо-6-фосфат.
2. Процесс синтеза АТФ, идущий сопряженно с реакциями окисления при участии ансамбля дыхательных ферментов, называется: а) субстратным фосфорилированием; б) фотосинтетическим фосфорилированием; в) окислительным фосфорилированием; г) фосфотрансферной реакцией.

3. Энергетически наиболее выгоден обмен углеводов, идущий по пути:  
а) гликогенолиза; б) брожения; в) дыхания; г) гликолиза; д) глюконеогенеза.

4. Сукцинатдегидрогеназа, коферментом которой является ФАД, отдает атомы водорода, снятые с сукцината, на: а) флавопротеин; б) кофермент Q; в) цитохром c; г) железосерные белки.

5. Соотношение энергетических эффектов гликолиза и аэробного распада глюкозы составляет: а) 1:2; б) 1:10; в) 1:15; г) 1:19; д) 1:38.

6. Энергетический эффект в расчете на единицу массы (аэробные условия) больше при распаде: а) глюкозы; б) тристеарина; в) аспарагиновой кислоты; г) фосфодиоксиацетона; д) глицерина.

7. Энергетический эффект  $\beta$ -окисления пальмитиновой кислоты равен: а) 130; б) 147; в) 100; г) 437; д) 38.

## 10 Водный и минеральный обмен

### 10.1 Основные понятия и термины темы

*Экзогенная вода* — вода, поступающая в организм человека из окружающей среды.

*Эндогенная вода* — вода, образовавшаяся внутри организма при окислении биологических молекул.

### 10.2 Вопросы и задания

1. Какие элементы относятся к микробиогенным?

2. В каком виде присутствуют в живых организмах минеральные вещества?

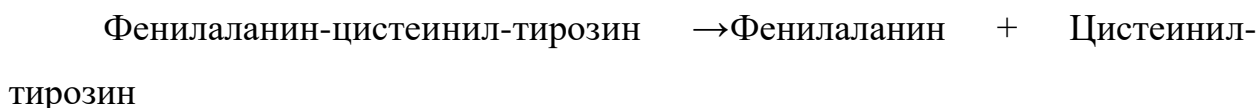
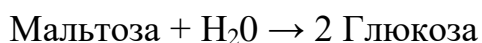
3. Какие катионы в клетках и внеклеточных жидкостях организма человека являются основными? Перечислите их основные функции.

4. Приведите пример белков, в которых катионы железа выполняют транспортную функцию?

5. Напишите схемы трех реакций, катализируемых ферментами, активность которых зависит от наличия катионов металлов.

6. Каковы основные функции воды в организме человека? Чем обусловлены уникальные свойства воды?

7. Напишите схемы реакций и определите функцию воды в данных реакциях:



8. В реакциях гидратации вода выступает в качестве субстрата. Приведите два примера гидратации соединений.

9. Приведите примеры процессов, в которых образуется эндогенная вода.

10. Напишите схему взаимодействия катиона  $\text{Mg}^{2+}$  с одним из метаболитов гликолиза.

### 10.3 Задания для самопроверки

1. Первое место по количественному содержанию в организмах принадлежит: а) белкам; б) воде; в) липидам; г) минеральным веществам; д) полисахаридам.

2. Вода, образующаяся в процессе обмена веществ, называется: а) прочносвязанной; б) экзогенной; в) эндогенной; г) иммобилизованной.

3. Ассоциированная структура воды образуется за счет: а) ионных связей; б) ковалентных связей; в) водородных связей; г) вандер-ваальсовых связей.

4. В образовании активной формы инсулина принимают участие катионы: а)  $\text{Na}^+$ ; б)  $\text{Zn}^{2+}$ ; в)  $\text{Fe}^{2+}$ ; г)  $\text{Mg}^{2+}$ ; д)  $\text{Cu}^{2+}$ .

5. Катионы  $\text{Co}^{2+}$  входят в состав витамина: а) А; б) С; в) Е; г)  $\text{B}_{12}$ ; д)  $\text{B}_6$ .

6. Основой костной ткани являются соединения: а) кальция и фосфора; б) натрия и калия; в) кальция и хлора; г) меди и азота.

7. В состав цитохромов класса *a* входят катионы: а)  $\text{K}^+$ ; б)  $\text{Cu}^{2+}$ ; в)  $\text{Na}^+$ ; г)  $\text{Fe}^{2+}$ ; д)  $\text{Zn}^{2+}$ .

## 11 Биохимия спорта

### 11.1 Основные понятия и термины темы

**Креатинкиназная реакция** - взаимодействие креатин фосфата с АДФ, катализируемое креатинкиназой, в результате которого образуется АТФ.

**Миокиназная реакция** - взаимодействие 2 молекул АДФ, катализируемое миокиназой, результатом которого является образование АТФ.

**Миофибриллы** - структурные единицы мышечного волокна.

**Ресинтез** — обратный синтез какого-либо химического соединения, расщепляемого в организме.

**Ригор** - устойчивое не проходящее сокращение мышц.

**Сарколемма** - электро возбудимая мембрана мышечной клетки.

**Саркоплазма** - жидкость, находящаяся внутри мышечной клетки.

## 11.2 Вопросы и задания

1. Назовите виды мышечной ткани? В чем заключается их биологическая функция?
2. Что является структурной единицей мышцы?
3. В состав каких филаментов входит белок миозин? Дайте характеристику структуре и функциям миозина.
4. Из каких белков состоят тонкие филаменты? Охарактеризуйте каждый белок.
5. В чем состоит суть мышечного сокращения? Что является источником энергии для мышечного сокращения? Напишите схему соответствующей реакции, указав фермент, катализирующий данный биохимический процесс.
6. Какова роль катионов  $\text{Ca}^{2+}$  в мышечном сокращении?
7. Перечислите анаэробные процессы ресинтеза АТФ в мышце. Напишите схему миокиназной реакции, используя структурные формулы субстрата и продуктов реакции. Почему миокиназная реакция является малоэффективной?
8. Нарисуйте схему транспорта АТФ из матрикса митохондрий в саркоплазму.
9. Рассчитайте сколько освободится энергии (в кДж) в процессе распада 1 моль глюкозы: а) в гликолизе; б) по аэробному механизму.
10. Объясните, почему на финише ускорения совершаются за счет гликолиза?

### 11.3 Задания для самопроверки

1. Структурными единицами мышечного волокна являются:
  - а) полисахариды;
  - б) миофибриллы;
  - в) липопротеины;
  - г) биологические мембраны.
2. Сарколемма представляет собой:
  - а) мембрану;
  - б) полипептид;
  - в) мультэнзимный комплекс;
  - г) рибонуклеопротеиновый комплекс.
3. Толстые филаменты состоят из:
  - а) актина;
  - б) миоглобина;
  - в) миозина;
  - г) тропонина;
  - д) карнозина.
4. Ведущую роль в мышечном сокращении играют катионы:
  - а) магния; б) натрия; в) калия; г) железа; д) кальция.
5. Запасным источником энергии в мышце является:
  - а) холестерин; б) гликоген; в) молочная кислота; г) глюкоза;д) креатинфосфат.
6. В энергообеспечении кратковременных упражнений максимальной мощности основную роль играет: а) гликолиз; б) креатинкиназная реакция; в) миокиназная реакция; г) аэробный распад глюкозы.
7. Наибольший выход энергии достигается в: а) гликолизе; б) аэробном распаде глюкозы; в) креатинкиназной реакции; г) миокиназной реакции.



## 12 Биохимия физических упражнений и спорта

### 12.1 Основные понятия и термины темы

**Адаптация** — развивающийся в ходе жизни процесс, в результате которого организм приобретает устойчивость к определенному фактору окружающей среды.

**Гормоны** — специфические физиологически активные вещества, вырабатываемые специальными эндокринными органами или тканями, секретируемые в кровь или лимфу и действующие на строение или функции организма вне места своего образования.

**Долговременная адаптация** — структурные и функциональные изменения в организме, развивающиеся на основе многократной реализации срочной адаптации.

**Кислородная емкость крови** — общее количество связанного кровью кислорода.

**Кислородный дефицит** — разность между кислородным запросом и кислородным приходом.

**Кислородный запрос** — количество кислорода, которое необходимо организму для полного удовлетворения энергетических потребностей за счет аэробных процессов.

**Кислородный приход** — реальное потребление кислорода при интенсивной мышечной деятельности.

**Срочная адаптация** — ответ организма на однократное воздействие физической нагрузки.

**Суперкомпенсация** — превышение запасов энергетических веществ в период отдыха их до рабочего уровня.

*Утомление* — состояние организма, возникающее вследствие длительной и напряженной деятельности и характеризующееся снижением работоспособности.

## 12.2 Вопросы и задания

1. В чем состоит сущность процессов адаптации организма к физическим нагрузкам?

2. Как изменяется соотношение интенсивности анаэробных и аэробных процессов: а) в состоянии покоя; б) в начале мышечной работы; в) при дальнейшей деятельности; в) в период отдыха?

3. Почему МПК спринтера меньше МПК лыжника? Приведите схему последовательного включения различных механизмов ресинтеза АТФ в организме спринтера и лыжника в период тренировочного процесса.

4. На какие группы подразделяют гормоны? Приведите примеры гормонов из каждой группы.

5. Сравните механизм действия пептидных и стероидных гормонов. Что общего вы нашли в этих механизмах? Чем различаются механизмы действия пептидных и стероидных гормонов?

6. Чем вызвано увеличение содержания катехоламинов в крови спортсменов при физической нагрузке? Напишите соответствующие схемы реакций.

7. С чем связано понижение содержания инсулина в крови во время выполнения упражнений?

8. Как можно объяснить состояние утомления с точки зрения биохимических процессов, протекающих в мышцах?

9. Напишите схемы реакций окисления: а) молочной кислоты; б) янтарной кислоты; в) «-глицерофосфата. Каково значение этих процессов в начальный момент отдыха после интенсивной мышечной работы?

10. На примере восстановления запасов креатин фосфата в мышцах в период отдыха объясните явление супер компенсации.

11. Каковы основные принципы спортивной тренировки? Как они согласуются с процессами адаптации организма к мышечной нагрузке?

12. Каковы правила выбора момента повторения работы на основании явления супер компенсации?

13. В чем заключается специфичность биохимической адаптации организма в процессе тренировки? Приведите примеры.

14. По каким биохимическим показателям отличается тренированный организм от нетренированного?

15. Каковы основные принципы питания спортсменов?

16. Используя формулу сбалансированного питания спортсменов, рассчитайте количество (в г) белков, жиров и углеводов в суточном рационе велосгонщика.

### **12.3 Задания для самопроверки**

1. Общее количество связанного кровью кислорода — это: а) кислородный запрос; б) кислородный долг; в) кислородный дефицит; г) кислородная емкость крови.

2. Мощность аэробного энергообразования оценивается величиной: а) кислородного запроса; б) МПК; в) кислородного дефицита; г) кислородной емкостью крови.

3. К анаэробным источникам ресинтеза АТФ относятся все, кроме: а) креатинкиназной реакции, б) миокиназной реакции; в) гликолиза; г) синтеза АТФ, сопряженного с электроно транспортной цепью.

4. К пептидным гормонам относится: а) альдостерон; б) адреналин; в) соматотропин; г) трийодтиронин; д) гидрокортизон.

5. При интенсивной мышечной работе происходит уменьшение содержания в крови: а) глюкагона; б) вазопрессина; в) норадреналина; г) инсулина; д) тестостерона.

6. По формуле сбалансированного питания спортсменов соотношение белков: жиров: углеводов равно (в %): а) 14:30:56; б) 25:25:50; в) 15:15:70; г) 20:20:60; д) 10:20:70.

7. В суточном рационе пловца белка должно быть не менее: а) 150 г; б) 170 г; в) 200 г; г) 120 г; д) 250 г.

## Список использованных источников

- 1 Аксенов, С.И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов / С.И. Аксенов. – Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 212 с.
- 2 Биомедицинское материаловедение: учеб. пособие для вузов / С. П. Вихров [и др.]. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2006. - 383 с. - ISBN 5-93517-230-5.
- 3 Хенч, Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей / Л. Хенч, Д. Джонс; пер. с англ. Ю. Л. Цвирко; под ред. А. А. Лушниковой. - Москва: Техносфера, 2007. - 303 с.
- 4 Комов, В. П. Биохимия: учеб. для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова. - Москва: Дрофа, 2008. - 640 с. - ISBN 978-5-358-04872-0.
- 5 Дмитриев, А. Д. Биохимия: учеб. пособие / А. Д. Дмитриев, Е. Д. Амбросьева. - Москва: Дашков и К, 2010. - 166 с. - ISBN 978-5-394-00288-5
- 6 Зотов, В.П. Восстановление работоспособности в спорте / В.П. Зотов. - Киев: Здоровья, 1990. – 200 с.
- 7 Бохински, Р. Современные воззрения в биохимии / Р. Бохински, пер. Е.Ю. Крынецкий, пер. Крынецкая Н.Ф. - Москва: Мир, 1987. - 543 с.
- 8 Калинин, М. И. Биохимия мышечной деятельности / М. И. Калинин, В. А. Рогозкин. - Киев: Здоровья, 1989. - 143 с. - ISBN 5-311-00287-5
- 9 Збарский, Б.И. Биологическая химия: учебник для студентов медицинских институтов / Б.И. Збарский, И.И. Иванов, С.Р. Мардашев. - Ленинград: Медицина, 1972. - 583 с.
- 10 Волков, В.М. Восстановительные процессы в спорте / В.М. Волков. - Москва: Физкультура и спорт, 1977. - 143 с.

- 11 Покровский, А.А. Роль биохимии в развитии науки о питании / А.А. Покровский. - Москва: Наука, 1974. - 127 с.
- 12 Меньшиков, В.В. Биохимия / В.В. Меньшиков, Н.И. Волкова. - М.: Физкультура и спорт, 1986. - 384 с.
- 13 Лоу, К. Всё о витаминах / К. Лоу. - М.: Крон-пресс, 1995. - 320 с.
- 14 Спириин, А. С. Молекулярная биология. Структура рибосомы и биосинтез белка / А. С. Спириин. - Москва "Высшая школа", 1986. - 303 с.
- 15 Филиппович, Ю.Б. Основы биохимии / Ю.Б. Филиппович. - Москва: Издательство "Агар", 1999. - 512 с. - ISBN 5-89218-046-8.
- 16 Яковлев, Н. Н. Химия движения: Молекулярные основы мышечной деятельности / Н. Н. Яковлев. - Л.: Наука, 1983. - 190 с.
- 17 Строев, А.Е. Биологическая химия / А.Е. Строев. - М.: Высшая школа, 1986. - 479 с.
- 18 Скулачев, В. П. Законы биоэнергетики / В. П. Скулачев // Соросовский образовательный журнал. - 1997. - № 1. - С. 9 - 14.
- 19 Скулачев, В.П. Кислород в живой клетке: добро и зло / В. П. Скулачев // Соросовский образовательный журнал. - 1996. - № 3. - С. 4-10.
- 20 Удалов, Ю.Ф. Витамины в питании спортсменов / Ю.Ф. Удалов // Теория и практика физической культуры. - 1989. - № 11. - С. 16 - 20.
- 21 Дудко, А. В. Биохимия [Электронный ресурс]: электронное гиперссылочное учебное пособие / А. В. Дудко, А. Д. Стрекаловская, Е. С. Хайруллина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 245 Mb). - Оренбург: ОГУ, 2015.