

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

**Институт фундаментальной медицины и биологии,  
кафедра биохимии**

**Р. И. Литвинов, Ф. К. Алимова**

***Биохимия для студентов  
медицинских специальностей***

**Краткий конспект лекций**

**Казань – 2014**

**Направление:** 060101.65: Лечебное дело.

**Учебный план:** "Лечебное дело" (очное, 2013).

**Дисциплина:** "Биохимия" (специалитет, 1 и 2 курс обучения).

**Количество часов:** 252ч. (в том числе: лекции - 42, лабораторные занятия - 108, самостоятельная работа - 66), форма контроля: зачет, экзамен.

**Темы:**

1. Введение в биохимию.
2. Белки.
3. Ферменты.
4. Нуклеиновые кислоты.
5. Рибонуклеиновые кислоты (РНК).
6. Углеводы.
7. Липиды.
8. Витамины.
9. Биоэнергетика.
10. Обмен углеводов (продолжение).
11. Обмен белков и аминокислот .
12. Обмен липидов.
13. Обмен нуклеиновых кислот.

**Аннотация:** Электронный курс включает в себя программу дисциплины, презентации лекции, список основных терминов, тестовые задания текущего контроля. Курс в основном предназначен для выполнения во время аудиторных занятий.

В предлагаемых лекциях изложены основы общей биохимии для студентов медицинских специальностей. Теоретический материал охватывает наиболее важные и трудные для усвоения разделы курса, составленного на основе

нормативных материалов, включая федеральные образовательные государственные стандарты по специальностям «Лечебное дело», «Фармация», «Стоматология», «Медицинская биохимия», «Медицинская биофизика». С целью повышения эффективности усвоения изложенной информации, лекции дополнены аннотациями, конспектами, вопросами для самоконтроля, а также дополнительными источниками по каждой теме. Материал лекций предназначен для самостоятельного изучения, включая решение предлагаемых задач и ответов на контрольные вопросы.

**Ключевые слова:** биохимия, белки, ферменты, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты, витамины.

**Авторы:**

Литвинов Рустем Игоревич, профессор кафедры биохимии, доктор медицинских наук, email: [litvinov@mail.med.upenn.edu](mailto:litvinov@mail.med.upenn.edu)

Алимова Фарида Кашифовна, профессор кафедры биохимии, доктор биологических наук, email: [farida\\_alimova@hotmail.com](mailto:farida_alimova@hotmail.com)

**Дата начала эксплуатации:** февраль 2014 г.

**URL:** <http://tulpar.kpfu.ru/course/view.php?id=948>

## Оглавление

Лекция 1. Введение в биохимию.	5
Лекция 2. Белки.	10
Лекция 3. Ферменты.	18
Лекция 4. Нуклеиновые кислоты.	23
Лекция 5. Рибонуклеиновые кислоты (РНК).	27
Лекция 6. Углеводы.	29
Лекция 7. Липиды.	33
Лекция 8. Витамины.	39
Лекция 9. Биоэнергетика.	41
Лекция 10. Обмен углеводов (продолжение).	47
Лекция 11. Обмен белков и аминокислот.	49
Лекция 12. Обмен липидов.	55
Лекция 13. Обмен нуклеиновых кислот.	59
Информационные источники.	63
Глоссарий.	64
Экзаменационные вопросы.	70

## **Лекция 1. Введение в биохимию.**

### **Аннотация.**

Определение биохимии, цели, задачи, структура, связь с другими науками. Приводится наиболее общая характеристика биохимии как науки и ее места в системе естественнонаучных дисциплин.

Описываются биологически важные химические элементы, структурная и химическая организация клетки, основные классы химических соединений – макро- и микроэлементы, углеводы, липиды и другие.

Описываются протеиногенные аминокислоты, их классификации по свойствам и строению радикала, по функциональным группам, по полярности и другим признакам.

**Ключевые слова.** Биохимия, задачи биохимии, макро-и-микроэлементы, протеиногенные аминокислоты.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует запомнить формулы аминокислот, ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>

5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%E8%E5%E8%E8%FF>

## **Глоссарий.**

**Биологическая химия** – наука о химическом составе живых организмов и химических процессах, лежащих в основе их жизнедеятельности.

**Динамическая биохимия**– изучает обмен веществ и энергии

**Задача биохимии** - идентификация биохимических процессов, выяснение взаимосвязи между структурой и функциями биомолекул, участвующих в реакциях метаболизма.

**Объект изучения** - химический состав живых организмов и химические процессы, обеспечивающие их существование.

**Общая биохимия** рассматривает закономерности, общие для всех живых систем.

**Статическая биохимия** – изучает химический состав организмов

**Функциональная биохимия**– изучает взаимосвязь между химическими превращениями веществ в организме и физиологическими функциями

**Частная биохимия** рассматривает биохимические особенности отдельных систем, органов, тканей, клеток.

**$\alpha$ -Аминокислоты** - производные карбоновых кислот, у которых один или несколько водородных атомов замещены на аминогруппу. Протеиногенными называются 20 аминокислот, которые кодируются генетическим кодом и включаются в белки в процессе трансляции.

## **Вопросы для изучения**

1. Определение биохимии, цели, задачи, структура, связь с другими науками.
2. Химический состав живых организмов.
3. Аминокислоты. Строение и классификация.

## **Лекция 1. Введение в биохимию**

### **1. Определение биохимии, цели, задачи, структура, связь с другими науками.**

Дается наиболее общая характеристика биохимии как науки и ее места в системе естественнонаучных дисциплин.

Биологическая химия – наука о химическом составе живых организмов и химических процессах, лежащих в основе их жизнедеятельности.

Задача биохимии - идентификация биохимических процессов, выяснение взаимосвязи между структурой и функциями биомолекул, участвующих в реакциях метаболизма.

Объект изучения - химический состав живых организмов и химические процессы, обеспечивающие их существование.

Общая биохимия рассматривает закономерности, общие для всех живых систем.

Частная биохимия рассматривает биохимические особенности отдельных систем, органов, тканей, клеток.

### **2. Химический состав живых организмов.**

#### Биологически важные химические элементы

Макроэлементы:

-H, O, C, N, P, S – входят в состав всех живых организмов. На 99% живые организмы состоят из H, O, C, N, из них

- 60-70% - H и O

-металлы – Na, K, Mg, Ca

-неметаллы – Cl,

Микроэлементы:

-Mn, Co, Zn, Cu, B, I, F

Ультрамикроэлементы

-Se, U, Hg, Ra, Au, Ag

Белки́ (протеи́ны, полипепти́ды)— высокомолекулярные органические вещества, состоящие из альфа-аминокислот, соединённых в цепочку пептидной связью . В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом, при синтезе в большинстве случаев используется 20 стандартных аминокислот. Множество их комбинаций создают молекулы белков с большим разнообразием свойств.

Углевóды (сахарá, сахариды) — органические вещества, содержащие карбонильную группу и несколько гидроксильных групп.

Липи́ды (от греч. λίπος, lípos — жир) — обширная группа природных органических соединений, включающая жиры и жироподобные вещества. Молекулы простых липидов состоят из спирта и жирных кислот, сложных — из спирта, высокомолекулярных жирных кислот и других компонентов. Содержатся во всех живых клетках. Будучи одним из основных компонентов биологических мембран, липиды влияют на проницаемость клеток и активность многих ферментов, участвуют в передаче нервного импульса, в мышечном сокращении, создании межклеточных контактов, в иммунохимических процессах

### **3. Аминокислоты. Строение и классификация.**

$\alpha$ -аминокислоты - производные карбоновых кислот, у которых один или несколько водородных атомов замещены на аминогруппу.

Протеиногенными называются 20 аминокислот, которые кодируются генетическим кодом и включаются в белки в процессе трансляции.

#### Протеиногенные аминокислоты $\alpha$ -аминокислоты

производные карбоновых кислот, у которых один водородный атом, у  $\alpha$ -углерода, замещен а на аминогруппу

Протеиногенными называются 20 аминокислот, которые кодируются генетическим кодом и включаются в белки в процессе *трансляции*.

#### Классификация аминокислот

- По радикалу

Неполярные: аланин, валин, изолейцин, лейцин, пролин, метионин, фенилаланин, триптофан

Полярные незаряженные (заряды скомпенсированы) при pH=7: глицин, серин, треонин, цистеин, аспарагин, глутамин, тирозин

Полярные заряженные отрицательно при pH=7: аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота

Полярные заряженные положительно при pH=7: лизин, аргинин, гистидин

- По функциональным группам

Алифатические

- Моноаминомонокарбоновые: глицин, аланин, валин, изолейцин, лейцин

- Оксимоноаминокарбоновые: серин, треонин

- Моноаминодикарбоновые: аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота

- Амиды моноаминодикарбоновых: аспарагин, глутамин

- Диаминомонокарбоновые: лизин, аргинин

- Серосодержащие: цистеин, метионин

Ароматические: фенилаланин, тирозин, триптофан, гистидин

Гетероциклические: триптофан, гистидин, пролин

Иминокислоты: пролин.

#### **1.4. Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте определение биологической химии, назовите ее задачи, объект изучения и задачи, структуру, связь с другими науками.

2. Расскажите о химическом составе живых организмов.

3. Напишите и назовите формулу гексапептида, состоящего из двух диаминомонокарбоновых и двух моноаминодикарбоновых аминокислот, гидрофобных и гидрофильных аминокислот.

## **Лекция 2. Белки.**

### **Аннотация.**

В данной теме дается определение белков. Приводятся классификации и функции белков, физико-химические свойства белков.

Описываются первичная, вторичная, третичная, четвертичная структуры белков и стабилизирующие их связи.

### **Ключевые слова.**

Белки, состав белков, простые белки, сложные белки, функции белков, физико-химические свойства белков, структуры белков

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>

## **Глоссарий.**

**Белки**- это высокомолекулярные органические азотсодержащие полимерные соединения, состоящие из остатковаминокислот-мономеров, соединенных пептидной связью.

**Изоэлектрическая точка белка** – это значение рН среды, при котором молекула белка электронейтральна и не перемещается в электрическом поле.

**Коагуляция** бывает обратимая, когда нарушается только сольватная оболочка, и необратимая, когда произошли глубокие нарушения структуры белковой молекулы. Необратимую коагуляцию называют денатурацией.

**Ренативация** белка – восстановление структуры и функции белка при удалении денатурирующего фактора.

**Сложные белки** - имеют в своем составе белковую часть (апопротеин) и небелковый компонент (простетическую группу).

**Простые белки** - представлены только полипептидной цепью, состоящей из аминокислот.

## **Вопросы для изучения.**

1. Определение белков.
2. Классификация и функции белков.
3. Функции белков:
4. Физико-химические свойства белков.
5. Структуры белков.

## **Лекция 2. Белки.**

### **1. Определение белков.**

- высокомолекулярные органические азотсодержащие полимерные соединения, состоящие из остатков аминокислот-мономеров, соединенных пептидной связью

- название **протеины**(от греч. protos – первый, важнейший) – точно отражает первостепенное биологическое значение белков.

В организме человека содержится свыше 50 000 индивидуальных белков, отличающихся первичной структурой, конформацией, строением активного центра и функциями. Однако до настоящего времени нет единой и стройной классификации, учитывающей различные особенности белков. В основе имеющихся классификаций лежат разные признаки.

## **2. Классификация и функции белков.**

Классификация по структурным признакам и химическому составу:

Простые белки представлены только полипептидной цепью состоящей из химическому составу полипептидной цепью, состоящей из аминокислот.

Сложные белки имеют в своем составе белковую часть (апопротеин) и небелковый компонент (простетическую группу)

Простые белки:

- Протамины

- Сальмин (в молоках семги, макрели), клупеин (в молоках сельди), скомбрин (в молоках скумбрии).

- Гистоны

H1 H2A H2B H3 и H4

H1, H2A, H2B, H3 и H4 – классы.

- Альбумины:

Сывороточный альбумин (в крови), овальбумин, авидин (в яйце)

- Глобулины:

Лактоглобулин (в молоке), миозин (в волокнах мышц), тиреоглобулин (в щитовидной железе), нейроглобулин, нейростромин (в нервной ткани), глицинин, эдестин, легумин

(растительные), гамма-глобулин (в плазме крови)

Сложные белки:

- Липопротеиды: Хиломиконы, ЛПОНП (липопротеиды очень низкой плотности), ЛППП (липопротеиды промежуточной плотности), ЛПНП (липопротеиды низкой плотности), ЛПВП (липопротеиды высокой плотности)
- Гликопротеиды: Муцины, мукоиды, церулоплазмин, орозомукоид, трансферины, протромбин, иммуноглобулины и др.
- Фосфопротеиды: Казеин, овальбумин, вителлин и др.
- Металлопротеиды: Ферритин, трансферрин
- Нуклеопротеиды: Дезоксирибонуклеопротеиды (ДНП), рибонуклеопротеиды (РНП)
- Хромопротеиды: Гемоглобин, миоглобин

### **3. Функции белков:**

#### 1. Каталитическая функция

Большинство известных в настоящее время биологических катализаторов являются белками. Эта функция белков, хотя и оказалась не уникальной, определяет скорость химических реакций в биологических системах. (Рибонуклеиновые кислоты также могут обладать ферментативной активностью, их называют рибозимы).

Алкогольдегидрогеназа - энзим, катализирующий в печени окисление спиртов до альдегидов и кетонов.

#### 2. Транспортная функция

Гемоглобин эритроцитов осуществляет перенос кислорода от легких к тканям и диоксида углерода от тканей к легким. Альбумин крови переносит жирные кислоты

Интегральные мембранные белки осуществляют транспорт ионов и метаболитов через биологические мембраны

#### 3. Регуляторная функция

Белковые гормоны: инсулин регулирует уровень глюкозы в крови  
 ДНК-ассоциированные белки: факторы транскрипции. Белки-рецепторы: клеточные (гормональные) рецепторы

#### 4. Защитная функция

Иммуноглобулины - белки иммунной системы, способны узнавать, связывать и нейтрализовать чужеродные молекулы, вирусы и бактерии. Интерферон – универсальный противовирусный белок. Фибриноген – белок системы свертывания крови, участвует в формировании сгустков и остановке кровотечения

#### 5. Сократительная функция

Актин и миозин – белки, участвующие в сокращении скелетных мышц и немышечных клеток. Тубулин – белок микротрубочек клетки, регулирующий расхождение хроматид

#### 6. Структурная функция

Белки, выполняющие структурную (опорную) функцию, занимают по количеству первое место среди других белков тела человека. Коллаген – главный компонент хрящей и сухожилий, имеющий высокую прочность, составляет 1/3 всех белков организма человека. Эластин обеспечивает растяжимость определенных тканей (кишечник, мочевой пузырь)

#### 7. Питательная функция

Овальбумины - резервные белки, являющиеся источниками питания для плода

Казеин - основной белок молока

Другие функции:

- поддержание онкотического давления
- создании буферных систем
- генерирование и передача нервных импульсов

#### **4. Физико-химические свойства белков.**

- Высокая молекулярная масса
- Высокая вязкость растворов
- Низкая диффузия
- Способность к набуханию
- Амфотерность
- Оптическая активность

- Низкое осмотическое давление
- Высокое онкотическое давление
- Денатурация

Молекулярная масса белков колеблется в широких пределах: от нескольких тысяч дальтон (инсулин –57000) до сотен миллионов (белок вируса гриппа – 6322 10 ).

Форма белковых молекул бывает глобулярная(шаровидная) и фибриллярная (нитевидная). Форма белковых молекул изменяется под влиянием различных факторов: рН, температуры среды,ионной силы, природы растворителя, концентрации раствора. В глобулярных белках полипептидная цепь свернутатак, что образуется компактная структура. Эти белки обычно растворимы в водной среде.Фибриллярные белки нерастворимы в воде.Большинство белков растворяется в воде. Они образуют коллоидные растворы. Молекулы белков имеют большие размеры и не проходят через поры полупроницаемых мембран (диализ).Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов белков связаны с размерами и перемещением мицелл в среде, рН раствора и т.д.

Белки имеют низкий коэффициент диффузии, низкое осмотическое давление, высокую относительную вязкость и большую степень набухания – белки связывают до 80-90% всей воды организма. Вода обеспечивает формирование структуры белков.

Общее количество связанной воды составляет в миоглобине, лизоциме, цитохроме около 22% от общей массы белка.

Под влиянием различных факторов белки могут выпадать из коллоидных растворов в осадок (коагулировать); это легче происходит в изоэлектрической точке белка, когда заряд равен нулю и отсутствует электростатическое отталкивание.

Изоэлектрическая точка белка – это значение рН среды, при котором молекула белка электронейтральна и не перемещается в электрическом поле.

Коагуляция бывает обратимая, когда нарушается только сольватная оболочка, и необратимая, когда произошли глубокие нарушения структуры белковой молекулы. Необратимую коагуляцию называют денатурацией.

Она вызывается кипячением, действием солей тяжелых металлов, алкалоидов, минеральных кислот и т.д.

Ренативация белка восстановление структуры и функции белка при удалении денатурирующего фактора. Кислотно-щелочные свойства белков связаны с катионообразующими ( $-\text{NH}_3^+$ ) и анионообразующими ( $-\text{COO}^-$ ) группами.

Суммарный заряд молекулы определяется соотношением аминокрупп и карбоксильных групп.

### **5. Уровни структурной организации белка:**

1-первичная, 2- вторичная, 3- третичная, 4 – четвертичная структура белка

Первичная структура белков, пептидная связь.

Первичную структуру белка принято записывать начиная с N-концевого остатка аминокислоты в направлении к карбоксильному концу (C).

Вторичная структура белков.

- Альфа-спираль

- Бета-складки

Вторичная структура обусловлена способностью пептидных групп к образованию водородных связей:  $\text{C}=\text{O} \dots \text{H}-\text{N}$

Третичная структура белка - укладка полипептидной цепи в пространстве. Связи между радикалами аминокислот

- Электростатические силы притяжения между R-группами, несущими противоположно заряженные ионогенные групп (ионные связи).

- Водородные связи между полярными (гидрофильными) R - группами.

- Гидрофобные взаимодействия между неполярными(гидрофобными) R-группами.

- Дисульфидные связи между радикалами двух молекул цистеина.

Четвертичная структура характерна для белков, построенных из двух или более полипептидных цепей. Белки такого типа называются олигомерами. Четвертичная структура - это количество и способ укладки полипептидных цепей. Протомеры связаны друг с другом посредством лишь нековалентных связей (ионных, водородных, гидрофобных).

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте определение белков, приведите их классификацию.
2. Назовите функции белков, приведите примеры.
3. Назовите физико-химические свойства белков.
4. Опишите структуры белков, назовите связи удерживающие их

## **Лекция 3. Ферменты.**

### **Аннотация.**

В данной теме дается определение ферментов. Описывается строение ферментов. Приводятся номенклатура и классификация катализаторов. Разбирается кинетика ферментативных реакций.

Описываются понятия ингибиторов и активаторов ферментов. Приводятся основы регуляции активности ферментов.

**Ключевые слова.** Ферменты, энзимы, биологические катализаторы, простые ферменты, сложные ферменты, кофермент, кофактор, апофермент, простетическая группа, активный центр ферментов, субстрат, катал, уравнение Михаэлис-Ментен, ингибиторы ферментов, активаторы ферментов, аллостерическая регуляция, фосфорилирование-дефосфорилирование, ассоциация-диссоциация субъединиц, частичный протеолиз.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>

5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D4%E5%F0%EC%E5%ED%F2%FB>

## **Глоссарий.**

**Белковая часть (апофермент)** обеспечивает связывание субстрата, а сам катализ осуществляет небелковая часть, называемая кофактором.

**Абсолютная субстратная специфичность** – это способность фермента катализировать превращение только одного, строго определенного субстрата.

**Адсорбционный центр** - это участок активного центра молекулы фермента, на котором происходит сорбция (связывание) молекулы субстрата.

**Активаторы ферментов**- это вещества, увеличивающие скорость ферментативной реакции за счет увеличения каталитической активности.

**Активный центр фермента** - тот участок молекулы фермента, который непосредственно взаимодействует с молекулой субстрата. Активный центр фермента образован из остатков аминокислот, находящихся в различных частях полипептидной цепи или разных полипептидных цепей, пространственно сближенных. Образуется при формировании третичной структуры белка-фермента.

**Ингибиторы ферментов**- это вещества, снижающие их активность.

**Катализатор** - это вещество, которое ускоряет химическую реакцию, но само в ходе этой реакции не расходуется.

**Кинетика ферментативных реакций**- это раздел энзимологии, изучающий зависимость скорости реакции, катализируемой ферментом, от различных факторов.

**Км (константа Михаэлиса)** – концентрация субстрата, при которой скорость ферментативной реакции равна половине максимальной скорости. **Относительная субстратная специфичность** – способность фермента катализировать превращения нескольких, сходных по строению субстратов.

**Стереоспецифичность** - способность фермента катализировать превращения определенных стереоизомеров.

**Субстрат (S)** - вещество, которое превращается в продукт (P) под действием фермента (E).

**Ферменты** - это белки, выполняющие функции биологических катализаторов.

### **Вопросы для изучения:**

1. Ферменты как биологические катализаторы.
2. Коферменты, простетические группы.
3. Активный центр ферментов.
4. Ферментативная кинетика.
5. Номенклатура и классификация ферментов.
6. Ингибиторы и активаторы ферментов.
7. Регуляция активности ферментов.

### **Лекция 3. Ферменты**

1. Ферменты как биологические катализаторы.
2. Ферменты, или энзимы, - это белки, выполняющие функции биологических катализаторов.
2. Коферменты, простетические группы.

Белковая часть фермента (апофермент) обеспечивает связывание субстрата, а сам катализ осуществляет небелковая часть, называемая кофактором. Кофакторами могут быть ионы металлов или органические соединения, которые обычно называют коферментами. Если связь между ферментом и коферментом прочная, ковалентная, то небелковую часть фермента называют простетической группой.

3. Активный центр ферментов.

Активный центр фермента - тот участок молекулы фермента, который непосредственно взаимодействует с молекулой субстрата. Активный центр образован из остатков аминокислот, находящихся в различных частях полипептидной цепи или разных полипептидных цепей,

пространственносближенных. Образуется при формировании третичной структуры белка-фермента.

#### 4. Ферментативная кинетика.

Кинетика ферментативных реакций - это раздел энзимологии, изучающий зависимость скорости реакции, катализируемой ферментом, от различных факторов. Скорость ферментативных реакций (V) измеряют по убыли субстрата (S) или приросту продукта (P) за единицу времени. За единицу активности фермента (катал) в системе СИ принимается такое количество фермента, которое катализирует превращение 1 моля субстрата за 1 секунду.

#### 5. Номенклатура и классификация ферментов.

Эмпирическое название образуется из названия субстрата, типа реакции и суффикса "-аза". Систематическое название фермента формируется следующим образом: (название субстрата, название типа химического превращения + аза). Лактатдегидрогеназа будет иметь систематическое название: L-лактат - NAD<sup>+</sup>оксидоредуктаза. Классы ферментов обозначаются латинскими буквами EC и цифрами. Название класса ферментов соответствует первой цифре. Классы ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы).

#### 6. Ингибиторы и активаторы ферментов.

Ингибиторы - это вещества, снижающие активность ферментов. Различают ингибиторы необратимые и обратимые. Необратимые ингибиторы прочно связываются и блокируют функциональные группы активного центра фермента, необходимые для проявления его активности.

Конкурентные ингибиторы - конкурируют с субстратом за связывание с активным центром фермента, т.к. ингибитор и субстрат имеют сходную структуру. Неконкурентные ингибиторы - присоединяются к ферменту не в активном центре, а в другом участке молекулы. Связывание

приводит к изменению конформации фермента и нарушению комплементарности к субстрату. Активаторы - это вещества, увеличивающие скорость

ферментативной реакции за счет увеличения каталитической активности.

7. Регуляция активности ферментов.

Способы регуляции активности ферментов: аллостерическая регуляция, фосфорилирование-дефосфорилирование, ассоциация-диссоциация субъединиц, частичный протеолиз.

### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте определение ферментам как биологические катализаторам.
2. Дайте определения апофермент, коферменты, кофактор, простетическая группа.
3. Расскажите о строении ферментов.
4. Приведите уравнение Михаэлис-Ментен, изобразите графики зависимости скорости ферментативной реакции от рН, температуры, концентрации фермента, концентрации субстрата.
5. Назовите классы ферментов, дайте характеристику каждому классу.
6. Дайте определения активаторов и ингибиторов ферментов, приведите примеры
7. Каким образом происходит регуляция активности ферментов?

## **Лекция 4. Нуклеиновые кислоты.**

### **Аннотация.**

В данной теме дается определение нуклеиновых кислот. Описывается строение ДНК и РНК. Подробно разбирается строение первичной, вторичной, третичной структуры ДНК. Описываются функции ДНК.

### **Ключевые слова.**

Нуклеиновые кислоты, ДНК, РНК, нуклеотид, нуклеозид, азотистые основания, комплементарность, первичная структура ДНК, вторичная структура ДНК, третичная структура ДНК, связи стабилизирующие структуру ДНК, функции ДНК.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>



кислот входят два производных пурина – аденин (А) и гуанин (Г), и три производных пиримидина – цитозин (Ц), урацил (У) и тимин (Т). Правила Чаргаффа:  $A+G=T+C$ ,  $A=T$ ,  $G=C$ .

## 2. Первичная структура ДНК.

Первичная структура ДНК - это последовательность дезоксирибонуклеотидов в полинуклеотидной цепи, которая определяет закодированную в ней информацию.

## 3. Вторичная структура ДНК.

Вторичная структура ДНК представлена правозакрученной спиралью, в которой две полинуклеотидные цепи расположены антипараллельно и удерживаются относительно друг друга за счет взаимодействия между комплементарными азотистыми основаниями.

Комплементарность – способность азотистых оснований образовывать водородные связи между собой.

## 4. Характер связей, стабилизирующих двуспиральную структуру ДНК.

а) Водородные связи между комплементарными парами азотистых оснований. Между аденином и тимином могут образовываться две, а между гуанином и цитозином три водородных связи. Комплементарные пары азотистых оснований одинаковы по размерам и форме, обращены внутрь молекулы ДНК и лежат в одной плоскости. б) Между основаниями в ДНК возникают гидрофобные взаимодействия, обеспечивающие стабилизацию структуры спирали. в) Стэкинг-взаимодействие – взаимодействие р-облаков азотистых оснований вдоль оси молекулы ДНК.

## 5. Третичная структура ДНК.

У всех живых организмов двуспиральные молекулы ДНК плотно упакованы с образованием сложных трехмерных структур. В митохондриях эукариот и

у прокариот молекулы ДНК имеют кольцевую замкнутую форму и образуют левые (отрицательные) суперспирали. Суперспирализация необходима для «упаковки» длинной молекулы ДНК в малом объеме клетки.

Помимо этого, суперспирализация ДНК, облегчающая ее расплетение, обеспечивает репликацию и транскрипцию.

#### 6. Функции ДНК.

а) Хранение наследственной информации; б) передача наследственной информации из поколения в поколение; в) роль матрицы в процессе передачи генетической информации к месту синтеза белка.

#### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте определение нуклеиновым кислотам. Приведите их химический состав.
2. Опишите первичную структуру ДНК.
3. Опишите вторичную структуру ДНК. Назовите связи, стабилизирующие вторичную структуру ДНК.
5. Опишите третичную структуру ДНК.
6. Назовите функции ДНК, приведите примеры.

## **Лекция 5. Рибонуклеиновые кислоты (РНК).**

### **Аннотация.**

В данной теме дается определение РНК. Описывается ее строение. Подробно разбираются особенности строения первичной и вторичной структуры РНК. Даются три типа РНК - информационная, транспортная и рибосомная. Описываются функции РНК.

**Ключевые слова.** РНК, рибонуклеотид, нуклеозид, информационная РНК, транспортная РНК и рибосомная РНК, первичная структура РНК, вторичная структура РНК, связи стабилизирующие структуру РНК, функции РНК.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>

5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%E8%E1%EE%ED%F3%EA%EB%E5%E8%ED%EE%E2%E0%FF\\_%EA%E8%F1%EB%EE%F2%E0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%E8%E1%EE%ED%F3%EA%EB%E5%E8%ED%EE%E2%E0%FF_%EA%E8%F1%EB%EE%F2%E0)

## **Глоссарий**

**Первичная структура РНК** - это последовательность рибонуклеотидов в полинуклеотидной цепи, которая определяет закодированную в ней информацию.

### **Вопросы для изучения:**

1. Химический состав и свойства углеводов.
2. Функции углеводов.
3. Классификация углеводов.
4. Важнейшие моносахариды.
5. Олигосахариды.
6. Полисахариды.

## **Лекция 5. Рибонуклеиновые кислоты (РНК)**

1. Химический состав РНК.

Каждый рибонуклеотид состоит из 3-х компонентов: азотистого основания, рибозы и остатка фосфорной кислоты. Азотистые основания –это производные ароматических гетероциклических соединений – пурина и пиримидина. В состав рибонуклеиновых кислот входят два производных пурина – аденин (А) и гуанин (Г), и два производных пиримидина – цитозин (Ц) и урацил (У).

2. Особенности вторичной структуры РНК .

Первичная структура РНК – это последовательность рибонуклеотидов в полинуклеотидной цепи, которая определяет закодированную в ней информацию. Молекулы РНК преимущественно одноцепочечные.

3. Три типа РНК - информационная, транспортная и рибосомная.

Матричные (информационные) РНК (мРНК) обладают сложной вторичной структурой, обеспечивающей выполнение ими матричной функции в ходе трансляции. Самые мелкие молекулы транспортной РНК (тРНК) построены из 75-90 нуклеотидов. Составляют 10-20% от общего количества РНК клетки. Функция состоит в транспортировании аминокислот в рибосомы - к месту синтеза белка и обеспечение включения аминокислот в определенные участки полипептидной цепи в соответствии с генетическим кодом. тРНК участвуют в синтезе белка, являясь адаптерами своеобразными «переводчиками» – переводят последовательность нуклеотидов в последовательность аминокислотных остатков белковой молекулы. Рибосомные РНК (рРНК) выполняют структурную и ферментативную функции, обеспечивают правильное взаимодействие рибосом с мРНК и тРНК.

4. Вторичная структура РНК.

Образуется за счет коротких двуспиральных участков молекулы – шпилек, которые составляют около 2/3 рРНК, 1/3 молекулы представлена одностежковыми участками, богатыми пуриновыми нуклеотидами, с которыми преимущественно связываются белки.

5. Функции РНК.

а) Хранение наследственной генетической информации у некоторых вирусов. б) Передача генетической информации для обеспечения процессов жизнедеятельности клетки и организма. в) Регуляторная: взаимодействие мРНК и тРНК регулирует начало синтеза белка и др.

г) Ферментативная. Были обнаружены и охарактеризованы молекулы РНК, обладающие ферментативной активностью, которые были названы «рибозимы».

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение РНК, назовите особенности химической структуры.
2. Назовите особенности вторичной структуры РНК.
3. Опишите три типа РНК - информационная, транспортная и рибосомная, приведите структуру т-РНК.
4. Опишите функции РНК.

## **Лекция 6. Углеводы**

### **Аннотация**

В данной теме дается химический состав и свойства углеводов. Разбираются функции углеводов. Приводится классификация углеводов. Подробно разбираются особенности строения моносахаридов, олигосахаридов и полисахаридов.

### **Ключевые слова.**

Углеводы, моносахариды, олигосахариды, гомополисахариды, гетерополисахариды, D-сахара, L-сахара, глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза, крахмал, гликоген.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>

4. <http://biokhimija.ru/>

5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D3%E3%EB%E5%E2%EE%E4%FB>

### **Глоссарий.**

**Аминосакхара**-производные моносахаридов, у которых - OH группа у C<sub>2</sub> замещена аминогруппой -NH<sub>2</sub>.

**Гетерополисахариды** – молекула состоит из двух или более типов моносахаридов.

**Гликозиды** – это эфиробразные соединения, образующиеся в результате замещения радикалом атома водорода в полуацетальном гидроксиле циклической формы моносахарида.

**Гомополисахариды** – содержат только один вид моносахарида.

**Моносахариды** - число атомов C3-триозы, C4-тетрозы, C5-пентозы, C6-гексозы бесцветны, хорошо растворимы в воде, имеют сладкий вкус.

**Олигосахариды** содержат от 2 до 10 моносахаридных остатков. Хорошо растворяются в воде, имеют сладкий вкус.

**Полисахариды**- сложные углеводы, состоящие из большого числа мономеров - простых сахаров и их производных.

**Углеводы** – это органические соединения, состоящие чаще всего из углерода, водорода, кислорода.

**Уроновые кислоты** – производные альдоз, у которых первичная спиртовая группа окислена до карбоксильной.

### **Вопросы для изучения:**

1. Химический состав и свойства углеводов.
2. Функции углеводов.
3. Классификация углеводов.
4. Важнейшие моносахариды.
5. Олигосахариды.
6. Полисахариды.

### **Лекция 6. Углеводы**

## 1. Химический состав и свойства углеводов.

Углеводы – это органические вещества, содержащие карбонильную группу и несколько гидроксильных групп с общей формулой  $C_n(H_2O)_m$ .

## 2. Функции углеводов.

Энергетическая (при расщеплении 1 г углеводов освобождается 17,6 кДж энергии), структурная, резервная (крахмал и гликоген являются запасными энергетическими продуктами), защитная (углеводы входят в состав компонентов иммунной системы), регуляторная, специальные функции (специфичность групп крови, антикоагулянты, рецепторы и др.) .

## 3. Классификация углеводов.

Моносахариды (отличаются числом атомов С - С3-триозы, С4-тетрозы, С5-пентозы, С6-гексозы), олигосахариды (содержат от 2 до 10 моносахаридных остатков), полисахариды (сложные углеводы, состоящие из большого числа мономеров - простых сахаров и их производных).

## 4. Важнейшие моносахариды.

Все моносахариды, которые теоретически могут быть получены из D-глицеринового альдегида путем последовательного удлинения его цепи со стороны альдегидной группы, называют D-сахарами, независимо от конфигураций остальных атомов углерода, а полученные таким же способом из L-глицеринового альдегида – L-сахарами. Важнейшие моносахариды: глюкоза, фруктоза, галактоза, рибоза, дезоксирибоза, глицериновый альдегид.

## 5. Олигосахариды.

Основными дисахаридами являются сахароза, мальтоза и лактоза. Если связь между мономерами осуществляется за счет спиртового полуацетального гидроксильного восстанавливающего свойства и все реакции, свойственные моносахаридам. Если гликозидная связь образована за счет полуацетальных гидроксильных групп обоих моносахаридов, то они не содержат свободного полуацетального гидроксильного и не проявляют характерных реакций альдегидной группы. К ним относится сахароза.

## 6. Полисахариды.

Гомополисахариды – содержат только один вид моносахарида (крахмал, гликоген). Гетерополисахариды – молекула состоит из двух или более типов моносахаридов (гиалуроновая кислота, гепарин).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Опишите химический состав и свойства углеводов.
2. Назовите функции углеводов, приведите примеры.
3. Приведите классификацию углеводов.
4. Приведите формулы моносахаридов, дисахаридов, полисахаридов.

## **Лекция 7. Липиды**

### **Аннотация**

В данной теме дается определение липидов, Разбираются функции липидов. Приводится их классификация. Подробно разбираются особенности строения и физико-химические свойства липидов.

### **Ключевые слова.**

Липиды, липоиды, жиры, триглицериды, жирные кислоты, кислотное число, число омыления, йодное число, простые липиды, сложные липиды, воска, фосфолипиды, гликолипиды, стероиды.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы Для контроля своения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>
5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%E8%EF%E8%E4%FB>

## Глоссарий

**Воска** – сложные эфиры высших жирных кислот и первичных одноатомных высокомолекулярных спиртов.

**Йодное число** – количество граммов йода, которое способно присоединиться к 100 г жира по месту разрыва двойной связи в ненасыщенных жирных кислотах. Йодное число характеризует степень ненасыщенности жирных кислот в составе жира. Йодные числа большинства растительных жиров находятся в пределах 100—160, животных – 32-66.

**Кислотное число** – количество миллиграммов щелочи КОН, необходимой для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. По кислотному числу контролируют качество жиров.

**Липиды** – это обширная группа разнообразных по строению природных органических веществ, которые не растворимы в воде, но растворимы в органических растворителях.

**Нейтральные жиры** представляют собой сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот.

**Простые липиды** (жиры, воска). Их молекулы состоят из жирных кислот в соединении с глицерином – жиры другими одноатомными спиртами – воска.

**Сложные липиды** – состоят из глицерина, жирных кислот и других компонентов.

**Число омыления** – количество миллиграммов щелочи КОН, необходимой для нейтрализации свободных и связанных в виде глицеридов кислот, содержащихся в 1 г жира. Число омыления используют для определения подлинности жира.

### Вопросы для изучения:

1. Определение липидов.
2. Функции липидов.
3. Строение липидов.
4. Физико-химические характеристики липидов.
5. Классификация липидов.

### Лекция 7. Липиды

1. Определение липидов.

Липиды – это обширная группа разнообразных по строению природных органических веществ, которые не растворимы в воде, но растворимы в органических растворителях. Они включают жиры (собственно липиды) и жироподобные вещества (липоиды). К липидам относится большое число малополярных природных веществ, различающихся между собой по химической структуре и выполняющих в организме разнообразные функции.

## 2. Функции липидов.

Энергетическая (при окислении 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии или 9,3 ккал), структурная (фосфолипиды входят в состав мембран клеток), источник метаболической воды (при окислении жиров в организме человека образуется около 350 мл воды в сутки), защитная (воск предохраняет растительную клетку от механических повреждений, а подкожный жир у животных – от высоких и низких температур; амортизационная защита от механического повреждения), регуляторная (некоторые гормоны и витамины, регулирующие жизнедеятельность организма, – липиды, например, кортизон, тестостерон, витамин Д), метаболическая (липиды – предшественники простагландинов, гормонов и других веществ).

## 2. Строение липидов.

В состав триглицеридов (жиров) входят жирные кислоты, имеющие длинные углеводородные цепи. По химической структуре жиры представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. Природные жиры могут включать как простые, так и смешанные триглицериды. Смешанные триглицериды содержат различные жирные кислоты. Все жирные кислоты делятся на две группы: насыщенные, т.е. не содержащие двойных связей, и ненасыщенные, содержащие двойные связи.

## 3. Физико-химические характеристики липидов.

Кислотное число – количество миллиграммов щелочи КОН, необходимой для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1г жира.

Число омыления – количество миллиграммов щелочи КОН, необходимой для нейтрализации свободных и связанных в виде глицеридов кислот, содержащихся в 1г жира.

Йодное число – количество граммов йода, которое способно присоединиться к 100 г жира по месту разрыва двойной связи в ненасыщенных жирных кислотах.

#### 4. Классификация липидов.

Простые липиды (жиры, воска). Их молекулы состоят из жирных кислот в соединении с глицерином жиры или другими одноатомными спиртами – воска. Сложные липиды – состоят из глицерина, жирных кислот и других компонентов. К этой группе относятся: фосфолипиды (производные ортофосфорной кислоты, входят в состав всех клеточных мембран); гликолипиды (содержат остатки сахаров, их много в нервной ткани); липопротеиды (комплексы липидов с белками).стероиды – небольшие гидрофобные молекулы, являющиеся производными холестерина.

#### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте определение липидам, приведите классификацию с примерами.
2. Назовите функции липидов.
3. Расскажите строение липидов.
4. Опишите физико-химические характеристики липидов.

## **Лекция 8. Витамины.**

### **Аннотация.**

В данной теме дается общее понятие о витаминах. Приводится классификация витаминов и витаминоподобных веществ. Подробно разбирается биологическая роль витаминов в организме. Дается характеристика отдельных витаминов.

### **Ключевые слова.**

Витамины, витаминоподобные вещества, жирорастворимые (А (ретинол), D (кальциферол), Е (токоферол), К (нафтохинон)), водорастворимые (С (аскорбиновая кислота), В<sub>1</sub> (тиаминпирофосфат), В<sub>2</sub> (рибофлавин), РР (никотиновая кислота), В<sub>12</sub> (цианкоболамин), В<sub>9</sub> (фолиевая кислота), В<sub>5</sub> (пантотеновая кислота), Н (биотин)) витамины, гиповитаминоз, гипервитаминоз, авитаминоз

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля своего материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>

4. <http://biokhimija.ru/>

5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%E8F2%E0%EC%E8%ED%FB>

## **Глоссарий.**

**Авитаминозы** - вызваны отсутствием витаминов.

**Витамины**– это низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, 1) не синтезируемые в организме человека, 2) поступающие в него извне и 3) незаменимые участники метаболизма.

**Гиповитаминоз** - вызваны недостатком витаминов в рационе

**Гипервитаминозы** - вызваны избыточным количеством витаминов

## **Вопросы для изучения:**

1. Общее понятие о витаминах.
2. Классификация витаминов.
3. Биологическая роль витаминов.
4. Характеристика отдельных витаминов.

## **Лекция 8. Витамины**

1. Общее понятие о витаминах.

Витамины – это низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, 1) не синтезируемые в организме человека, 2) поступающие в него извне и 3) незаменимые участники метаболизма.

Большинство витаминов поступают в организм с пищей. Отсутствие витаминов вызывает авитаминозы. Недостаток витаминов в рационе – гиповитаминозы.

Избыточное количество витаминов - гипервитаминозы.

2. Классификация витаминов.

Витамины делятся на жирорастворимые (А, D, Е, К), водорастворимые (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, В<sub>12</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>5</sub>, Н) и витаминоподобные соединения, которые могут частично синтезироваться в организме человека.

### 3. Биологическая роль витаминов.

Витамины выполняют в организме функции катализаторов самостоятельно или в составе ферментов (кофакторы). Кроме того, они выполняют сигнальные функции в клетке.

### 4. Характеристика отдельных витаминов.

В<sub>1</sub> (тиаминпирофат) - входит в состав фермента карбоксилазы, катализирующей карбоксилирование и декарбоксилирование α-кетокислот (например, в превращении пировиноградной кислоты в ацетил-КоА). В<sub>2</sub> (рибофлавин) - входит в состав флавиновых ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях. РР (никотиновая кислота и ее амид) - входит в состав НАД и НАДФ, выполняющих функции коферментов НАД-зависимых дегидрогеназ. В<sub>5</sub> (пантотеновая кислота) - используется в клетках для синтеза коферментов: 4-фосфопантотеина и коэнзима АКоА). В<sub>6</sub> (пиридоксин) - входит в состав коферментов: пиридоксальфосфата и пиридоксаминфосфата. Н (биотин) – выполняет коферментную функцию в составе карбоксилаз: участвует в образовании активной формы CO<sub>2</sub>. В<sub>9</sub> (фолиевая кислота) - служит субстратом для синтеза коферментов, участвующих в реакциях переноса одноуглеродных радикалов. В<sub>12</sub> (цианкобаламин) - служит источником образования двух коферментов: метилкобаламина в цитоплазме и дезоксиаденозилкобаламина, катализирующих реакцию метилирования и изомеризации. С (аскорбиновая кислота) - в качестве окислительно-восстановительной системы катализирует многие реакции тканевого обмена веществ. А (ретинол) - участие в образовании сложного белка родопсина – зрительного пигмента сетчатки глаз. D (кальциферол) - участвует в регуляции процессов всасывания кальция и фосфора в кишечнике, резорбции костной

ткани и реабсорбции кальция и фосфора в почечных канальцах. Е (токоферол) – участвует в тканевом дыхании и окислении липидов. К (нафтохинон) - является коферментом витамин К-зависимой карбоксилазы в печени, необходимой для синтеза ряда ферментов системы свертывания крови.

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте определение витаминам и витаминоподобным веществам, приведите классификацию.
2. Опишите витамины группы В.
3. Расскажите особенности жирорастворимых витаминов.

## **Лекция 9. Биоэнергетика.**

### **Аннотация.**

В данной теме дается общее понятие о катаболизме и анаболизме как основе биоэнергетики. Приводится классификация высокоэнергетических соединений. Подробно разбирается биологическое окисление и схема дыхательной цепи. Описывается энергетическая роль обмена углеводов. Дается анаэробный и аэробный распад глюкозы.

### **Ключевые слова.**

Катаболизм, анаболизм, биоэнергетика, макроэргические соединения, высокоэнергетические связи (фосфоангидридная связь, тиоэфирная связь, гуанидинфосфатная связь, ацилфосфатная связь, енолфосфатная связь.), аденозинтрифосфат, биологическое окисление, дыхательная цепь, анаэробный и аэробный распад глюкозы.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>

2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>
5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD)

## **Глоссарий.**

**Анаболизм** - это ассимиляция, или биосинтез, при котором из малых молекул-предшественников синтезируются белки, нуклеиновые кислоты и другие макромолекулы, причем этот процесс требует затраты энергии.

**Биологическое окисление** – это окислительно-восстановительные реакции, происходящие в клетках с участием ферментов и являющиеся источником энергии в организме.

**Дыхательный коэффициент (ДК)** - это общая характеристика обмена веществ, учитывающая количество поглощаемого кислорода и количество углекислоты, выделяемое за это же время:  $ДК = CO_2/O_2$

**Катаболизм**- это процесс расщепления сложных органических молекул до более простых конечных продуктов.

**Свободная энергия** - та часть химической энергии питательных веществ, которая в организме может использоваться для выполнения полезной работы.

**Энтропия** - мера перехода или неупорядоченности системы (S).

## **Вопросы для изучения:**

1. Катаболизм и анаболизм – основа биоэнергетики.
2. Высокоэнергетические соединения.
3. Биологическое окисление.
4. Дыхательная цепь.
5. Энергетическая роль обмена углеводов. Анаэробный и аэробный распад глюкозы.

## Лекция 9. Биоэнергетика

### 1. Катаболизм и анаболизм – основа биоэнергетики.

Катаболизм - это процесс расщепления сложных органических молекул до более простых конечных продуктов. Катаболические процессы сопровождаются освобождением свободной энергии. Эта энергия запасается в молекулах АТФ (аденозинтрифосфата) и частично в богатых энергией водородных атомах кофермента НАДФН<sub>2</sub>(никотинамидадениндинуклеотидфосфата), находящегося в восстановленной форме.

Анаболизм - это ассимиляция, или биосинтез, при котором из малых молекул-предшественников синтезируются белки, нуклеиновые кислоты и другие макромолекулы, причем этот процесс требует затраты энергии. Источником энергии являются макроэргические связи АТФ, а также НАДФН<sub>2</sub>.

### 2. Высокоэнергетические соединения.

В живых организмах существует целая группа органических фосфатов, гидролиз которых приводит к освобождению большого количества свободной энергии. К высокоэнергетическим относят вещества, имеющие химические связи, при гидролизе которых выделяется более 21 кДж/моль свободной энергии. Такие химические связи, как и сами вещества, еще называют макроэргическими. Разновидности макроэргических связей: фосфоангидридная связь, тиоэфирная связь, гуанидинфосфатная связь, ацилфосфатная связь, енолфосфатная связь.

Аденозинтрифосфат (АТФ) - это молекула, богатая энергией, поскольку содержит две фосфоангидридные связи.

### 3. Биологическое окисление

Под окислением понимают все химические реакции, в основе которых лежит отдача электронов и увеличение положительных валентностей. Если одно вещество окисляется, то другое – восстанавливается, т.е. присоединяет электроны. Окислительно-восстановительные реакции – это перенос электронов, иногда и протонов. Биологическое окисление – это окислительно-восстановительные реакции, происходящие в клетках с участием ферментов и являющиеся источником энергии в организме. Окисление в тканях может происходить: а) присоединением кислорода; б) потерей или отнятием от водорода электрона.

4. Дыхательная цепь – это ферментативный перенос электронов от субстрата к кислороду по дыхательной цепи. Ферменты тканевого дыхания находятся в митохондриях, они строго упорядочены, обеспечивают передачу электронов и протонов от субстрата до кислорода. Ферменты дыхательной цепи находятся в строгой последовательности на внутренней мембране митохондрий. Энергия, высвобождающаяся в дыхательной цепи, аккумулируется в макроэргических связях АТФ.

5. Энергетическая роль обмена углеводов. Анаэробный и аэробный распад глюкозы. Функции углеводов заключаются в том, что они служат источником энергии, за счет их окисления обеспечивается около половины всей потребности организма в энергии, при этом главная роль принадлежит глюкозе и гликогену.

### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте определения процессам катаболизма и анаболизма.
2. Назовите высокоэнергетические соединения.
3. Приведите схему дыхательной цепи
4. Приведите реакции анаэробного и аэробного распада глюкозы.

5. Назовите коферменты, необходимые для окислительного декарбоксилирования пирувата.
6. Приведите реакции цикла трикарбоновых кислот

## **Лекция 10. Обмен углеводов (продолжение).**

### **Аннотация.**

В данной теме приводится пентозофосфатный путь окисления глюкозы и его биологическое значение. Подробно разбираются процессы глюконеогенеза. Описывается транспорт глюкозы.

### **Ключевые слова.**

Пентозофосфатный шунт, образование NADPH, глюконеогенез, цикл Кори, транспорт глюкозы, ГЛЮТ.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>

5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD)

### **Глоссарий.**

**Глюконеогенез**— биосинтез глюкозы в тканях из неуглеводных компонентов может проходить за счет промежуточных продуктов обмена углеводов, жиров, белков (пировиноградная кислота, молочная, щавелево-уксусная,  $\alpha$ -кетоглутаровая и т.д.)

**Пентозофосфатный путь распада глюкозы (пентозный шунт)** - это цепь последовательных химических превращений глюкозы, в результате которых образуются пентозы, необходимые для синтеза нуклеиновых кислот, нуклеотидов и коферментов

**Цикл Кори** — совокупность биохимических ферментативных процессов транспорта лактата из мышц в печень, и дальнейшего синтеза глюкозы из лактата, катализируемое ферментами глюконеогенеза.

### **Вопросы для изучения:**

1. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы и его биологическое значение.
2. Глюконеогенез.
3. Транспорт глюкозы.

### **Лекция 10. Обмен углеводов (продолжение)**

1. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы и его биологическое значение.

Пентозофосфатный путь окисления глюкозы, или пентозный шунт - это цепь последовательных химических превращений глюкозы, в результате которых образуются пентозы, необходимые для синтеза нуклеиновых кислот, нуклеотидов и коферментов. В нем выделяют окислительную и неокислительную стадии. Пентозофосфатный цикл не приводит к синтезу АТФ, он выполняет две главные функции: образование NADPH для

восстановительных синтезов, таких как синтез жирных кислот и стероидов и обеспечение рибозой синтеза нуклеотидов и нуклеиновых кислот.

## 2. Глюконеогенез.

Глюконеогенез – биосинтез глюкозы в тканях из неуглеводных компонентов может проходить за счет промежуточных продуктов обмена углеводов, жиров, белков (пировиноградная кислота, молочная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -кетоглутаровая и т. д.). Стадии глюконеогенеза повторяют стадии гликолиза в обратном направлении и катализируются теми же ферментами за исключением 4 реакций: Превращение пирувата в оксалоацетат (фермент пируваткарбоксилаза); превращение оксалоацетат в фосфоенлопируват (фермент фосфоенлопируваткарбоксикиназа); превращение фруктозо-1,6-дифосфата в фруктозо-6-фосфат (фермент фруктозо-1,6-дифосфатаза); превращение глюкозо-6-фосфата в глюкозу (фермент глюкозо-6-фосфатаза). Суммарное уравнение глюконеогенеза:



## 3. Транспорт глюкозы.

Потребление глюкозы клетками из кровотока происходит также путём облегченной диффузии. Следовательно, скорость трансмембранного потока глюкозы зависит только от градиента её концентрации. Исключение составляют клетки мышц и жировой ткани, где облегчённая диффузия регулируется инсулином (гормон поджелудочной железы). В отсутствие инсулина плазматическая мембрана этих клеток непроницаема для глюкозы, так как она не содержит белки-переносчики(транспортёры) глюкозы. Транспортёры глюкозы называют также рецепторами глюкозы. Например, описан транспортёр глюкозы, выделенный из эритроцитов. Это трансмембранный белок, полипептидная цепь которого построена из 492 остатка. Полярные домены белка расположены по разные стороны мембраны,

гидрофобные располагаются в мембране, пересекая её несколько раз. Транспортёр имеет участок связывания глюкозы на внешней стороне мембраны. После присоединения глюкозы конформация белка изменяется, в результате чего глюкоза оказывается связанной с белком в участке, обращённом внутрь клетки. Затем глюкоза отделяется от транспортёра, переходя внутрь клетки. Считают, что способ облегчённой диффузии по сравнению с активным транспортом предотвращает транспорт ионов вместе с глюкозой, если она транспортируется по градиенту концентрации.

### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Опишите пентозофосфатный путь окисления глюкозы и его биологическое значение.
2. Приведите реакции глюконеогенеза.
3. Опишите процесс транспорта глюкозы к тканям.

## **Лекция 11. Обмен белков и аминокислот.**

### **Аннотация.**

В данной теме дается катаболизм аминокислот: реакции трансаминирования, виды дезаминирования-восстановительное, окислительное, гидролитическое, внутримолекулярное; реакции трансдезаминирования. Приводятся процессы обезвреживания аммиака и цикл мочевинообразования. Подробно разбираются общие пути биосинтеза аминокислот:

1) трансаминирование  $\alpha$ -кетокислот, 2) восстановительное аминирование  $\alpha$ -кетокислот, 3) синтез с участием незаменимых аминокислот.

### **Ключевые слова.**

Катаболизм аминокислот, реакции трансаминирования, виды дезаминирования - восстановительное, окислительное, гидролитическое, внутримолекулярное; реакции трансдезаминирования, орнитиновый цикл, обезвреживание аммиака, трансаминирование  $\alpha$ -кетокислот, восстановительное аминирование  $\alpha$ -кетокислот, синтез с участием незаменимых аминокислот.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

## **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>

## **Глоссарий.**

**Дезаминирование аминокислот** - это реакция отщепления  $\alpha$ -аминогруппы от аминокислоты в результате которой образуется соответствующая  $\alpha$ -кетокислота (безазотистый остаток) и выделяется молекула аммиака.

**Реакции трансаминирования** – это реакции переноса  $\alpha$ -аминогруппы с аминокислоты на  $\alpha$ -кетокислоту, в результате чего образуются новая аминокислота и новая кетокислота.

## **Вопросы для изучения:**

1. Катаболизм аминокислот.
2. Обезвреживание аммиака и цикл мочевинообразования.
3. Общие пути биосинтеза аминокислот.

## **Лекция 11. Обмен белков и аминокислот**

1. Катаболизм аминокислот.

Реакции трансаминирования - это реакции переноса  $\alpha$ -аминогруппы с аминокислоты на  $\alpha$ -кетокислоту, в результате чего образуются новая аминокислота и новая кетокислота. Биологическая роль трансаминирования состоит в следующем: это заключительный этап синтеза заменимых аминокислот из соответствующих  $\alpha$ -кетокислот и это первая стадия дезаминирования большинства аминокислот. Дезаминирование аминокислот - это реакция отщепления  $\alpha$ -аминогруппы от аминокислоты, в результате которой образуется соответствующая  $\alpha$ -кетокислота (безазотистый остаток) и выделяется молекула аммиака. Виды дезаминирования аминокислот:

восстановительное, окислительное, гидролитическое, внутримолекулярное. Непрямое дезаминирование (транздезаминирование) - основной способ дезаминирования большинства аминокислот.

## 2. Обезвреживание аммиака и цикл мочевинообразования.

Аммиак, образовавшийся в реакциях дезаминирования аминокислот обезвреживается двумя способами: 1) синтез глутамина под действием глутаминсинтетазы; 2) синтез аспарагина под действием аспарагинсинтетазы; 3) восстановительное аминирование  $\alpha$ -кетоглутарата; 4) превращение в нетоксичное соединение – мочевины, основной конечный продукт азотистого обмена. Синтез мочевины представляет собой циклический процесс, состоящий из нескольких стадий, ключевым соединением которого, замыкающим цикл, является орнитин. Поэтому цикл носит название «орнитиновый цикл». Биологическая роль орнитинового цикла состоит в следующем: превращение азота аминокислот носит название «орнитиновый цикл».

Биологическая роль орнитинового цикла состоит в следующем: превращение азота аминокислот в мочевины, которая экскретируется и предотвращает накопление токсичных продуктов (аммиака), а также синтез аргинина и пополнение его фонда в организме.

## 3. Общие пути биосинтеза аминокислот.

В организме человека возможен синтез заменимых аминокислот, к которым относятся: аланин, аргинин, аспартат, гистидин, глицин, глутамат, глутамин, пролин, серин, тирозин, цистеин. Недостаток в пище любой из этих аминокислот не будет сопровождаться её дефицитом в организме. Основными путями образования заменимых аминокислот являются: 1) трансаминирование  $\alpha$ -кетокислот, 2) восстановительное аминирование  $\alpha$ -кетокислот, 3) синтез с участием незаменимых аминокислот. При трансаминировании источниками атомов углерода в этих реакциях служат метаболиты гликолиза и цикла Кребса, источниками атомов азота – другие аминокислоты, чаще всего – глутамат. При

восстановительное дезаминировании источником атома азота аминокислоты является молекула аммиака, источником углерода -  $\alpha$ -кетокислоты, чаще всего -  $\alpha$ -кетоглутарат.

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Опишите процесс катаболизма аминокислот .
2. Приведите реакции обзвреживания аммиака и цикла мочевинообразования
3. Приведите реакции синтеза аминокислот.

## **Лекция 12. Обмен липидов.**

### **Аннотация.**

В данной теме дается переваривание липидов.

Описывается процесс  $\beta$ -окисления жирных кислот: 1) активация жирных кислот на наружной поверхности мембраны митохондрий при участии АТФ, коэнзима А и ионов магния с образованием активной формы ВЖК (ацил —КоА); 2) транспорт жирных кислот внутрь митохондрий возможен при присоединении активной формы жирной кислоты к карнитину, находящемуся на наружной поверхности внутренней мембраны митохондрий; 3) внутримитохондриальное окисление жирных кислот состоит из последовательных ферментативных реакций. Приводится процесс биосинтеза жирных кислот.

### **Ключевые слова.**

Переваривание липидов, триглицериды, фосфолипиды, стерины, моноглицериды, липаза,  $\beta$ -окисление жирных кислот, активация жирных кислот, внутримитохондриальное окисление жирных кислот, обмен холестерина, биосинтез жирных кислот, липопротеины, эйкозаноиды.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы,

возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

### **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>
5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BF%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BF%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD)

### **Глоссарий.**

**Липолиз** – расщепление триацилглицеринов на глицерин и жирные кислоты. Жирные кислоты и глицерин в клетках организма окисляются до углекислоты и воды, а энергия, образующаяся при этом, аккумулируется в молекулах АТФ.

### **Вопросы для изучения:**

1. Переваривание липидов.
2.  $\beta$ -окисление жирных кислот.
3. Биосинтез жирных кислот.

### **Лекция 12. Обмен липидов**

1. Переваривание липидов.

В процессах пищеварения жиры подвергаются гидролизу на составные части. Особую роль в распаде липидов и транспорте продуктов пищеварения играют

желчные кислоты. В составе липидов пищи преобладают триглицериды. Фосфолипидов, стероидов и других липидов потребляется значительно меньше. Большая часть поступающих с пищей триглицеридов расщепляется до моноглицеридов и жирных кислот в тонком кишечнике. Гидролиз жиров происходит под влиянием липаз сока поджелудочной железы и слизистой оболочки тонкого кишечника. Соли желчных кислот и фосфолипиды, проникающие из печени в просвет тонкого кишечника в составе желчи, способствуют образованию устойчивых эмульсий. В результате эмульгирования резко увеличивается площадь соприкосновения образовавшихся мельчайших капелек жира с водным раствором липазы, и этим самым увеличивается липолитическое действие фермента. Соли желчных кислот стимулируют процесс расщепления жиров, не только участвуя в их эмульгировании, но и активируя липазу.

## 2. $\beta$ -окисление жирных кислот.

$\beta$ -окисление жирных кислот - это специфический путь катаболизма жирных кислот, при котором от карбоксильного конца жирной кислоты последовательно отделяется по 2 атома углерода в виде ацетил-КоА. Процесс складывается из следующих этапов: 1) активация жирных кислот на наружной поверхности мембраны митохондрий при участии АТФ, коэнзима А и ионов магния с образованием активной формы ВЖК (ацил—КоА); 2) транспорт жирных кислот внутрь митохондрий возможен при присоединении активной формы жирной кислоты к карнитину, находящемуся на наружной поверхности внутренней мембраны митохондрий; 3) внутримитохондриальное окисление жирных кислот состоит из последовательных ферментативных реакций.

## 3. Биосинтез жирных кислот.

Синтез жирных кислот протекает в цитоплазме клетки. В митохондриях в основном происходит удлинение существующих цепей жирных кислот.

Установлено, что в цитоплазме печеночных клеток синтезируется пальмитиновая кислота (16 углеродных атомов), а в митохондриях этих клеток из уже синтезированной в цитоплазме клетки пальмитиновой кислоты, или из

жирных кислот экзогенного происхождения, т.е. поступающих из кишечника, образуются жирные кислоты, содержащие 18, 20 и 22 углеродных атома. Первой реакцией биосинтеза жирных кислот является карбоксилирование ацетил-КоА, для чего требуются бикарбонат, АТФ, ионы марганца. Фермент содержит в качестве простетической группы биотин. Реакция протекает в два этапа: I карбоксилирование биотина с участием АТФ и II – перенос карбоксильной группы на ацетил-КоА, в результате чего образуется малонил-КоА. Малонил-КоА представляет собой первый специфический продукт биосинтеза жирных кислот. В присутствии соответствующей ферментной системы малонил-КоА быстро превращается в жирные кислоты.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Опишите процесс переваривания липидов.
2. Приведите реакции  $\beta$ -окисления жирных кислот.
3. Приведите реакции биосинтеза жирных кислот

## **Лекция 13. Обмен нуклеиновых кислот.**

### **Аннотация.**

В данной теме дается распад нуклеиновых кислот .

Описывается процесс биосинтеза ДНК. Приводятся этапы репликации:

- 1) формирование репликативной вилки; 2) синтез новых цепей ДНК;
- 3) исключение праймеров, завершение формирования отстающей цепи ДНК.

Приводится биосинтез РНК.

### **Ключевые слова.**

Распад нуклеиновых кислот, эндонуклеазы, экзонуклеазы, репликация, репликативная вилка, праймер, матричный синтез, сайт инициации репликации, матричный процесс репликации, полуконсервативный процесс репликации, полунепрерывный процесс репликации, транскрипция, промотор, транскриптон сайт терминации

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

Вначале необходимо изучить теоретическую часть с определениями основных понятий, структурными формулами. После этого следует ответить на теоретические вопросы, приведённые в конце темы. Для контроля освоения материала необходимо пройти тест для самоконтроля по данной теме. Вопросы, возникшие при изучении данной темы, можно обсудить в разделе форум для обсуждений.

## **Использованные информационные ресурсы.**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>
5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%E5%E7%E8%EA%F1%E8%F0%E8%E1%E2%E3%EA%EB%E5%E8%ED%E2%E0%FF\\_%EA%E8%F1%EB%E2%E0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%E5%E7%E8%EA%F1%E8%F0%E8%E1%E2%E3%EA%EB%E5%E8%ED%E2%E0%FF_%EA%E8%F1%EB%E2%E0)

## **Глоссарий.**

**Промотор** – область связывания РНК-полимеразы с матрицей.

**Репликация**- биосинтез нуклеиновых кислот.

**Сайт терминации** – терминирующая последовательность синтеза РНК.

**Транскриптон** – единица транскрипции, участок ДНК, ограниченный промотором и сайтом терминации.

## **Вопросы для изучения:**

1. Распад нуклеиновых кислот.
2. Биосинтез ДНК.
3. Биосинтез РНК.

## **Лекция 13. Обмен нуклеиновых кислот.**

1. Распад нуклеиновых кислот .

Полимерные молекулы нуклеиновых кислот расщепляются в тканях преимущественно гидролитическим путем при участии специфических ферментов, относящихся к нуклеазам. Различают эндонуклеазы, разрывающие внутренние межнуклеотидные связи в молекулах ДНК и РНК, вызывающие с

образованием олигонуклеотидов, и экзонуклеазы, катализирующие гидролитическое отщепление концевых мононуклеотидов от ДНК и РНК. В результате последовательного действия разнообразных клеточных экзо- и эндонуклеаз нуклеиновые кислоты подвергаются распаду до стадии рибо- и дезоксирибонуклеозид-3'- и 5'-фосфатов. Дальнейший распад образовавшихся продуктов связан с ферментативными превращениями моно-нуклеотидов, нуклеозидов и далее свободных азотистых оснований. На I этапе гидролиза действуют 3'- и 5'-нуклеотидазы, катализирующие гидролитический распад мононуклеотидов до свободных нуклеозидов с отщеплением неорганического фосфата соответственно от С-3' или С-5' атомов углеводного остатка. На II этапе происходит перенос остатка рибозы от нуклеозида на свободную фосфорную кислоту с

образованием рибозо-1-фосфата и свободного азотистого основания.

## 2. Биосинтез ДНК.

При биосинтезе ДНК, т.е. во время репликации, каждая из 2-х цепей ДНК служит матрицей для образования новой цепи. Этапы репликации: 1)

Формирование репликативной вилки; 2) синтез новых цепей ДНК; 3) исключение праймеров, завершение формирования отстающей цепи ДНК.

Характеристики процесса репликации матричный—

последовательность синтезируемой цепи ДНК однозначно определяется последовательностью материнской цепи в соответствии с принципом комплементарности; полуконсервативный — одна цепь молекулы ДНК, образовавшейся в результате репликации, является вновь синтезированной, а вторая — материнской; идёт в направлении от 5'-конца новой молекулы к 3'-концу; полунепрерывный — одна из цепей ДНК синтезируется непрерывно, а вторая — в виде набора отдельных коротких фрагментов (фрагментов Оказаки); начинается с определённых участков ДНК, которые называются сайтами инициации репликации.

## 3. Биосинтез РНК.

Транскрипция - первая стадия реализации генетической информации в клетке. В ходе процесса образуются молекулы мРНК, служащие матрицей для синтеза белков, а также транспортные, рибосомальные и другие виды молекул РНК, выполняющие структурные, адапторные и каталитические функции. Синтез молекул РНК начинается в определённых последовательностях (сайтах) ДНК, которые называют промоторы, и завершается в терминирующих участках (сайты терминации). Участок ДНК, ограниченный промотором и сайтом терминации, представляет собой единицу транскрипции - транскриптон. У эукариотов в состав транскриптона, как правило, входит один ген (рис. 4-27), у прокариотов несколько. В каждом транскриптоне присутствует неинформативная зона; она содержит специфические последовательности нуклеотидов, с которыми взаимодействуют регуляторные транскрипционные факторы.

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Приведите схему гидролиза нуклеопротеинов.
2. Назовите особенности биосинтеза ДНК.
3. Назовите особенности биосинтеза РНК.

### **Информационные источники:**

1. <http://www.biochemistry.ru/default.htm>
2. <http://www.xumuk.ru/biologhim/>
3. <http://www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html>
4. <http://biokhimija.ru/>
5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%E5%E7%E8%EA%F1%E8%F0%E8%E1%EE%ED%F3%EA%EB%E5%E8%ED%EE%E2%E0%FF\\_%EA%E8%F1%EB%EE%F2%E0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%E5%E7%E8%EA%F1%E8%F0%E8%E1%EE%ED%F3%EA%EB%E5%E8%ED%EE%E2%E0%FF_%EA%E8%F1%EB%EE%F2%E0)

## **Глоссарий.**

**Авитаминозы** - вызваны отсутствием витаминов.

**Анаболизм** - это ассимиляция, или биосинтез, при котором из малых молекул-предшественников синтезируются белки, нуклеиновые кислоты и другие макромолекулы, причем этот процесс требует затраты энергии.

**$\alpha$ -Аминокислоты** - производные карбоновых кислот, у которых один или несколько водородных атомов замещены на аминогруппу. Протеиногенными называются 20 аминокислот, которые кодируются генетическим кодом и включаются в белки в процессе трансляции.

**Абсолютная субстратная специфичность** – это способность фермента катализировать превращение только одного, строго определенного субстрата.

**Адсорбционный центр** - это участок активного центра молекулы фермента, на котором происходит сорбция (связывание) молекулы субстрата.

**Азотистые основания**- это производные ароматических гетероциклических соединений пурина и пиримидина.

**Активаторы ферментов**- это вещества, увеличивающие скорость ферментативной реакции за счет увеличения каталитической активности.

**Активный центр фермента** - тот участок молекулы фермента, который непосредственно взаимодействует с молекулой субстрата. Активный центр фермента образован из остатков аминокислот, находящихся в различных частях полипептидной цепи или разных полипептидных цепей, пространственно

сближенных. Образуется при формировании третичной структуры белка-фермента.

**Аминсахара**-производные моносахаридов, у которых -ОН группа у C<sub>2</sub> замещена аминогруппой –NH<sub>2</sub>.

**Биологическая химия** – наука о химическом составе живых организмов и химических процессах, лежащих в основе их жизнедеятельности.

**Биологическое окисление** – это окислительно-восстановительные реакции, происходящие в клетках с участием ферментов и являющиеся источником энергии в организме.

**Белки** - это высокомолекулярные органические азотсодержащие полимерные соединения, состоящие из остатков аминокислот-мономеров, соединенных пептидной связью.

**Белковая часть (апофермент)** обеспечивает связывание субстрата, а сам катализ осуществляет небелковая часть, называемая кофактором.

**Витамины** – это низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, 1) не синтезируемые в организме человека, 2) поступающие в него извне и 3) незаменимые участники метаболизма.

**Воска** – сложные эфиры высших жирных кислот и первичных одноатомных высокомолекулярных спиртов.

**Гетерополисахариды** – молекула состоит из двух или более типов

**Гиповитаминоз** - вызваны недостатком витаминов в рационе.

**Гипервитаминозы** - вызваны избыточным количеством витаминов. моносахаридов.

**Гликозиды** – это эфиробразные соединения, образующиеся в результате замещения радикалом атома водорода в полуацетальном гидроксиле циклической формы моносахарида.

**Глюконеогенез** – биосинтез глюкозы в тканях из неуглеводных компонентов может проходить за счет промежуточных продуктов обмена углеводов, жиров,

белков (пировиноградная кислота, молочная, щавелево-уксусная,  $\alpha$ -кетоглутаровая и т.д.)

**Гомополисахариды** – содержат только один вид моносахарида.

**Дезаминирование аминокислот** - это реакция отщепления  $\alpha$ -аминогруппы от аминокислоты в результате которой образуется соответствующая  $\alpha$ -кетокислота (безазотистый остаток) и выделяется молекула аммиака.

**Динамическая биохимия**– изучает обмен веществ и энергии

**Дыхательный коэффициент (ДК)** - это общая характеристика обмена веществ, учитывающая количество поглощаемого кислорода и количество углекислоты, выделяемое за это же время:  $ДК = CO_2/O_2$

**Задача биохимии** - идентификация биохимических процессов, выяснение взаимосвязи между структурой и функциями биомолекул, участвующих в реакциях метаболизма.

**Изоэлектрическая точка белка** – это значение рН среды, при котором молекула белка электронейтральна и не перемещается в электрическом поле.

**Ингибиторы ферментов**- это вещества, снижающие их активность.

Катализатор - это вещество, которое ускоряет химическую реакцию, но само в ходе этой реакции не расходуется

**Йодное число** – количество граммов йода, которое способно присоединиться к 100 г жира по месту разрыва двойной связи в ненасыщенных жирных кислотах. Йодное число характеризует степень ненасыщенности жирных кислот в составе жира. Йодные числа большинства растительных жиров находятся в пределах 100—160, животных – 32-66.

**Катаболизм**- это процесс расщепления сложных органических молекул до более простых конечных продуктов.

**Кислотное число** – количество миллиграммов щелочи КОН, необходимой для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. По кислотному числу контролируют качество жиров.

**Кинетика ферментативных реакций**- это раздел энзимологии, изучающий зависимость скорости реакции, катализируемой ферментом, от различных факторов.

**Км (константа Михаэлиса)** – концентрация субстрата, при которой скорость ферментативной реакции равна половине максимальной скорости.

**Комплементарность** – способность азотистых оснований образовывать водородные связи между собой.

**Коэффициент специфичности** - отношение суммы молярных концентраций гуанина и цитозина к сумме молярных концентраций аденина и тимина в молекулах ДНК (аденина и урацила в молекулах РНК) варьирует.

**Коагуляция** бывает обратимая, когда нарушается только сольватная оболочка, и необратимая, когда произошли глубокие нарушения структуры белковой молекулы. Необратимую коагуляцию называют денатурацией.

**Липиды** – это обширная группа разнообразных по строению природных органических веществ, которые не растворимы в воде, но растворимы в органических растворителях.

**Липолиз** – расщепление триацилглицеринов на глицерин и жирные кислоты.

Жирные кислоты и глицерин в клетках организма окисляются до углекислоты и воды, а энергия, образующаяся при этом, аккумулируется в молекулах АТФ.

**Моносахариды** - число атомов C<sub>3</sub>-триозы, C<sub>4</sub>-тетрозы, C<sub>5</sub>-пентозы, C<sub>6</sub>-гексозы бесцветны, хорошо растворимы в воде, имеют сладкий вкус.

**Нейтральные жиры** представляют собой сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот.

**Нуклеиновые кислоты** - это линейные полимеры, построенные из нуклеотидов.

**Объект изучения** - химический состав живых организмов и химические процессы, обеспечивающие их существование.

**Общая биохимия** рассматривает закономерности, общие для всех живых систем.

**Олигосахариды** содержат от 2 до 10 моносахаридных остатков. Хорошо растворяются в воде, имеют сладкий вкус.

**Относительная субстратная специфичность** – способность фермента катализировать превращения нескольких, сходных по строению субстратов.

**Пентозофосфатный путь распада глюкозы (пентозный шунт)** - это цепь последовательных химических превращений глюкозы, в результате которых образуются пентозы, необходимые для синтеза нуклеиновых кислот, нуклеотидов и коферментов

**Полисахариды**- сложные углеводы, состоящие из большого числа мономеров - простых сахаров и их производных.

**Простые липиды** (жиры, воска). Их молекулы состоят из жирных кислот в соединении с глицерином – жиры другими одноатомными спиртами – воска.

**Промотор** – область связывания РНК-полимеразы с матрицей.

**Реакции трансаминирования** – это реакции переноса  $\alpha$ -аминогруппы с аминокислоты на  $\alpha$ -кетокислоту, в результате чего образуются новая аминокислота и новая кетокислота.

**Репликация** - биосинтез нуклеиновых кислот.

**Ренативация** белка восстановление структуры и функции белка при удалении денатурирующего фактора.

**Сайт терминации** – терминирующая последовательность синтеза РНК.

**Свободная энергия** - та часть химической энергии питательных веществ, которая в организме может использоваться для выполнения полезной работы.

**Сложные белки** - имеют в своем составе белковую часть (апопротеин) и небелковый компонент (простетическую группу).

**Статическая биохимия** – изучает химический состав организмов

**Стереоспецифичность**- способность фермента катализировать превращения определенных стереоизомеров.

**Субстрат (S)** - вещество, которое превращается в продукт (P) под действием фермента (E).

**Транскриптон** – единица транскрипции, участок ДНК, ограниченный промотором и сайтом терминации.

**Ферменты** - это белки, выполняющие функции биологических катализаторов.

**Функциональная биохимия** – изучает взаимосвязь между химическими превращениями веществ в организме и физиологическими функциями

**Углеводы** – это органические соединения, состоящие чаще всего из углерода, водорода, кислорода.

**Уроновые кислоты** – производные альдоз, у которых первичная спиртовая группа окислена до карбоксильной.

**Цикл Кори** — совокупность биохимических ферментативных процессов транспорта лактата из мышц в печень, и дальнейшего синтеза глюкозы из лактата, катализируемое ферментами глюконеогенеза.

**Частная биохимия** рассматривает биохимические особенности отдельных систем, органов, тканей, клеток.

**Число омыления** – количество миллиграммов щелочи КОН, необходимой для нейтрализации свободных и связанных в виде глицеридов кислот, содержащихся в 1 г жира. Число омыления используют для определения подлинности жира.

**Энтропия** - мера перехода или неупорядоченности системы (S).

**Экзаменационные вопросы по биохимии для студентов по специальности  
«Лечебное дело»**

1. Предмет и задачи биологической химии. Объекты биохимического исследования. Место биохимии среди других биологических дисциплин. Основные разделы и направления в биохимии: биоорганическая химия, статическая, динамическая и функциональная биохимия, молекулярная биология. Медицинская биохимия.
2. Пептидная теория строения белков, характеристика пептидной связи. Первичная структура белков. Специфичность первичной структуры белков. Конформация пептидных цепей белков (вторичная и третичные структуры). Дисульфидные, водородные, гидрофобные и ионные связи в стабилизации конформации белковой молекулы.
3. Четвертичная структура белков. Примеры строения белков с четвертичной структурой. Понятие о протомере. Кооперативные изменения конформации протомеров при функционировании белков (гемоглобин). Биологические функции белков.
4. Размеры и формы белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Физико-химические свойства белков: ионизация, гидратация, растворимость и осаждение. Методы выделения индивидуальных белков: высаливание, электрофорез.
5. Классификация белков. Простые и сложные белки. Характеристика отдельных классов белков.
6. Полинуклеотиды. Характер и положение связей между мононуклеотидными звеньями. Правила комплементарности. Характеристика "двойной спирали"

ДНК. Первичная и вторичная структуры РНК. Особенности строения и биологическая роль отдельных видов РНК (тРНК, иРНК, рРНК, гРНК).

7. Нуклеопротеиды. Особенности строения и пространственная укладка ДНК-протеида в хромосоме (нуклеосомы, соленоиды), строение и состав РНК-протеидных частиц в рибосоме.

8. Углеводно-белковые комплексы. Строение углеводных компонентов в гликопротеидах. Характер связи углеводов и протеина (О-гликозидная и N-гликозидная связи). Характеристика особенностей строения и биологическая роль отдельных представителей гликопротеинов (муцины слюны и слизистой желудка, серомукоиды, урогликопротеиды).

9. Гликозаминопротеогликаны. Строение гликозаминопротеогликановых комплексов соединительной ткани.

10. Железосодержащие хромопротеиды. Строение, свойства и биологическая роль гемоглобина. Производные гемоглобина, особенности их строения и значение.

11. Фосфопротеиды. Структура и роль отдельных представителей (казеин). 12. Строение и функции клеточных мембран. Липидный состав и строение липидного бислоя. Механизмы переноса веществ через мембраны: простая диффузия, первично активный транспорт (транспортные АТФ-азы), вторично активный транспорт (симпорт и антипорт). Мембранные белки-рецепторы, трансмембранная передача гормональных сигналов в клетку с помощью рецепторных комплексов.

13. Липопротеиды плазмы крови. Методы разделения липопротеидов плазмы крови, характеристика отдельных фракций: ХМ, ЛПОНП, ЛПНП, ЛПВП. Диагностическое значение их определения. Аполипопротеины.

14. История учения о ферментах. Сходство и отличие ферментов и неорганических катализаторов. Классификация и номенклатура ферментов.

15. Современные представления о химической природе и строении ферментов. Активный (каталитический) и аллостерический центры. Химическая природа и структура коферментов: НАД, НАДФ, ФАД, ФМН, КоASH, ГДФ, пиридоксальфосфат, ТГФК.
16. Ферменты. Изменения энергетической диаграммы реакции при участии ферментов. Специфичность ферментов.
17. Кинетика ферментативных реакций. Константа Михаэлиса. Скорость ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментена. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата и фермента, от температуры и pH.
18. Активаторы ферментов. Единицы активности ферментов. Удельная и молекулярная активность.
19. Ингибиторы ферментов. Специфические и неспецифические, обратимые и необратимые, конкурентные и неконкурентные ингибиторы.
20. Изоферменты и характеристика. Изоферменты лактатдегидрогеназы.
21. Питание как составная часть обмена веществ. Заменяемые и незаменимые компоненты пищи. Макро- и микроэлементы.
22. Основные пищевые вещества. Пищевая ценность белков. Суточная потребность. Незаменимые аминокислоты. Азотистый баланс.
23. Углеводы и жиры как компоненты пищи, суточная потребность, значение. Полиненасыщенные жирные кислоты.
24. Витамины. Определение. Номенклатура и классификация. Функции витаминов. Гиповитаминозы и авитаминозы. Антивитамины.
25. Витамин PP, строение и биологическая роль. Суточная потребность. Проявления авитаминоза. Структура и механизм действия коферментов НАД и НАДФ. НАД-зависимые дегидрогеназы.

26. Витамин В<sub>1</sub>, строение, потребность, участие в обмене веществ, проявление авитаминоза. Тиаминдифосфат, структура и функции.
27. Витамин В<sub>2</sub>, строение, роль, суточная потребность, признаки авитаминоза. Структура и функции ФМН и ФАД.
28. Витамин В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота). Строение и биологическая роль. Коэнзим А, его структура и функции.
29. Витамин Н, строение, роль, проявления авитаминоза. Участие витамина в процессах карбоксилирования (образование активной формы СО<sub>2</sub>).
30. Витамин В<sub>6</sub>: пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин. Строение и биологическая роль. Пиридоксальфосфат, структура и механизм действия в процессах переаминирования аминокислот.
31. Фолиевая кислота. Строение и биологическая роль. Биохимические функции ТГФК в транспорте одноуглеродных соединений.
32. Витамин В<sub>12</sub>. Общие представления о структуре. Авитаминоз и причины его возникновения. Внутренний фактор Кастла (транскоррин), его роль в усвоении витамина В<sub>12</sub>.
33. Липоевая кислота, строение, свойства и биохимические функции. Реакция окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты.
34. Витамин С (аскорбиновая кислота). Структура, суточная потребность, пищевые источники, авитаминоз. Участие в окислительно-восстановительных процессах, стероидогенезе и образовании коллагена. Реакции гидроксирования пролина и лизина.
35. Витамин А. Структура, проявления авитаминоза и гипервитаминоза. Суточная потребность, всасывание и транспорт витамина А в крови. Бета-каротин - провитамин А.

36. Витамины группы Д (Д<sub>2</sub> и Д<sub>3</sub>). Провитамины Д: эргостерин и 7-дегидрохолестерин, превращение их в витамины Д<sub>2</sub> и Д<sub>3</sub>. Образование активных форм витамина в печени и почках. Гормоноподобный механизм действия витаминов Д. Авитаминоз Д, его проявления. Понятие о гипервитаминозе Д.
37. Витамины Е. Структура. Пищевые источники. Биологическая функция. 38. Понятие об обмене веществ и энергии как единой сопряженной системе. Экзергонические и эндогонические реакции в клетке. Строение АТФ и его роль в биоэнергетике.
39. Макроэргические соединения. Строение нуклеозидтрифосфатов. АТФ как универсальный макроэрг. Структура и биологическая роль креатинфосфата.
40. Понятие об этапах унификации различных энергетических субстратов в организме. Окислительное декарбоксилирование пирувата.
41. Цикл трикарбоновых кислот. Парциальные реакции цикла Кребса, их химизм, ферменты. Связь с процессами окислительного фосфорилирования. Понятие о субстратном фосфорилировании. Энергетическая эффективность и регуляция цикла трикарбоновых кислот.
42. Биологическое окисление. Дегидрирование субстратов как первичный "шаг" биологического окисления. Характеристика и структура пиридиновых, флавиновых дегидрогеназ.
43. Биологическое окисление. Последовательность реакций в дыхательной цепи. Понятие о редокс-потенциалах и структурированности компонентов дыхательной цепи. Структура и свойства коэнзима Q (убихинона).
44. Окислительное фосфорилирование и его механизм. Стехиометрический коэффициент окислительного фосфорилирования. Разобщение окисления и фосфорилирования, разобщающие факторы.

45. Основные пищевые углеводы. Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Характеристика ферментов, расщепляющих углеводы. Всасывание моносахаридов в кишечнике.
46. Биосинтез гликогена. Этапы и ферменты гликогенеза. Основные пути распада гликогена. Ключевые ферменты синтеза и распада гликогена. Регуляция обмена гликогена.
47. Гликолиз. Характеристика отдельных этапов. Ферменты и ключевые ферменты. Энергетическая ценность. Распространение и биологическая роль гликолиза. Регуляция гликолиза.
48. Гликогенолиз. Характеристика отдельных этапов. Энергетическая ценность.
49. Аэробный гликолиз как основной путь энергетического окисления глюкозы. Основные этапы окисления (в цитоплазме и митохондриях). Энергетическая характеристика.
50. Судьба конечных продуктов дихотомического окисления глюкозы. Превращения молочной кислоты в тканях. Цикл Кори.
51. Спиртовое брожение глюкозы как разновидность ее анаэробного дихотомического окисления.
52. Глюконеогенез. Обходные пути необратимых реакций гликолиза. Ключевые ферменты. Биологическая роль. Регуляция глюконеогенеза. Схема синтеза глюкозы и гликогена из глицерина, лактата и аланина.
53. Апотомическое окисление глюкозы (пентозный цикл). Окислительная и неокислительная фазы, химизм и ферменты парциальных реакций. Роль пентозофосфатного пути, связь с процессами синтеза нуклеотидов, жирных кислот, дихотомического окисления глюкозы, микросомального окисления.

54. Особенности обмена фруктозы и галактозы. Врожденные нарушения их обмена. Транзиторные и наследственные фруктозурии, галактоземия и галактозурия. Коррекция этих нарушений. Биологическое значение галактозы и фруктозы в обмене новорожденных. Транзиторный галактоз.
55. Регуляция обмена углеводов. Клеточные механизмы регуляции. Эффект Пастера. Влияние адреналина, глюкагона, глюкокортикоидов, инсулина, иодтиронинов.
56. Пищевые жиры: нормы суточного потребления, переваривание и всасывание. Ресинтез жиров в клетках кишечника. Хиломикроны, ЛПОНП. Роль желчных кислот в переваривании и всасывании жиров.
57. Тканевой распад и синтез триглицеридов. Особенности синтеза триглицеридов в жировой клетке. Регуляция липогенеза и липолиза, ключевые ферменты.
58. Пути образования и использования глицерина в тканях. Окисление глицерина, его энергетическая эффективность.
59. Окисление высших жирных кислот. Этапы окисления. Роль карнитина. Энергетическая характеристика окисления.
60. Пути метаболизма ацетил-КоА в клетке. Кетоновые тела. Механизм биосинтеза. Биологическая роль. Причины и последствия возникновения кетонемии (ацетонемии) и кетонурии (ацетонурии).
61. Биосинтез жирных кислот: последовательность, активация реакций, физиологическое значение. Полиненасыщенные жирные кислоты (витамин F).
62. Обмен и функции холестерина, биосинтез холестерина: последовательность реакций до образования мевалоновой кислоты, представление о дальнейших этапах, ключевой фермент, регуляция биосинтеза. Роль липопротеидов крови в транспорте и обмене холестерина. 63.

Этерификация холестерина. Особенности метаболизма холестерина в коже, половых железах, коре надпочечников и печени. Синтез желчных кислот. Структура первичных и вторичных желчных кислот. Выведение желчных кислот и холестерина из организма.

64. Обмен сложных липидов. Переваривание, всасывание, тканевой распад и синтез фосфоглицеридов. Пути синтеза фосфоглицеридов. Роль ЦТФ и фосфатидной кислоты в биосинтезе фосфатидов. Сопряжение биосинтеза фосфатидов с синтезом триглицеридов в печени.

65. Регуляция обмена липидов. Зависимость обмена липидов от характера питания. Влияние адреналина, половых гормонов, йодтиронинов, инсулина, глюкокортикоидов.

66. Переваривание белков в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты: пепсин, трипсин, химотрипсин и пептидазы. Механизмы их активации. Оптимум рН. Субстратная специфичность. Всасывание аминокислот в кишечнике.

67. Диагностическое значение биохимического анализа желудочного и дуоденального соков. Патологические компоненты желудочного сока, диагностическая значимость их исследования.

68. Гниение белков в толстом кишечнике. Образование, всасывание в кровь и обезвреживание в печени токсичных продуктов гниения: фенол, скатоксил, индоксил, путресцин, кадаверин.

69. Понятие о внутриклеточном метаболическом пути аминокислот. Трансаминирование аминокислот. Структура кофермента и механизм переаминирования. Специфичность трансаминаз. Значение реакций трансаминирования. Диагностическое значение определения в сыворотке крови АлТ и АсТ.

70. Пути дезаминирования в живых системах. Прямое и не прямое окислительное дезаминирование аминокислот. Последовательность реакций, ферменты, биологическая роль.

71. Образование и обезвреживание аммиака. Синтез и распад глутамин. Обезвреживание аммиака в тканях почек и печени. Биосинтез мочевины. Этапы орнитинового цикла. Связь орнитинового цикла с циклом трикарбоновых кислот.

72. Роль серина, глицина и метионина в образовании одноуглеродных групп и реакциях трансметилирования. Участие тетрагидрофолиевой кислоты в этих процессах. Недостаточность фолиевой кислоты. Механизм бактериостатического действия сульфаниламидных препаратов.

73. Обмен фенилаланина и тирозина. Образование фенилпировиноградной, фенилмолочной, фенилуксусной и бензойной кислот. Использование тирозина для синтеза катехоламинов, тироксина, меланина. Распад тирозина до фумаровой и ацетоуксусной кислот. Наследственные нарушения обмена фенилаланина и тирозина.

74. Декарбоксилазы аминокислот. Образование биогенных аминов: гистамина, триптамина, серотонина, ГАМК. Роль биогенных аминов в регуляции метаболизма и функции. Участие в синаптической передаче нервных импульсов. Инактивация биогенных аминов.

75. Биосинтез пуриновых нуклеотидов: происхождение атомов пуринового кольца, начальная стадия биосинтеза (от рибозо-5-фосфата до 5-фосфорибозиламина). Дополнительные пути синтеза пуриновых нуклеотидов. Регуляция биосинтеза. Катаболизм пуриновых нуклеотидов. Гиперурикемия и подагра.

76. Биосинтез и катаболизм пиримидиновых нуклеотидов. Дополнительные пути синтеза пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция биосинтеза пиримидиннуклеотидов.

77. Репликация ДНК, условия, ее механизм и биологическое значение. ДНК-полимеразы. Репликативная вилка. Репликация и фазы клеточного цикла. Повреждение ДНК. Репарация поврежденных участков ДНК.

78. Биосинтез РНК (транскрипция), условия, механизм и биологическое значение. Условие биосинтеза. Основные этапы: инициация, элонгация, терминация, посттранскрипционный процессинг и-РНК.

79. Биосинтез белков. Активация аминокислот, субстратная специфичность аминоацил-т-РНК-синтетаз, адапторная функция т-РНК. Трансляция, этапы (инициация, элонгация, терминация, трансляция). Энергетические источники. Посттрансляционное созревание молекулы белков.

80. Основной постулат молекулярной биологии. Генетический код, его важнейшие свойства. Механизмы мутации, типы. Мутагенные факторы. Разновидности точечных мутаций. Молекулярные механизмы возникновения наследственных болезней.

81. Регуляция синтеза белка на уровне транскрипции. Концепция регулируемого гена Жакоба и Моно. Строение и функционирование лактозного оперона кишечной палочки. Клеточная дифференцировка и онтогенез как результат регуляции действия генов. Особенности регуляции транскрипции у эукариотов. Промоторные факторы транскрипции.

82. Распад клеточных белков. Время полужизни разных белков. Протеолитические ферменты лизосом. Роль повреждений лизосом при воспалении и других патологических процессах.

83. Регуляция обмена веществ. Гормоны, классификация, общая характеристика. Отличия механизма действия белково-пептидных и

стероидных гормонов. Характеристика рецепторных комплексов стероидных и белково-пептидных гормонов.

84. Вторичные мессенджеры (внутриклеточные посредники) гормонов. Циклический АМФ, его образование и распад. Аденилатциклаза и фосфодиэстераза. Действие цАМФ на протеинкиназы.

85. Кальций как вторичный мессенджер гормонов. Кальмодулин. Образование и действие инозитолтрифосфата и диацилглицерола, как внутриклеточных сигнальных компонентов действия гормонов.

86. Центральная регуляция эндокринной системы. Нервно-рефлекторный и эндокринный пути действия центров гипоталамуса на эндокринный аппарат. Либерины, статины, гормоны гипофиза. Гормоны передней доли гипофиза: соматотропин, тиреотропин, кортикотропина.

87. Гонадотропные и лактикотропный гормоны передней доли гипофиза. Биологическая роль, влияние на обмен веществ.

88. Гормоны средней и задней доли гипофиза. Структура, особенности биологического действия.

89. Гормоны эпифиза. Строение, биологическая роль, участие в регуляции биоритмов.

90. Гормоны тимуса. Строение, биологическая роль.

91. Строение, синтез и метаболизм йодтиронинов, их влияние на обмен веществ. Роль йодтиреоглобулина. Регуляция высвобождения. Гипо- и гипертиреозы в детском возрасте.

92. Гормональная регуляция обмена кальция и фосфатов. Паратгормон и кальцитонин, механизм их действия, проявления гипер- и гипопродукции. Гормоноподобное влияние витамина Д.

93. Гормоны поджелудочной железы. Инсулин, структура, влияние на обмен веществ, проявление гипер- и гипопродукции. Образование инсулина из проинсулина. Механизмы действия инсулина.

94. Гормоны поджелудочной железы: глюкагон, соматостатин, панкреатический полипептид. Структура, биологическое действие, влияние на обмен веществ. Молекулярный механизм действия глюкагона.

95. Гормоны мозгового слоя надпочечников: строение, биосинтез, влияние на обмен веществ. Молекулярный механизм действия адреналина и норадреналина.

96. Гормоны коры надпочечников. Классификация. Структура, влияние на обмен веществ, пути образования и метаболизма глюкокортикоидов.

97. Гормоны коры надпочечников: минералокортикоиды, адренкортикостероиды, эстрокортикоиды. Структура влияния на обмен веществ.

98. Мужские и женские половые гормоны. Строение, физиологическое действие андрогенов, эстрогенов и прогестинов, их влияние на обмен веществ. Представления о биосинтезе и метаболизме половых стероидов. Возрастная характеристика секреции половых гормонов.

99. Производные эйкозополениеновых кислот. Циклооксигеназный и липооксигеназные пути метаболизма арахидоновой кислоты. Простациклины, тромбоксаны, лейкотриены, простагландины. Структура, классификация, биосинтез, биологическая роль.

100. Понятие о тканевых гормонах. Химическая природа и роль гастрина, секретина, эритропоетина, лептина. Калликреин-кининовая и ренин-ангиотензиновая системы. Структура, механизм образования и распада, биологическая роль. Понятие о цитокинах.

101. Регуляция концентрации глюкозы в крови. Пути поступления и расходования глюкозы в крови. Влияние инсулина, глюкагона, адреналина и кортизола на уровень глюкозы в крови. Гипо- и гипергликемия, причины их возникновения. Сахарные кривые, определение толерантности к глюкозе при диагностике сахарного диабета.

102. Взаимосвязь обмена углеводов, жиров и белков. Пункты взаимосвязей метаболизма глюкозы и липидов, углеводов и аминокислот, аминокислот и липидов. Значение в этих процессах цикла трикарбоновых кислот, апотомического окисления глюкозы, глюконеогенеза.

103. Сахарный диабет. Типы, причины возникновения и основные проявления. Нарушения метаболизма при сахарном диабете, обмена углеводов, липидов, аминокислот. Механизмы возникновения кетонемии, кетонурии, гиперхолестеринемии, гипергликемии и других нарушений при сахарном диабете. Гликилированные белки и их диагностическое значение.

104. Особенности метаболизма жира в жировой клетке. Регуляция метаболизма в жировой клетке (инсулин, адреналин, норадреналин).

105. Водно-солевой обмен. Содержание, распределение, биологическая роль и баланс воды. Распределение основных электролитов во внутриклеточном и внеклеточном пространствах. Регуляция водно-солевого обмена. Механизм действия вазопрессина и альдостерона, роль ренин-ангиотензиновой системы.