

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Г.М.РАХИМОВА

## **БИОХИМИЯ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Уфа  
Башкирски ГАУ  
2015

УДК 577(07)  
ББК 28.57я7  
Р271

Учебное пособие рекомендовано к изданию на заседании кафедры ботаники, физиологии и селекции растений (протокол № 5 от 15.12.2014г.)

Автор:  
Рахимова Г.М.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры биохимии и технологии микробиологических производств Уфимского государственного нефтяного технического университета Халимова Л.Х.

Ответственный за выпуск: зав. кафедрой ботаники, физиологии и селекции растений, доктор биологических наук, доцент В.С. Сергеев.

Учебное пособие составлено в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и предназначено для студентов факультета пищевых технологий, обучающихся по направлению подготовки 260100 Продукты питания из растительного сырья.

В пособии представлены краткое содержание основных разделов дисциплины «Биохимия», определения ключевых понятий и вопросы для самооценки уровня знаний. В пособие включены методические указания с индивидуальными заданиями по основным разделам дисциплины.

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию на заседании кафедры ботаники, физиологии и селекции растений (протокол № 5 от 15.12.2014г.)

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ   | 4  |
| Список рекомендуемой литературы  | 5  |
| 1 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА  | 6  |
| Методические указания по теме «Введение: Предмет и задачи курса биохимии»                              | 6  |
| Методические указания по теме «Белковые вещества»  | 7  |
| Методические указания по теме «Нуклеиновые кислоты»  | 10 |
| Методические указания по теме «Ферменты»   | 13 |
| Методические указания по теме «Витамины»   | 17 |
| Методические указания по теме «Углеводы и их обмен»  | 18 |
| Методические указания по теме «Липиды и их обмен»  | 22 |
| Методические указания по теме «Химизм процессов брожения и дыхания»                                    | 25 |
| Методические указания по теме «Обмен аминокислот и белков»   | 29 |
| Методические указания по теме «Роль биохимических процессов при хранении и переработке пищевого сырья» | 33 |
| 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ   | 34 |
| Тема 1 Предмет и задачи курса биохимии   | 36 |
| Тема 2 Белковые вещества   | 37 |
| Тема 3 Нуклеиновые кислоты   | 39 |
| Тема 4 Ферменты  | 41 |
| Тема 5 Витамины  | 45 |
| Тема 6 Углеводы и их обмен   | 46 |
| Тема 7 Механизмы биологического окисления  | 50 |
| Тема 8 Липиды и их обмен   | 51 |
| Тема 9 Обмен азота в растениях. Биосинтез белка  | 54 |
| Тема 10 Взаимосвязь процессов обмена веществ   | 56 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Биохимия (биологическая химия) это наука о химическом составе живых организмов и химических процессах, протекающих в них.

Биохимия является фундаментальной учебной дисциплиной. Все пищевые предприятия перерабатывают сырье биологического происхождения, поэтому курс биохимии представляет собой теоретическую основу любой пищевой технологии. Значение биохимии, ее современных достижений, умение применять их в различных направлениях производства продуктов питания на основе новых принципов переработки пищевого сырья являются необходимыми условиями подготовки студентов по данным направлениям в высших учебных заведениях.

Данное учебное пособие поможет студентам в освоении курса «Биохимия», будет способствовать познанию сущности основных биохимических процессов, происходящих в растениях и растительном сырье.

### **Пояснительная записка**

В методическом пособии включены методические указания для самостоятельного изучения теоретического материала по каждой теме дисциплины с вопросами для самоконтроля полученных знаний согласно рабочему плану и программе дисциплины.

Итоговым контролем знаний студентов является экзамен, залогом успешной сдачи которого является выполнение итогового домашнего задания, предусмотренного учебным планом. В пособие включены методические указания с индивидуальными заданиями по основным разделам дисциплины.

## Список рекомендуемой литературы

### а) основной

Биохимия / В.Г.Щербаков, В.Г.Лобанов и др. –СПб.: ГИОРД, 2009. – 472с.: ил..

### б) дополнительный

1. Биохимия / В.Г.Щербаков, В.Г.Лобанов и др. –СПб.: ГИОРД, 2009. – 472с.: ил.

2. Филлипович Ю.Б. Основы биохимии. - М.:Агар, 1999, 512с.

3. Филлипович Ю.Б. Основы биохимии / Ю.Б.Филлипович. –М.: Агар, 1999. –512с.

4. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П.Плешков. –М.: Агропромизда, 1985. –255 с.

5. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков –М.: Агропромиздат, 1987. – 494с.

6. Химия: Справ. Изд. /В.Шретер, К.-Х. Лаутеншлегер, Х.Бибрак и др: Пер. с нем.-М.: Химия, 1989. – 650с.

7. Каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/>

# 1 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

## Методические указания по теме

### «Ведение: Предмет и задачи курса биохимии»

Биохимия как наука о веществах, входящих в состав живой природы и их превращениях, лежащих в основе жизненных явлений. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Значение биохимии для перерабатывающей и пищевой промышленности, сельского хозяйства и медицины. Биотехнология. Краткая история биохимии.

#### Ключевые понятия

- **Биологическая химия** – наука о химическом составе живых организмов, химических процессах, протекающих в них и обеспечивающих их функционирование. Целью изучения биохимии является познание живой природы, а средством познания – химия. Все биологические процессы по своему механизму являются химическими. Современная биохимия, молекулярная биология, биоорганическая химия, биофизика составляют единый комплекс наук – физико-химическую биологию – изучающую физико-химические основы живой материи.
- **Метаболизм** – биологический обмен веществ, вся совокупность химических превращений, протекающих в живом организме. Состоит из двух противоположных процессов: ассимиляция и диссимиляция, что делает возможным непрерывное самообновление организма.
- **Ассимиляция** – процессы синтеза веществ в живом организме, идущие с потреблением энергии.
- **Диссимиляция** – процессы распада веществ в живом организме, идущие с выделением энергии

## Методические указания по теме «Белковые вещества»

Белки – высокомолекулярные органические соединения, построенные из аминокислот. Поэтому прежде чем перейти к изучению структуры белка необходимо познакомиться со строением аминокислот, их конфигурацией, физико-химическими свойствами, классификацией по характеру цепи, функциональным группам. Дать понятие о незаменимых аминокислотах. Следует ознакомиться с универсальными реакциями на аминокислоты и пептиды.

Детальный подробный разбор аминокислот дает возможность студентам усвоить физико-химические свойства белков: амфотерность, заряд молекул при различных рН среды, растворимость, коллоидный характер растворов белков и др.

Следует разобраться в понятиях нативный и денатурированный белок, обратимая и необратимая денатурация. Рассмотреть основные белковые осадители, механизм их действия, использование метода высаливания для получения отдельных фракций белков.

При изучении структурной организации белковой молекулы основное внимание необходимо сосредоточить на типах связей, поддерживающих первичную, вторичную, третичную, четвертичную структуры.

В связи с отсутствием к настоящему времени общепринятой единой классификации белков, существует несколько типов классификаций. Согласно физико-химической классификации простые белки – белки, состоящие только из аминокислот по способности растворяться и извлекаться из тканей. Делятся на альбумины, глобулины, проламины, глютелины, гистоны, протамины, протеиноиды. Рассматривая каждый из классов простых белков, студент должен раскрыть структуру этих веществ, их состав, свойства, локализацию, назвать важнейших представителей.

Сложные белки представляют собой вещества, включающие помимо белкового компонента простетические группы различной химической природы, и подразделяются на следующие классы: нуклеопротеины,

липопротеины, хромопротеины, гликопротеины, фофопротеины, металлопротеины.

Особое внимание следует обратить на строение простетических групп сложных белков, их состав, связь с белковой частью. При характеристике каждого класса желательно указать их локализацию в клетке, биологическую роль, привести примеры наиболее распространенных представителей сложных белков.

Расскажите о сильных и слабых взаимодействиях в белковой молекуле и о принципах структурной белки, сократительные белки.

### **Ключевые понятия**

- **Белки или протеины** (от греч. Protos – первый) высокомолекулярные полимеры аминокислот с молекулярной массой от 6 тыс. до  $10^6$  Дальтон, обладающие сложной пространственной организацией.
- **Первичная структура белка** – последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепочке.
- **Вторичная структура белка** – способ упаковки первичной структуры белка в пространстве. Существует 2 основных типа вторичной структуры белка:  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура.
- **Третичная структура белка** – способ упаковки вторичной структуры белка в более малом объеме пространства. На уровне третичной структуры происходит формирование активного центра белка и белок начинает проявлять свои функции.
- **Активный центр** – совокупность функциональных групп белка, строго определенным образом расположенных в пространстве относительно друг друга и обеспечивающих проявление биологических функций белка.
- **Четвертичная структура** – единая олигомерная молекула белка, состоящая из нескольких субъединиц (протомеров, т.е. белков с третичной структурой) с общим активным центром.

- **Денатурация белков** – нарушение нативной (природной) структуры белка под воздействием различных факторов. Денатурация затрагивает все уровни структурной организации белка, кроме первичной.
- **Изоэлектрическая точка белка (ИЭТ или pI)** – значение pH, при котором суммарный заряд белковой молекулы равен нулю, т.е. наблюдается равенство положительных и отрицательных зарядов. И,Т является индивидуальной характеристикой каждого белка.
- **Пищевая ценность белков** – определяется наличием восьми незаменимых аминокислот и сбалансированностью аминокислотного состава.
- **Протеиногенные аминокислоты** – аминокислоты, входящие в состав белков. Их – 20, все они по химическому строению являются  $\alpha$ -аминокислотами и относятся к L-ряду.
- **Амфотерность** – способность проявлять свойства кислот или оснований в зависимости от условий среды. Все аминокислоты – амфотерные соединения благодаря наличию аминной и карбоксильной групп
- **Незаменимые аминокислоты** - восемь протеиногенных аминокислот, которые не синтезируются в организме человека. Единственным источником их поступления в организм человека являются белки пищи. К ним относятся: лизин, треонин, триптофан, метионин, фенилаланин, валин, лейцин, излейцин.

***Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме***

- 1) По функциональной классификации белки делятся на следующие группы: каталитические белки, белки-гормоны, регуляторные белки, защитные белки, токсические белки, транспортные белки, структурные белки. Охарактеризуйте каждый класс белков.
- 2) Назовите незаменимые аминокислоты.
- 3) Расскажите о пищевой ценности белков.
- 4) Охарактеризуйте химический скор и лимитирующие аминокислоты.

- 5) Расскажите об общих физико-химических свойствах аминокислот.
- 6) Назовите функции белков.
- 7) В каких единицах измеряется молекулярная масса белков и в каких пределах колеблется мол. масса белков?
- 8) Охарактеризуйте элементарный состав белков.
- 9) Назовите цветные реакции на белки и укажите те группы в белке, для которых характерна каждая из реакций.
- 10) Как происходит диссоциация аминокислот в общем виде при  $7 < \text{pH} < 7$ ?
- 11) Расскажите о первичной структуре белков.
- 12) Расскажите о вторичной структуре белков.
- 13) Что Вы знаете о третичной структуре белка и какие силы стабилизируют третичную структуру белков?
- 14) Расскажите о четвертичной структуре белка.
- 15) Расскажите о физико-химических свойствах белков.
- 16) Как можно объяснить изменение в свойствах белка куриного яйца при нагревании?
- 17) Что такое денатурация белков?
- 18) Приведите примеры обратимого и необратимого осаждения белков.
- 19) Какие факторы устойчивости удерживают белки в растворе?
- 20) Какими свойствами обладают белки в ИЭТ?
- 21) Расскажите о классификации белков.

#### **Методические указания по теме «Нуклеиновые кислоты»**

Нуклеиновые кислоты были впервые выделены австрийским биохимиком Ф.Мишером в 1869 – 70 годы из ядер лейкоцитов гноя в виде соединения с белками – нуклеина. Немецкий биохимик Р.Альтман в 1899 году разделил нуклеин Мишера на кислотную и белковые части и назвал кислотную часть нуклеиновой кислотой.

В изучении состава структурной организации, свойств нуклеиновых кислот большой вклад внесли работы Асколи, Левина, Чаргаффа, Белозерского, Уотсона, Крика. Очоа, Корнберга и др.

Нуклеиновые кислоты представляют собой высокомолекулярные соединения, мономерами которых являются мононуклеотиды, состоящие из азотистого основания, сахара и фосфорной кислоты. В зависимости от углеводного компонента все нуклеиновые кислоты делятся на ДНК и РНК, отличающиеся, кроме того, и по азотистому основанию: в ДНК содержится Тимин, в РНК – урацил.

Студенты должны хорошо разобраться в строении отдельных компонентов нуклеотидов, так и в особенности соединения этих компонентов.

Фундаментальным открытием в биохимии и молекулярной биологии явилось построение Дж. Уотсоном и Ф. Криком в 1953 году модели вторичной структуры ДНК. При описании модели ДНК необходимо дать характеристику параметрам Уотсон-Криковской модели и остановиться на экспериментах Гриффитса, а также Эвери, позволивших открыть генетическую роль ДНК.

Дать понятие о правилах Чаргаффа, коэффициенте специфичности ДНК и РНК. Раскрыть физико-химические свойства нуклеиновых кислот. Дать понятие о температуре плавления ДНК, денатурации и ренатурации двойной спирали ДНК. Гиперхромизм ДНК. Дать характеристику каждому классу РНК: иРНК, тРНК, рРНК.

#### **Ключевые понятия**

- **Нуклеиновые кислоты** – биологические полимеры нуклеотидов (полинуклеотиды) с молекулярной массой от  $10^6$  до  $10^{12}$ . В живых организмах присутствуют два типа нуклеиновых кислот: ДНК и РНК.
- **ДНК**- дезоксирибонуклеиновая кислота – две антипараллельные полинуклеотидные цепочки, соединенные между собой по принципу комплементарности азотистых оснований. Пространственная структура

ДНК представляет собой двойную спираль, в которой одна полинуклеотидная цепочка закручена вокруг другой и обе они закручены вокруг общей оси.

- **РНК** – рибонуклеиновая кислота – одноцепочечный полинуклеотид. Различают: матричную или информационную РНК (м-РНК, и-РНК); транспортную РНК (т-РНК); рибосомальную РНК (р-РНК).
- **АТФ** – аденозинтрифосфат – универсальный аккумулятор энергии в клетке. Содержит две высокоэнергетические связи ..
- **Нуклеотидный (генетический) код** – способ записи информации о первичной структуре белка в молекуле ДНК. Особенности нуклеотидного кода: триплетность, универсальность, вырожденность.
- **Комплементарность** – структурное соответствие (дополнение); принцип комплементарности лежит в основе многих биологических соединений, в том числе и в основе структуры ДНК.
- **Правило Чаргаффа** – количество пуриновых оснований в молекуле ДНК равно количеству пиримидиновых оснований.
- **Рибосома** – клеточная органелла, состоящая из белка и р-РНК, место синтеза белка в клетке.
- **Репарация ДНК** – механизм исправления ошибок в нуклеотидной последовательности ДНК. В основе процесса репарации лежит принцип комплементарности и задействовано большое число различных ферментов.
- **Денатурация ДНК** – нарушение природной (нативной) структуры ДНК, связанное с разрывом водородных связей между парами азотистых оснований под воздействием определенных факторов.
- **Ренатурация ДНК** – процесс обратный денатурации, при котором происходит восстановление двухцепочечной спирали ДНК.
- **Структурный ген** – участок молекулы ДНК, в котором зашифрована информация о первичной структуре одного белка.
- **Мутации** – изменения в генетическом аппарате клетки.

**Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме**

- 1) Что такое нуклеиновые кислоты? Каковы их химическое строение и свойства?
- 2) Какие типы нуклеиновых кислот вы знаете?
- 3) Чем отличается первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры молекул нуклеиновых кислот?
- 4) Какие азотистые основания входят в состав ДНК и РНК? Какие основания у них общие?
- 5) Что такое правило Чаргаффа?
- 6) Как распределены нуклеиновые кислоты в клетке и какова их биологическая роль?
- 7) Какие нуклеотиды не входят в состав ДНК и РНК?
- 8) Какие нуклеотидполифосфаты имеют макроэргические связи в составе молекул и какова их биохимическая роль.
- 9) Назовите важнейшие нуклеозиды и соответствующие им нуклеозидмонофосфаты.
- 10) Напишите структурные формулы АТФ, СоА-SH, СТР, UDP.

**Методические указания по теме «Ферменты»**

Известно, что химическая реакция между взаимодействующими веществами произойдет только в том случае, если будет преодолен энергетический барьер. Роль катализаторов заключается в снижении энергии активации, т.е. энергии, необходимой для преодоления энергетического барьера реакции.

В отличие от неорганических катализаторов в живой природе функции катализаторов выполняют высокомолекулярные вещества сложной структуры – ферменты. По своей химической структуре ферменты в основном являются белками, поэтому им присущи все характерные для белков свойства: термолабильность, зависимость свойств от температуры и рН среды и т.д.

Участок молекулы фермента, непосредственно осуществляющий химическое превращение, получил название активного центра. Вещества, на которые действует фермент, называют субстратами. Для глубокого понимания сущности и тонкого механизма ферментативного катализа, необходимо знание структуры субстрата и активного центра его аминокислотного состава.

Большая группа ферментов для проявления активности нуждается помимо белковой части – апофермента в определенных веществах белковой природы – коферментах. В качестве коферментов могут выступать нуклеотиды, витамины, гем, атомы металлов и др. вещества.

При изучении раздела «Ферменты» студент знакомится с основными понятиями ферментативной кинетики, занимающейся количественной стороной реакций. Ферментативная кинетика рассматривает зависимость скоростей реакций, катализируемых ферментами, от химической природы и условий взаимодействия ферментов с субстратами: концентрации компонентов, pH среды, температуры, состава среды, действия активаторов и ингибиторов.

Рассмотрение вопроса о номенклатуре и классификации ферментов целесообразней начать с усвоения принципов классификации, а уж затем перейти к разбору отдельных классов ферментов. Характеристику каждого класса необходимо иллюстрировать примерами реакций, катализируемых данными ферментами, следует полностью записывать уравнения реакций и называть соответствующие ферменты.

#### **Ключевые понятия**

- **Ферменты или энзимы (E)**– биологические катализаторы белковой природы, синтезируемые любой живой клеткой.
- **Субстрат (S)**- **вещество**, на которое направлено действие фермента.
- **Фермент-субстратный комплекс (ES)** – комплекс фермента и субстрата, промежуточное звено хода ферментативной реакции

- **Активный центр фермента** – совокупность функциональных групп белка, строго определенным образом расположенных в пространстве относительно друг друга и обеспечивающих взаимодействие с субстратом.
- **Однокомпонентные ферменты** – простые белки.
- **Двухкомпонентные ферменты** – сложные белки.
- **Кофермент** – небелковая часть двухкомпонентных ферментов. В качестве коферментов могут выступать витамины, нуклеотиды, металлы.
- **Апофермент** – белковая часть двухкомпонентных ферментов.
- **Специфичность ферментов** – особенность ферментов как биологических катализаторов. Специфичность – способность фермента катализировать превращение определенного субстрата или группы родственных субстратов. Различают абсолютную, групповую и стереохимическую специфичность.
- **Лабильность ферментов** (изменчивость, неустойчивость) – особенность ферментов как биологических катализаторов. Лабильность – подверженность ферментов влиянию различных факторов внешней и внутренней среды связана с белковой природой ферментов.
- **Активаторы** – вещества, которые повышают активность ферментов.
- **Ингибиторы** – вещества, которые снижают или полностью подавляют активность ферментов.
- Начальная скорость ферментативной реакции ( $V_0$ ) – скорость в начальный момент времени, когда ферментативная реакция идет по нулевому порядку, т.е. наблюдается прямая пропорциональная зависимость количества образовавшихся продуктов реакции от времени действия фермента.  $V_0$  – является мерой количества фермента.

***Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме***

- 1) Что такое ферменты?
- 2) Как оценивается активность фермент как биологического катализатора?

- 3) Какими свойствами обладают ферменты?
- 4) Какие существуют виды специфичности действия ферментов?
- 5) Расскажите о механизме действия ферментов.
- 6) Строение фермента. Что такое холофермент, апофермент, кофермент, кофактор?
- 7) Какова роль белковой части фермента и его небелковой части (простетической группы) в процессе катализа?
- 8) Какие витамины входят в состав кофакторов (коферментов) ферментов? В каких биохимических реакциях они участвуют?
- 9) Методы выделения ферментов.
- 10) Какой кривой можно изобразить ход ферментативной реакции во времени?
- 11) Как влияет концентрация субстрата на скорость ферментативной реакции? Чему равна константа Михаэлиса?
- 12) Отразите графически изменение скорости ферментативной реакции в зависимости от количества фермента в среде.
- 13) Как влияет изменение температуры и pH среды на работу фермента? Отразите графически.
- 14) Какие существуют типы ингибирования ферментативных реакций? Каков механизм их действия?
- 15) Какой принцип положен в основу классификации ферментов?
- 16) Сколько классов ферментов включает их классификация?
- 17) Окислительно-восстановительные ферменты (оксидоредуктазы) и их классификация.
- 18) Функции ферментов, относящихся к классу трансфераз.
- 19) На какие подгруппы делится класс гидролаз и какие реакции они катализируют?
- 20) Основные функции ферментов, относящихся к классу лиаз.
- 21) Изомеразы.
- 22) Лигазы или синтетазы.

## Методические указания по теме «Витамины»

Витамины – это органические вещества, в следовых количествах присутствуют в большинстве живых организмов и необходимы для их нормальной жизнедеятельности. Однако некоторые организмы не способны синтезировать эти вещества и должны получать их из внешних источников.

Изучая водорастворимые витамины, студент должен знать, что большая часть водорастворимых витаминов представляют собой компоненты различных коферментов или простетических групп ферментов, играющих важную роль в клеточном метаболизме.

Жирорастворимые витамины выполняют другие важные функции. Например, витамин А служит предшественником светочувствительного пигмента, витамин D<sub>3</sub> – это основной предшественник 1,25-дигидроксихолекальциферола, который регулирует обмен ионов Ca<sup>2+</sup>, витамин К играет важную роль в свертывании крови.

Существует целый ряд веществ, которые оказывают на организм действие, противоположное действию витаминов, эти вещества инактивируют витамины. Они получили название антивитаминов. По своему строению антивитамины очень близки соответствующим витаминам, т.е. они являются аналогами данных витаминов. Многие антивитамины наряду с отрицательной ролью играют и положительную роль, угнетают роль болезнетворных бактерий.

### Ключевые понятия

- **Витамины** – органические вещества различной химической природы, присутствие которых в пищевых продуктах в следовых количествах обязательно: большинство витаминов является составной частью коферментов.

### *Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме*

- 1) Что лежит в основе классификации витаминов?
- 2). Какую физиологическую роль выполняют витамины в организме животных и человека?

- 3) Как взаимосвязаны витамины группы В с ферментами?
- 4) Какие биохимические процессы идут с участием витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub>?
- 5) Какое строение имеет витамин В<sub>2</sub> и с какими ферментами он связан?
- 6) Какие биохимические процессы идут с участием витаминов РР, биотина и фолиевой кислоты?
- 7) Как связана пантотеновая кислота с СоА?
- 8) Какое строение и свойства присущи витамину С?
- 9) Какие технологические операции ведут к потере витаминов?
- 10) Какие витамины стойки к тепловой обработке продукта?

#### **Методические указания по теме «Углеводы и их обмен»**

Углеводы – один из наиболее важных органических компонентов клетки с разнообразной функцией и своеобразным строением. Они входят в состав любой живой клетки, но наиболее богаты углеводами ткани растений. Обмен углеводов крайне важен для организма. Прежде всего, все органические вещества живой природы в конечном счете возникают из углеводов, образующихся в процессе фотосинтеза. В то же время, при расщеплении углеводов производится основная часть энергии, необходимой клетке.

Углеводы – это альдегиды или кетоны многоатомных спиртов. Они делятся на моно-, олиго- и полисахариды. Моно- и олигосахариды хорошо растворимы в воде. Полисахариды – это высокомолекулярные углеводы, они делятся на гомополисахариды (крахмал, целлюлоза, хитин и др.) и гетерополисахариды (полисахариды слизистых капсул бактерий и др.)

Студенту необходимо познакомиться с основными представителями всех групп углеводов, их локализацией, ролью в организме. Особо следует остановиться на написании формул углеводов, в частности – циклических форм.

Сахара, как вещества, содержащие ассиметрические атомы углерода, обладают оптической активностью, а следовательно имеют несколько стереоизомеров. Моносахариды, отличающиеся друг от друга положением

только одной ОН-группы, называются эписахарами, например, глюкоза, галактоза, манноза, а изомеры одного и того же сахара называются аномерами.

Наиболее важными с практической точки зрения свойством моносахаридов является их способность легко окисляться, восстанавливая при этом различные соединения. Редуцирующая (т.е. восстанавливающая) способность присуща не только всем моносахаридам, но и некоторым олигосахаридам, а именно, содержащим свободную карбонильную группу, например, мальтозе или лактозе. Указанное свойство сахаров используется для их количественного определения.

На лабораторных занятиях студенты знакомятся с качественными реакциями на сахара и методом количественного определения сахаров по их восстанавливающей способности.

Наибольшее внимание необходимо сосредоточить на внутриклеточных механизмах распада углеводов.

Рассматривая этапы распада углеводов в организме, следует не только привести уравнения реакций, но и дать характеристику важнейших ферментов и промежуточных продуктов того или иного пути.

### **Ключевые понятия**

- **Фотосинтез** – процесс образования органических соединений в клетках зеленых растений на свету из углекислого газа и воды.
- **Световая фаза фотосинтеза** – процессы, протекающие за счет энергии солнечного света, включающие фотолиз воды и синтез АТФ.
- **Фотолиз воды** – расщепление воды под действием света с образованием восстановленного кофермента анаэробных дегидрогеназ НАДФН<sub>2</sub> и свободного кислорода, выделяющегося в атмосферу.
- **Темновая фаза фотосинтеза** – этап фотосинтеза, не требующий энергии солнечного света и обеспечивающий включение углерода СО<sub>2</sub> в состав органических соединений.

- **Первичный акцептор углекислого газа** – рибулозо-1,5-дифосфат, к молекуле которого присоединяется  $\text{CO}_2$  в первой реакции темновой фазы фотосинтеза.
- **Хемосинтез** – процесс образования некоторыми микроорганизмами органических веществ из углекислого газа за счет энергии, получаемой при окислении неорганических соединений, т.е. без участия солнечной энергии.
- **Моносахариды (простые сахара)** – альдегидоспирты или кетоспирты с числом углеродных атомов от 3 до 10.
- **Олигосахариды** – продукты полимеризации моносахаридов (пентоз и гексоз) со степенью полимеризации от 2 до 10.
- **Полисахариды** – продукты полимеризации пентоз и гексоз со степенью полимеризации, измеряемой сотнями и тысячами единиц.
- **Мутаротация** – взаимопревращение  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм моносахаридов, сопровождающихся изменением угла вращения плоскости поляризации поляризованного луча света.
- **Фосфорные эфиры моносахаридов** – активированные формы моносахаридов, обеспечивающие обмен углеводов в клетке.
- **Нуклеозиддифосфатсахара (НДФС)** – высокоактивированные формы моносахаридов, необходимые для биосинтеза полисахаридов.
- **Продукты восстановления моносахаридов** – многоатомные спирты
- **Продукты окисления моносахаридов** – альдоновые, уоновые и альдаровые кислоты..
- **D-глюкоза** – моносахарид, виноградный сахар.
- **D-Фруктоза** – моносахарид, плодовый сахар.
- **Мальтоза** – восстанавливающий дисахарид, солодовый сахар.
- **Лактоза** – восстанавливающий дисахарид, молочный сахар.
- **Сахароза** – невосстанавливающий дисахарид, свекловичный, тростниковый сахар.

- **Инвертный сахар** – смесь глюкозы и фруктозы – продуктов гидролиза сахарозы.
- **Амилоза** – полисахарид, составная часть крахмала, линейный полимер  $\alpha$ -D-глюкозы с общей формулой (1-4-  $\alpha$ -глюкозид).
- **Амилопектин** – полисахарид, составная часть крахмала, полимер  $\alpha$ -D-глюкозы со связями  $\alpha$ -1-4 и  $\alpha$ -1-6.
- **Амилазы** - ферменты класса гидролаз, гидролизующие крахмал до мальтозы ( $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы) или до глюкозы (глюкоамилаза).
- **Декстрины** – продукты неполного гидролиза крахмала.
- **Целлюлоза** (клетчатка) – полисахарид, полимер  $\beta$ -D-глюкозы с общей формулой (1-4-  $\beta$ -глюкозид)<sub>n</sub>, основной компонент клеточных стенок растений.
- **Пектиновые вещества** – сложные эфиры полигалактуроновой кислоты и метанола, составная часть клеточных стенок растений.
- **Гидролазы гликозидов (гликозидазы)** – ферменты, гидролизующие олигосахариды и полисахариды.

***Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме***

- 1) Что такое углеводы.
- 2) Значение углеводов в обмене веществ.
- 3) В результате каких процессов происходит первичный синтез углеводов.
- 4) Из каких реакций складывается процесс фотосинтеза.
- 5) Основы этапы цикла Кальвина.
- 6) Хемосинтез.
- 7) Классификация углеводов.
- 8) Физико-химические свойства моносахаридов.
- 9) Виды изомерии моносахаридов.
- 10) Химические свойства моносахаридов, (восстановление, окисление моносахаридов, образование гликозидов, взаимодействие с кислотами, и т.д.).
- 11) Реакция Майара и ее роль в пищевой промышленности.

- 12) Карамелизация сахаров.
- 13) Основные представители полисахаридов I-го порядка и их значение (мальтоза, сахароза, лактоза, целлобиоза, изомальтоза, гентибиоза, трегалоза).
- 14) Какую структуру имеет молекула полисахарида
- 15) Напишите структурную формулу крахмала, целлюлозы, инулина, пектина.
- 16) Что такое олигосахарид, восстанавливающие, и невосстанавливающие сахара.

### **Методические указания по теме «Липиды и их обмен»**

Липиды представляют собой группу химически весьма разнообразных веществ различной структуры, но объединенных общими свойствами: нерастворимостью в воде, растворимость в органических растворителях, наличием углеводородных единиц в составе молекулы.

По своему химизму липиды, в большинстве случаев, представляют собой сложные эфиры высших жирных кислот с глицерином или некоторыми другими спиртами специфического строения. В составе ряда липидов кроме этих компонентов встречаются фосфорная кислота, азотистые основания или углеводы.

Липиды могут быть классифицированы следующим образом: нейтральные жиры и свободные жирные кислоты; фосфолипиды; гликолипиды; стерины и стероиды; воска; терпены. Функции липидов важны и разнообразны.

При описании представителей различных классов липидов необходимо указать не только структуру и состав этих веществ, но и их локализацию в клетке и организме, биологическую роль. На практических занятиях студенты выполняют работу по определению жира, а также изучают физико-химические и химические свойства различных представителей липидов.

Изучая обмен липидов следует обратить особое внимание распаду жиров на глицерин и жирные кислоты. Глицерин фосфорилируется и

окисляется до фосфоглицеринового альдегида, который включается в гликолиз, жирные кислоты вступают на путь  $\beta$ -окисления.

Распад жирных кислот начинается в их активирования коэнзимом А при участии АТФ и заключается в отщеплении двууглеродного фрагмента. Конечный продукт окисления – ацетил-КоА – вступает в цикл Кребса, где он распадается до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

Биосинтез жирных кислот осуществляется двумя путями: митохондриальным и немитохондриальным. Митохондриальный путь представляет собой обращение  $\beta$ -окисления (с отличием одного кофермента) и заключается в последовательном наращивании цепи жирной кислоты, начиная с пальмитиновой.

Немитохондриальный путь состоит из двух этапов: образования малонила из ацетил-КоА при наличии АТФ и биотина в качестве кофермента и последующего удлинения цепи за счет ацетил-КоА при участии группы ферментов, образующих, так называемый «синтетазный комплекс».

В ходе подготовки студенту необходимо разобраться в механизме работы ферментов «синтетазного комплекса» и всех катализируемых ими реакций.

### **Ключевые понятия**

- **Липиды (от греч. *Lipos* – жир)-** жиры и жироподобные вещества – группа гидрофобных соединений, не растворяющихся в воде и хорошо растворяющихся в органических растворителях (петролейный эфир, бензол и др.).
- **Жиры** – сложные эфирытрехатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот.
- **Жирные кислоты** – жирные кислоты, входящие в состав жмров делят на две группы: насыщенные и ненасыщенные.
- **Эссенциальные (незаменимые) высшие жирные кислоты** – динолевая и линоленовая, которые должны поступать в организм человека с пищей.

- **Числа жира:** кислотное число, йодное число, число омыления – показатели физико-химических параметров жира.
- **Прогоркание жиров** – приобретение жирами неприятного вкуса и запаха при длительном хранении.
- **Липаза** – фермент класса гидролаз (Н.Ф.3.1.1.3), катализирующий гидролиз жиров по сложноэфирной связи с образованием глицерина и высших жирных кислот.
- **Липоксигеназа** – фермент класса оксидоредуктаз (Н.Ф.1.13.11.12), катализирующий окисление кислородом воздуха некоторых ненасыщенных жирных кислот с образованием гидроперекисей.
- **$\beta$ -окисление** – механизм окисления жирных кислот по  $\beta$ -углеродному атому. Конечным продуктом является ацетил-КоА.
- **Ацетил-КоА** – активированная форма уксусной кислоты; соединение, которое стоит на стыке углеводного и жирового обмена. Ацетил-КоА – важнейший ацилирующий агент организма.
- **Кофермент А (КоА)** – кофермент, активирующий ацилы (кислоты).
- **Воски** – сложные эфиры, образованные высокомолекулярными жирными кислотами и высокомолекулярными одноатомными спиртами.
- **Фосфолипиды (фосфатиды)** – сложные липиды, в молекуле которых присутствует фосфорная кислота и азотистое основание.
- **Стероиды** – жироподобные вещества полициклической природы.

*Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме*

- 1) Что такое липиды.
- 2) Какова роль и функции липидов в живых организмах.
- 3) Как классифицируются липиды.
- 4) Жиры, их строение и свойства.
- 5) Какие характерные числа используются для оценки химического состава и качества масел и жиров.

- 6) Назовите основные представители фосфолипидов и укажите их роль в деятельности растительных организмов. Какие полярные группы входят в состав молекулы фосфолипидов.
- 7) В чем состоит отличие восков от триацилглицеридов по химическому строению и физиологической роли в живых организмах.
- 8) Какие продукты образуются при ферментативном гидролизе жиров.
- 9) Как липаза влияет на качество растительного сырья и какие условия активизируют ее действия.
- 10) Какие продукты образуются при биологическом окислении глицерина.
- 11) Что такое  $\beta$ -окисление жирных кислот. Опишите основные стадии этого процесса и ферменты, управляющие всеми реакциями.
- 12) Коэнзим А и его роль в процессе обмена липидов.
- 13) Синтез глицерол-3-фосфата и основные этапы синтеза жирных кислот.
- 14) Биосинтез жиров.

#### **Методические указания по теме**

#### **«Химизм процессов брожения и дыхания»**

Живые организмы нуждаются в постоянном притоке свободной энергии, которая используется клетками для осуществления различных видов работы.

Зеленые растения способны улавливать энергию солнечного света и преобразовывать ее в энергию химическую, используемую для синтеза органических соединений из неорганических веществ (процесса фотосинтеза).

Биосинтез органических соединений у многих микроорганизмов происходит за счет энергии, образующейся при окислении этими микроорганизмами различных неорганических веществ: водорода, аммиака, соединений железа, сероводорода.

Наконец, другие микроорганизмы, животные и человек, живущие за счет готовых органических соединений, получают энергию благодаря

процессам разложения питательных веществ, называемых процессами диссимилиации. Важнейшими из них являются процессы брожения и дыхания.

При рассмотрении вопросов анаэробной и аэробной диссимилиации глюкозы студенту следует разобраться в основных отличиях этих процессов, их взаимосвязи.

При изучении процессов брожения следует остановиться на таких типах брожения как молочнокислое, спиртовое, маслянокислое.

Процесс брожения можно представить в виде ряда последовательных реакций, протекающих под действием ферментов, вырабатываемых клетками бродящего организма. Студенту следует обратить внимание на все реакции диссимилиации глюкозы, на ферменты, катализирующие их, а также на энергетический эффект данного процесса

Биологическое значение брожения для организма очень велико. Во-первых, брожение – источник энергии для организма, а во-вторых, брожение – источник различных соединений, используемых организмом для процессов биосинтеза.

Дыхание – аэробный путь распада углеводов. У подавляющего большинства организмов аэробный путь распада углеводов преобладает над анаэробным. Первой стадией дыхания является превращение глюкозы в пировиноградную кислоту (ПВК) в ходе гликолиза, а затем ПВК подвергается полному окислению в аэробных условиях (в цикле Кребса). Процесс окисления сопровождается образованию высокоэнергетических молекул АТФ путем окислительного фосфорилирования в дыхательной (электронтранспортной) цепи. Роль процесса дыхания в жизнедеятельности организма заключается в том, что дыхание – это не только источник энергии, но и источник важных соединений, необходимых для биосинтетических реакций.

#### **Ключевые понятия**

- **Брожение** – ферментативное разложение органических веществ на более простые соединения под влиянием микроорганизмов без участия

кислорода, сопровождающееся высвобождением энергии. По конечному продукту различают брожение спиртовое, уксуснокислое, молочнокислое и др. Начальные фазы дыхательного метаболизма (гликолиза) в растениях совпадают с брожением.

- **Гликолиз** – анаэробный распад глюкозы с образованием двух молекул пировиноградной кислоты и двух молекул АТФ.
- **Дыхание** – внутриклеточный процесс окисления молекул, в первую очередь пирувата в цикле лимонной кислоты с выделением энергии. Полный распад сахаров и других органических молекул до диоксида углерода и воды называется аэробным дыханием, хотя начальные этапы этого процесса (гликолиз) является анаэробным.
- **Кребса цикл** – цепь реакции, в ходе которых пировиноградная кислота окисляется с образованием диоксида углерода, водородных атомов (протонов) и электронов: затем электроны проходят через систему электронпереносящих молекул, цепь ферментов окислительного фосфорилирования и заключительную стадию окисления.
- **Дыхательная цепь** – электронпереносящая цепь, состоящая из последовательности белков-ферментов и других переносчиков электронов, переносящих электроны от субстрата к молекулярному кислороду в аэробных условиях.
- **Окислительное фосфорилирование** – ферментативной образование АТФ из АДФ и фосфата<sup>4</sup> осуществляется в митохондриях, сопряжено с переносом электронов от субстрата к молекулярному кислороду.
- **Переносчик электронов** – белок типа флавопротеинов или цитохромов, который способен приобретать или терять электроны от органических субстратов к кислороду.

***Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме***

- 1) Назовите процессы, для которых необходима энергия.
- 2) Что является первоисточником энергии в природе? Каковы формы запасаения солнечной энергии?

- 3) Приведите примеры «биологического топлива»
- 4) Что такое обмен веществ, ассимиляция, диссимиляция?
- 5) Назовите два пути диссимиляции углеводов.
- 6) Напишите суммарное уравнение процессов дыхания и брожения
- 7) Объясните, в чем заключается взаимосвязь процессов дыхания и брожения
- 8) Назовите основные типы брожения, напишите их суммарные уравнения.
- 9) Какова роль процессов брожения в пищевой промышленности?
- 10) Напишите последовательность ферментативных реакций, в ходе которых глюкоза превращается в пировиноградную кислоту. Как называется этот процесс?
- 11) Какие стадии можно выделить в процессе брожения? Охарактеризуйте их. Назовите ферменты, участвующие в процессе гликолиза.
- 12) Объясните появление коэффициента 2 в энергетической стадии брожения.
- 13) Назовите соединения, образующиеся в ходе процесса гликолиза, которые содержат высокоэнергетические связи.
- 14) Напишите реакции превращения пировиноградной кислоты при спиртовом и молочнокислом брожении. Напишите ферменты, участвующие в этих процессах.
- 15) Какую роль играет пировиноградная кислота в общей системе реакций при диссимиляции углеводов?
- 16) Расскажите о путях вовлечения различных углеводов в процесс гликолиза.
- 17) В чем биологическое значение процессов брожения?
- 18) Через какие промежуточные продукты процесса брожения осуществляется взаимосвязь обмена углеводов, жиров и белков в организме?
- 19) В каком процессе больше образуется энергии, в дыхании или брожении?

- 20) Чем объясняется высокий энергетический эффект процесса дыхания?
- 21) Какие процессы происходят при дыхании растительного сырья?
- 22) В каких условиях следует хранить растительное сырье, чтобы уменьшить негативные последствия процесса дыхания?
- 23) В каких субклеточных структурах протекает аэробная стадия дыхания?
- 24) Какие химические превращения происходят в аэробной стадии процесса дыхания?
- 25) Каков энергетический выход процесса дыхания?
- 26) Что такое электронтранспортная (дыхательная) цепь? В чем ее биологическое значение?
- 27) Сколько молекул АТФ образуется на одну молекулу глюкозы в процессе дыхания?
- 28) Каково биологическое значение процесса дыхания?
- 29) Каким образом белки и жиры могут включаться в процесс дыхания?
- 30) Что такое дыхательный коэффициент?
- 31) Каким образом по величине дыхательного коэффициента можно судить о характере процессов обмена веществ?

#### **Методические указания по теме «Обмен аминокислот и белков»**

В биохимии и биологии в целом нет более важной и более сложной проблемы, чем проблема обмена белков. Белковый обмен – стержневой процесс среди многообразных превращений веществ, свойственных живой материи. Без преувеличения можно сказать, что в живой природе весь ход обмена веществ подчинен главной цели – воспроизведению белковых тел.

Все другие виды обмена – углеводный, липидный, нуклеиновый, минеральный и др. – обслуживают обмен белков, специфический биосинтез белка – трансляцию.

При изучении белкового обмена следует раскрыть важнейший вопрос – выяснение механизма специфического воспроизведения первичной структуры белковых веществ в процессе их биосинтеза.

**Пути распада белков.** Главный путь распада белков в организме – гидролиз, который протекает в любой клетке организма в основном в лизосомах, где локализованы гидролитические ферменты, а также в цитозоле клетки, где находится определенная часть ферментов, обеспечивающих внеклеточное переваривание белков.

Следует раскрыть химизм процесса гидролиза белков и дать характеристику ферментам, ускоряющим эти процессы.

**Биосинтез и распад аминокислот.** При ответе на вопросы по этой теме необходимо раскрыть основные пути и особенности биосинтеза и распада аминокислот в организме человека, животных, растений и микроорганизмах. Описать реакции: 1) прямого аминирования кетокислот или ненасыщенных органических кислот; 2) реакций трансаминирования (переаминирования) аминокислот и кетокислот; 3) ферментативного взаимопревращения отдельных аминокислот (охарактеризовать ферменты, катализирующие эти реакции).

**Биосинтез белка** Биосинтез белка – сложный, многоступенчатый процесс, включающий в себя около 200 типов макромолекул и состоящий более чем из 15 последовательных реакций. В ходе биосинтеза белка информация, заложенная в ДНК через последовательность нуклеотидов матричной РНК, переходит в последовательность аминокислотных остатков полипептидных цепей. Этот процесс, названный трансляцией, обеспечивает синтез всех белков клетки.

Место каждой аминокислоты в молекуле белка определяется расположением соответствующего триплета (кодона) в цепи молекулы. Расположение триплетов в полинуклеотидной цепи, определяющее структуру белка, называется генетическим кодом.

При характеристике генетического кода необходимо раскрыть его основные свойства: универсальность, вырожденность, триплетность.

При характеристике биосинтеза белка следует разобрать в основных этапах данного процесса: транскрипции и трансляции.

### **Ключевые понятия**

- **Азотфиксация** – перевод атмосферного азота ( $N_2$ ) в растворимую биологически доступную форму с помощью азотфиксирующих организмов.
- **Репликация** - получение точной копии, например удвоение молекулы ДНК.
- **Транскрипция** – ферментативный синтез молекул РНК, комплементарный одной цепочке ДНК.
- **Трансляция** – синтез белка из аминокислот на рибосомах в соответствии с информацией, закодированной в мРНК.
- **РНК-полимеразы** – ферменты, синтезирующие РНК различных классов на матрице ДНК.
- **мРНК** – матричная (информационная) РНК, которая служит матрицей при синтезе белков на рибосоме.
- **рРНК** – рибосомальная РНК - компонент рибосом, необходимый для поддержания их структуры и функционирования.
- **тРНК** – транспортная РНК – класс молекул РНК, участвующих в биосинтезе белка, молекула тРНК содержит участок, к которому присоединяются специфическая аминокислота и антикодон, комплементарный кодону в мРНК.
- **Кодон** – последовательность из трех соседних нуклеотидов в молекуле ДНК или мРНК, кодирующая одну аминокислоту или окончание полипептидной цепи
- **Антикодон** – специфическая последовательность из трех нуклеотидов в т-РНК, комплементарная кодону для аминокислоты в мРНК.
- **Ген** - единица наследственного вещества, которая представлена в виде участка хромосомы, содержащей ДНК. Последняя кодирует первичную структуру белка, тРНК или рРНК и регулирует транскрипцию таких последовательностей, обуславливая передачу генетической наследственной информации.

- **Генетический код** – система нуклеотидных триплетов (кодонов) ДНК и РНК, определяющая последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи белка. Каждый кодон, за исключением незначащих кодонов, соответствует одной из 20 аминокислот.
- **Генетическая информация** – наследственная информация живых организмов, содержащаяся в нуклеотидной последовательности хромосомной ДНК или РНК.
- **Интрон** – вставочная последовательность в гене, транскрибируется, но вырезается в процессе трансляции.
- **Иницирующий кодон** – триплет AUG, кодирующий первую аминокислоту в полипептидной цепи, которой у эукариот является метионин.
- **Иницирующий комплекс** – комплекс рибосомы с м-РНК, иницирующий *Met*-тРНК, готовый для элонгации полипептидной цепи белка.

***Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме***

- 1) Как идет синтез аминокислот участием  $\alpha$ -кетоглутаровой и других кетокислот?
- 2) Какие аминокислоты образуются в результате реакции переаминирования?
- 3) Из каких стадий состоит синтез аминокислот, содержащих циклические группировки?
- 4) Какие соединения образуются в результате матричного синтеза?
- 5) Что такое репликация ДНК и транскрипция РНК?
- 6) Чем матричные синтезы ДНК и РНК отличаются от матричного синтеза белка?
- 7) Какие три особенности генетического кода вы знаете?
- 8) Что такое посттрансляционная модификация полипептида?
- 9) Какие ферменты гидролизуют белки?
- 10) Какие растительные протеазы применяются в пищевой промышленности?

11) Что такое диссимиляция аминокислот?

12) Какие амины образуются при распаде аминокислот?

### **Методические указания по теме «Роль биохимических процессов при хранении и переработке пищевого сырья»**

Роль биохимических процессов при хранении и переработке пищевого сырья очень значительна. Знание этих процессов и умение управлять ими помогут сохранить сырье и получить готовые продукты питания высокого качества.

Студент должен четко представлять, что в процессе дыхания любого растительного сырья могут происходить большие потери массы в результате расходования органического вещества; может происходить изменение газового состава атмосферы – уменьшение кислорода и увеличение диоксида углерода, благодаря чему в клетках накапливается этиловый спирт, который ведет к полной потере жизнеспособности; выделение воды приводит к повышению влажности сырья и усилению дыхания.

Очень важна роль ферментативных процессов в технологии переработки сырья. По прогнозам ученых, основным потребителем ферментов в ближайшем будущем будет пищевая промышленность. Главное место среди этих энзимов занимают глюкоизомераза и глюкоамилаза, применяющиеся при приготовлении обогащенных фруктозой сиропов, в кондитерской промышленности и составляющие около 50% рынка пищевых энзиматических препаратов. Не менее важное значение имеют гидролазы, оксигеназы, пептидогидролазы и др.

#### ***Вопросы для самооценки уровня знаний по изучаемой теме***

1) Какие изменения происходят в растительных клетках в процессе дыхания?

2) Что такое процесс самосогревания растительного материала и какие причины могут его вызвать?

3) Как влияют на процесс дыхания влажность растительного материала, температура, состав газовой среды, окружающей растительный материал, возраст растительного организма?

4) Что такое критическая влажность растительного сырья и как зависит от химического состава зерна семян?

5) Какую роль играют окислительно-восстановительные ферменты в процессах пищевой технологии при переработке растительного сырья

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Задания для самостоятельного выполнения домашнего задания составлены по схеме, позволяющей индивидуализировать их выполнение и контроль.

Буква (А, Б, В, Г и т.д.) обозначает первую букву фамилии студента. Арабские цифры вверху указывают номера тем (разделов). Цифра в левом столбце указывает варианты и вопросы из соответствующего раздела. Например, если фамилия начинается с буквы А, цифра 1 в первом варианте темы № 1 читается как первое задание из первой темы, то есть из темы «Предмет и задачи курса биохимии» и т.д.

Таблица 1 Варианты заданий

| Начальная буква фамилии | Варианты | Номера тем |    |    |    |   |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----------|------------|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
|                         |          | 1          | 2  | 3  | 4  | 5 | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 1                       | 2        | 3          | 4  | 5  | 6  | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| А                       | 1        | 1          | 1  | 1  | 1  | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
|                         | 2        | 2          | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
| Б                       | 1        | 3          | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
|                         | 2        | 4          | 4  | 4  | 4  | 4 | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| В                       | 1        | 1          | 5  | 5  | 5  | 5 | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |
|                         | 2        | 2          | 6  | 6  | 6  | 1 | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  |
| Г                       | 1        | 3          | 7  | 7  | 7  | 2 | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  |
|                         | 2        | 4          | 8  | 8  | 8  | 3 | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  |
| Д                       | 1        | 1          | 9  | 9  | 9  | 4 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  |
|                         | 2        | 2          | 10 | 10 | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Е                       | 1        | 3          | 11 | 11 | 11 | 1 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
|                         | 2        | 4          | 1  | 12 | 12 | 2 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Ж                       | 1        | 1          | 2  | 13 | 13 | 3 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
|                         | 2        | 2          | 3  | 14 | 14 | 4 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| З                       | 1        | 3          | 4  | 1  | 15 | 5 | 15 | 1  | 15 | 1  | 15 |
|                         | 2        | 4          | 5  | 2  | 16 | 1 | 16 | 2  | 16 | 2  | 1  |

## Продолжение таблицы

| 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| И | 1 | 1 | 6  | 3  | 17 | 2 | 17 | 3  | 17 | 3  | 2  |
|   | 2 | 2 | 7  | 4  | 18 | 3 | 18 | 4  | 18 | 4  | 3  |
| К | 1 | 3 | 8  | 5  | 19 | 4 | 19 | 5  | 19 | 5  | 4  |
|   | 2 | 4 | 9  | 6  | 20 | 5 | 20 | 6  | 1  | 6  | 5  |
| Л | 1 | 1 | 10 | 7  | 1  | 1 | 21 | 7  | 2  | 7  | 6  |
|   | 2 | 2 | 11 | 8  | 2  | 2 | 22 | 8  | 3  | 8  | 7  |
| М | 1 | 3 | 1  | 9  | 3  | 3 | 23 | 9  | 4  | 9  | 8  |
|   | 2 | 4 | 2  | 10 | 4  | 4 | 24 | 10 | 5  | 10 | 9  |
| Н | 1 | 1 | 3  | 11 | 5  | 5 | 25 | 11 | 6  | 11 | 10 |
|   | 2 | 2 | 4  | 12 | 6  | 1 | 26 | 12 | 7  | 12 | 11 |
| О | 1 | 3 | 5  | 13 | 7  | 2 | 27 | 13 | 8  | 13 | 12 |
|   | 2 | 4 | 6  | 14 | 8  | 3 | 28 | 14 | 9  | 14 | 13 |
| П | 1 | 1 | 7  | 1  | 9  | 4 | 29 | 1  | 10 | 1  | 14 |
|   | 2 | 2 | 8  | 2  | 10 | 5 | 1  | 2  | 11 | 2  | 15 |
| Р | 1 | 3 | 9  | 3  | 11 | 1 | 2  | 3  | 12 | 3  | 1  |
|   | 2 | 4 | 10 | 4  | 12 | 2 | 3  | 4  | 13 | 4  | 2  |
| С | 1 | 1 | 11 | 5  | 13 | 3 | 4  | 5  | 14 | 5  | 3  |
|   | 2 | 2 | 1  | 6  | 14 | 4 | 5  | 6  | 15 | 6  | 4  |
| Т | 1 | 3 | 2  | 7  | 15 | 5 | 6  | 7  | 16 | 7  | 5  |
|   | 2 | 4 | 3  | 8  | 16 | 1 | 7  | 8  | 17 | 8  | 6  |
| У | 1 | 1 | 4  | 9  | 17 | 2 | 8  | 9  | 18 | 9  | 7  |
|   | 2 | 2 | 5  | 10 | 18 | 3 | 9  | 10 | 19 | 10 | 8  |
| Ф | 1 | 3 | 6  | 11 | 19 | 4 | 10 | 11 | 1  | 11 | 9  |
|   | 2 | 4 | 7  | 12 | 20 | 5 | 11 | 12 | 2  | 12 | 10 |
| Х | 1 | 1 | 8  | 13 | 1  | 1 | 12 | 13 | 3  | 13 | 11 |
|   | 2 | 2 | 9  | 14 | 2  | 2 | 13 | 14 | 4  | 14 | 12 |
| Ц | 1 | 3 | 10 | 1  | 3  | 3 | 14 | 1  | 5  | 1  | 13 |
|   | 2 | 4 | 11 | 2  | 4  | 4 | 15 | 2  | 6  | 2  | 14 |
| Ш | 1 | 1 | 1  | 3  | 5  | 5 | 16 | 3  | 7  | 3  | 15 |
|   | 2 | 2 | 2  | 4  | 6  | 1 | 17 | 4  | 8  | 4  | 1  |
| Щ | 1 | 3 | 3  | 5  | 7  | 2 | 18 | 5  | 9  | 5  | 2  |
|   | 2 | 4 | 4  | 6  | 8  | 3 | 19 | 6  | 10 | 6  | 3  |
| Э | 1 | 1 | 5  | 7  | 9  | 4 | 20 | 7  | 11 | 7  | 4  |
|   | 2 | 2 | 6  | 8  | 10 | 5 | 21 | 8  | 12 | 8  | 5  |
| Ю | 1 | 3 | 7  | 9  | 11 | 1 | 22 | 9  | 13 | 9  | 6  |
|   | 2 | 4 | 8  | 10 | 12 | 2 | 23 | 10 | 14 | 10 | 7  |
| Я | 1 | 1 | 9  | 11 | 13 | 3 | 24 | 11 | 15 | 11 | 8  |
|   | 2 | 2 | 10 | 12 | 14 | 4 | 25 | 12 | 16 | 12 | 9  |

Под буквами дано по два варианта заданий. В том случае, когда на данном курсе не один, а несколько студентов, фамилии которых начинаются с одной и той же буквы, вариант заданий определяется преподавателем.

## Тема 1 Предмет и задачи курса биохимии

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях.

Задание 1. Биологический обмен веществ, вся совокупность химических превращений, протекающих в живом организме, называется \_\_\_\_\_.

Задание 2. Процессы синтеза веществ в живом организме, идущие с потреблением энергии, называют \_\_\_\_\_.

Задание 3. Процессы распада веществ в живом организме, идущие с выделением энергии, называют \_\_\_\_\_.

Клетка является структурной и функциональной единицей живых организмов. Ей присущи все жизненные функции (ассимиляция, диссимиляция, рост, размножение, наследственность, раздражимость и др.)

Приступая к изучению строения клетки, обратите внимание на многообразие формы и размеров клеток. Подчеркните сложность внутреннего строения клетки и отметьте, что все клетки состоят из цитоплазмы, ядра, митохондрий, ЭПС, рибосом, комплекса Гольджи, пластид и др. органоидов. Рассмотрите их строение и функции. Обратите особое внимание на строение биологических мембран.

Необходимо уяснить, что все органоиды клетки, несмотря на особенности их строения и функции, находятся во взаимосвязи.

При изучении химического состава живой клетки подчеркните его сложность, что в количественном отношении первое место принадлежит воде, однако главную роль в процессах жизнедеятельности играют высокомолекулярные соединения – биологические полимеры (белки, и нуклеиновые кислоты). Обратите внимание на использование различных органических веществ в клетке: одни из них выступают в роли строительного материала, другие – служат энергетическим материалом, при окислении которого в процессе дыхания освобождается энергия. Часть органических и неорганических веществ откладываются в запас.

Задание 4. Заполните таблицу 2 «Структура растительной клетки». В столбце «Схематическое изображение» зарисуйте строение органоидов, мембранных структур клетки. Рисунки должны быть выполнены карандашами и подписаны основные элементы. Во втором столбце опишите зарисованные структуры (размеры, из чего состоят и т.д.) В третьем столбце опишите выполняемые ими функции.

Таблица 2 Структура растительной клетки

| Схематическое изображение | Структура | Функции |
|---------------------------|-----------|---------|
| 1                         | 2         | 3       |

## Тема 2 Белковые вещества

Белки – высокомолекулярные органические соединения, построенные из  $\alpha$  - аминокислот. Детальный, подробный разбор аминокислот дает возможность студентам усвоить физико-химические свойства белков: амфотерность, заряд молекул при различных рН среды, растворимость, коллоидный характер растворов белков др.

Задание 1. Распределите все 20 протеиногенных аминокислот по классам в соответствии с количеством аминных и карбоксильных групп на моноаминомонокарбоновые аминокислоты, моноаминодикарбоновые аминокислоты, диаминомонокарбоновые аминокислоты и гетероциклические аминокислоты. Каждую аминокислоту изобразите в виде структурной формулы, выделив R-группы цветным карандашом.

Задание 2. Распределите все 20 протеиногенных аминокислот по классам в зависимости от химического строения боковой цепи в молекуле аминокислоты на алифатические, гидроксиаминокислоты, дикарбоксильные, аминокислоты с катионообразующими группами в боковых цепях, серосодержащие аминокислоты, ароматические аминокислоты, иминокислоту.

Каждую аминокислоту изобразите в виде структурной формулы, выделив R-группы цветным карандашом.

Аминокислоты, не синтезируемые организмом человека и животных, но входящие в состав их белков, получили название незаменимых или обязательных аминокислот.

Задание 3. Нарисуйте структурные формулы восьми незаменимых аминокислот, выделите цветным карандашом R-группы.

Задание 4. В смеси аминокислот было установлено наличие колец пиррола, имидазола и индола. Какие аминокислоты содержатся в данной смеси? Напишите их формулы и дайте им характеристику. Какие вещества синтезируются из этих аминокислот?

Задание 5. Как будет себя вести трипептид, состоящий из следующих аминокислот: лейцин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, аргинин в электрическом поле. Изобразите этот пептид, к какому электроду и почему будет двигаться данный пептид?

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях.

Задание 6. Нарушение нативной (природной) структуры белка под воздействием различных факторов называется \_\_\_\_\_.

Задание 7. Совокупность функциональных групп белка, строго определенным образом расположенных в пространстве относительно друг друга и обеспечивающих проявление биологических функций белка, называется \_\_\_\_\_.

Задание 8. \_\_\_\_\_ определяется наличием восьми незаменимых аминокислот и сбалансированностью аминокислотного состава.

Задание 9. Высокомолекулярные полимеры аминокислот с молекулярной массой от 6 тыс. до  $10^6$  Дальтон, обладающие сложной пространственной организацией, называются \_\_\_\_\_.

Задание 10. Последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепочке - \_\_\_\_\_.

Задание 11. Способ упаковки первичной структуры белка в пространстве - \_\_\_\_\_.

### Тема 3 Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты – это макромолекулы кислотного характера, содержащиеся в основном в ядре клетки, а также в цитоплазме. При ферментативном гидролизе нуклеиновых кислот образуются нуклеотиды, в состав которых входят азотистые основания, углеводы, остатки фосфорной кислоты.

Задание 1. Зарисуйте обобщенную структуру нуклеотидов (рибо- и дезоксирибонуклеотидов). Укажите основное различие между ними.

Нуклеотиды содержат азотистые основания двух видов – пурины и пиримидины.

Задание 2. Изобразите структурные формулы пурина и пиримидина, а также главные пиримидиновые и пуриновые основания нуклеиновых кислот.

Задание 3. Зарисуйте дезоксирибонуклеотидные компоненты ДНК в свободной форме при рН 7,0 - дезоксиаденилат (дезоксиаденозин-5' – монофосфат), дезоксигуанилат (дезоксигуанозин-5' – монофосфат, дезокситимидилат (дезокситимидин -5' - монофосфат), дезоксицитидилат (дезоксицитидин – 5'- монофосфат).

Последовательно расположенные нуклеотиды в молекулах ДНК и РНК ковалентно связаны друг с другом при помощи фосфатных «мостиков». 5'-гидроксильная группа пентозы одного нуклеотида присоединена к 3'-гидроксильной группе пентозы соседнего нуклеотида с помощью фосфодиэфирной связи.

Задание 4. Нарисуйте структуру ковалентного остова ДНК и РНК, в которой следующие друг за другом нуклеотидные единицы соединены фосфодиэфирными мостиками.

Молекула ДНК представляет собой двухцепочечную структуру, построенную из двух антипараллельных полинуклеотидных нитей. Две нити удерживаются вместе благодаря образованию водородных связей между азотистым основаниями в соответствии с принципом комплементарности.

Задание 5. Напишите нуклеотидную последовательность одной цепи двухцепочечной ДНК, другая цепь которой имеет последовательность (5') ATGCCGTATCATTC (3').

Задание 6. Какова длина гена рибонуклеазы? Какое минимальное число нуклеотидных пар содержится в гене, кодирующем панкреатическую рибонуклеазу (124 аминокислоты)? Почему число нуклеотидных пар может оказаться гораздо большим, чем в Вашем ответе? С чем связана такая неопределенность?

Задание 7. К раствору нуклеиновых кислот была прилита смесь белков: альбуминов, глобулинов, протаминов, глиадинов, гистонов, протеиноидов. При связи с какими белками нуклеиновые кислоты образуют нуклеопротеины? Ответ обоснуйте.

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях.

Задание 8. Две антипараллельные полинуклеотидные цепочки, соединенные между собой по принципу комплементарности азотистых оснований называют \_\_\_\_\_ .

Задание 9. Биологические полимеры нуклеотидов (полинуклеотиды) с молекулярной массой от  $10^6$  до  $10^{12}$  носят название \_\_\_\_\_ .

Задание 10. Универсальный аккумулятор энергии в клетке, содержащий две высокоэнергетические связи, называется \_\_\_\_\_ .

Задание 11. Количество пуриновых оснований в молекуле ДНК равно количеству пиримидиновых оснований - это правило \_\_\_\_\_ .

Задание 12. Нарушение природной (нативной) структуры ДНК, связанной с разрывом водородных связей между парами азотистых оснований под воздействием определенных факторов, называется \_\_\_\_\_ .

Задание 13. Процесс обратный денатурации, при котором происходит восстановление двухцепочечной спирали ДНК, называется \_\_\_\_\_ .

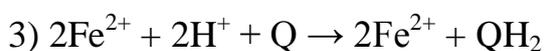
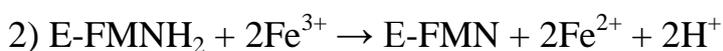
Задание 14. Структурное соответствие (дополнение), принцип комплементарности, лежащий в основе многих биологических соединений, в том числе и в основе структуры ДНК, называется \_\_\_\_\_.

#### Тема 4 Ферменты

Задание 1. Решите задачу. *Сохранение сладкого вкуса кукурузы.*

Сладкий вкус зерна в свежесобранных початках кукурузы обусловлен высоким содержанием в них сахара. Кукуруза, которую продают через несколько дней после сбора, имеет более низкую сахаристость, так как около 50% свободного сахара в зернах превращается в крахмал в течение одного дня хранения. Чтобы сохранить сладкий вкус свежесобранной кукурузы, очищенные початки помещают на несколько минут в кипящую воду («бланшируют»), а затем охлаждают в холодной воде. Кукуруза, обработанная таким образом и хранящаяся в замороженном виде, сохраняет свой сладкий вкус. В чем биологическая основа этой обработки?

Задание 2. Окислительно-восстановительны реакции. NADH-дегидрогеназный комплекс митохондриальной цепи переноса электронов катализирует следующие окислительно-восстановительные реакции ( $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$  означают здесь атомы железа железосерных центров, Q – убихинон,  $\text{QH}_2$  – убихинон и E – фермент):



Укажите для каждой из этих трех реакций, катализируемых NADH-дегидрогеназным комплексом: а) донор электронов, б) акцептор электронов, в) сопряженную окислительно-восстановительную пару, г) восстановитель и д) окислитель.

Задание 3. Изобразите структурные формулы никотинадениндинуклеотида (НАД) и никотинадениндинуклеотидфосфата

(НАДФ) в окисленной и восстановленной формах. Объясните, куда попадает второй водород при окислении субстрата.

Задание 4. Изобразите прямую и обратную реакции переноса водорода в флавинадениндинуклеотиде (ФАД).

Задание 5. Осуществите превращение  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты в янтарную. Покажите участие первичной и вторичной дегидрогеназ и цитохромной системы в этих реакциях. Подсчитайте количество синтезированных молекул АТФ.

Задание 6. Фермент  $\beta$ -оксибутиратдегидрогеназа окисляет  $\beta$ -D-масляную кислоту в ацетоуксусную кислоту. Напишите уравнение этой реакции, объясните механизм действия кофермента.

Задание 7. Составьте схему синтеза серина из 3-фосфоглицериновой кислоты при условии, что превращение идет последовательно с участием следующих ферментов: а) фосфатазы, глицератдегидрогеназы, аминотрансферазы, б) 3-фосфоглицератдегидрогеназы, аминотрансферазы, фосфатазы.

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях.

Задание 8. Биологические катализаторы белковой природы, синтезируемые любой живой клеткой, называют \_\_\_\_\_.

Задание 9. Вещество, на которое направлено действие фермента, называется \_\_\_\_\_.

Задание 10. Совокупность функциональных групп белка, строго определенным образом расположенных в пространстве относительно друг друга и обеспечивающих взаимодействие с субстратом носит название \_\_\_\_\_.

Задание 11. Небелковая часть двухкомпонентных ферментов – это \_\_\_\_\_.

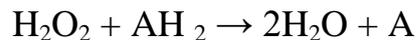
Задание 12. Вещества, повышающие активность ферментов, называются \_\_\_\_\_.

Задание 13. Вещества, которые снижают или полностью подавляют активность ферментов, называются \_\_\_\_\_.

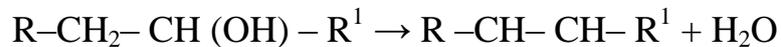
Задание 14. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов или фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) и смысловых завершающих предложений (обозначены бувами **а, б, в, г**).

**А.** Оксидаза. **Б.** Дегидрогеназа. **В.** Каталаза. **Г.**Пероксидаза. **Д.** Гидратаза.

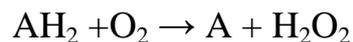
**а)** ускоряет реакцию:



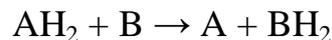
**б)** катализирует превращение:



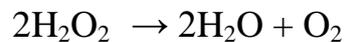
**в)** ускоряет процесс:



**г)** обеспечивает каталитическое ускорение реакции:



**д)** каталитически повышает скорость реакции



Задание 15. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов или фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) и смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г**).

**А.** Альдолаза. **Б.** Пантотенатсинтетаза. **В.** Цитохром. **Г.** Оксидаза.

**а)** переносит атомы водорода или электроны непосредственно на атомы кислорода; **б)** ускоряет синтез фрагмента коэнзима А;

**в)** углерод-углерод-лиаза; **г)** оксидоредуктаза, содержащая железопорфирин в качестве простетической группы.

Задание 16. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов или фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) и смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г**).

**А.** Эстеразы. **Б.** Пептид-пептидогидролазы. **В.** Гидролиазы. **Г.** Вторичные дегидрогеназы. **Д.** Гидроксилазы.

**а)** Ускоряют негидролитические реакции распада органических соединений по связям углерод-кислород; **б)** катализирует окисление органических соединений молекулярным кислородом с образованием гидроксильной группы; **в)** действуют на сложноэфирные связи; **г)** используют восстановленные НАД и НАДФ в качестве субстратов; **д)** катализируют гидролиз небольшого числа внутренних пептидных связей в белковой молекуле.

Задание 17. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов или фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) и смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г**).

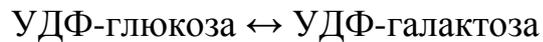
**А.** Гидролаза. **Б.** Лиаза. **В.** Трансфераза. **Г.** Изомераза.

**Д.** Оксидоредуктаза.

**а)** Катализирует превращение:



**б)** ускоряет реакцию:



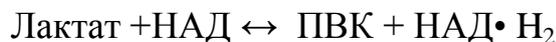
**в)** обеспечивает ускорение реакции:



**г)** каталитически ускоряет процесс:



**д)** каталитически повышает скорость реакции:



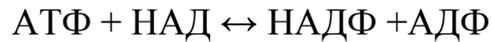
Задание 18. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов или фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) и смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г**).

**А.** Метилтрансфераза. **Б.** Ацилтрансфераза. **В.** Гликозилтрансфераза. **Г.** Аминотрансфераза. **Д.** Фосфотрансфераза.

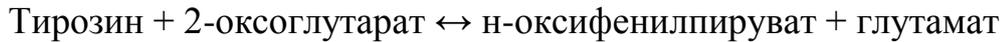
**а)** ускоряет реакцию:



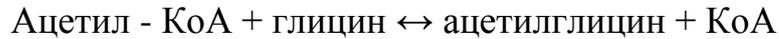
**б)** катализирует превращение:



**в)** каталитически ускоряет процесс:



**г)** обеспечивает ускорение реакции:



**д)** каталитически повышает скорость реакции:



Задание 19. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов или фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) и смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г**).

**А.** Карбоксипептидаза. **Б.** Аминопептидаза. **В.** Эстераза.

**Г.** Вторичные дегидрогеназы.

**а)** Специфически ускоряет реакцию разрыва пептидных связей в молекуле белка или пептида, начиная с С-концевой аминокислоты; **б)** является экзопептидазой, катализирующей ступенчатое расщепление полипептидных цепей, начиная с их N-конца; **в)** используют восстановленные НАД и НАДФ в качестве субстратов; **г)** действуют на сложноэфирные связи.

Задание 20. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов или фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) и смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г**).

**А.** Гексокиназа. **Б.**  $\beta$ -Амилаза. **В.** Трипсин. **Г.** Липаза. **Д.** Аспарагиназа.

**а)** Амидаза; **б)** эстераза эфиров карбоновых кислот; **в)** гликозидаза;

**г)** фосфотрансфераза; **д)** пептид-пептидогидролаза.

## Тема 5 Витамины

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях

Задание 1. Группу сравнительно низкомолекулярных органических соединений разнообразного химического строения, объединяемую по

признаку их строгой необходимости для питания животного и человеческого организма называют \_\_\_\_\_.

Задание 2. Рибофлавин в соединении с фосфорной кислотой входит в состав \_\_\_\_\_ ферментов.

Задание 3. Амид никотиновой кислоты (витамин PP) входит в состав \_\_\_\_\_ ферментов.

Задание 4. Пантотеновая кислота входит в состав \_\_\_\_\_ А

Задание 5. Вещества, инактивирующие витамины и оказывающие на организм действие, противоположное действию последних, называются \_\_\_\_\_.

### Тема 6 Углеводы и их обмен

Углеводы – один из наиболее важных органических компонентов клетки с разнообразной функцией и своеобразным строением. Они входят в состав любой живой клетки, но наиболее богаты углеводами ткани растений. Обмен углеводов крайне важен для организма. Прежде всего, все органические вещества живой природы в конечном счете возникают из углеводов, образующихся в процессе фотосинтеза. В то же время, при расщеплении углеводов производится основная часть энергии, необходимой клетке.

Задание 1. Современная классификация углеводов.

Дайте понятие о мутаротации, инверсии. Напишите 4 таутомерные формы фруктозы и глюкозы. Строение фосфорных эфиров.

Задание 2. В организме древесного жука целлюлоза гидролизуется при участии фермента целлюлазы. Напишите реакции гидролиза целлюлозы. Какие полисахариды гидролизуются инулазой, хитиназой? Напишите формулы мономеров.

Задание 3. Напишите уравнения реакций фосфорилирования галактозы и превращения ее во фруктозо-6-фосфат. Какие образуются метаболиты и какие ферменты катализируют эти реакции?

Задание 4. Фермент альдолаза расщепляет молекулу  $\beta$ , D-фруктофуранозо-1,6-дифосфата на 2 триозы. Напишите уравнение этой реакции и укажите в каком процессе и на каком этапе осуществляется эта реакция.

Задание 5. Составьте энергетический баланс распада глюкозы при гликолизе и брожении. Сделайте соответствующие расчеты.

Задание 6. Какова судьба пировиноградной кислоты в организме в анаэробных и аэробных условиях? Напишите соответствующие уравнения, укажите ферменты.

Задание 7. Какая реакция завершается синтезом фосфоэнолпировиноградной кислоты (ФЭП) и в каком процессе протекает. Напишите уравнение реакции с указанием фермента.

Задание 8. Напишите 4 реакции дегидрирования, происходящие в цикле ди- и трикарбоновых кислот. Укажите ферменты, коферменты и названия полученных метаболитов.

Задание 9. Напишите схему полного окисления лактата при дихотомическом распаде. Подсчитайте энергетический эффект в АТФ.

Задание 10. Укажите и напишите реакции цикла Кребса, связанные с дыхательной цепью митохондрий и реакцию субстратного фосфорилирования.

Задание 11. Напишите реакции и укажите ферменты окислительного этапа пентозофосфатного цикла распада глюкозы.

Задание 12. Напишите две транскетолазные реакции, протекающие в неокислительной стадии пентозофосфатного цикла. Дайте характеристику биологической роли ПФЦ в обмене веществ.

Задание 13. Охарактеризуйте связь цикла Кребса с системой окислительного фосфорилирования, подсчитайте энергетический выход в молях АТФ на 1 моль Ацетил-КоА, на 1 моль фруктозы.

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях.

Задание 14. Продукты полимеризации моносахаридов (пентоз и гексоз) со степенью полимеризации от 2 до 10 называются \_\_\_\_\_.

Задание 15. Взаимопревращение  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм моносахаридов, сопровождающееся изменением угла вращения плоскости поляризации поляризованного света, называется \_\_\_\_\_.

Задание 16. Альдегидспирты или кетонспирты с числом углеводных атомов от 3 до 10 называются \_\_\_\_\_.

Задание 17. Продукты полимеризации пентоз и гексоз со степенью полимеризации, измеряемой сотнями и тысячами, называются \_\_\_\_\_.

Задание 18. Смесь глюкозы и фруктозы - продуктов гидролиза сахарозы называется \_\_\_\_\_.

Задание 19. Сложные эфиры полигалактуроновой кислоты и метанола, составная часть клеточных стенок растений – это \_\_\_\_\_ вещества.

Задание 20. Полисахарид, составная часть крахмала, линейный полимер

$\alpha$ -D-глюкозы с общей формулой  $(1-4\text{-}\alpha\text{-глюкозил})_n$  – это \_\_\_\_\_.

Задание 21. Полисахарид, составная часть крахмала, полимер  $\alpha$ -D-глюкозы со связями  $\alpha$ -1-4 и  $\alpha$ -1-6 – это \_\_\_\_\_.

Задание 22. Продукты неполного гидролиза крахмала называются \_\_\_\_.

Задание 23. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), приведенные в каждом пункте раздела, и дайте ответ в форме: **А > Б**; **Б > А**; **А = Б**.

**А.** Количество глюкозы, полученной при гидролизе одного моля лактозы. **Б.** Количество глюкозы, полученной при гидролизе одного моля мальтозы.

Задание 24. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), приведенные в каждом пункте раздела, и дайте ответ в форме: **А > Б**; **Б > А**, **А = Б**.

**А.** Число  $\alpha$ -1,4-гликозидных связей в молекуле крахмала.

**Б.** Число  $\alpha$ -1,6-гликозидных связей в молекуле крахмала.

Задание 25. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), приведенные в каждом пункте раздела, и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Соотношение НАД.Н/НАД в клетках в аэробных условиях.

**Б.** Соотношение НАД.Н/НАД в клетках в анаэробных условиях.

Задание 26. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), приведенные в каждом пункте раздела, и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Число точек сопряжения окисления и фосфорилирования на уровне субстрата при гликолизе. **Б.** Число точек сопряжения окисления с фосфорилированием на уровне субстрата при гликогенолизе.

Задание 27. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), приведенные в каждом пункте раздела, и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Энергетический эффект окисления пировиноградной кислоты до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . **Б.** Энергетический эффект гликолиза.

Задание 28. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), приведенные в каждом пункте раздела, и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Энергетический эффект превращения сукцинил-КоА в янтарную кислоту в цикле ди- и трикарбоновых кислот.

**Б.** Энергетический эффект превращения  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты в сукцинил-КоА в цикле ди- и трикарбоновых кислот.

Задание 29. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), приведенные в каждом пункте раздела, и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Энергетический эффект превращения фумаровой кислоты в щавелевоуксусную кислоту в цикле ди- и трикарбоновых кислот.

**Б.** Энергетический эффект превращения изолимонной кислоты в  $\alpha$ -кетоглутаровую кислоту в цикле ди- и трикарбоновых кислот.

## Тема 7 Механизмы биологического окисления

Задание 1. Чем отличается окислительное фосфорилирование от фотосинтетического фосфорилирования? Дайте характеристику окислительного фосфорилирования на примере окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты.

Задание 2. Высокоэнергетические соединения. Напишите структурные формулы АТФ, ГТФ, 1,3-бисфосфоглицерата, 2-фосфоэнолпирувата, ацетил-КоА.

Задание 3. Дайте характеристику пиридиновых и флавиновых дегидрогеназ. КоQ, его строение и свойства. Характеристика и принцип действия цитохромов  $b$ ,  $c_1$ ,  $c$ ,  $a$ ,  $a_3$ .

Задание 4. Сопоставьте энергетический баланс деструкции при гликолизе и брожении. Сделайте соответствующие расчеты.

Задание 5. Изобразите основные реакции темновой стадии фотосинтеза с указанием всех ферментов, катализирующих их.

Задание 6. Изобразите схемы циклического и нециклического фотофосфорилирования.

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях

Задание 7. Окислительно-восстановительный процесс расщепления сложных органических соединений (углеводов, жиров) с выделением энергии называется \_\_\_\_\_ .

Задание 8. Процесс окисления сложных органических соединений, сопряженный с выделением энергии и идущий в анаэробных условиях, называется \_\_\_\_\_.

Задание 9. Отношение количества выделившегося оксида углерода к количеству поглощенного кислорода представляет величину, которая называется \_\_\_\_\_.

Задание 10. Распад глюкозы до пировиноградной кислоты в анаэробных условиях носит название \_\_\_\_\_.

Задание 11. Процесс расщепления фруктозо-1,6-дифосфата на дигидроксиацетонфосфат и глицеральдегид-3-фосфат катализируется ферментом\_\_\_\_\_.

Задание 12. Химические реакции, в процессе которых происходит перенос электронов от одной молекулы к другой, называются \_\_\_\_\_реакциями.

Задание 13. Соединения, отдающие электроны, называются \_\_\_\_\_ электронов, или \_\_\_\_\_.

Задание 14. Соединения, присоединяющие электроны, называются \_\_\_\_\_ электронов, или \_\_\_\_\_.

### **Тема 8 Липиды и их обмен**

Задание 1. Где происходит окисление жирных кислот в клетке? Опишите процесс проникновения жирных кислот в митохондрии и окисление ацетил-КоА в цикле трикарбоновых кислот. Отрадите связь этого процесса с окислительным фосфорилированием.

Задание 2. Осуществите ступенчатый распад пальмитиновой кислоты путем  $\beta$ -окисления. Назовите промежуточные продукты и ферменты, ускоряющие этот распад.

Задание 3. Осуществите биосинтез жирных кислот. Напишите все реакции синтеза и ферменты, участвующие в этом процессе.

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях.

Задание 4. Сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот называются \_\_\_\_\_.

Задание 5. Группу гидрофобных соединений, не растворяющихся в воде и хорошо растворяющихся в органических растворителях, называют \_\_\_\_\_.

Задание 6. Приобретение жирами неприятного вкуса и запаха при длительном хранении и называется \_\_\_\_\_.

Задание 7. Фермент класса оксидоредуктаз, катализирующий окисление кислородом воздуха некоторых ненасыщенных жирных кислот с образованием гидроперекисей, называется \_\_\_\_\_.

Задание 8. Активированная форма уксусной кислоты; соединение, которое стоит на стыке углеводного и жирового обмена – это \_\_\_\_\_.

Задание 9. Сложные эфиры, образованные высокомолекулярными жирными кислотами и высокомолекулярными одноатомными спиртами, называются \_\_\_\_\_.

Задание 10. Сложные липиды, в молекуле которых присутствует фосфорная кислота и азотистое основание, называются \_\_\_\_\_.

Задание 11. Жироподобные вещества полициклической природы – это \_\_\_\_\_.

Задание 12. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Точка плавления триглицеридов, содержащих остатки ненасыщенных жирных кислот и кислот с короткой углеродной цепью. **Б.** Температура плавления триглицеридов, содержащих остатки высших насыщенных карбоновых кислот.

Задание 13. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Температура плавления бараньего жира. **Б.** Температура плавления свиного жира.

Задание 14. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Иодное число линолевой кислоты. **Б.** Иодное число олеиновой кислоты.

Задание 15. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Содержание остатков фосфорной кислоты в молекуле фосфатидилхолина.

**Б.** Содержание остатков фосфорной кислоты в молекуле фосфатидилсерина.

Задание 16. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**), и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б**.

**А.** Скорость биологического окисления жирных кислот с длинной углеродной цепью в присутствии карнитина. **Б.** Скорость биологического окисления высших жирных кислот при отсутствии карнитина.

Задание 17. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов и фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г, д**).

**А.** Липиды. **Б.** Стериды. **В.** Фосфолипиды. **Г.** Гликолипиды. **Д.** Триглицериды.

**а)** В химическом отношении являются сборной группой органических соединений; **б)** являются сложными эфирами высших жирных кислот и глицерина; **в)** содержат, кроме остатков высших кислот, глицерина (или иных многоатомных спиртов), фосфорную кислоту и азотистые основания; **г)** представляют сложные эфиры высших жирных кислот и полициклических спиртов; **д)** содержат наряду с остатками многоатомного спирта и высших жирных кислот также углеводный остаток.

Задание 18. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов и фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г, д**).

**А.** Иодное число. **Б.** Кислотное число. **В.** Эфирное число. **Г.** Число омыления.

**а)** Позволяет оценить содержание свободных жирных кислот в жире; **б)** свидетельствует о содержании в жире суммы свободных и связанных (в форме триглицеридов и др.) жирных кислот; **в)** характеризует степень ненасыщенности жиров; **г)** выявляет содержание в жире связанных сложноэфирной связью остатков жирных кислот.

Задание 19. Выберите правильные парные сочетания ключевых слов и фрагментов фраз (обозначены буквами **А, Б, В, Г, Д**) смысловых завершающих предложений (обозначены буквами **а, б, в, г, д**).

**А.** Малонил-КоА. **Б.**  $\text{CO}_2$ . **В.** КоА. **Г.** Фосфатидная кислота. **Д.**  $\alpha, \beta$ -Диглицерид.

а) Является важнейшим коферментом ацилтрансфераз; б) синтезируется в качестве первого специфического предшественника при биосинтезе высших жирных кислот; в) представляет непосредственно этерифицируемый предшественник триглицерида; г) является ключевым метаболитом в синтезе ряда простых и сложных липидов; д) акцептируется ферментативно на циклически повторяющихся этапах биосинтеза высших жирных кислот, но никогда не обнаруживается в их составе.

### **Тема 9 Обмен азота в растениях. Биосинтез белка**

Первичный синтез аминокислот происходит в растениях из воды, двуокиси углерода и соединений азота. Из атмосферы свободный азот связывается микроорганизмам, а растения получают его в виде аммиака. Благодаря работе нитрогеназного комплекса бактерий и происходит восстановление азота атмосферы.

Задание 1. Изобразите последовательно процесс восстановления азота до аммиака с указанием всех промежуточных соединений и ферментов.

В состав аминокислот, белков других азотсодержащих соединений растений входит восстановленная форма азота, поэтому в растениях нитраты восстанавливаются до аммиака. Процесс происходит в два этапа.

Задание 2. Изобразите процесс восстановления нитратов до аммиака с указанием всех ферментов.

В биохимии и биологии в целом нет более важной и более сложной проблемы, чем проблема обмена белков. Белковый обмен – стержневой процесс среди многообразных превращений веществ, свойственных живой материи. Без преувеличения можно сказать, что в живой природе весь ход обмена веществ подчинен главной цели – воспроизведению белковых тел.

Задание 3. Составьте уравнение реакций переаминирования гистидина и глиоксилиевой кислоты. Покажите на данном примере механизм действия пиридоксальфермента.

Задание 4. Участок одной из цепей ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов: АУГААТТАААГТЦТААЦАГТА. Какова возможная последовательность аминокислот белка, синтезируемого при участии мРНК, транскрибируемой данным фрагментом цепи ДНК? Напишите, используя таблицу генетического кода.

Задание 5. Аминокислоты способны превращаться в углеводы и жиры. Как серин и аланин превращаются в триозы и исходный продукт синтеза жирных кислот? Напишите уравнения реакций этих превращений.

Задание 6. Участок правой цепи ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ААААЦААТААТАТГЦЦГТТ. Какова первичная структура фрагмента белка, соответствующего такой генетической информации? Как изменяется процесс биосинтеза белка, если в этой цепи ДНК выпадет 12-ый нуклеотид?

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях.

Задание 7. Процесс дезаминирования свободных аминокислот называется \_\_\_\_\_.

Задание 8. Процесс окисления аммиака до нитритов и нитратов называется \_\_\_\_\_.

Задание 9. Процесс восстановления нитратов до аммиака называется \_\_\_\_\_.

Задание 10. Способ записи информации о первичной структуре белка в молекуле ДНК называется \_\_\_\_\_.

Задание 11. Сочетание из трех нуклеотидов (или азотистых оснований), кодирующее определенную протеиногенную аминокислоту составляет \_\_\_\_\_.

Задание 12. Синтез м-РНК на одной из ветвей ДНК под действием фермента ДНК-зависимая-РНК-полимераза называется \_\_\_\_\_.

Задание 13. Биосинтез полипептидных цепочек белка в рибосомах, осуществляемый в соответствии с информацией, записанной на м-РНК, называется \_\_\_\_\_.

Задание 14. Процесс самоудвоения ДНК, в основе которого лежит принцип комплементарности азотистых оснований, называется \_\_\_\_\_.

### Тема 10 Взаимосвязь процессов обмена веществ

Задание 1. Связующим звеном в обмене липидов, белков и углеводов является 3-фосфоглицерат. Напишите уравнение реакций, характеризующих взаимосвязь указанных обменов.

Задание 2. Покажите значение метаболитов цикла ди- и трикарбоновых кислот в белковом обмене. Напишите химические уравнения.

Задание 3. Покажите роль нуклеозиддифосфосахаров в биосинтезе олиго- и полисахаридов. Напишите уравнение реакций.

Задание 4. Напишите уравнения реакций, показывающих взаимосвязь апотопического пути распада углеводов (окислительный пентозофосфатный путь) и биосинтеза нуклеотидов.

Заполните пропуски, обозначающие биохимические термины и определения, в приведенных ниже заданиях

Задание 5. Связующим звеном всех видов обмена являются \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

Задание 6. Пировиноградная кислота – конечный продукт \_\_\_\_\_.

Задание 7. \_\_\_\_\_ является исходным веществом для биосинтеза глицерина.

Задание 8. Ацетил – КоА дает начало высокомолекулярным \_\_\_\_\_.

Задание 9. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**) и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б.**

**А.** Количество молекул ацетил-КоА, образующихся в процессе окисления молекулы глюкозы в аэробных условиях. **Б.** Количество молекул ацетил-КоА, образующихся при  $\beta$ -окислении бутирил-КоА.

Задание 10. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами **А** и **Б**) и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б.**

А. Количество молекул АТФ, образующихся сопряжено с реакцией:



Б. Количество молекул АТФ, образующихся сопряжено с реакцией:



Задание 11. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами А и Б) и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б.**

А. Количество молекул АТФ, образующихся при полном окислении ацетата.

Б. Количество молекул АТФ, образующихся при полном окислении пирувата.

Задание 12. Сопоставьте два утверждения или показателя (обозначены буквами А и Б) и дайте ответ в форме: **А > Б; Б > А; А = Б.**

А. Количество молекул АТФ, образующихся при полном окислении двух молекул глюкозы до ацетил-КоА. Б. Количество молекул АТФ, образующихся при  $\beta$ -окислении одной молекулы пальмитиновой кислоты до ацетил-КоА.

Задание 13. Выберите из нижеследующих утверждений правильные.

а) Конкурентный ингибитор уменьшает скорость ферментативной реакции, вызывая денатурацию белка-фермента; б) скорость ферментативной реакции увеличивается при увеличении концентрации субстрата, так как увеличивается концентрация фермент-субстратного комплекса; в) конкурентное ингибирование проявляется всякий раз, когда ингибитор соединяется с тем же участком активного центра, что и субстрат; г) кинетический эффект ингибирования реакции биохимического превращения продуктом реакции присущ любому обратимому процессу ферментативного катализа.

Задание 14. Выберите из нижеследующих утверждений правильные

а) активатором ферментативной реакции называют соединение, присутствие которого стимулирует активность фермента, но которое в отличие от кофермента само по себе не принимает прямого участия в реакции; б) ретроингибирование служит тонким регуляторным механизмом,

обеспечивающим поддержание относительного постоянства состава внутриклеточной среды; в) ретроингибирование происходит при осуществлении любой ферментативной реакции; г) поскольку ретроингибирование вызывается веществами, весьма далекими как в метаболическом, так и в структурном отношении от субстратов ингибируемых

Задание 15. Выберите из нижеследующих утверждений правильные.

а) Увеличение активности фермента вследствие изменения его третичной структуры под влиянием метаболита носит название энзиматической индукции; б) увеличение объема синтеза фермента под влиянием метаболита носит название индуцированного синтеза фермента; в) аллостерический ингибитор не влияет на объем синтеза фермента; г) ингибирование активности фермента за счет изменения структуры его активного центра представляет собой регуляцию ферментативного процесса, называемую репрессией.