

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Кафедра органической, биологической химии и МПХ**

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Учебно-методический комплекс

Для студентов, обучающихся по специальности

032400 «Биология»

Горно-Алтайск  
РИО Горно-Алтайского госуниверситета  
2008

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Горно-Алтайского университета

**ББК 24.1**

**Н 52**

**Биологическая химия:** учебно-методический комплекс (для студентов ОЗО, обучающихся по специальности «Биология»). – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. –

**Составитель:**

**Ляшевская Н.В.**, к.х.н., доцент ГАГУ

**Рецензенты:**

**Зибарева Л.Н.**, д.х.н., профессор  
Томского государственного университета

**Байдалина О.В.**, к.п.н., доцент  
Горно-Алтайского государственного университета

В работе представлены учебно-методические материалы по дисциплине «Биологическая химия», в том числе программа, тематический план лекций, методические указания студентам по самостоятельной работе, содержание химического практикума, контрольные работы по разделам курса, глоссарий, основная и дополнительная литература и вопросы, выносимые на экзамен. Дисциплина «Биологическая химия» является дисциплиной федерального компонента для студентов 4-5 курсов специальности «Биология», квалификации учитель биологии.

© Ляшевская Н.В., 2008

## СОДЕРЖАНИЕ

Квалификационная характеристика специалиста.....	4
Набор компетенций, которые формируются у студентов при изучении курса.....	4
Рабочая программа дисциплины:	
I. Организационно-методический раздел.....	5
II. Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины, определенные ГОС ВПО.....	6
III. Распределение часов курса по формам и видам работ.....	7
IV. Содержание учебного курса.....	8
V. Тематический план лекций.....	12
VI. Практикум.....	14
Лабораторные работы.....	17
VII. Глоссарий.....	23
VIII. Рекомендуемая литература.....	39
Методические указания по самостоятельной работе студентов .....	42
Контрольные работы .....	49
Вопросы для подготовки к экзамену.....	73

### **Квалификационная характеристика выпускника**

Выпускник, получивший квалификацию учителя биологии, должен быть готовым осуществлять обучение и воспитание обучающихся с учетом специфики преподаваемого предмета; способствовать социализации, формированию общей культуры личности, осознанному выбору и последующему освоению профессиональных образовательных программ; использовать разнообразные приемы, методы и средства обучения; обеспечивать уровень подготовки обучающихся, соответствующий требованиям Государственного образовательного стандарта; соблюдать правила и свободы учащихся, предусмотренные Законом Российской Федерации «Об образовании», Конвенцией о правах ребенка, систематически повышать свою профессиональную квалификацию, участвовать в деятельности методических объединений и в других формах методической работы, осуществлять связь с родителями (лицами их заменяющими), выполнять правила и нормы охраны труда, техники безопасности и противопожарной защиты, обеспечивать охрану жизни и здоровья учащихся в образовательном процессе.

### **Набор компетенций, которые формируются у студентов при изучении курса.**

При успешном изучении курса «Биологическая химия » будет сформирован следующий перечень практических умений и навыков студентов:

- умение оперировать знаниями об основных субклеточных компонентах (структуре и свойствах белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов);
- умение проводить химический эксперимент по определению качественного и количественного состава отдельных клеточных компонентов;
- умение оперировать знаниями о метаболических путях основных компонентов клетки;
- умение оперировать знаниями о структуре, свойствах и функциях мембран, принципах регуляции метаболизма;
- умение использовать знания о путях синтеза макромолекул (белков, нуклеиновых кислот, углеводов);

- навыки корпоративного мышления и коммуникативных компетенций при работе на семинарах и в период выполнения лабораторных исследований в паре и микрогруппах;
- навыки различных видов аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (работа с различными источниками информации при подготовке к лабораторным, семинарским и практическим занятиям, при выполнении контрольных заданий).

### **Рабочая программа дисциплины**

#### *I. Организационно-методический раздел*

Настоящая программа входит в число дисциплин учебного плана специальности 050401 – «Биология» и рассчитана на 160 часов, из которых на лекции отводится 10 часов, 8 часов на семинарские и практические занятия и 142 часа на самостоятельную работу.

Курс «Биологическая химия» является основой в подготовке учителей биологии для восприятия ряда дисциплин биологического цикла. Предполагает дать студентам фундаментальные понятия о строении, свойствах и биологической роли основных веществ клетки, о сущности химических процессов, в том числе и тех, которые лежат в основе различных функций биологических систем.

В курсе использован современный опыт в области воспитания у студентов культуры общения, межнациональных отношений в многонациональном обществе. С этой целью в ходе лабораторно-практических занятий уделяется особое внимание формированию навыков коллективной работы (парной, групповой) при выполнении химического эксперимента. На семинарах отводится время для раскрытия сущности наиболее важных вопросов семинара. Такая организация образовательного процесса в вузе позволяет формировать у будущих учителей профессионально значимые коммуникативные навыки и воспитывать ответственность за качество приобретаемых знаний в период обучения в стенах университета.

## *II. Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины, определенные ГОС ВПО*

Биохимия как базовая составляющая современной физико-химической биологии. Методы биохимических исследований. Химический состав организмов. Потребность различных организмов в химических элементах. Обмен веществ и энергии в живых системах. Характеристика основных классов органических соединений, представленных в природе, их биологическая роль. Функциональная биохимия субклеточных структур. Белки: состав, структура, свойства, функции. Ферменты, коферменты: структура, свойства, классификация. Механизм действия ферментов, регуляция их активности, область практического использования. Витамины: потребность в них человека и животных; классификация и роль в обмене веществ. Авитаминозы, антивитамины, антибиотики, фитонциды, гербициды, механизм их действия. Нуклеиновые кислоты. Структура и функции ДНК и РНК. Распад нуклеиновых кислот. Механизм биосинтеза (репликации) ДНК. Биосинтез РНК (транскрипция). Обмен белков. Распад белков и обмен аминокислот как источники возникновения биологически активных соединений. Пути и механизмы синтеза белков в природе. Матричная система биосинтеза белков. Строение и модели работы рибосом. Углеводы: структура, функции и пути обмена в организме. Механизм первичного биосинтеза углеводов и его энергетическое обеспечение. Липиды: классификация, структура и функции, их роль в построении биомембран. Обмен триглицеридов, фосфолипидов, гликолипидов и стеридов. Биологическое окисление и его сопряжение с фосфорилированием, возможные механизмы биосинтеза АТФ. Пероксисомы и системы микросомального окисления. Водный и минеральный обмен. Гормоны: структура, функции, механизмы действия, применение. Взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов. Уровни регуляции обмена веществ.

Таблица 1

## III. Распределение часов курса по формам и видам работ

Темы	Всего часов	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
СЕМЕСТР 7					
1. Введение. Строение и свойства аминокислот, пептидов, белков. 2. Нуклеиновые кислоты. Структура и функции ДНК и РНК.	50	4			46
СЕМЕСТР 8					
3. Ферменты. Строение и механизм действия. Классификация. 4. Витамины, классификация, биологическая роль. 5. Обмен веществ и энергии в живых организмах. Регуляция обмена. Гормоны. 6. Углеводы: функции и пути обмена в организме. 7. Распад нуклеиновых кислот. Механизм биосинтеза (репликации) ДНК. Биосинтез РНК (транскрипция). 8. Обмен белков. Пути и механизмы синтеза белков. 9. Обмен липидов.	62	6	5	3	48
Итоговая форма контроля:	Зачет, контрольная работа.				
СЕМЕСТР 9					
Экзамен	48				48

#### *IV. Содержание учебного курса*

##### **Объяснительная записка**

«Биологическая химия» является одной из основных дисциплин в биологическом образовании и изучает химическое строение и функцию соединений, входящих в состав живых организмов, и те превращения, которым они подвергаются процессе жизнедеятельности. Все процессы, происходящие в живом организме, тесно взаимосвязаны и зависят не только от внутренних, но и от внешних условий. Поэтому их следует рассматривать в единении с окружающей средой.

Целью биологической химии является раскрытие биохимических и биофизических основ организации живого организма, выяснение взаимосвязи между структурой и функциями биомолекул, участвующих в реакциях клеточного метаболизма и передачи наследственной информации.

Задачей курса «Биологическая химия» является изучение основных химических превращений, лежащих в основе жизнедеятельности, с участием биокатализаторов (ферментов), осуществляющих быстро, специфично и организованно во времени и пространстве эти химические превращения. Важнейшей задачей курса является ознакомление с логикой происходящих в живых клетках процессов, их регуляцией и ролью белков и нуклеиновых кислот в них.

Курс «Биологическая химия» призван дать понимание того, каков конкретный молекулярный механизм происходящих в организмах физиологических процессов и каким образом можно направить эти процессы в клетках микроорганизмов, растений и животных, чтобы они могли быть успешно использованы для нужд современной биотехнологии.

Программа курса разделена на две части: первая будет изложена на лекциях, вторая планируется для самостоятельного изучения. Самостоятельная работа студентов, на которую отводится наибольшая часть учебного времени, контролируется на семинарских занятиях, при проверке контрольных работ. Лабораторные занятия позволяют освоить методы качественного и



количественного определения основных групп биологически важных соединений: аминокислот, белков, углеводов, методы работы с ферментами.

## **Введение**

Место биохимии в системе биологических наук. Связь с физиологией человека, животных; физиологией растений, генетикой и т.д. Роль русских ученых в развитии биохимии. Центры биохимической науки в России

### **1. Аминокислоты, пептиды, белки**

Белки. Биологическая роль. Аминокислотный состав белков и пептидов. Тонкое строение полипептидной цепи. Природные пептиды. А.Я. Данилевский – основоположник полипептидной теории белка. Уровни структурной организации белков, силы стабилизирующие их. Домены в структуре белков. Методы изучения структуры белков. Роль русских и советских ученых (А.И. Опарин, В.Н. Орехович, Ю.А. Овчинников и др.) в изучении строения и функции белков.

### **2. Ферменты, витамины**

Сущность ферментативного катализа. Химическая природа ферментов. Строение ферментов. Общие представления о механизме ферментативного катализа. Свойства ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Характеристика основных классов ферментов. Изоферменты. Имобилизованные ферменты. Вклад русских ученых А.Я. Данилевского, И.П. Павлова, Н.П. Шеповальникова, А.Е. Браунштейна, В.А. Энгельгарда в изучении биохимии ферментов. Витамины и их биологическая роль. Классификация, номенклатура, структура и свойства, распространение в природе. Антивитамины, антибиотики, фитонциды, гербициды, механизм их действия.

### **3. Нуклеиновые кислоты**

Химический состав. Нуклеозиды и нуклеотиды. ДНК: физико-химические свойства, уровни структурной организации. Современные представления о строении гена. Структура хроматина. РНК: иРНК, тРНК, рРНК (строение и функции). Вклад советской биохимической школы (А.Н. Белозерский, А.А. Баев) в изучение биохимии нуклеиновых кислот.

### **4. Общие понятия об обмене веществ**

Анаболизм и катаболизм. Высоко- и низкоэнергетические фосфаты. АТФ и её роль в энергетических процессах.

### **5. Обмен нуклеиновых кислот**

Распад нуклеиновых кислот, ферменты его обеспечивающие. Распад нуклеотидов, пуриновых и пиримидиновых оснований. Синтез пиримидин- и пуринсодержащих нуклеозидтрифосфатов. Синтез ДНК и РНК. Молекулярные основы репликации ДНК. Принцип комплементарности. Рекомбинация ДНК. Биосинтез РНК (транскрипция), особенности у про- и эукариот.

### **6. Обмен белков**

Пищевая ценность белков. Распад белков. Протеолитические ферменты. Пути распада и образования аминокислот. Обезвреживание аммиака. Аминокислоты как источники возникновения биологически активных соединений. Пути и механизмы биосинтеза белков в природе. Матричный механизм биосинтеза белков. Основные этапы трансляции. Посттрансляционные превращения белков. Регуляция биосинтеза белка.

## **7. Углеводы и их обмен**

Углеводы. Общая характеристика, классификация и биологическая роль. Обмен углеводов. Ферментативный гидролиз углеводов (гидролазы, фосфорилазы).

Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Брожение (молочнокислое, спиртовое и др.) Метаболизм ПВК. ЦТК, энергетика. Механизм первичного синтеза углеводов и его энергетическое обеспечение. Глюконеогенез.

## **8. Липиды и их обмен**

Место липидов в современном рационе человека. Общая характеристика и классификация. Простые липиды (триглицериды, стериды). Сложные липиды (фосфолипиды и гликолипиды). Роль липидов в образовании клеточных мембран.

Катаболические превращения липидов в процессе переваривания. Окисление жирных кислот. Синтез ВЖК. Синтез триацилглицеролов и фосфолипидов.

Биологические мембраны и их функции. Строение биомембран: роль липидов, белков и углеводсодержащих компонентов.

## **9. Биологическое окисление**

Свободное окисление и окислительное фосфорилирование. Цепь переноса электронов (ЦПЭ). Характеристика ферментов ЦПЭ. Представление о механизмах сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Возможные механизмы биосинтеза АТФ. Микросомальное окисление.

## **10. Принцип регуляции обмена веществ в клетке**

Роль гормонов в регуляции обмена веществ. Структура. Механизм действия стероидных и белково-пептидных гормонов. Функции циклических нуклеотидов в регуляторных реакциях. Обмен веществ как единая система процессов. Уровни регуляции обмена веществ.

Таблица 2

## V. Тематический план лекций

Темы лекций	Содержание лекций (основные вопросы)
Введение. Аминокислоты. Пептиды. Уровни структурной организации белков.	1. Химический состав организмов.
	2. Белки. Биологическая роль.
	3. Аминокислотный состав белков и пептидов. Классификация аминокислот. Понятие о заменимых и незаменимых аминокислотах.
	4. Понятие о пептидах. Пептидная связь. Природные пептиды.
	5. Тонкое строение полипептидной цепи.
	6. Белки. А.Я. Данилевский основоположник полипептидной теории строения белков.
	7. Первичная структура белков. Зависимость биологической активности белков от их первичной структуры.
	8. Вторичная структура белков. Виды вторичной структуры.
	9. Третичная структура белков и силы ее стабилизирующие. Домены в структуре белков.
	10. Четвертичная структура глобулярных белков. Методы изучения структуры белков.
Ферменты. Витамины	1. Понятие о ферментах. Химическая природа ферментов. Строение ферментов. Коферменты.
	2. Сущность ферментативного катализа.
	3. Общие представления о механизме ферментативного катализа.
	4. Свойства ферментов.
	5. Классификация и номенклатура ферментов. Список ферментов.
	6. Характеристика основных классов ферментов.
	7. Изоферменты. Имобилизованные ферменты.

	8. Витамины, классификация и роль в обмене веществ.
Обмен веществ.	1. Общие понятия об обмене веществ и энергии.
	2. Анаболизм и катаболизм.
	3. Макроэргические соединения. АТФ и ее роль в энергетических процессах клетки.
Обмен углеводов.	1. Углеводы: функции и пути обмена в организме. Ферментативное расщепление углеводов (гидролазы, фосфоорилазы).
	2. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Брожение (молочнокислород, спиртовое и др.). Метаболизм ПВК.
	3. ЦТК, энергетика, биологическая роль.
	4. Пентозный путь расщепления углеводов и его биологическое значение.
	5. Первичный синтез углеводов. Глюконеогенез.
	6. Синтез полисахаридов.

## VI. Практикум

Темы занятий	Содержание
Семинар 1. Аминокислоты, пептиды, белки. (1 час).	1. Аминокислоты. Протеиногенные аминокислоты. Классификация $\alpha$ -аминокислот.
	2. Строение и свойства $\alpha$ -аминокислот (физические, оптические, химические).
	3. Пептиды. Тонкое строение полипептидной цепи. Свойства и синтез пептидов.
	4. Белки, их биологическая роль; значение в построении живой материи и процессах жизнедеятельности.
	5. Полипептидная теория строения белка и ее доказательства.
	6. Тонкое строение полипептидной цепи.
Лабораторная работа №1. (1 час).	Цветные реакции на аминокислоты и белки.
Семинар 2. Белки, уровни структурной организации. (1 час).	1. Первичная структура белков. Зависимость биологической активности белков от их первичной структуры (примеры).
	2. Схема установления первичной структуры белка. Протеин-секвинатор. Гомологичные белки.
	3. Вторичная структура белков. Типы вторичной структуры.
	4. Третичная структура белков. Самоорганизация третичной структуры белковой молекулы. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры белков. Домены.
	5. Четвертичная структура глобулярных белков: мультимеры, протомеры, субъединицы. Силы, стабилизирующие четвертичную структуру белков.

Лабораторная работа №2. (1 час).	Методы выделения белков. Реакции осаждения белков.
Семинар 3. Ферменты: строение, свойства и механизм действия. (1 час).	1. Сущность катализа. Особенности ферментативного катализа.
	2. Строение ферментов. Простые и сложные ферменты. Активный и аллостерический центры ферментов и их функции.
	3. Механизм действия ферментов. Фермент-субстратный комплекс.
	4. Влияние факторов среды на ферментативные процессы (температуры, концентрации ионов водорода и др.).
	5. Факторы, определяющие активность ферментов: концентрация фермента и субстрата. Конкурентное и неконкурентное ингибирование. Антибиотики.
	6. Специфичность действия ферментов.
	7. Номенклатура и классификация ферментов. Классификация по типу катализируемой реакции. Список ферментов.
	8. Изозимы. Иммунизированные ферменты.
Лабораторная работа №3. (1 час).	Открытие ферментов в биообъектах. Свойства ферментов.
Семинар №4. Углеводы. Обмен углеводов. (2 часа).	1. Общая характеристика углеводов. Классификация (моно-, ди-, олиго- и полисахариды). Биологическая роль.
	2. Пути распада олиго- и полисахаридов (гидролиз, фосфолиз, ферменты).
	3. Метаболизм моносахаридов. Глюкозо-6-фосфат-ключевой метаболит углеводного обмена. Пути превращения глюкозо-6-фосфата и их соотношения в организме.

	4. Анаэробный распад глюкозы (гликолиз), конечные продукты и энергетическая ценность. Включение других углеводов в процесс гликолиза. Гликогенолиз. Локализация процессов гликолиза и гликогенолиза в клетке.
	5. Обмен пировиноградной кислоты (ПВК). Химизм спиртового брожения.
	6. Аэробный распад глюкозы. Окислительное декарбоксилирование ПВК. Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК). Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата. Конечные продукты аэробного распада глюкозы. Энергетическая ценность. Локализация в клетке.
	7. Понятие о пентозофосфатном цикле превращения глюкозы. Его биологическое значение.
	8. Первичный биосинтез углеводов (фото- и хемосинтез). Световая и темновая стадии фотосинтеза. Рибулоза-1,5-дифосфат как акцептор CO <sub>2</sub> .
	9. Понятие о глюконеогенезе.
	10. Биосинтез олиго- и полисахаридов. Гликозилтрансферазные реакции. Доноры гликозидных остатков. Синтез крахмала и гликогена.



## ***Лабораторная работа №1. Цветные реакции на аминокислоты и белки***

В четыре пробирки налейте по 5 капель раствора белка.

В первую пробирку добавьте 3 капли 10% раствора NaOH и 2 капли 1% раствора CuSO<sub>4</sub>; содержимое перемешайте. Развивается фиолетовая окраска характерная для биуретовой реакции. Прделайте эту же реакцию с водой. Какая окраска?

Ко второй пробирке добавьте 5 капель 1% раствора нингидрина в 95% растворе ацетона. Раствор перемешайте и поставьте на несколько минут в водяную баню при 70<sup>0</sup>C. Развивается сине-фиолетовая окраска свойственная нингидриновой реакции.

К третьей пробирке добавьте 3 капли концентрированной азотной кислоты. При нагревании на спиртовке развивается желтая окраска, характерная для ксантопротеиновой реакции. К содержимому осторожно по каплям (10-15) прибавьте NH<sub>4</sub>OH (конц.). Развивается оранжевая окраска свойственная натриевой соли динитротирозина.

К четвертой пробирке добавьте 5 капель реактива Фоля, доведите содержимое до кипения. Появляется бурый или черный осадок сульфида свинца. Прделайте эту реакцию с волосом и кусочком ногтя.

В пятую пробирку налейте 5 капель 1% раствора сульфаниловой кислоты в 5% растворе HCl. Затем прилейте 10 капель 0,5% раствора нитрита натрия, сильно встряхните и немедленно добавьте 10 капель разбавленного белка, а после перемешивания 30 капель 10% раствора карбоната натрия. После смешивания растворов развивается вишнево-красное окрашивание характерное для реакции Паули.

Результаты запишите в таблицу.

Таблица

№	Название реакции	Использованные реактивы	Окраска	Какие группировки открыты в белках
1.	Биуретовая			
2.	Нингидриновая			
3.	Ксантопротеиновая			
4.	Фоля			
5.	Паули			

**Сделайте вывод.**

## **Лабораторная работа №2. Методы выделения белков. Реакции осаждения белков**

### **2.1. Осаждение белков органическими и концентрированными минеральными кислотами.**

В две пробирки налейте по 5 капель раствора белка.

В первую пробирку добавьте 2 капли 20% раствора сульфосалициловой кислоты, во вторую 2 капли 10% трихлоруксусной кислоты (ТХУК). **Сделайте вывод.**

В три сухие пробирки наливают по 1-2 мл концентрированной азотной, серной и соляной кислот. Затем, наклонив каждую пробирку, осторожно по стенке приливают в нее из пипетки по 0,5 мл исследуемого раствора белка так, чтобы он не смешивался с кислотой. В месте соприкосновения двух жидкостей появляется белый аморфный осадок белка. При встряхивании осадок, выпавший при действии соляной и серной кислот, растворяется в их избытке. **Сделайте вывод.**

### **2.2. Высаливание белков $(NH_4)_2SO_4$ .**

Наливаем в пробирки 1-1,5 мл раствора белка, добавляют равный объем насыщенного раствора сульфата аммония и слегка встряхивают смесь. Появляется муть от выпадающего осадка глобулинов. **Сделайте вывод.**

### **2.3. Осаждение белков при нагревании.**

В пять пробирок налейте по 5 капель 1% раствора яичного белка.

В первой пробирке нейтральный раствор белка нагреваете до кипения. Жидкость мутнеет, поскольку разрушаются водные оболочки вокруг молекулы белка, и происходит укрупнение его частиц.

Во вторую пробирку добавьте 1 каплю 1% раствора уксусной кислоты и нагрейте. Хлопьевидный осадок белка выпадает скорее и полнее, т.к. при подкислении рН раствора приблизится к изоэлектрической точке белка.

В третью пробирку добавьте 0,5 мл 10% раствора уксусной кислоты и нагрейте. Даже при кипячении осадка не образуется, поскольку белковые мицеллы перезаряжаются и несут положительный заряд, что повышает их устойчивость.

В четвертую пробирку прилейте 5 капель 10% уксусной кислоты и 2 капли насыщенного раствора NaCl и нагрейте. Выпадает белый хлопьевидный осадок, т.к. частицы белка теряют заряд вследствие взаимодействия белка с разноименно заряженными ионами хлористого натрия, а так же теряет гидратную оболочку.

В пятую пробирку добавьте 2 капли 10% раствора NaOH, создавая щелочную среду. При кипячении жидкости осадка не образуется, поскольку в щелочной среде отрицательный заряд на частицах белка увеличивается.

Результаты занесите в таблицу, отметив положительную реакцию осаждения плюсом, а отрицательную - минусом. Укажите в каждом случае причины появления или отсутствия осадка белка.

Таблица

Нейтральная среда	Слабокислая среда	Сильнокислая среда	Сильнокислая среда + электролит	Щелочная среда

**Сделайте вывод.**

#### **2.4. Осаждение солями тяжелых металлов белковой молекулы.**

В две пробирки наливают 1-1,5 мл исследуемого раствора белка и медленно, по каплям при встряхивании прибавляют в одну из них раствор сульфата меди, а в другую – раствор ацетата свинца. Выпадает хлопьевидный осадок вследствие образования малорастворимого солеобразного соединения (с солью меди – голубого цвета, с солью свинца – белого цвета). При избытке реактива осадок снова растворяется. **Сделайте вывод.**

### **Лабораторная работа № 3. Открытие ферментов в биообъектах. Свойства ферментов.**

#### **3.1. Открытие пероксидазы в картофеле.**

Картофель натереть на терке. Небольшое его количество, не отжимая, перенести в пробирку, добавить 1-2 мл 1%-ного раствора пирогаллола и 1-2 капли 2%-ного раствора пероксида водорода. При стоянии должен выпадать желто-бурый осадок пурпурогаллина. **Сделайте вывод.**

#### **3.2. Открытие альдегиддегидрогеназы в сыром молоке.**

В три пробирки наливают по 5мл свежего молока. Одну пробирку кипятят в течение 2-3 минут и остужают (1пробирка). В 1 и 2 пробирки наливают по 1мл 0,4% раствора формалина, а в 3 пробирку - 1мл воды. Во все три пробирки приливают по 1мл 0,01% раствора метиленового синего. Содержимое пробирок хорошо перемешивают и заливают в каждую по 3-4 капли вазелинового масла для предохранения жидкости от соприкосновения с кислородом воздуха. Все три пробирки помещают в водяную баню при температуре до 40<sup>0</sup>С. Через 15-30 минут в одной из пробирок происходит обесцвечивание жидкости. В какой и почему? Почему не происходит обесцвечивание в двух других? **Сделайте вывод.**

### 3.3. Влияние температуры на активность амилазы слюны.

В четыре пронумерованных пробирки наливают по 2мл 1% крахмального клейстера. Пробирку 1 помещают в кипящую водяную баню, пробирку 2 в водяную баню при 40<sup>0</sup>С, пробирку 3 оставляют при комнатной температуре и пробирку 4 помещают в лед. Через 10 минут, когда содержимое пробирок примет заданную температуру, во все пробирки добавляют по 0,5мл разбавленной в10 раз слюны (см. приложение), перемешивают и оставляют в тех же условиях. Наблюдение за ходом гидролиза крахмала ведут по реакции с иодом. На фарфоровую пластинку наносят капли раствора иода в иодиде калия и смешивают их с каплями гидролизуемой смеси из каждой пробы, отбирают пробы через 1, 2, 4, 6, 8, 10 и 12 минут. По изменению окраски крахмала с иодом судят о степени гидролиза крахмала в каждой пробирке. Результаты наблюдений занесите в таблицу, помечая буквой «с» (синий цвет) - положительная проба на крахмал, буквой «к» (красные тона) - положительная проба на декстрины, буквой «ж» (желтая окраска иода) - отрицательная проба.

Таблица

Номера пробирок	Температура, °С	Реакция с иодом во времени (мин).						
		0	1	2	4	6	8	10
1	100							
2	40							
3	20							
4	0							

**Сделайте вывод.**

## VII. Глоссарий

- Аденозинтрифосфат (АТФ).** Рибонуклеозид-5-трифосфат, участвующий в энергетическом цикле клетки в качестве донора фосфатной группы.
- Активация аминокислоты.** АТФ-зависимое ферментативное образование эфирной связи между карбоксильной группой аминокислоты и 3'-гидроксильной группой соответствующей ей тРНК.
- Активный транспорт.** Требующий энергии перенос растворенного вещества через мембрану в направлении более высокой его концентрации. **Активный центр.** Участок поверхности фермента, в котором молекула субстрата связывается и претерпевает превращения.
- Акцептор электронов.** Вещество, присоединяющее электроны в окислительно-восстановительной реакции.
- Алкалоиды.** Азотсодержащие органические соединения растительного происхождения; часто это вещества основной природы, обладающие высокой биологической активностью.
- Аллостерические ферменты.** Регуляторные ферменты, каталитическая активность которых меняется при нековалентном связывании специфического метаболита не в каталитическом центре, а в другом участке.
- Аллостерический центр.** Специфический участок на поверхности молекулы аллостерического фермента (отличный от активного центра), с которым связывается молекула модулятора или эффектора.
- Аминоацил-тРНК.** Эфир аминокислоты и тРНК.
- Аминоацил-тРНК –синтетаза.** Фермент, катализирующий образование аминоацил-тРНК за счет энергии АТФ.
- Аминокислоты.** Карбоновые кислоты с аминогруппой в  $\alpha$ -положении, составные элементы белков.
- Аминотрансферазы.** Группа ферментов, катализирующих перенос аминогрупп от одного метаболита к другому; их называют также трансаминазами.
- Амфиболический путь.** Метаболический путь, используемый как для катаболизма, так и для анаболизма.

- Амфипатическое соединение.** Соединение, молекула которого содержит и полярные, и неполярные области.
- Анаболизм.** Фаза промежуточного метаболизма, связанная с требующим затрат энергии биосинтезом компонентов клеток из молекул-предшественников.
- Антиген.** Молекула, способная вызывать синтез специфического антитела у позвоночных.
- Антикодон.** Специфическая последовательность из трех нуклеотидов в тРНК, комплементарная кодону для аминокислоты в мРНК.
- Антитело.** Защитный белок, синтезируемый иммунной системой высших организмов; он специфическим образом взаимодействует с чужеродной молекулой (антигеном), которая индуцировала его синтез.
- Ацидоз.** Метаболические условия, при которых буферная емкость жидкостей организма по отношению к ионам  $H^+$  уменьшается; обычно ацидоз сопровождается понижением рН крови.
- Бактериофаг.** Вирус, способный реплицироваться в бактериальной клетке.
- Белок.** Полимер, состоящий из одной или нескольких полипептидных цепей, для каждой из которых характерны определенная аминокислотная последовательность и определенная молекулярная масса.
- Библиотека генов.** Неупорядоченный набор фрагментов ДНК, содержащий всю генетическую информацию данного вида.
- Вектор.** Автономно реплицирующаяся в клетке-хозяине молекула ДНК, к которой можно присоединить фрагмент ДНК, чтобы обеспечить его репликацию; например, плаزمиды или ДНК умеренного фага.
- Вирион.** Вирусная частица.
- Вирус.** Самореплицирующийся инфекционный комплекс нуклеиновой кислоты и белка, содержащий ДНК- или РНК-хромосому и требующий для своей репликации интактную клетку-хозяина.
- Витамин.** Органическое вещество, которое должно присутствовать в пище в следовых количествах; большинство вита-



минов представляет собой составную часть определенных коферментов.

**Водородная связь.** Сравнительно слабое электростатическое притяжение между электроотрицательным атомом и атомом водорода, ковалентно связанным с другим электроотрицательным атомом..

**Восстановление.** Приобретение соединением электронов.

**Всасывание.** Поступление продуктов пищеварения из кишечника в кровь.

**Вставочная мутация.** Мутация, вызванная вставкой дополнительного основания между двумя последовательно расположенными основаниями ДНК.

**Вторичная структура белка.** Регулярная конформация остова полипептидной цепи.

**Вырожденный код.** Код, в котором один элемент на каком-то одном языке кодируется несколькими элементами на другом языке.

**Высокоэнергетическое соединение.** Соединение, гидролиз которого в стандартных условиях сопровождается значительным уменьшением свободной энергии.

**Гем.** Железопорфириновая простетическая группа гемопroteинов.

**Гемоглобин.** Гемсодержащий белок красных кровяных клеток (эритроцитов), принимающий участие в переносе  $O_2$ .

**Ген.** Участок хромосомы, который кодирует одну или несколько полипептидных цепей или молекулу РНК.

**Генетическая информация.** Наследственная информация, содержащаяся в нуклеотидной последовательности хромосомной ДНК или РНК.

**Генетический код.** Набор кодовых слов (триплетов) в ДНК кодирующих аминокислоты белков.

**Геном.** Совокупность всех генов организма.

**Гидролиз.** Расщепление молекулы на две или несколько меньших молекул в реакции с водой.

**Гидрофильный.** «Водолюбивый»; так говорят о полярных или заряженных молекулах либо о группах, которые ассоциируются с водой.

- Гидрофобный.** «Ненавидящий воду»; так говорят о неполярных молекулах или группах, которые не растворимы в воде.
- Гистоны.** Группа основных белков, связанных с хромосомами эукариотических клеток.
- Гликолиз.** Тип брожения, при котором глюкоза расщепляется на две молекулы пирувата.
- Глиоксилатный цикл.** Разновидность цикла лимонной кислоты, используемая бактериями и рядом растительных клеток для превращения ацетата в сукцинат и в конечном итоге в новый углевод.
- Глобулярный белок.** Растворимый белок, полипептидная цепь которого плотно свернута в пространстве с образованием глобулы.
- Глюкогенные аминокислоты.** Аминокислоты, углеродная цепь которых может быть превращена в процессе метаболизма в глюкозу или гликоген.
- Глюконеогенез.** Биосинтез новых углеводов из неуглеводных предшественников.
- Гомологичные белки.** Белки с одинаковой функцией и сходными свойствами у разных видов организмов, например гемоглобины.
- Гормон.** Химическое вещество, которое синтезируется в следовых количествах эндокринной тканью и выполняет роль посредника в регулировании функции другой ткани или органа.
- Двойная спираль.** Спираль, образованная двумя комплементарными антипараллельными цепями ДНК или РНК.
- Дегидрогеназы.** Ферменты, катализирующие удаление из субстрата двух атомов водорода.
- Дезаминирование.** Ферментативное удаление аминогрупп из аминокислот.
- Дезоксирибонуклеотиды.** Нуклеотиды, содержащие в качестве пентозного компонента 2-дезоксид-рибозу.
- Делеционная мутация.** Мутация, возникшая в результате утраты одного или большего числа нуклеотидов из гена.
- Денатурация.** Частичное или полное расплетание полипептидной цепи (цепей) белка с утратой его специфической природной конформации.

**Денатурированный белок.** Белок, утративший свою природную конформацию под воздействием какого-либо стабилизирующего фактора, например при нагревании.

**Диабет сахарный.** Болезнь, вызванная нарушением метаболизма из-за нехватки инсулина и характеризующаяся трудностью транспорта глюкозы из крови в клетки при нормальных концентрациях глюкозы.

**Диализ.** Удаление молекул малого размера из раствора макромолекул за счет диффузии первых в воду через полупроницаемую мембрану.

**Дисульфидный мостик.** Коралентная поперечная связь, образующаяся между цистеиновыми остатками двух полипептидных цепей.

**ДНК-лигаза.** Фермент, катализирующий образование фосфодиэфирной связи между 3'-концом одного фрагмента ДНК и 5'-концом другого в условиях, когда оба фрагмента комплементарно спарены с цепью-матрицей.

**ДНК-полимераза.** Фермент, который катализирует протекающую в присутствии матрицы реакцию синтеза ДНК из предшественников - дезоксирибонуклеозид-5'-трифосфатов.

**ДНК-репликационная система.** Полный набор ферментов и специализированных белков, необходимых для репликации ДНК.

**Донор протонов.** Вещество, отдающее протон в кислотно-основной реакции, т.е. кислота.

**Донор электронов.** Донор электронов в окислительно-восстановительной реакции.

**Дыхание.** Окислительное расщепление молекулы питательного вещества с высвобождением энергии под воздействием кислорода.

**Дыхательная цепь.** Электронпереносная цепь, состоящая из последовательности белков-переносчиков электронов, которые переносят электроны от субстрата к молекулярному кислороду в аэробных клетках.

**Жирная кислота.** Алифатическая кислота с длинной углеродной цепью, остатки которой содержатся в природных жирах и маслах.

- Заменимые аминокислоты.** Аминокислоты белков, которые могут синтезироваться человеком и другими позвоночными из более простых предшественников и потому их присутствие в пище не обязательно.
- Зимоген.** Неактивный предшественник фермента; например, пепсиноген.
- Изозимы (изоферменты).** Множественные формы фермента, отличающиеся друг от друга по сродству к субстрату, по максимальной активности или по регуляторным свойствам.
- Изомераза.** Фермент, катализирующий превращение соединения в его структурный изомер.
- Изоэлектрическая точка.** Значение pH, при котором растворенное вещество не имеет суммарного электрического заряда.
- Иммунный ответ.** Способность позвоночных вырабатывать антитела к антигену, т.е. к чужеродным для их организма макромолекулам.
- Иммуноглобулин.** Белок, являющийся антителом, вырабатываемым к специфическому антигену.
- Индуктор.** Молекула, способная вызывать синтез данного фермента; обычно это субстрат фермента.
- Индукцибельный фермент.** Фермент, который не вырабатывается клеткой (т. е. его синтез подавлен) до тех пор, пока его синтез не индуцируется своим субстратом или другим близкородственным соединением.
- Иницирующие факторы.** Специфические белки, необходимые для инициации синтеза полипептида рибосомами.
- Иницирующий кодон.** Триплет AUG, кодирующий первую аминокислоту в полипептидной цепи, которой у прокариот является N-формилметионин, а у эукариот - метионин.
- Интерферон.** Белок, вырабатываемый зараженными вирусом клетками позвоночных и препятствующий заражению этих клеток вирусами другого вида.
- Интрон.** Вставочная последовательность в гене; она транскрибируется, но вырезается до процесса трансляции.
- Катаболизм.** Фаза метаболизма, включающая

деградацию молекул питательных веществ и сопровождающаяся выделением энергии..

**кДНК (комплементарная ДНК).** ДНК синтезируемая обычно с помощью обратной транскриптазы и комплементарная данной мРНК; используется для клонирования ДНК.

**Киназа.** Фермент, катализирующий фосфорилирование молекулы-акцептора при помощи АТФ.

**Конститутивные ферменты.** Ферменты главных метаболических путей, которые всегда присутствуют в нормальных клетках.

**Кортикостероиды.** Стероидные гормоны, вырабатываемые корой надпочечников.

**Кофактор.** Низкомолекулярное термостабильное неорганическое или органическое соединение, необходимое для проявления активности фермента.

**Кофермент.** Кофактор органической природы, необходимый для действия определенных ферментов; часто в качестве составной части содержит витамин.

**Коэффициент седиментации.** Физическая константа, определяющая скорость осаждения частицы в центрифуге при заданных условиях.

**Лизосома.** Окруженная мембраной органелла в цитоплазме эукариотических клеток, содержащая большое число гидролитических ферментов.

**Липкий конец.** Свободный одноцепочечный конец двухцепочечной ДНК, комплементарный одноцепочечному концу противоположной полярности этой же или другой молекулы ДНК.

**Матрица.** Макромолекулярный шаблон для синтеза информационной макромолекулы. Матричная РНК (мРНК). Класс молекул РНК, каждая из которых комплементарна одной цепи клеточной ДНК и служит для переноса генетической информации от хромосомы к рибосомам.

**Медиатор нервных импульсов.** Низкомолекулярное соединение (обычно содержащее азот), секретлируемое окончанием нейрона и связывающееся со следующим нейроном; служит для передачи нервных импульсов.

- Межклеточное вещество.** Коллоидальный гидратированный полисахаридный комплекс, присутствующий в пространстве между клетками животных тканей.
- Мембранный транспорт.** Перенос растворенного вещества через мембрану, осуществляемый обычно с помощью особого белка мембраны.
- Метаболизм.** Полная совокупность катализируемых ферментами превращений органических молекул питательных веществ в живых клетках.
- Микросомы.** Окруженные мембраной пузырьки, образованные в результате фрагментации эндоплазматического ретикулума эукариотических клеток и выявляемые при дифференциальном центрифугировании.
- Митоз.** Репликация хромосом в соматических клетках эукариот.
- Митохондрии.** Окруженные мембраной органеллы, присутствующие в цитоплазме эукариотических клеток; они содержат ферментные системы, необходимые в цикле лимонной кислоты, в транспорте электронов и при окислительном фосфорилировании.
- Мукопротеины.** Сложные белки, содержащие кислый мукополисахарид; их называют также протеогликанами.
- Мультиферментная система.** Последовательность связанных между собой ферментов, участвующих в данном метаболическом пути.
- Мутаген.** Химический агент, способный вызывать изменения в гене, т.е. мутацию.
- Мутация.** Наследуемое изменение в хромосоме.
- Нативная конформация.** Биологически активная конформация белковой молекулы.
- Незаменимые аминокислоты.** Аминокислоты, которые не могут синтезироваться человеком и другими позвоночными и должны поступать с пищей.
- Незаменимые жирные кислоты.** Группа полиненасыщенных жирных кислот растительного происхождения, которые обязательно должны содержаться в пище млекопитающих.

- Нонсенс-кодон.** Кодон, который не кодирует ни одну из аминокислот, а указывает место окончания синтеза полипептидной цепи.
- Нуклеаза.** Фермент, способный гидролизовать межнуклеотидные связи в нуклеиновой кислоте.
- Нуклеиновые кислоты.** Природные полинуклеотиды, в которых нуклеотидные остатки соединены между собой в определенной последовательности фосфодиэфирными связями.
- Нуклеозид.** Соединение, состоящее из пуринового или пиримидинового основания, ковалентно связанного с пентозой.
- Нуклеозидифосфатсахар.** Переносчик молекулы сахара, выполняющий роль кофермента в ферментативных реакциях синтеза полисахаридов и производных сахаров.
- Нуклеоид.** Ядерная зона в прокариотической клетке; она содержит хромосому, но не окружена мембраной.
- Нуклеотид.** Нуклеозид, фосфорилированный по одной из гидроксильных групп пентозы.
- Обратная транскриптаза.** Синтезируемая ретровирусами РНК-зависимая ДНК-полимераза, способная катализировать синтез ДНК, комплементарной РНК.
- Окислительное фосфорилирование.** Ферментативное превращение ADP в АТФ, сопряженное с переносом электронов от субстрата к молекулярному кислороду..
- Оксигеназа.** Фермент, катализирующий реакцию, в ходе которой в акцепторную молекулу вводится кислород..
- Оператор.** Область ДНК, которая взаимодействует с белком-репрессором, благодаря чему регулируется экспрессия гена или группы генов.
- Оперон.** Единица генетической экспрессии, состоящая из одного или нескольких связанных между собой генов, а также из промотора и оператора, которые регулируют их транскрипцию.
- Оптимум рН.** Значение рН, при котором фермент проявляет максимальную каталитическую активность.
- Оптическая активность.** Способность вещества вращать плоскость плоскополяризованного света.

- Пентозофосфатный путь.** Путь окисления глюкозо-6-фосфата с образованием пентозофосфатов.
- Пептид.** Две или большее число аминокислот, ковалентно соединенных друг с другом пептидными связями.
- Пептидаза.** Фермент, катализирующий гидролиз пептидной связи.
- Пептидная связь.** Замещенная амидная связь между  $\alpha$ -аминогруппой одной аминокислоты и  $\alpha$ -карбоксылной группой другой.
- Перемещающийся элемент (транспозон).** Фрагмент ДНК, который может менять свое положение в геноме.
- Плазида.** Внехромосомная независимо реплицирующаяся небольшая кольцевая молекула ДНК.
- Промотор.** Участок ДНК, с которым может связываться РНК-полимераза, инициируя тем самым транскрипцию.
- Простагландины.** Класс жирорастворимых гормоноподобных регуляторных молекул, являющихся производными арахидиновой кислоты и других полиненасыщенных жирных кислот.
- Протеинкиназы.** Ферменты, катализирующие фосфорилирование определенных аминокислотных остатков в ряде белков.
- Протеолитический фермент.** Фермент, катализирующий гидролиз белков или пептидов.
- Разобщающий агент.** Вещество, которое разобщает процессы фосфорилирования ADP и транспорта электронов, например 2,4-динитрофенол.
- Регуляторный ген.** Ген, продукт которого принимает участие в регуляции экспрессии другого гена, например ген, кодирующий белок-репрессор.
- Регуляторный фермент.** Фермент, обладающий регуляторной функцией благодаря его способности изменять свою каталитическую активность в результате нековалентного или ковалентного присоединения особого модулирующего метаболита.
- Рекомбинантная ДНК.** ДНК, образованная в результате соединения генов в новой комбинации.
- Рекомбинация.** Соединение генов, группы генов или частей генов в результате биологического процесса или в ходе лабо-



раторного манипулирования, приводящее к новым комбинациям генов.

**Рентгеноструктурный анализ.** Использование метода дифракции рентгеновских лучей на кристаллах исследуемого соединения для определения его трехмерной структуры.

**Репликация.** Синтез дочерней молекулы двухцепочечной ДНК, идентичной родительской двухцепочечной ДНК.

**Репрессибельный фермент.** Фермент, синтез которого ингибируется в том случае, если продукт катализируемой им реакции легко доступен бактериальной клетке.

**Репрессор.** Белок, который связывается с регуляторной последовательностью (оператором) гена и блокирует его транскрипцию.

**Рестриктирующие эндонуклеазы.** Эндодезоксирибонуклеазы, узнающие специфическую нуклеотидную последовательность и вызывающие расщепление обеих цепей ДНК в сайтах, которые определяются нуклеотидными последовательностями, обладающими симметрией второго порядка относительно центра. Эти ферменты являются важным инструментом генетической инженерии.

**Ретровирус.** РНК-содержащий вирус, в состав которого входит обратная транскриптаза, т.е. РНК-зависимая ДНК-полимераза.

**Рецептор гормона.** Специфический участок на поверхности клетки или внутри нее, связывающий гормон.

**Рилизинг-факторы (факторы терминации).** Входящие в состав цитозоля факторы белковой природы, необходимые для высвобождения готовой полипептидной цепи из рибосомы.

**Сателлитная ДНК.** Высокоповторяющиеся нетранслируемые участки ДНК в эукариотических клетках.

**Сбраживание.** Анаэробное расщепление молекул питательного вещества, например глюкозы, сопровождающееся выделением энергии.

**Сведберг (S).** Единица скорости седиментации частицы в центрифуге.

**Сдвиг рамки.** Мутация, которая обусловлена вставкой или потерей одной или нескольких пар нуклеотидов; приводит к

смещению рамки считывания кодонов при биосинтезе белка, в результате чего образующийся белок, начиная с кодона, подвергшегося изменению, имеет искаженную аминокислотную последовательность.

**Серповидно-клеточная анемия.** Заболевание человека, связанное с нарушением первичной структуры гемоглобина, которое характерно для гомозигот по аллелю, кодирующему  $\beta$ -цепь гемоглобина.

**Сигнальная последовательность.** 5'-лидерная аминокислотная последовательность полипептида, сигнализирующая о месте назначения новосинтезированного белка; с ее помощью белок проходит сквозь определенную мембрану.

**Стероиды.** Класс липидов, содержащих циклопентанфенантреновую кольцевую структуру.

**Структурный ген.** Ген, кодирующий белки и РНК.

**Субстрат.** Определенное соединение, на которое действует фермент.

**Терминирующая последовательность.** Последовательность ДНК, которая находится на конце транскрипционной единицы и служит сигналом окончания транскрипции.

**Терминирующие кодоны.** Три кодона UAA, UAG и UGA, которые служат сигналами окончания синтеза полипептидной цепи.

**Тетрагидрофолиевая кислота.** Кофермент, представляющий собой восстановленную активную форму витамина фолиевой кислоты.

**Токсины.** Белки, которые вырабатываются некоторыми организмами и являются ядовитыми для других видов.

**Топоизомеразы.** Ферменты, способные осуществлять положительное или отрицательное сверхскручивание колец двухцепочечной ДНК.

**Трансаминазы.** Ферменты, катализирующие перенос аминокрупп от  $\alpha$ -аминокислот к  $\alpha$ -кетокислотам; их также называют аминотрансферазами.

**Трансдукция.** Перенос генетического материала из одной клетки в другую с помощью вирусного вектора.

- Транскрипционный контроль.** Регуляция белкового синтеза при помощи регуляции образования мРНК.
- Транскрипция.** Ферментативный процесс, при котором генетическая информация, содержащаяся в одной цепи ДНК, используется для синтеза комплементарной нуклеотидной последовательности в цепи мРНК.
- Транслоказа.** Фермент, вызывающий какое-либо движение, например перемещение рибосомы вдоль мРНК.
- Трансляционный контроль.** Регуляция синтеза белка за счет изменения скорости его трансляции в рибосоме.
- Трансляция.** Процесс, при котором генетическая информация, содержащаяся в молекуле мРНК, направляет синтез соответствующей аминокислотной последовательности в белке.
- Транспозиция.** Перемещение гена или группы генов из одного места генома в другое.
- Транспортная РНК (тРНК).** Класс молекул РНК (молекулярная масса 25000-30000), каждая из которых на первом этапе белкового синтеза ковалентно соединяется со специфической аминокислотой.
- Факторы инициации.** Специфические белки, необходимые для инициации синтеза полипептида в рибосомах.
- Флавинадениндинуклеотид (FAD).** Кофермент ряда окислительно-восстановительных ферментов, содержащий рибофлавин.
- Фосфорилирование.** Образование фосфатного производного биомолекулы обычно за счет ферментативного переноса фосфатной группы от АТФ.
- Фосфорилирование в дыхательной цепи.** Окислительное фосфорилирование, т.е. фосфорилирование ADP, сопряженное с переносом электронов от субстрата к кислороду.
- Фосфорилирование на уровне субстрата.** Фосфорилирование ADP и некоторых других нуклеозид-5'-дифосфатов, сопряженное с дегидрированием органического субстрата и протекающее независимо от переноса электронов.
- Фосфолиз.** Ферментативное расщепление соединения в результате взаимодействия с фосфатом, аналогичное гидролизу.

- Фотосинтетическое фосфорилирование (фотофосфорилирование).** Ферментативное образование АТФ из АДФ, сопряженное со светозависимым переносом электронов в фотосинтезирующих организмах.
- Хемиосмотическое сопряжение.** Сопряжение синтеза АТФ и переноса электронов через мембрану за счет электрохимического градиента  $H^+$
- Хиломикрон.** Компонент плазмы крови, представляющий собой крупную каплю триацилглицеролов, стабилизированную с помощью оболочки из белка и фосфолипида.
- Химерная ДНК.** Рекомбинантная ДНК, содержащая гены из двух разных видов организмов.
- Химерный белок.** Ковалентно соединенные белки из разных видов организмов; их синтез кодируется химерной ДНК.
- Хроматин.** Нитевидный комплекс ДНК, гистонов и других белков, составляющий основу эукариотических хромосом.
- Хроматография.** Процесс, при котором сложные смеси молекул могут быть разделены путем многократно повторяющихся актов распределения между стационарной и движущейся фазами.
- Хромосома.** Одна большая молекула ДНК, содержащая ряд генов и выполняющая функцию хранения и передачи генетической информации.
- Центральная догма.** Основополагающий принцип биохимической генетики, согласно которому генетическая информация передается от ДНК к РНК и далее к белкам.
- Цикл мочевины.** Метаболический путь, обнаруживаемый в печени; приводит к синтезу мочевины из аминокрупп и  $CO_2$ .
- Циклический АМР (циклический аденилат).** Вторичный посредник внутри клеток; его образование при помощи аденилатциклазы стимулируется некоторыми гормонами.
- Цитохромы.** Гемосодержащие белки, выполняющие роль переносчиков электронов при дыхании и фотосинтезе.
- Четвертичная структура.** Пространственное расположение подогнанных друг к другу субъединиц олигомерного белка.

- Число оборотов.** Число, указывающее, сколько раз молекула фермента преобразует молекулу субстрата за 1 мин в условиях, когда фермент проявляет максимальную активность.
- Экзергоническая реакция.** Химическая реакция, сопровождающаяся отрицательным изменением стандартной свободной энергии («нисходящая» реакция).
- Экзон.** Участок эукариотического гена, транскрипт которого оказывается в зрелой мРНК; он кодирует определенный участок полипептидной цепи белка.
- Экзонуклеаза.** Фермент, гидролизующий только концевую фосфодиэфирную связь нуклеиновой кислоты.
- Электрофорез.** Перемещение заряженных растворенных веществ в электрическом поле; часто используется для разделения смесей ионов.
- Электрохимический градиент.** Сумма градиентов концентрации и электрических зарядов при переносе ионов через мембрану.
- Элюат.** Жидкость, вытекающая из хроматографической колонки.
- Эндергоническая реакция.** Химическая реакция, сопровождающаяся положительным изменением стандартной свободной энергии («восходящая» реакция).
- Эндокринные железы.** Железы, содержащие клетки, специализирующиеся на синтезе гормонов и их секреции в кровь; при помощи гормонов осуществляется регуляция деятельности клеток других типов.
- Эндонуклеаза.** Фермент, способный гидролизовать внутренние фосфодиэфирные связи в нуклеиновых кислотах.
- Эндоплазматический ретикулум.** Обширная система двойных мембран в цитоплазме эукариотических клеток; она окружает секреторные каналы и часто усеяна рибосомами.
- Энергия активации.** Количество энергии (в килокалориях), необходимое для того, чтобы перевести все молекулы, содержащиеся в 1 моле реагирующего вещества, в состояние переходного комплекса.
- Энергия связи.** Энергия, необходимая для разрыва связи.
- Энтальпия.** Содержание тепла в системе.

- Энтропия.** Мера степени неупорядоченности системы.
- Эукариоты.** Организмы, клетки которых содержат окруженное мембраной ядро с множественными хромосомами и внутриклеточные органеллы.
- Эффектор (модулятор).** Метаболит, который, связываясь с аллостерическим центром регуляторного фермента, меняет его кинетические характеристики.
- Ядро.** Органелла эукариотической клетки, окруженная мембраной и содержащая хромосомы.
- Ядрышко.** Интенсивно окрашиваемая структура в ядре эукариотических клеток; участвует в синтезе рРНК и образовании рибосом.

### *VIII. Рекомендуемая литература*

#### Основная литература

1. Комов, В.П. Биохимия/В.П. Комов, В.Н.Шведова.– М.: Дрофа, 2004.-639с.
2. Биологическая химия/под ред. Н.И. Ковалевской.- М.: Академия, 2005.-256с.
3. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология/Н.А. Белясова. - Минск: Книжный дом, 2004.-415с.
4. Коницев, А.С., Севастьянова, Г.Н. Молекулярная биология/ А.С. Коницев, Г.Н. Севастьянова. – М.: Академия, 2005.-400с.
5. Ляшевская,Н.В., Устюжанина,Е.Н., Байдалина,О.В. Биохимия и молекулярная биология: Методические указания к лабораторным занятиям.- Горно-Алтайск:РИО «Универ-Принт».2005.- 84с.

#### Дополнительная литература

6. Ленинджер, А. Основы биохимии: в 3 т. /Альберт Ленинджер. - М.: Мир, 1985.
7. Марри, Р. Биохимия человека: в 2 т./Р. Марри, Д. Греннер., П.Мейес, В. Родуэлл. - М.: Мир, 1993.
8. Гудвин, Т., Мерсер, Э. Введение в биохимию растений: в 2 т./Т. Гудвин, Э. Иерсер. - М.: Мир, 1986.

9. Спирин, А.С. Структура рибосом и биосинтез белка/А.С. Спирин. – М.: Высшая шк., 1986.-с.
10. Структура и функция нуклеиновых кислот/под ред. А.С. Спирина.– М.: Высшая шк., 1990.-303с.
11. Степанов, В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков /В.М. Степанов. - М.: Высш.шк., 1996.-335с.
12. Албертс, Б. Молекулярная биология клетки: в 3 т./Б. Албертс, Д.Брей, Дж. Льюис– М.: Мир, 1994.
13. Кнорре, Д.Г., Мызина, С.Д. Биологическая химия/Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. - М.: Высш.шк., 1998.-479с.
14. Основы биохимии/под ред. А.А. Анисимова.– М.: Высшая шк., 1986.-551с.
15. Березов, Т.Т., Коровкин, Б.Ф. Биологическая химия/Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин.- М.: Медицина, 1998.-543с.
16. Строев, Е.А. Биологическая химия/Е.А. Строев.– М.: Высшая шк., 1986.-479с.
17. Филлипович, Ю.Б. Основы биохимии/Ю.Б. Филлипович.– М.: Высшая шк., 1985.-503с.
18. Кретович, В.Л. Биохимия растений/В.Л. Кретович.- М.: Высшая шк., 1986.-445с.
19. Уайт, А. Основы биохимии: в 3 т./А.Уайт. - М.: Мир, 1981.
20. Страйер, Л. Биохимия: в 3 т./ Л.Страйер. - М.: Мир, 1985.
21. Березин, И.В., Савин, Ю.В. Основы биохимии/ И.В. Березин, Ю.В. Савин. - М.: Изд-во МГУ, 1990.-235с.
22. Тюкавкина, Н.А., Бауков, Ю. Биоорганическая химия/Н.А. Тюкавкина, Ю. Бауков. – М.: Дрофа, 2004.
23. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия/ Ю.А. Овчинников.- М.: Просвещение, 1987.
24. Щербаков, В.Г. Биохимия/В.Г. Щербаков. – СПб.: ГИОРД, 2003.
25. Жеребцов, Н.А. Биохимия/Н.А. Жеребцов. – Воронеж, 2004.

26. Агол, В.И., Богданов, А.А. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот/ В.И. Агол, А.А. Богданов.- М.: Высш.шк., 1990.
27. Диксон, М., Уэбб, Э. Ферменты: в 3 т./М. Диксон, Э. Уэбб. – М.: Мир, 1982.
28. Современное естествознание. Молекулярные основы биологических процессов. Энциклопедия: в 10 т. – М.: Изд. Дом Магистр – Пресс, 2000.-408с.
29. Зенгбуш, П. Молекулярная и клеточная биология: в 3 т./П. Зенгбуш. – М.: Мир,1982.
30. Кольман, Я. Наглядная биохимия/Я. Кольман. – М.: Мир,2000.
31. Геннис, Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции/ Р. Геннис. – М.: Мир, 1997.
32. Лещук, Р.И. Практикум по биохимии/Р.И. Лещук, О.Б. Вайшла, С.А. Войцековская – Томск, 2002.
33. Плакунов, В.К. Основы энзимологии/ В.К. Плакунов. – М.: Логос, 2001.
34. Пустовалова, Л.М. Практикум по биохимии/Л.М. Пустовалова. – Ростов на Дону: Феникс,1999.
35. Справочник биохимика/под ред. Р. Досон. - М.: Мир,1991.-543с.
36. Кухта, В.А., Морозкина. Основы биохимии/В.А. Кухта, Морозкина. М.: Медицина, 1999.
37. Щеголева, Л.И. Контрольные работы по курсу биохимии/Л.И. Щеголева. М.: Просвещение, 1985.-23с.



**Методические указания  
по самостоятельной работе студентов**

Таблица 5

*Самостоятельная работа студентов*

№	Основные вопросы	Номера учебных и методических пособий	Часы	Формы отчетности (сроки)
1.	<p><b>Белки.</b> Методы выделения белков из биологического материала.</p> <p>Способы разделения и очистки белков (электрофорез, хроматография, кристаллизация, гельфильтрация, диализ).</p> <p>Физико-химические методы исследования состава и строения белков.</p> <p>Элементарный состав белков.</p> <p>Молекулярная масса белков.</p> <p>Формы белковых молекул.</p> <p>Номенклатура и классификация белков.</p> <p>Простые и сложные белки.</p>	<p><b>1</b>, с. 6-59</p> <p><b>14</b>, с. 17-20, 32-133</p> <p><b>15</b>, с. 16-77</p> <p><b>16</b>, с. 16-60</p> <p><b>17</b>, с. 15-85</p>	20	<p>Опрос на занятии.</p> <p>Проверка контрольной работы.</p> <p>(8 семестр).</p>

	<p>Классификация простых белков по форме молекулы, аминокислотному составу, растворимости (альбумины, глобулины, гистоны).</p> <p>Классификация сложных белков по характеру простетической группы:  металлопротеины, (ферритин),  фосфопротеины (казеин, белки яиц, пепсин),  гликопротеины (родопсин, тиреотропин, иммуноглобулины),  хромопротеины (гемоглобин, цитохромы, флавопротеины),  липопротеины (<math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-липопротеины плазмы крови),  нуклеопротеины.</p>			
2.	<p><b>Ферменты.</b> Множественные формы ферментов. Изоферменты. Иммуобилизованные ферменты и их применение.</p> <p>Локализация ферментов в клетке.</p>	<p>1, с. 59-92  14, с. 133-177  15, с. 92-133  16, с. 122-163  17, с. 85-144</p>	20	<p>Опрос на занятии.  Проверка контрольной работы.  (8 семестр)</p>

	Промышленное получение и практическое использование ферментов в народном хозяйстве, медицине, ветеринарии и зоотехнии.			
3.	<b>Витамины.</b> Роль витаминов в процессах жизнедеятельности организмов.	1, с. 92-132 14, с. 470-493 15, с. 133-170 16, с. 339-370 17, с. 144-177	12	Опрос на занятии. Проверка контрольной работы. (8 семестр)
	Авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы.			
	Классификация и номенклатура витаминов.			
	Жирорастворимые витамины.			
	Химическое строение, гипо- и авитаминозы, участие в метаболизме, потребность, источники витаминов А (ретинола), D (кальциферола), Е (токоферола), К (филлохинона).			
	Водорастворимые витамины.			

	Химическое строение, гипо- и авитаминозы, участие в метаболизме, потребность, источники витаминов В <sub>1</sub> (тиамина), В <sub>2</sub> (рибофлавина), В <sub>3</sub> (пантотеновой кислоты), В <sub>5</sub> (никотинамида, никотиновой кислоты), В <sub>6</sub> (пиридоксаля), аскорбиновой кислоты, биотина.			
4.	<p><b><u>Гормоны. Регуляция обмена веществ.</u></b> Обмен веществ в организме как единое целое.</p> <p>Конкретные формы взаимосвязи обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов.</p> <p>Уровни регуляции процессов жизнедеятельности: метаболический, оперонный, клеточный, организменный, популяционный.</p> <p>Понятие о гормонах. Общая характеристика, химическая природа, механизм действия.</p>	<p>1, с. 151-171 14, с. 502-534 15, с. 170-204 16, с. 370-412 17, с. 449-474</p>	20	Опрос на занятии. Проверка контрольной работы. (8 семестр).

	<p>Гормоны гипофиза (соматотропин, кортикотропин, тиреотропин, вазопрессин, окситоцин), щитовидной железы (тиреоглобулин, тироксин), поджелудочной железы (инсулин, глюкагон), надпочечников (кортикостерон, альдостерон, адреналин, норадреналин), половые гормоны (тестостерон, эстрадиол).</p>			
	<p>Краткие сведения о регуляторах роста растений (ауксины, гибберелины, цитокинины, абсцизовая кислота и др.) и их использование в сельском хозяйстве.</p>			
	<p>Применение гормонов в животноводстве, ветеринарии для борьбы с вредителями сельского хозяйства.</p>			
5.	<p><b><u>Нуклеиновые кислоты.</u></b> Химический состав нуклеиновых кислот (азотистые основания, углеводные компоненты).</p>	<p>1,с. 171-188 14,с. 178-213 15,с. 77-91 16,с. 69-83 17,с. 190-224</p>	20	<p>Опрос на занятии. Проверка контрольной работы. (8 семестр).</p>

<p>Нуклеозиды. Мононуклеотиды - структурные элементы нуклеиновых кислот.</p>			
<p>Нуклеиновые кислоты как полинуклеотиды. Фосфодиэфирная связь.</p>			
<p>Два вида нуклеиновых кислот: ДНК и РНК, различия между ними.</p>			
<p>Нуклеотидный состав ДНК. Правила Е. Чаргаффа. Типы ДНК. Первичная структура нуклеиновых кислот.</p>			
<p>Секвенирование. Вторичная структура ДНК Принцип комплементарности. Полиморфизм двойной структуры ДНК.</p>			
<p>Третичная структура ДНК. Структура хроматина.</p>			
<p>Основные типы РНК и их характеристика.</p>			

6.	<p><b><u>Обмен нуклеиновых кислот.</u></b> Распад нуклеиновых кислот.</p> <p>Механизм биосинтеза (репликации) ДНК. Биосинтез РНК (транскрипция). Особенности этих процессов у про- и эукариот.</p>	<p>1,с. 422-439  14,с. 213-244  15,с. 369-393  16,с. 297-319  17,с. 224-260</p>	20	Опрос на занятии. Проверка контрольной работы. (8 семестр).
7.	<p><b><u>Обмен углеводов.</u></b> Биосинтез углеводов.</p> <p>Механизмы первичного биосинтеза углеводов в процессе фот- и хемосинтеза. Его энергетическое обеспечение.</p> <p>Биосинтез олиго- и полисахаридов. Трансгликозидирование и его роль в этом им процессе.</p> <p>НДФ-сахара и их роль в биосинтезе олиго- и полисахаридов.</p>	<p>1,с. 210-284  14,с. 309-389  15,с. 226-276  16,с. 246-258  17,с. 309-375</p>		
8.	<p><b><u>Обмен липидов.</u></b> Триглицериды, стериды, воски, фосфолипиды, гликолипиды.</p> <p>Обмен липидов. Ферменты, обеспечивающие расщепление жиров.</p>	<p>1,с. 284-358  14,с. 420-470  15,с. 276-318  16,с. 258-274  17,с. 375-419</p>	18	Опрос на занятии. Проверка контрольной работы. (8 семестр).

	Обмен глицерина и ВЖК. $\beta$ -окисление ВЖК. Синтез ВЖК.			
	Обмен фосфолипидов.			
9.	<b><u>Биологическое окисление.</u></b> Сопряжение биологического окисления с фосфорилированием (окислительное фосфорилирование на уровне ЭТЦ и на уровне субстрата). Возможные механизмы биосинтеза АТФ.	1,с. 189-209 14,с. 389-419 15,с. 213-225 16,с. 191-218 17,с. 419-439	12	Опрос на занятии. Проверка контрольной работы. (8 семестр)
	<b><u>Взаимосвязь обмена.</u></b> Взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов.	14,с. 502-511 15,с. 413-426 16,с. 300-302 17,с. 474-486		

## Контрольные работы

### Введение

Изучение курса биологической химии способствует более глубокому усвоению студентами физиологии растений, физиологии человека и животных, генетики, цитологии, подготавливает их к преподаванию в школе общей биологии.

Велико практическое значение биохимических знаний: использование достижений микробиологического синтеза для производства кормового белка, незаменимых аминокислот, ферментов, витаминов, антибиотиков, бактериальных удобрений и



ряда других ценных препаратов для нужд промышленности, медицины, сельского хозяйства. Изучение биохимии чрезвычайно важно для подготовки учителей биологии.

Программа по данному предмету учитывает особенности специальности «Биология». Она включает детальную характеристику основных классов соединений, входящих в состав живой материи, а также закономерности обменных процессов. Студентам-заочникам следует помнить, что усвоение требуемых программой по биохимии знаний в значительной степени облегчается предварительным изучением органической химии. Рекомендуется не только знать классы органических веществ (углеводы, липиды, белки, нуклеиновые кислоты), но и тщательно разобраться в химическом строении отдельных представителей, их свойствах, химической и биологической активности.

Предлагаемые варианты контрольных заданий преследуют цель выявить умение студентов работать с учебниками, самостоятельно отбирать, анализировать и обобщать материал, разбираться в деталях поставленного вопроса.

Контрольная работа по биохимии является обязательной формой самостоятельных занятий студента-заочника. Она выполняется в межсессионный период 8 семестра и включает вопросы по основным разделам статической и динамической биохимии:

- I. Современные методы биохимических исследований.
- II. Аминокислотный состав белков. Пептиды.
- III. Структура белковой молекулы.
- IV. Химический состав и структура нуклеиновых кислот.
- V. Ферменты.
- VI. Обмен нуклеиновых кислот.
- VII. Обмен белков.
- VIII. Углеводы и их обмен.
- IX. Характеристика липидов и их обмен.
- X. Современные представления о механизмах биологического окисления.
- XI. Гормоны.
- XII. Взаимосвязь обмена веществ в организме. Регуляция про-

цессов жизнедеятельности.

Вопросы, задачи и упражнения в контрольной работе даются в строго определенной последовательности в соответствии с программой. В связи с тем, что они носят обобщающий характер и требуют для ответа четкого отбора основного материала, рекомендуется перед подготовкой к контрольной работе внимательно проработать весь учебный материал.

Самостоятельные занятия следует начинать с усвоения статической биохимии, для чего необходимы хорошие знания органической химии. Затем нужно перейти к наиболее важному разделу - динамической биохимии.

Объем контрольной работы не должен превышать 24 страниц. Ответы на вопросы следует давать конкретными, подтверждать их характерными примерами. Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена и грамотно написана.

В целях индивидуализации заданий и большего контроля за самостоятельными занятиями варианты контрольных работ распределяются между студентами-заочниками в соответствии с предложенной таблицей.

Таблица 6

*Варианты контрольных работ*

Бук- вы	Ва- ри- ан- ты	Распределение заданий по разделам биохимии											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
А	1	7	3	5	11	2	4	12	9	10	12	11	3
	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	1
Б	1	2	1	2	3	4	5	16	7	8	9	3	2
	2	8	11	6	9	6	7	10	10	2	15	4	6
В	1	3	4	15	14	12	11	1	2	3	4	10	3
	2	9	5	11	5	8	9	11	5	13	1	5	8
Г	1	4	15	14	13	11	10	2	3	1	1	6	4
	2	7	5	3	8	9	11	15	2	4	10	7	1
Д	1	5	14	1	15	13	15	14	15	15	15	8	5
	2	4	1	15	16	7	6	2	5	9	11	1	15
Е	1	6	13	13	12	14	15	15	14	13	12	9	6
Ж	1	7	12	12	1	1	1	3	1	2	2	12	7
З	1	8	3	4	2	3	2	4	5	4	3	13	8
И	1	9	11	5	10	14	13	5	12	14	11	14	9
К	1	10	5	6	11	10	12	13	11	5	14	1	10
	2	2	10	9	3	15	1	8	6	7	15	2	14
Л	1	11	10	11	9	2	3	8	4	6	5	3	11
	2	15	2	13	1	2	3	4	12	10	3	4	5
М	1	12	6	7	5	6	4	9	6	7	8	5	12
	9	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	1

Н	1	13	7	8	6	8	8	12	13	11	6	7	13
	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	8	5
О	1	14	9	10	8	7	9	10	9	12	7	9	14
	2	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	10	8
П	1	15	8	9	7	9	8	11	10	10	13	11	15
	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	15	2
Р	1	15	9	8	5	2	12	5	5	2	12	12	2
	2	8	9	10	4	5	6	7	8	9	10	13	11
С	1	14	7	7	9	10	13	4	1	13	15	14	3
	2	3	4	5	6	1	2	15	14	13	12	4	11
Т	1	13	6	11	11	14	2	3	14	15	1	3	3
	2	9	8	7	6	5	13	12	11	13	6	5	13
У	1	15	8	10	6	6	3	13	12	4	2	7	1
Ф	1	12	10	6	10	3	1	15	15	1	4	6	5
Х	1	11	5	5	2	1	14	14	3	3	9	8	6
Ц	1	10	11	4	1	15	15	2	2	8	10	14	7
Ч	1	1	1	15	13	13	14	3	5	14	14	12	8
Ш	1	2	4	4	15	16	1	4	12	5	5	10	9
Щ	1	3	15	1	12	1	2	5	11	6	8	9	10

Э	1	4	14	13	1	3	13	13	4	7	6	11	11
Ю	1	5	13	12	2	14	8	12	6	11	7	13	12
Я	1	6	12	4	10	10	3	9	13	12	13	15	13

## **Вопросы, задачи и упражнения для контрольных работ**

### **I. Современные методы биохимических исследований**

1. Охарактеризуйте химические методы разделения белков. Приведите конкретные примеры.
2. Дайте характеристику физических методов исследования химического строения белков. Приведите примеры.
3. Опишите химические методы исследования аминокислотного состава белков. Приведите примеры.
4. Объясните сущность автоматического метода исследования аминокислотного состава белков.
5. Объясните сущность селективного гидролиза белков. Приведите примеры.
6. Опишите пути внедрения ферментативных методов синтеза в химическое производство.
7. Опишите методику определения молярной массы белков гравитационным, ультрафильтрационным, гельфильтрационным и химическим методами. Приведите примеры.
8. Охарактеризуйте методы изучения форм белковых молекул. Приведите примеры.
9. Объясните сущность экстракционных методов выделения белков. Приведите примеры.
10. Дайте характеристику методов фракционирования белков на конкретных примерах.
11. Назовите способы очистки белковых препаратов из низкомолекулярных примесей и охарактеризуйте их.
12. Дайте описание методов экстракции ДНК и РНК на биологическом материале.

13. Покажите специфику вирусных и фаговых РНК и успехи в исследовании их структуры и функции.
14. Охарактеризуйте особые приемы, используемые для выделения ферментов, и объясните, чем это обусловлено.
15. Опишите методы выделения дегидрогеназ и обнаружения цитохромов и цитохромоксидазы.

## **II. Аминокислотный состав белков, пептиды**

1. Какое различие в строении аминокислот аланина и гистидина? Напишите химические формулы названных аминокислот и определите, какими химическими свойствами должны обладать белки, содержащие большое количество гистидина. Как они называются?
2. Напишите химическую формулу пептида валил-глицил-пролил-метионил-глутамин.
3. Напишите химические формулы треонина и метионина. Укажите различие в качественном составе аминокислот и приведите примеры реакций, подтверждающих различие в химическом строении.
4. Напишите химическую формулу пептида серил-лейцил-треонил-пролин.
5. В чем различие аминокислот фенилаланина и аргинина? Напишите уравнения цветных реакций, характерных для каждой из названных аминокислот.
6. Напишите химическую формулу пептида тирозил-гистидил-валил-аспарагин.
7. Найдите способ определения содержания аминокислот триптофана и цистеина в составе белков. Напишите соответствующие уравнения реакций.
8. Напишите химическую формулу пептида триптофил-изолейцил-тирозил-аспаргил-аланина.
9. Составьте уравнение биуретовой реакции пептида вазопрессина.
10. Определите аминокислотный состав пептида глутатиона. Дайте химическое название. Напишите уравнение реакции гид-

ролиза его и укажите способы определения аминокислот в гидролизате.

11. Напишите химическую формулу пептида цистеинил-гистидил-аргинил-пролил-лизина.

12. Объясните причину определенной буферной емкости различных белков. Укажите, какие белки имеют более высокую буферную емкость.

13. Напишите химическую формулу пептида  $\gamma$ -глутамил- $\alpha$ -аминобутирил-глицина. Дайте ему тривиальное название и укажите его функции в организме.

14. Напишите химическую формулу пептида аспаргил-трео-нил-пролил-метионина.

15. Какие функциональные группы встречаются в радикалах аминокислот? Приведите примеры: а) гидрофобных групп, б) кислых и основных групп, в) сульфгидрильных групп. Укажите, в состав каких аминокислот они входят.

### **III. Структура белковой молекулы**

1. В чем специфика строения каталитически активных белков?

2. Дайте характеристику электронного строения и свойств пептидной связи белковой молекулы. Составьте схемы превращений по пептидным связям.

3. В чем специфика строения белков-гормонов?

4. Приведите примеры зависимости биологической активности белков от их первичной структуры.

5. Объясните причину устойчивости вторичной структуры белков. Приведите примеры белков, вторичная структура которых различна.

6. Какие белки называются антителами? В чем специфика их строения?

7. К какой группе белков по функциональной активности относятся сывороточный альбумин и токсины? В чем специфика строения этих белков?

8. Покажите специфику строения и состава структурных белков биологической мембраны.

9. Дайте характеристику белков рибосомальных частиц.
10. Покажите характер химических связей, участвующих в образовании третичной структуры белковой молекулы. Приведите примеры, указывающие на зависимость формы белковых молекул от третичной структуры.
11. Объясните принцип самосборки четвертичной структуры белковых молекул. Приведите примеры таких белков.
- (f^ Выясните, к какой группе белков относятся альбумин, казеин, фиброин и глобулин. Покажите различие в их свойствах и строении.
13. Что общего и чем отличаются хромопротеины от металлопротеинов? Укажите на биологическую роль данных белков.
14. Объясните на конкретных примерах виды связи между белковой составляющей и небелковой составляющей в липопротеинах и гликопротеинах. Выясните биологическую роль белков.
15. Дайте характеристику функций белков в организме. Приведите примеры.

#### **IV. Химический состав и структура нуклеиновых кислот**

1. Напишите химические формулы минорных оснований: 5-метилцитозина, 5-оксиметилурацила, 1-метилурацила, N<sub>6</sub>-метилцитозина и соответствующие им формулы нуклеозидов.
2. Дайте химические формулы минорных оснований: N<sub>6</sub>-метиладенина, N<sub>6</sub>-диметиладенина, N<sub>2</sub>-метилгуанина, 1-метилурацила и соответствующие им формулы нуклеозидов.
3. Напишите структурную формулу фрагмента полинуклеотидной цепочки —ГГАЦ—. Укажите последовательность нуклеотидов в комплементарном ему фрагменте.
4. Укажите последовательность нуклеотидов во фрагменте полинуклеотидной цепочки, комплементарном —ЦГГУ—. Напишите его структурную формулу.
5. Укажите сходства и различия в химическом составе ДНК и РНК. Охарактеризуйте количественное содержание ДНК и РНК в организме и места их локализации в клетке.



6. Дайте понятие о принципе комплементарности азотистых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот. Выясните характер связи между комплементарными основаниями на конкретных примерах.
7. Укажите особенности нуклеотидного состава ДНК. Дайте правила Чаргаффа и объясните их сущность.
8. Опишите характерные черты вторичной структуры ДНК. Объясните природу сил, удерживающих молекулу ДНК в таком состоянии.
9. Дайте сравнительную характеристику всех видов РНК. Оформите ответ в виде таблицы, указав молярную массу, минорные основания, углеводы, структуру, место локализации, функции.
10. Опишите особенности первичной структуры т-РНК.
11. Нарисуйте модель вторичной структуры т-РНК и поясните функциональное значение отдельных участков молекулы.
12. Выявите закономерности первичной структуры высокополимерных р-РНК, особенности их вторичной и третичной структур.
13. Опишите характерные особенности бактериальной и-РНК и ДНК.
14. Напишите таутомерные формы оснований: гуанина, 5-оксиметилцитозина, N<sub>6</sub>-метиладенина, 5-метилурацила.
15. Напишите химические формулы уридиловой и псевдоуридиловой кислот. Укажите, в состав каких нуклеиновых кислот они входят. Объясните роль псевдоуридиловой кислоты как структурного мономера.
16. Напишите химические формулы гуанозин-3'-монофосфата, тимидин-5'-монофосфата и уридин-3'-монофосфата. Укажите, какие из нуклеотидов являются только продуктами деградации нуклеиновых кислот и какие из них могут участвовать в ресинтезе.

## **V. Ферменты**

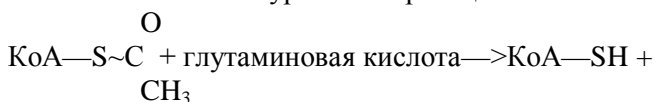
1. Укажите особенности строения ферментов-протеинов и ферментов-протеидов. Покажите различие между простетическими

- группами и коферментами. Приведите по одному примеру. Определите, к каким классам и подклассам относятся данные ферменты. ' 2. На примерах химотрипсина и цитохрома покажите строение каталитических центров ферментов. Определите классы и подклассы ферментов.
3. Расшифруйте мультимерное строение глутаматдегидрогеназы. Напишите химические формулы коферментов мономеров. Определите классы и подклассы каждого из ферментов.
  4. Покажите разнокачественность субъединиц в молекулах изозимов лактатдегидрогеназы. Определите класс и подкласс фермента. Объясните значение изучения состава изозимов для медицины, генетики и селекции.
  5. Напишите химические формулы коферментов-энзимов синтетазы высших жирных кислот и дайте понятие мультиэнзимного комплекса. Назовите классы и подклассы названных ферментов.
  6. Дайте схему механизма действия ацетилхолинэстеразы. Укажите значение данного процесса, определите класс и подкласс фермента.
  7. Приведите схемы конкурентного и неконкурентного ингибирования фермента, используя конкретные примеры. Определите классы приведенных ферментов.
  8. Дайте схему механизма действия пиридоксальфермента в реакции переаминирования аланина с щавелевоуксусной кислотой. Укажите класс и подкласс фермента.
  9. При действии азотистой кислоты на НАД происходит дезаминирование адениновой части молекулы с образованием гипоксантинового производного без дальнейшего изменения молекулы НАД. Напишите уравнение этой реакции и объясните, кофермент-ом какого класса и подкласса ферментов является НАД.
  10. Фермент лактатдегидрогеназа окисляет молочную кислоту в пировиноградную. Покажите с помощью уравнения данной реакции механизм действия кофермента НАД.
  11.  $\beta$ -Оксибутиратдегидрогеназа окисляет  $\beta$ , D-оксимасляную кислоту (переноса водород на кофермент НАД) в ацетоуксус-

ную кислоту. Напишите уравнение этой реакции, объясните механизм действия кофермента.

12. Янтарная кислота окисляется флавопротеидом (с коферментом ФАД) до фумаровой кислоты. Напишите полное уравнение этой реакции. Определите класс и подкласс названного фермента и объясните механизм его действия.

13. Напишите полное уравнение реакции:



+ N-ацетилглутаминовая кислота

Укажите класс и подкласс фермента, имеющего коферментом коэнзим-А.

14. Под влиянием фермента фосфоглицератфосфомутазы 2-фосфо-D-глицерат превращается в 3-фосфо-D-глицерат. Напишите схему этого превращения и укажите класс и подкласс фермента, ускоряющего данный процесс.

15. Пируваткарбоксилаза катализирует реакцию:

АТФ + пировиноградная кислота + CO<sub>2</sub> → АМФ + ортофосфат + оксалоацетат. Напишите уравнение этой реакции и укажите класс и подкласс фермента, ускоряющего процесс.

16. Напишите уравнения реакций, в которых участвуют в качестве коферментов тиаминпирофосфат, липоат, пиридоксаль-фосфат.

## VI. Обмен нуклеиновых кислот

1. Напишите начальный этап ферментативного фосфорилиза аланиновой т-РНК, выделенной из пекарских дрожжей. Назовите фермент, катализирующий процесс фосфорилиза, и образовавшиеся продукты реакции.

2. Выберите компоненты, необходимые для синтеза дезоксирибо-нуклеотидов.

- а) нуклеозидмонофосфаты; б) нуклеозиддифосфаты;
- в) нуклеозидтрифосфаты; г) НАДФН;
- д) рибонуклеотидредуктаза;

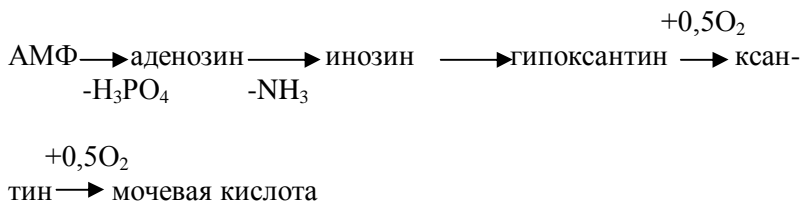
е)АТФ; ж)дезоксирибоза; з)тиоредоксинредуктаза; и)НАДН;  
к)тиоредоксин.

3. Напишите уравнения реакций ферментативного дезаминирования всех пуриновых и пиримидиновых оснований, назовите конечные продукты реакций и ферменты, катализирующие этот процесс.

4. Укажите различие в деструкции дезаминированных пуриновых и пиримидиновых оснований, назовите конечные продукты реакций и ферменты, катализирующие процесс.

5. Укажите различие в деструкции дезаминированных пуриновых и пиримидиновых оснований. Приведите схемы дальнейшего деструктивного превращения 5-метилурацила до карбаминовой кислоты и гипоксантина до мочевой кислоты. Напишите ферменты, ускоряющие эти процессы.

6. Дайте уравнения реакции распада мононуклеотида в соответствии со схемой:



Укажите ферменты, ускоряющие процесс.

7. В химиотерапии рака используют 5-фторурацил – структурный аналог тимина. Установлено, что он подавляет синтез ДНК в быстрорастущих тканях, ингибируя тимидилатсинтетазу. Напишите реакцию, катализируемую тимидилатсинтетазой. Назовите кофермент.

8. Дайте характеристику ДНК-полимеразы III. Приведите схему биосинтеза фрагмента на матрице — $\partial A-\partial G-\partial C-\partial A-\partial T-$   
 $\partial C-\partial G-\partial T-\partial T-$  при ее участии.

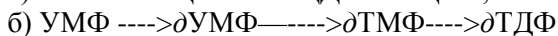
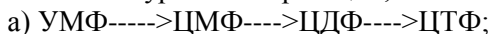
9. Приведите схему механизма обеспечения специфичности воспроизведения первичной структуры при биосинтезе белка. Укажите роль различных видов РНК и ДНК в этом процессе.

10. Охарактеризуйте строение, свойства и механизм действия РНК-полимеразы. Приведите схему последовательного расположения нуклеотидов во фрагменте и-РНК, синтезированном на матрице — $\delta$ Г— $\delta$ А— $\delta$ Г— $\delta$ Т— $\delta$ Ц— $\delta$ Т— $\delta$ А— $\delta$ Г— $\delta$ Т— при участии ДНК-зависимой РНК-полимеразы.

11. Объясните комплементарный механизм репликации ДНК и его роль в обеспечении специфичности воспроизведения структуры. Дайте соответствующие схемы.

12. Покажите роль 5-фосфорибозил-1-пирофосфата в биосинтезе нуклеотидов с пиримидиновыми и пуриновыми основаниями. Напишите соответствующие уравнения реакций.

13. Напишите уравнения реакций, соответствующие схемам:

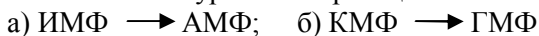


Укажите ферменты, катализирующие эти реакции.

14. Покажите сходство и различие в биосинтезе пуриновых и пиримидиновых оснований. Пронумеруйте пуриновые и пиримидиновые циклы и укажите происхождение каждого из атомов углерода и азота.

15. Приведите схему биосинтеза бактериальной РНК при участии полинуклеотидфосфорилазы. Укажите характерные особенности данного процесса.

16. Напишите уравнения реакций соответствующие схемам:



Укажите ферменты, ускоряющие эти процессы.

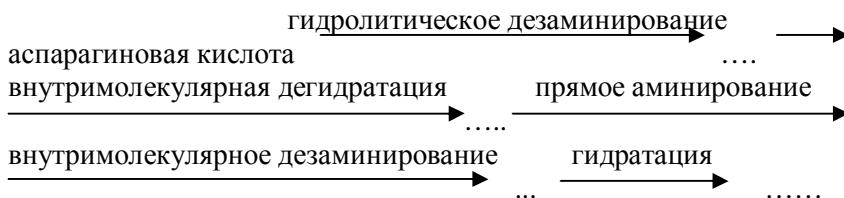
## VII. Обмен белков

1. Какие амины образуются в результате декарбоксилирования аланина, лизина, тирозина, гистидина, триптофана? Какова их роль в организме? Напишите уравнения реакций декарбоксилирования названных аминокислот и укажите ферменты, ускоряющие данные процессы.

2. Какие метаболиты образуются в результате окислительного дезаминирования глутаминовой кислоты, аспарагиновой кислоты и аланина? Напишите уравнения реакций дальнейшего

превращения метаболитов в организме. Назовите ферменты, катализирующие эти процессы.

3. Напишите уравнения реакций, протекающих в соответствии со схемой:



Назовите ферменты, ускоряющие отдельные этапы превращения.

4. Составьте уравнения реакций переаминирования гистидина и глиоксиловой кислоты. Покажите на данных примерах механизм действия пиридоксальфермента.

5. Дайте возможные пути биосинтеза аланина, аспарагиновой кислоты и орнитина в организме. Напишите соответствующие уравнения реакций.

6. Участок правой цепи ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов: ГТААЦАЦТАГТТАААТАЦГ... Какова возможная последовательность аминокислот белка, синтезируемого при участии и-РНК, транскрибируемой данным фрагментом цепи ДНК? Объясните, используя таблицу генетического кода.

7. Фрагмент левой цепи ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ТГТТТАТЦААЦГТААГЦААЦ... Какова возможная первичная структура фрагмента белка, синтезированного при участии и-РНК, транскрибируемой данным фрагментом ДНК? Изобразите схематически последовательность аминокислот в белке. Укажите этапы транскрипции и трансляции.

8. Напишите возможную последовательность нуклеотидов в гене пептида вазопрессина, используя генетический код и принципы матричного механизма биосинтеза белка.

9. Напишите последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента молекулы ДНК, если известно, что первичная структура фрагмента кодируемого белка соответствует: ала-тре-лиз-

асп-сер-гли-глу-асп...

10. Фрагмент левой цепи ДНК имеет структуру: ТАТТЦТТТТГТГГЦАЦГ... Какова первичная структура фрагмента белка, если он синтезируется согласно генетической информации в противоположной цепи ДНК?

11. Часть молекулы белка имеет структуру: сер-ала-тир-лей-асп... Каков состав антикодонов т-РНК, участвующих в биосинтезе этого белка? Объясните механизм трансляции.

12. С какими антикодонами т-РНК участвуют в синтезе пептида окситоцина? Объясните механизм элонгации.

13. Участок правой цепи ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: АЦААТААААГТТГЦЦЦ... Какова первичная структура фрагмента белка, соответствующего такой генетической информации? Какой станет первичная структура синтезируемого белка, если в этой цепи ДНК выпадает восьмой нуклеотид?

14. Какой станет первичная структура синтезируемого участка белка, если во фрагменте цепи ДНК ...ГТТААЦАТТЦААТГТ... выпадает десятый нуклеотид? Укажите, на каком уровне осуществилась регуляция биосинтеза участка белковой молекулы.

15. Начальная часть одной цепи макромолекулы нормального гемоглобина человека имеет структуру: гис-вал-лей-лей-тре-про-глу-глу. Какова структура соответствующей части гена гемоглобина? Постройте схему и определите этапы трансляции и транскрипции.

### **VIII. Углеводы и их обмен**

1. Покажите сходство и различие между гликолизом и гликогенолизом, гликолизом и дыханием. Напишите уравнения реакций, устанавливающих различие названных процессов.

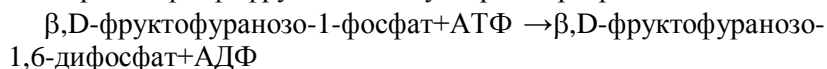
2. Установите сходство и различие между фосфолизом и гидролизом полисахаридов. Приведите примеры.

3. Напишите уравнения реакций фосфорилирования галактозы при участии соответствующей киназы и дальнейшего перехода

фосфорного эфира галактозы во фруктозо-6-фосфат. Дайте полное название метаболитов и ферментов ускоряющих эти реакции.

4. Установите взаимосвязь глиоксилатного цикла и цикла три- и дикарбоновых кислот. Покажите соответствующими уравнениями реакций роль ацетил-КоА в указанных процессах.

5. Фермент фосфофруктокиназа ускоряет превращение



Напишите полное уравнение реакции и укажите, в каком процессе эта реакция является начальным этапом.

6. При каком пути деструкции моносахаридов приведенная ниже реакция занимает центральное место фруктозо-1,6-дифосфат  $\rightarrow$  трифосфодиоксиацетон + 3-фосфоглицериновый альдегид?

Напишите полное химическое уравнение реакции и объясните значение этого пути распада моносахаридов для организма.

7. Каковы пути распада пировиноградной кислоты в организме в анаэробных и аэробных условиях? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

8. Напишите уравнения реакций фосфорилирования АДФ на уровне субстрата при распаде моносахаридов по дихотомическому пути.

9. Покажите значение метаболитов цикла трикарбоновых и дикарбоновых кислот в общем обмене веществ. Напишите соответствующие химические уравнения реакций.

10. Выясните, на каких этапах цикла три- и дикарбоновых кислот происходит высвобождение окисленных углеродных атомов ацетильных остатков. Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

11. Покажите значение метаболитов апотомического распада моносахаридов в липидном и нуклеиновом обмене. Напишите полные уравнения реакций, укажите ферменты, ускоряющие соответствующие этапы превращения.

12. Используя схему превращений метаболитов в цикле три- и дикарбоновых кислот, найдите этапы дегидрирования метабо-



литов. Напишите химические уравнения реакций и, учитывая особенности передачи энергии на синтез АТФ через систему дыхательных ферментов, подсчитайте число синтезированных молекул АТФ за один цикл превращения.

13. При фотосинтетическом биосинтезе моносахаридов происходит превращение 3-фосфоглицериновой кислоты в 3-фосфоглицериновый альдегид. Помня, что данное превращение представляет собой обращение соответствующего этапа дихотомического распада глюкозы, напишите полные уравнения реакций с указанием ферментов, ускоряющих эти процессы.

14. Укажите, в чем отличие дихотомического пути распада углеводов от апотомического. Найдите пути взаимного перехода одного из них в другой. Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

15. Назовите донаторов гликозильных остатков при биосинтезе полисахаридов. Ответ подтвердите примерами.

## **IX. Характеристика липидов и их обмен**

1. Напишите уравнения реакции ступенчатого ферментативного гидролиза триглицеридов: пальмитодиолеина, олеодилаурина, триолеина.

2. Высшие жирные кислоты разрушаются преимущественно путем  $\beta$ -окисления. Осуществите ступенчатый ферментативный распад пальмитоолеиновой кислоты указанным способом. Назовите промежуточные продукты и ферменты, ускоряющие процесс.

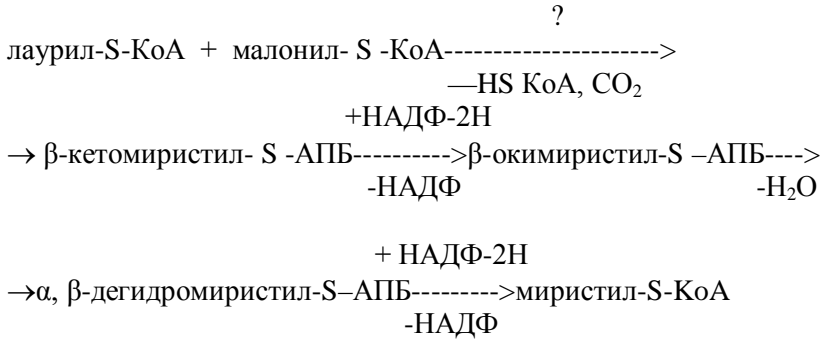
3. Линолевая кислота разрушается путем  $\beta$ -окисления. Напишите уравнения реакций ступенчатого ферментативного распада линолевой кислоты. Назовите метаболиты и ферменты, катализирующие реакции.

4. HS-CoA необходим для активирования высших жирных кислот. Укажите пути его высвобождения в организме животных и напишите соответствующие уравнения реакций.

5. В биосинтезе пальмитиновой кислоты одной из промежуточных стадий является превращение:

капронил-S-КоА→каприл-S-КоА. Напишите уравнения реакций и укажите ферменты, ускоряющие эти процессы.

6. Осуществите превращения в соответствии со схемой:



Назовите ферменты, ускоряющие эти процессы.

7. Фосфатидным путем осуществите биосинтез коламинфосфатида. Напишите полные химические уравнения реакций и укажите ферменты, ускоряющие процессы.

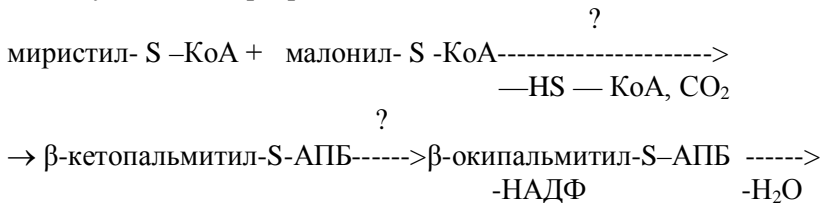
8. Путем реакций трансацелирования глицерофосфата осуществите синтез триглицерида  $\alpha, \alpha$ -диолео- $\beta$ -пальмитина.

9. Моноглицеридным путем осуществите биосинтез  $\alpha, \alpha$ -дипальмито- $\beta$ -стеарина. Отметьте преимущество данного типа биосинтеза перед фосфатидным.

10. Осуществите биосинтез серинфосфатида. Напишите полные уравнения реакций и укажите ферменты, ускоряющие эти процессы.

11. Напишите уравнения гидролиза пальмитоэргостерида и стеароситостерида. Дайте названия ферментам, ускоряющим реакции. Укажите, в каких организмах возможно присутствие данных стеридов.

12. Осуществите превращения в соответствии со схемой:



?

→ $\alpha,\beta$ -дегидропальмитил-S-АПБ----->пальмитилтил-S-КоА  
-НАДФ

Назовите ферменты.

13. Осуществите биосинтез мевалоновой кислоты из ацетил-S-КоА. Какова роль мевалоновой кислоты в биосинтезе стеридов?

14. В биосинтезе стеариновой кислоты одной из промежуточных стадий является превращение: каприл- S - КоА→капринил-S-КоА. Напишите уравнения реакций и укажите ферменты, ускоряющие эти процессы.

15. Завершающим этапом биосинтеза церотиновой кислоты является превращение: лигноцерил- S -КоА→церотил- S -КоА. Напишите уравнения реакций и назовите ферменты, ускоряющие эти процессы.

## Х. Биологическое окисление

1. Охарактеризуйте оксидоредуктазы, обеспечивающие дегидрирование субстратов и передачу атомов водорода непосредственно на кислород. Напишите полное уравнение реакции превращения гликолевой кислоты в глиоксиловую, показав участие фермента.

2. Напишите полные уравнения реакций окисления изолимонной кислоты до  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты. Покажите участие первичной и вторичной дегидрогеназ в этом процессе и подсчитайте число синтезированных молекул АТФ.

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

4. Покажите отличие окисления на уровне янтарной кислоты, от окисления на уровне яблочной кислоты в цикле три- и дикарбоновых кислот. Напишите полные уравнения этих реакций с участием дегидрогеназ.

5. Охарактеризуйте окислительное фосфорилирование на примере окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты. Чем отличается окислительное фосфорилирование от фотосинтетического?
6. Покажите отличие фотосинтетического фосфорилирования и фосфорилирования на уровне субстрата. Приведите примеры. Напишите уравнения реакций названных процессов.
7. Укажите локализацию окислительного фосфорилирования в клетке.
8. Сопоставьте энергетический баланс деструкции углеводов при гидролизе и брожении. Сделайте соответствующие расчеты.
9. Объясните энергетический эффект процесса дыхания при дихотомическом распаде углеводов. Произведите расчеты.
10. Рассчитайте количество синтезированных молекул АТФ при деструктивном распаде пальмитил-S-КоА.
11. Рассчитайте энергетический эффект при полной деструкции триолеина.
12. Рассчитайте энергетический эффект при полной деструкции дипальмитоолеина.
13. Рассчитайте энергетический эффект реакций окисления холина в бетаин, учитывая роль системы дыхательных ферментов. Напишите полные уравнения реакций.
14. Произведите расчет энергетического расхода в процессе биосинтеза трех молекул пальмитиновой кислоты, учитывая участие соответствующих дегидрогеназ в этом процессе.
15. Произведите расчет расхода энергии АТФ в процессе фотосинтеза глюкозы. Расчет подтвердите написанием соответствующих уравнений реакций.

## **XI. Гормоны**

1. Дайте общую классификацию гормонов и приведите примеры, характеризующие каждый из классов.
2. Охарактеризуйте сходство и различие в действии глюкагона и инсулина. Укажите, к какому классу относятся названные гормоны.

3. Установите сходство и различие в механизме действия адреналина и тироксина. Укажите особенности структуры данных гормонов и особенности их биосинтеза.
4. Укажите отличие механизма действия стероидных гормонов от механизма действия пептидных гормонов. Приведите примеры.
5. Охарактеризуйте роль циклической АМФ в регуляции биосинтеза тестостерона.
6. Охарактеризуйте сходство и различие в действии соматотропина (гормона роста) и инсулина. Укажите, к какому классу относится каждый из них.
7. Покажите специфику действия гормонов гипофиза. Выясните роль тиреотропина и вазопрессина.
8. Охарактеризуйте гормоны желудочно-кишечного тракта.
9. Дайте характеристику гормонов растений ауксинов и гиббереллинов.
10. Приведите примеры биологически активных производных гормона адреналина. Напишите уравнения реакций их биосинтеза, покажите их физиологическое действие.
11. Укажите отличие в строении окситоцина и вазопрессина. На примере названных гормонов покажите сходство в механизме действия пептидных гормонов.
12. Составьте таблицу гормонов человека, в которую включите группу и названия, секретирующие железы, обменные процессы, на которые воздействует тот или иной гормон, и механизм действия каждого из них
13. Сопоставьте строение кортикостерона, альдостерона и эстрадиола. Установите сходство и различие в их воздействии на обменные процессы.
14. Сопоставьте строение адренокортикотропного гормона (АКТГ) и меланоцитостимулирующего гормона (МСГ). Установите сходство и различие в их воздействии на обменные процессы.
14. Дайте характеристику использования гормонов в сельском хозяйстве и медицине.

## **ХП. Взаимосвязь обмена веществ и регуляция процессов жизнедеятельности**

1. На примере превращений 3-фосфоглицеринового альдегида покажите взаимосвязь углеводного и липидного обменов. Напишите уравнения реакций.
2. Найдите конкретные формы взаимосвязи обмена белков и нуклеиновых кислот. Раскройте их сущность.
3. Напишите уравнения реакций, показывающих взаимосвязь апотомического пути распада углеводов и биосинтеза нуклеотидов.
4. Покажите роль нуклеозиддифосфосахаров в биосинтезе олиго- и полисахаридов. Напишите уравнения реакций.
5. Покажите значение метаболитов цикла три- и дикарбоновых кислот в белковом обмене. Напишите химические уравнения.
6. На примере превращений ацетил-S-КоА покажите взаимосвязь обмена углеводов и липидов.
7. На конкретных примерах продемонстрируйте опосредованную взаимосвязь обмена белков, углеводов и нуклеотидов.
8. Раскройте взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и липидов на конкретных примерах. Напишите химические уравнения, подтверждающие различные пути взаимосвязи указанных обменов.
9. Опишите уровни регуляции биосинтеза белка.
10. Охарактеризуйте оперонный уровень регуляции биосинтеза информационных макромолекул. Дайте понятие о латентном и активном состоянии информационных макромолекул.
11. Приведите примеры регуляции ферментативных процессов аденилатциклазой. Напишите химические уравнения.
12. Охарактеризуйте гормональную регуляцию углеводного обмена.
13. Напишите уравнения реакций первичного биосинтеза аминокислот из метаболитов углеводного обмена.
14. На примере превращения конечных продуктов деструкции пуриновых оснований покажите взаимосвязь нуклеинового, белкового и липидного обменов. Напишите уравнения реакций.
15. Свяжущим звеном в обмене липидов, белков и углеводов

является 3-фосфоглицериновая кислота Напишите уравнения реакций, характеризующих взаимосвязь указанных обменов.

### Перечень общепринятых сокращений

АДФ — аденозин-5'-дифосфат  
АМФ - аденозин-5'-монофосфат  
АКТГ — адренокортикотропный гормон  
АПБ — ацилпереносящий белок  
АТФ — аденозин-5'-трифосфат  
ГМФ- гуанозин-5'-монофосфат  
—ГГАЦ-----фрагмент полинуклеотидной цепи, состоящий из остатков нуклеотидов с азотистыми основаниями гуанина (Г), аденина (А) и цитозина (Ц)  
ДНК дезоксирибонуклеиновая кислота  
ИМФ — инозин-5'-монофосфат  
КМФ — ксантозин-5'-монофосфат  
НСКоА — кофермент фермента ацилтрансферазы (коэнзим А)  
МСГ — меланоцитостимулирующий гормон  
НАД — кофермент фермента (никотинамидадениндинуклеотид)  
НАДФ — кофермент фермента дегидрогеназы (никотинамидадениндинуклеотид-2'-фосфат)  
РНК — рибонуклеиновая кислота  
ТМФ — тимидин-5'-монофосфат  
УМФ — уридин-5'-монофосфат  
ФАД — кофермент фермента дегидрогеназы (флавинадениндинуклеотид)  
ЦМФ — цитидин-5'-монофосфат

## Вопросы для подготовки к экзамену.

1. Биохимия – как наука. Значение её для развития биологии, медицины, сельского хозяйства, промышленности. Методы биохимических исследований.
2. Аминокислоты как структурные элементы белков и пептидов ( строение, классификация). Физические, кислотно-основные и оптические свойства аминокислот.
3. Химические свойства аминокислот. Образование пептидной связи.
4. Понятие о заменимых и незаменимых, редких и постоянно встречающихся аминокислотах. Моноаминомонокарбоновые и диаминомонокарбоновые кислоты.
5. Моноаминодикарбоновые, кислородсодержащие и ароматические аминокислоты.
6. Серосодержащие и гетероциклические аминокислоты.
7. Пептиды. Пептидная связь. Строение полипептидной цепи.
8. Элементарный состав белков. Методы изучения состава белков. Изоэлектрическое состояние белковой молекулы.
9. Первичная структура белков. Схема установления первичной структуры белков. Первичная структура А- и В-цепей инсулина, рибонуклеазы,  $\alpha$ , $\beta$ -цепей гемоглобина.
10. Вторичная структура белков. Функции белков в организме. Простые белки.
11. Третичная структура белков. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры. Денатурация и ренатурация белков. Понятие о нативном белке.
12. Четвертичная структура белка. Сложные белки.
13. Строение ферментов и их биологическая роль. Сходство и различие биологических и неорганических катализаторов. Изозимы.
14. Механизм действия ферментов. Строение каталитического центра ферментов-протеинов и протеидов.
15. Свойства ферментов: термолабильность, зависимость активности от значения рН среды, специфичность.



16. Активаторы и ингибиторы ферментов. Конкуреннтное и неконкуреннтное торможение действия ферментов. Области практического использования ферментов.
17. Номенклатура и классификация ферментов.
18. Оксидоредуктазы. Анаэробные и аэробные дегидрогеназы.
19. Трансферазы, гидролазы и изомеразы.
20. Лиазы и лигазы. Коэнзим – А.
21. Коферменты – органические кофакторы ферментов (НАД, НАДФ, ФМН, ФАД).
22. Витамины, их биологическое значение. Витамерия.
23. Роль витаминов в питании человека и животных. Потребность в них. Классификация витаминов. Витамины: А и В<sub>1</sub>.
24. Жирорастворимые витамины. Витамины: Д и В<sub>3</sub>, их физиологическая роль.
25. Водорастворимые витамины. Витамины: Е и В<sub>2</sub>, их физиологическая роль.
26. Витамины: К, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub> и их физиологическая роль.
27. Витамины: С, Р, В<sub>12</sub> и их физиологическая роль.
28. Антивитамины, антибиотики, фитонциды, гербициды, механизм их действия.
29. Нуклеиновые кислоты. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований.
30. Нуклеозиды и нуклеотиды. АТФ и её значение в энергетическом обмене.
31. Различие между ДНК и РНК.
32. Первичная и вторичная структура ДНК и РНК.
33. Типы РНК.
34. Нуклеотидный состав ДНК. Правило Е. Чаргаффа.
35. Принципы комплементарности пуриновых и пиримидиновых оснований и его реализация в структуре ДНК.
36. Распад нуклеиновых кислот. Конечные продукты распада пуриновых и пиримидиновых оснований.
37. Понятие о синтезе пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Механизм биосинтеза ДНК и РНК.
38. Репликация ДНК. Комплементарный механизм обеспечения специфичности.

39. Синтез РНК (транскрипция). Особенности этого процесса у про- и эукариотов.
40. Гидролиз белков. Ферменты, обеспечивающие этот процесс.
41. Метаболизм аминокислот. Преобразование аминокислот по аминокарбоксильной группе и радикалу. Обмен аминокислот как источник возникновения биологически активных соединений.
42. Конечные продукты распада аминокислот. Биосинтез мочевины (орнитинный цикл).
43. Пути новообразования аминокислот.
44. Пути и механизмы синтеза белков в природе. Матричная система биосинтеза белков. Строение и модели работы рибосом.
45. Структура и функции углеводов. Обмен углеводов. Пути распада поли- и олигосахаридов.
46. Метаболизм моносахаридов. Дихотомический и апотомический пути распада глюкозо-6-фосфата.
47. Обмен пировиноградной кислоты. Спиртовое и молочнокислое брожение
48. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса).
49. Механизм первичного биосинтеза углеводов и его энергетическое обеспечение.
50. Синтез углеводов гетеротрофными организмами.
51. Классификация липидов и их роль в построении биомембран. Жиры, воски, стериды.
52. Сложные липиды – фосфо- и гликолипиды, их биологическое значение.
53. Обмен триглицеридов. Ферменты его обеспечивающие. Обмен глицерина.
54. Механизм  $\alpha, \beta$ -окисления высших жирных кислот (ВЖК).
55. Механизм биосинтеза высших жирных кислот.
56. Механизм биосинтеза триглицеридов.
56. Взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.

57. Понятия о биологическом окислении. Свободное окисление и окисление сопряженное с фосфорилированием. Микросомальное окисление.
58. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата и на уровне электроннотранспортной цепи.
59. Механизмы биосинтеза АТФ.
60. Гормоны: структура, функции, механизм действия и применение.
61. Взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.
62. Уровни регуляции обмена веществ.

Учебное издание

# **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Учебно-методический комплекс

**Составитель –  
Ляшевская Надежда Викторовна**