

I. **Название курса:** Биохимия.

II. **Шифр дисциплины.**

III.

А. Цель дисциплины - освоение студентами базовых фундаментальных знаний в области биохимии, умение самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и навыки, используя междисциплинарные системные связи наук.

Б. Задачи дисциплины - формирование базовых знаний в области биохимии, как дисциплины, интегрирующей физические и биологические подходы к изучению живой природы. Развитие у студентов умений использовать фундаментальные знания в решении задач генетической инженерии.

IV. **Место дисциплины.**

А, Б.

В. Перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины: Общая химия, органическая химия, физическая химия, цитология.

Г. Общая трудоёмкость – 288 а.ч., 8 зачётных единиц.

Д. Форма промежуточной аттестации – экзамен

V. **Формы проведения.**

Лекции – 60 а. ч.

Лабораторных занятий – 180 а. ч.

Формы текущего контроля – контрольные работы, коллоквиумы.

VI.

VII. **Содержание дисциплины.**

Программа курса.

Введение.

История развития биохимии. Роль биохимии в понимании процессов жизнедеятельности. Связь биохимии с другими науками.

Раздел 1. Основные классы биологически активных соединений.

Тема 1. Углеводы. Моносахариды, производные моносахаридов. Гликозиды. Олигосахариды. Полисахариды.

Тема 2. Липиды. Общая характеристика, классификация и биологическая роль липидов. Фосфо- и гликолипиды. Изопреноиды. Стероиды.

Тема 3. Аминокислоты, их общие свойства и классификация. Незаменимые аминокислоты.

Тема 4. Белки. Пептидная связь, ее свойства. Пептиды. Общая характеристика белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Уровни структурной организации белков. Функции белков в живых организмах.

Тема 5. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеотидные коферменты. Первичная структура нуклеиновых кислот. Структура ДНК. Принцип комплементарности. Типы РНК и особенности ее структуры.

Раздел 2. Общие аспекты организации метаболизма.

Тема 6. Биологические катализаторы – ферменты. Важнейшие особенности ферментов как катализаторов. Механизмы ферментативного катализа. Номенклатура и классификация ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов. Строение механизмы действия коферментов.

Тема 7. Основные принципы организации метаболических путей. Способы достижения необратимости метаболического пути. Различия в путях синтеза и распада веществ. Принципы регуляции метаболических путей. Макроэргические соединения и их роль в биохимических процессах. Роль АТФ в процессах жизнедеятельности. Пути образования и расходования АТФ.

Тема 8. Мембраны и транспорт веществ.

Раздел 3. Обмен углеводов и липидов.

Тема 9. Активация моносахаридов. Биологическая роль нуклеозиддифосфатсахаров. Пути взаимопревращений моносахаридов. Физиологическая роль пентозофосфатного пути.

Тема 10. Биосинтез олигосахаридов. Биосинтез крахмала, гликогена и целлюлозы. Пути распада полисахаридов.

Тема 11. Гликолиз, его физиологическая роль и локализация в клетке. Глюконеогенез. Регуляция глюконеогенеза и гликолиза. Окислительное декарбоксилирование пирувата.

Тема 12. Биосинтез жирных кислот. Образование ненасыщенных жирных кислот. Биосинтез триацилглицеридов и фосфоглицеридов. Биосинтез сфингозина и сфинголипидов. Биосинтез изопреноидов и стероидов. Гидролиз липидов в живых организмах. Судьба глицерина и β -окисление жирных кислот.

Раздел 4. Биоэнергетика.

Тема 13. Цикл ди- и трикарбоновых кислот. Его локализация, физиологическая роль и регуляция. Глиоксилатный цикл и его роль. Механизмы субстратного фосфорилирования.

Тема 14. Дыхательная цепь и ее локализация. Строение и функции I, II и III комплексов. Q-цикл. Строение и механизм функционирования цитохром с-оксидазного комплекса. Трансмембранный потенциал ионов водорода и его роль в окислительном фосфорилировании. АТФ-синтетаза.

Раздел 5. Обмен азотистых соединений.

Тема 15. Биохимические превращения неорганических соединений азота. Азотфиксация. Включение азота в аминокислоты. Глутаминсинтетаза и глутаматсинтетаза. Переаминирование.

Тема 16. Синтез распад пролина и аргинина. Биосинтез аминокислот аспарагинового семейства. Биосинтез серина и глицина. Биосинтез ароматических аминокислот. Синтез аминокислот с разветвленными радикалами. Роль компонентов гликолиза и цикла ди- и трикарбоновых кислот в биосинтезе аминокислот. Распад аминокислот. Орнитиновый цикл (цикл мочевины). Сопряжение процессов углеводного, липидного и аминокислотного обмена. Нерибосомный синтез пептидных связей.

Тема 17. Обмен нуклеотидов. Биосинтез и распад пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция пиримидинового обмена. Биосинтез и распад пуриновых нуклеотидов. Биосинтез дезоксинуклеотидов и тимина.

Рекомендованная литература:

1. Ленинджер А. Биохимии. М. Мир, 1974.
2. Ленинджер А. Основы биохимии в 3-х томах. М. Мир, 1985.
3. Мещлер Д. Биохимия. М. Мир, 1980.
4. Уайт А., Хендлер Ф. и др. Основы биохимии. М. Мир, 1981.
5. Биохимия человека. М. Мир, 199
6. Основы биохимии Ленинджера. М. Бином, 2011.

Конспекты лекций.

Лекция 1. Введение. Моносахариды.

История развития биохимии. Роль биохимии в понимании процессов жизнедеятельности. Связь биохимии с другими науками. Основные классы биологически активных соединений.

Моносахариды, их свойства и физиологическая роль. Многообразие моносахаридов. Производные моносахаридов: аминсахара, дезоксисахара, сахарные кислоты. Гликозиды.

Лекция 2. Олигосахариды. Запасные полисахариды.

Олигосахариды, их типы. Сахароза. Лактоза. Мальтоза. Раффиноза, стахиоза и вербаскоза. Кестозы. Роль олигосахаридов в живых организмах. Виды полисахаридов: линейные гомополисахариды, Разветвлённые полисахариды, регулярные полисахариды, нерегулярные полисахариды. Крахмал, его структура и виды. Амилоза и амилопектин. Гликоген. Инулин. Леван. Граминаны.

Лекция 3. Структурные полисахариды.

Целлюлоза: химическое строение, пространственная ориентация мономерных остатков, надмолекулярные комплексы. Другие полисахариды клеточных стенок растений. Хитин – полимер N-ацетилглюкозамина. Распространение и роль хитина. Агароза: строение и распространение. Другие полисахариды водорослей. Мукополисахариды животных: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты, кератансульфаты, дерматансульфат, гепарин. Муреин – основа клеточных стенок бактерий.

Лекция 4. Липиды.

Общая характеристика, классификация и биологическая роль липидов. Триацилглицериды. Фосфоглицериды и гликолипиды, их роль в живых организмах. Сфинглипиды. Изопrenoиды. Их многообразие, распространение и физиологическая роль.

Лекция 5. Стероиды. Аминокислоты.

Стерины, их структура и биологическая роль. Желчные кислоты. Стероидные гормоны. Аминокислоты, их общие свойства. Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты. Классификация протеиногенных аминокислот: неполярные, заряженные и полярные незаряженные аминокислоты. Незаменимые аминокислоты. Ароматические аминокислоты. Серосодержащие аминокислоты, их роль в структуре белка и в биохимических процессах.

Лекция 6. Пептиды и белки.

Пептидная связь, ее свойства. Пептиды. Биологические функции пептидов: гормоны, антибиотики, токсины, компоненты клеточных стенок. Общая характеристика белков. Последовательность аминокислот – первичная структура белка. Размеры белков. Заряд белка и его связь с рН, изоэлектрическая точка. Форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки.

Лекция 7. Макромолекулярная структура белков.

Уровни структурной организации белков. Вторичная структура – регулярная укладка полипептидной цепи за счёт водородных связей, образуемых пептидными группами. Третичная структура белка – компактная пространственная укладка полипептидной цепи. Природа сил, определяющих формирование третичной структуры белка. Четвертичная структура белка и ее значение. Примеры белков с различной четвертичной структурой.

Лекция 8. Функции белков в живых организмах.

Каталитическая функция, ферменты. Структурная функция, особенности структуры кератинов, коллагенов, фиброинов, спайдерининов и экстензинов. Транспортная функция. Трансмембранный транспорт. Гемоглобин и другие транспортные белки крови. Механохимическая функция. Актины и миозины. Кинезины и динеины. Белки бактериальных жгутиков. Регуляторная функция. Белки - регуляторы транскрипции и трансляции. Протеинкиназы и другие белки – регуляторы ферментов. Гормоны и рецепторы гормонов. Функция защиты и нападения. Яды и токсины. Белки иммунной системы, белки системы свёртывания крови. Запасующая и энергетическая функция.

Лекция 9. Нуклеотиды.

Общий план строения нуклеотидов. Углеводный остаток. Азотистые основания. Пуриновые и пиримидиновые основания. Никотинамидные и флавиновые нуклеотиды. Нуклеозиды. Присоединение фосфата к нуклеозиду, нуклеотиды. Моно- ди- и трифосфаты нуклеотидов, их роль в энергетическом обмене. Роль АТФ в процессах жизнедеятельности. Пути образования и расходования АТФ. Нуклеотидные коферменты. Механизмы их функционирования.

Лекция 10. Нуклеиновые кислоты

Соединения нуклеотидов в полимерную цепь, фосфодиэфирная связь. Первичная структура нуклеиновых кислот. Размеры молекул нуклеиновых кислот. РНК и ДНК, их локализация в клетке. Правила Чаргаффа. Двухспиральная структура ДНК. Принцип комплементарности. А, В и Z формы двойной спирали. Типы РНК и особенности ее структуры шпильки, петли, псевдоузлы, домены..

Лекция 11. Ферменты-1.

Биологические катализаторы – ферменты. Важнейшие особенности ферментов как катализаторов: высокая эффективность катализа, специфичность, регулируемость, роль этих особенностей в процессах жизнедеятельности. Способность некоторых ферментов к сопряжению химических реакций. Механизмы ферментативного катализа. Кислотно-основной катализ. Ковалентный катализ. Эффект концентрирования и ориентации реагентов. Стабилизация переходного состояния. Катализ ионами металлов.

Лекция 12. Ферменты-2.

Номенклатура ферментов. Принципы классификации ферментов. Классы ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы и синтетазы. Деление классов на подклассы и подподклассы. Кинетика ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов.

Лекция 13. Коферменты, механизмы их действия.

Никотинамидные коферменты. Флавиновые коферменты. Порфириновые коферменты, цитохромы. Липоевая кислота. FeS-кластеры. Тиаминпирофосфат. Пиридоксальфосфат. Биотин. Кофермент А. Тетрагидрофолат и другие птеринового коферменты.

Лекция 14. Общие аспекты метаболизма.

Основные принципы организации метаболических путей. Способы достижения необратимости метаболического пути. Различия в путях синтеза и распада веществ. Принципы регуляции метаболических путей. Макроэргические соединения и их роль в биохимических процессах.

Лекция 15. Взаимопревращения моносахаридов.

Активация моносахаридов, киназы и мутазы. Образование нуклеозиддифосфатсахаров. Изомеризация гексозофосфатов. Пентозофосфатный путь, его физиологическая роль и варианты окончания. Биосинтез уроновых кислот, ксилиты, арабинозы. Образование аminosахаров.

Лекция 16. Биосинтез олиго- и полисахаридов.

Биосинтез сахарозы. Роль сахарозы в биосинтезе кестозы и фруктозанов. Роль галактонола в биосинтезе галактозосодержащих олигосахаридов растений. Биосинтез лактозы. Биосинтез крахмала: образование амилозы, ветвящий фермент. Биосинтез гликогена. Инициация, роль гликогенина. Удлинение и ветвление в синтезе гликогена. Биосинтез целлюлозы. Источник глюкозных мономеров. Инициация синтеза, роль ситостерола. Удлинение цепи и образование фибрилл целлюлозы.

Лекция 17. Распад полисахаридов.

Пути распада полисахаридов. Внеклеточное расщепление. Эндо- и экзогидролазы. α - и β -амилазы. Глюкоамилаза. Гликозидазы. Мальтаза и инвертаза. Внутриклеточный распад. Фосфорилазы. Расщепление в точках разветвлений. Регуляция синтеза и распада гликогена у млекопитающих.

Лекция 18. Распад моносахаридов.

Гликолиз, его физиологическая роль и локализация в клетке. Первый этап гликолиза - активация моносахарида, обеспечивающая необратимость процесса. Второй этап – окисление с выделением энергии в форме АТФ, субстратное фосфорилирование. Особенности завершающего этапа гликолиза у разных организмов и в различных условиях. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Пируватдегидрогеназный комплекс.

Лекция 19. Биосинтез моносахаридов.

Глюконеогенез - обращение гликолиза. Обход необратимых стадий гликолиза. Синтез фосфоенолпирувата из пирувата. Пируваткарбоксилаза и фосфоенолпируваткарбоксикиназа. Регуляция глюконеогенеза и гликолиза, роль гормонов.

Лекция 20. Биосинтез липидов.

Биосинтез жирных кислот. Химические реакции. Особенности строения мультиферментного комплекса, осуществляющего этот процесс, у разных организмов. Роль ацилпереносящего белка. Образование ненасыщенных жирных кислот. Биосинтез сфингозина и сфинголипидов.

Лекция 21. Синтез и распад липидов.

Образование глицерина. Биосинтез триацилглицеридов и фосфоглицеридов. Роль метионина в образовании холинсодержащих липидов. Гидролиз липидов в живых организмах. Липазы и фосфолипазы. Судьба глицерина. β -окисление жирных кислот, ферменты, коферменты и белки-переносчики, участвующие в этом процессе.

Лекция 22. Цикл ди- и три карбоновых кислот.

Синтез цитрата из оксалоацетата и ацетил-кофермента А. Изамеризация цитрата, асимметрия процесса. Окислительное декарбоксилирование цитрата. Окислительное декарбоксилирование α -кетоглутарата. Превращение сукцинил-КоА в сукцинат, механизм субстратного фосфорилирования. Особенности окисления сукцината в фумарат. Гидратация фумарата. Малатдегидрогеназная реакция, её равновесие. Локализация, физиологическая роль и регуляция цикла ди- и трикарбоновых кислот. Восполнение компонентов цикла: пируват карбоксилаза, фосфоенолпируваткарбоксикиназа, малик-фермент. Глиоксилатный цикл, его роль и локализация.

Лекция 23. Окислительное фосфорилирование.

Дыхательная цепь и ее локализация. Строение и функции I, II и III комплексов. Q-цикл. Роль цитохрома с. Строение и механизм функционирования цитохром с-оксидазного (IV) комплекса. Трансмембранный потенциал ионов водорода и его роль в окислительном фосфорилировании. АТФ-синтетаза.

Лекция 24. Обмен соединений азота.

Круговорот азота в биосфере. Биохимические превращения неорганических соединений азота. Азотфиксация. Восстановление нитратов до нитритов. Нитритредуктаза. Включение азота в аминокислоты. Глютаминсинтетаза и глутаматсинтетаза. Переаминирование, его механизм и физиологическая роль. Другие реакции аминокислот, проходящие с участием пиридоксальфосфата.

Лекция 25. Синтез аминокислот.

Синтез пролина и аргинина из глутаминовой кислоты. Биосинтез аминокислот аспарагинового семейства (аспарагина, треонина и метионина). Биосинтез аланина, серина и глицина. Синтез аминокислот с разветвленными радикалами.

Лекция 26. Биосинтез и распад аминокислот.

Биосинтез ароматических аминокислот через шикимовую кислоту. Биосинтез гистидина и лизина. Распад аминокислот. Переаминирование и дезаминирование. Орнитиновый цикл (цикл мочевины). Распад углеродного скелета аминокислот до компонентов цикла Кребса и гликолиза. Сопряжение процессов углеводного, липидного и аминокислотного обмена.

Лекция 27. Образование пептидных связей. Биосинтез и распад пиримидинов.

Способы активации аминокислот при образовании пептидной связи. Биосинтез глутатиона и карнозина. Особенности синтеза пептидных антибиотиков. Образование аминоацил-тРНК. Химизм синтеза пептидной связи на рибосоме. Распад белков. Протеосомы и убиквитинилирование. Протеазы и пептидазы. Биосинтез и распад пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция пиримидинового обмена.

Лекция 28. Биосинтез нуклеотидов и нуклеиновых кислот.

Биосинтез пуриновых нуклеотидов. Роль фосфорибозилпирофосфата. Происхождение различных атомов и групп в составе пуринового кольца. Особенности синтеза адениловых и гуаниловых нуклеотидов. Биосинтез дезоксинуклеотидов и тимина. Химия синтеза полинуклеотидов. Роль принципа комплементарности в процессе биосинтеза нуклеиновых кислот.

VIII.

IX. Образовательные технологии.

Используются хорошо зарекомендовавшие себя классические образовательные технологии: чтение лекций, обсуждение сложных вопросов курса, беседы о достижениях в области биохимии при осуществлении промежуточного и финального контроля усвоения материала студентами.

X. Примерный список вопросов для проведения текущей и промежуточной аттестации.

1. Моносахариды, их свойства и физиологическая роль. Производные моносахаридов. Гликозиды.
2. Олигосахариды, их типы и важнейшие представители.
3. Запасные полисахариды, их структура и роль.
4. Структурные полисахариды, их роль в построении клеточных стенок.
5. Общая характеристика, классификация и биологическая роль липидов.
6. Фосфо- и гликолипиды, их роль в живых организмах.
7. Изопrenoиды. Их многообразие, распространение и физиологическая роль.
8. Стероиды, их структура и биологическая роль.
9. Аминокислоты, их общие свойства и классификация. Незаменимые аминокислоты.
10. Серосодержащие аминокислоты. Их роль в структуре белка и в биохимических процессах.
11. Пептидная связь, ее свойства. Пептиды. Общая характеристика белков.
12. Глобулярные и фибриллярные белки.
13. Уровни структурной организации белков. Природа сил, определяющих формирование определенных уровней организации белка.
14. Четвертичная структура белка и ее значение. Примеры белков с различной четвертичной структурой.
15. Функции белков в живых организмах.
16. Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды.
17. Нуклеотидные коферменты. Механизмы их функционирования.
18. Биологические катализаторы – ферменты. Важнейшие особенности ферментов как катализаторов.

19. Механизмы ферментативного катализа.
20. Номенклатура и классификация ферментов.
21. Кинетика ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов.
22. Макроэргические соединения и их роль в биохимических процессах.
23. Роль АТФ в процессах жизнедеятельности. Пути образования и расходования АТФ.
24. Основные принципы организации метаболических путей. Способы достижения необратимости метаболического пути. Различия в путях синтеза и распада веществ. Принципы регуляции метаболических путей.
25. Активация моносахаридов. Биологическая роль нуклеозиддифосфатсахаров. 26. Пути взаимопревращений моносахаридов. Физиологическая роль пентозофосфатного пути.
27. Биосинтез олигосахаридов. Роль сахарозы в биосинтезе фруктозанов.
28. Биосинтез крахмала, гликогена и целлюлозы.
29. Пути распада полисахаридов.
30. Регуляция синтеза и распада гликогена у млекопитающих.
31. Гликолиз, его физиологическая роль и локализация в клетке. Особенности завершающего этапа гликолиза у разных организмов и в различных условиях.
32. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Пируватдегидрогеназный комплекс.
33. Цикл ди- и трикарбоновых кислот. Его локализация, физиологическая роль и регуляция.
34. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата. Примеры этого процесса, связанные с гликолизом и циклом трикарбоновых кислот. Механизмы субстратного фосфорилирования.
35. Дыхательная цепь и ее локализация. Строение и функции I, II и III комплексов. Q-цикл.
36. Роль цитохрома c. Строение и механизм функционирования цитохром c-оксидазного комплекса.
37. Трансмембранный потенциал ионов водорода и его роль в окислительном фосфорилировании. АТФ-синтетаза.
38. Глиоксилатный цикл и его роль. Локализация глиоксилатного цикла.
39. Глюконеогенез. Регуляция глюконеогенеза и гликолиза.
40. Биосинтез жирных кислот. Особенности строения мультиферментного комплекса, осуществляющего этот процесс.
41. Биосинтез триацилглицеридов и фосфоглицеридов. Роль метионина.
42. Образование ненасыщенных жирных кислот. Биосинтез сфингозина и сфинголипидов.
43. Гидролиз липидов в живых организмах. Судьба глицерина и β -окисление жирных кислот.

44. Биохимические превращения неорганических соединений азота. Азотфиксация.
45. Включение азота в аминокислоты. Глютамисинтетаза и глутаматсинтетаза.
46. Переаминирование, его механизм и физиологическая роль. Другие реакции аминокислот, проходящие с участием пиридоксальфосфата.
47. Синтез и распад глутаминовой кислоты, глутамина, пролина и орнитина.
48. Биосинтез аминокислот аспарагинового семейства.
49. Орнитиновый цикл (цикл мочевины).
50. Оксиаминокислоты, их биологическая роль. Биосинтез серина и глицина.
51. Биосинтез ароматических аминокислот через шикимовую кислоту.
52. Синтез аминокислот с разветвленными радикалами.
53. Роль компонентов гликолиза и цикла ди- и трикарбоновых кислот в биосинтезе аминокислот.
54. Сопряжение процессов углеводного, липидного и аминокислотного обмена.
55. Биосинтез и распад пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция пиримидинового обмена.
56. Биосинтез и распад пуриновых нуклеотидов.
57. Биосинтез дезоксинуклеотидов и тимина.
58. Структура ДНК. Принцип комплементарности.
59. Типы РНК и особенности ее структуры.

XI. Рекомендованная литература:

1. Ленинджер А. Биохимии. М. Мир, 1974.
2. Ленинджер А. Основы биохимии в 3-х томах. М. Мир, 1985.
3. Метцлер Д. Биохимия. М. Мир, 1980.
4. Уайт А., Хендлер Ф. и др. Основы биохимии. М. Мир, 1981.
5. Биохимия человека. М. Мир, 1992.
6. Основы биохимии Ленинджера. М. Бином, 2011.

XII. Материально-техническое обеспечение.

Аудитория – ББА, компьютер и проектор, доска и мел.