

Программа внеурочной деятельности

«Практикум по биохимии»

10-11 классы

64 часа

Москва, 2021

1. Планируемые результаты освоения учебного курса

Личностные:

- знание основных принципов и правил отношения к живой природе, основ здоровьесберегающих технологий;
- реализация установок здорового образа жизни;
- сформированность познавательных интересов и мотивов, направленных на изучение живой природы, интеллектуальных умений (доказывать, строить рассуждения, анализировать, сравнивать, делать выводы);
- применять биохимические знания для организации и планирования собственного здорового образа жизни и деятельности, благополучия своей семьи и благоприятной среды обитания человечества;
- формирование всесторонне образованной, инициативной и успешной личности, обладающей системой современных мировоззренческих взглядов, ценностных ориентаций, идейно-нравственных, культурных, гуманистических и эстетических принципов и норм поведения.

Метапредметные:

- овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности, включая умения видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи;
- умение работать с разными источниками биологической и химической информации: находить необходимую информацию в различных источниках (тексте учебника, научно-популярной литературе, биологических и химических словарях и справочниках), анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую;
- способность выбирать целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, здоровью своему и окружающих;
- умение адекватно использовать речевые средства для дискуссии и аргументации своей позиции, сравнивать разные точки зрения, аргументировать свою точку зрения, отстаивать свою позицию; находить противоречия между деятельностью человека и природой и предлагать способы устранения этих противоречий;
- объяснять и доказывать необходимость бережного отношения к природе.

Предметные:

Учащийся научится:

- раскрывать на примерах роль биохимии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека;
- демонстрировать на примерах взаимосвязь между биохимией и другими естественными науками;
- составлять молекулярные и структурные формулы органических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определенному классу соединений;
- характеризовать органические вещества по составу, строению и свойствам, устанавливать причинно-следственные связи между данными характеристиками веществ;
- обосновывать практическое использование органических веществ и их реакций в промышленности и быту;
- использовать знания о составе, строении и химических свойствах белков, липидов, углеводов и нуклеиновых кислот для применения в научной и практической деятельности;
- описывать основные пути метаболизма биомолекул в живых организмах;
- использовать на практике различные биохимические методы: экстракцию нуклеиновых кислот из биологических объектов, спектрофотометрию, тонкослойную хроматографию;
- выполнять химический эксперимент в соответствии с правилами и приемами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием:
 - по получению образца нуклеиновых кислот клеток лука или банана, липидной фракции желтка куриного яйца;
 - по разделению биомолекул;
 - по проведению качественных и количественных реакций на основные классы биомолекул и структурные элементы, входящие в их состав;
 - по проведению количественного анализа фосфатидилхолина;
 - по проведению электрофореза ДНК в агарозном геле;
- владеть правилами и приемами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием;
- владеть правилами безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;
- осуществлять поиск химической информации по названиям, идентификаторам, структурным формулам веществ;
- владеть методами компьютерной визуализации белков и нуклеиновых кислот с использованием программы PyMol;

- строить модели белков с помощью метода гомологичного моделирования с использованием программы Modeller;
- критически оценивать и интерпретировать с точки зрения естественно-научной корректности химическую информацию, содержащуюся в сообщениях средств массовой информации, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях, в целях выявления ошибочных суждений и формирования собственной позиции;
- представлять пути решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством, и перспективных направлений развития химических технологий.

Учащийся получит возможность научиться:

- иллюстрировать на примерах становление и эволюцию биохимии как науки на различных исторических этапах ее развития;
- использовать методы научного познания при решении учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания органических веществ;
- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе химических знаний;
- формулировать цель исследования, выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о химических свойствах веществ на основе их состава и строения, их способности вступать в химические реакции, о характере и продуктах различных химических реакций;
- самостоятельно планировать и проводить химические эксперименты с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;
- интерпретировать данные о составе и строении веществ, полученные с помощью современных биохимических методов;
- характеризовать роль белков и нуклеиновых кислот как важнейших биологически активных веществ;
- описывать основные пути метаболизма в организме человека с помощью химических реакций.

2. Содержание учебного курса

Введение (1 час)

Предмет биохимии. Статическая биохимия: изучение химического состава и строения веществ, содержащихся в живых организмах. Динамическая биохимия: изучение обменных процессов как основы деятельности живых организмов. Основные методы биохимии. История развития биохимии. Работы выдающихся ученых-биохимиков, удостоенные Нобелевской премии по химии и Нобелевской премии по физиологии и медицине. Вклад российских ученых в развитие биохимии.

Связь биохимии с другими науками: биоорганической химией, бионеорганической химией, молекулярной биологией, биоинформатикой, биотехнологией, биоинженерией. Биохимия и здоровье, медицинская биохимия. Роль медицинской биохимии в развитии персонифицированной медицины и клинической лабораторной диагностике.

Тема 1. Основы цитологии (2 часа)

Элементный состав живых организмов: макро- и микроэлементы. Понятие о главных биогенных элементах. Закономерности распространения элементов в живой природе. Потребности организмов в химических элементах. Основные типы соединений, входящих в состав живых организмов: органические и неорганические соединения. Химическая организация клетки. Макроэлементы. Микроэлементы. Ультрамикроэлементы. Элементы-биогены. Роль воды в жизнедеятельности клетки.

Основные положения клеточной теории. Клеточные органеллы, их строение и функции. Одномембранные органеллы: эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, лизосомы. Двумембранные органеллы: митохондрии, пластиды, клеточное ядро. Немембранные органеллы: рибосомы, клеточный центр. Цитоскелет. Цитоплазма. Плазматическая мембрана. Сравнение клеток представителей разных царств живых организмов.

Тема 2. Аминокислоты, пептиды, белки (10 часов)

Аминокислоты: строение и классификация биогенных аминокислот. Химические свойства аминокислот.

Полипептиды. Пептидная связь, ее характеристики. Синтез полипептидов.

Белки. Классификация белков (глобулярные и фибриллярные белки; протеины и протеиды (сложные белки): гликопротеиды, металлопротеиды, липопротеиды и др.). Уровни структурной организации белков: первичная, вторичная (α -спираль и β -складчатый лист), третичная и четвертичная

структуры. Внутри- и межмолекулярные взаимодействия, определяющие пространственную структуру белков. Методы определения первичной структуры белков (протеолиз различными протеазами, метод Эдмана). Структуры (конформации) белковых молекул. Понятие о базах данных структурной информации на примере PDB-банка. Химические свойства белков. Денатурация белка, ее виды. Качественные реакции на белки: биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция, нингидриновая реакция.

Функции белков. Методы выделения и анализа белков: гель-фильтрация, гель-хроматография, аффинная хроматография, электрофорез в полиакриламидном геле.

Практическая работа № 1. Химические свойства аминокислот и белков. Качественные реакции на аминокислоты и белки.

Практическая работа № 2. Выделение белка из его смеси с низкомолекулярным красителем методом гель-фильтрации.

Практическая работа № 3. Визуализация структур молекул гемоглобина, титина и иммуноглобулина в программе PyMol.

Практическая работа № 6. Компьютерное моделирование пространственной структуры белка в программе Modeller.

Тема 3. Ферменты и витамины (5 часов)

Номенклатура и классификация ферментов. Структура и каталитические свойства ферментов. Принципы действия ферментов. Активный центр фермента. Фермент-субстратный комплекс. Основы ферментативной кинетики: уравнение Михаэлиса-Ментен. Количественное описание ферментативной активности. Влияние температуры, pH, концентраций фермента и субстрата на скорость ферментативной реакции.

Регуляция активности ферментов: аллостерический контроль, конкурентное и неконкурентное ингибирование, ковалентная модификация и генетический контроль. Биомедицинское значение ферментов. Ингибиторы ферментов как лекарственные средства. Коферменты и кофакторы.

Витамины: определение и классификация. Строение витаминов и их роль в ферментативных реакциях и в обменных процессах. Жирорастворимые витамины: витамины А и D: строение и свойства. Водорастворимые витамины: витамин С, витамины группы В (витамин В₁ (тиамин), витамин В₂ (рибофлавин), витамин В₃ (никотиновая кислота или витамин РР), витамин В₅ (пантотеновая кислота), витамин В₆ (пиродоксин, пиридоксаль и пиридоксамин), витамин В₇ (биотин или витамин Н), витамин В₉ (фолиевая кислота или витамин М), витамин В₁₂ (цианокобаламин). Качественные реакции на водорастворимые витамины.

Практическая работа № 5. Изучение кинетики ферментативной реакции на примере окисления гидрохинона, катализируемое пероксидазой хрена.

Практическая работа № 6. Количественное определение рибофлавина с использованием цифровой лаборатории по химии.

Тема 4. Углеводы (5 часов)

Классификация углеводов и их наиболее важные реакции. Строение моносахаридов. Химические свойства моносахаридов на примере глюкозы. Биомедицинское значение производных гексоз.

Дисахариды. Особенности строения дисахаридов (*O*-гликозидная связь). Особенности структуры и биомедицинское значение мальтозы, лактозы, сахарозы.

Олиго- и полисахариды. Особенности строения полисахаридов: крахмал (амилоза и амилопектин), целлюлоза, хитин, амилоза, декстран, гликоген, гиалуроновая кислота, хондроитин-4-сульфат, гепарин. Роль и функции олиго- и полисахаридов. Роль углеводов в питании.

Практическая работа № 7. Качественные реакции на углеводы: обнаружение продуктов дрожжевого сбраживания глюкозы, проба продуктов на наличие лактозы и мальтозы.

Тема 5. Липиды (9 часов)

Структура и классификация липидов. Насыщенные и ненасыщенные кислоты и их эфиры. Жиры и масла. Гидрогенизированные масла и маргарин. Глицериды и фосфоглицериды.

Терпены и стероиды. Строение и транспортные свойства клеточных мембран. Эйкозаноиды: простагландины и лейкотриены. Сфинголипиды. Переваривание и транспорт липидов. Биомедицинское значение липидов. Обмен липидов.

Воски: строение и функции. Стериды и стеролы. Фосфолипиды и их биологическая роль. Качественная реакция на желчные кислоты.

Жировая ткань. Биохимия атеросклероза.

Практическая работа № 8. Экстракция липидной фракции из желтка куриного яйца.

Практическая работа № 9. Тонкослойная хроматография липидов.

Практическая работа № 10. Определение концентрации фосфатидилхолина. Метод Стюарта.

Тема 6. Плазматическая мембрана. Транспорт и поступление веществ в клетку (2 часа)

Плазматическая мембрана, ее строение. Липидный бислой. Жидкостно-мозаичная модель строения клеточной мембраны Сингера-Николсона.

Поступление веществ в клетку. Осмос. Молекулярные механизмы мембранного транспорта: пассивный (пиноцитоз, пассивная диффузия, фильтрация сквозь поры мембран) и активный транспорт (ионные каналы).

Практическая работа № 11. Наблюдение плазмолиза и деплазмолиза в клетках.

Тема 7. Нуклеиновые кислоты (9 часов)

История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Дезоксирибонуклеиновая кислота. Первичная структура ДНК: нуклеотиды и их составные части – азотистые основания, дезоксирибоза, остатки фосфорной кислоты; фосфодиэфирные связи, правила Чаргаффа. Вторичная структура ДНК и принципы ее образования (модель Уотсона-Крика, принцип комплементарности). Третичная структура ДНК (А, В и Z-формы ДНК). Четвертичная структура ДНК: комплекс гистонов и нитей хроматина. Хромосома. Биологическое значение ДНК.

Аденозинтрифосфат (или аденозинтрифосфорная кислота), строение. Макроэргические связи.

Рибонуклеиновая кислота. Виды РНК, их пространственные структуры и функции в организме: матричная (информационная) РНК, транспортная РНК, рибосомальная РНК. Сравнение РНК и ДНК. Биологическое значение РНК.

Практическая работа № 12. Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот.

Практическая работа № 13. Качественные реакции на пуриновые основания и остатки фосфорной кислоты в ДНК.

Практическая работа № 14. Выделение ДНК из клеток лука или банана.

Практическая работа № 15. Проведение электрофореза ДНК в агарозном геле.

Практическая работа № 16. Визуализация структуры нуклеосомы, РНК и ДНК с помощью программы PyMol.

Тема 8. Основы молекулярной биологии (6 часов)

Основная догма молекулярной биологии. Матричные реакции: репликация, транскрипция, трансляция. Передача генетической информации. Механизмы и особенности процессов репликации, транскрипции, трансляции.

Мутагенез. Факторы мутагенеза. Виды мутаций. Мутагенез и наследственные заболевания. Мутагенез и онкологические заболевания. Наследственные заболевания. Генная терапия наследственных и ненаследственных инфекционных и злокачественных заболеваний.

Биотехнология и генная инженерия. Клонирование. Принципы и стратегии молекулярного клонирования. Бело-голубая селекция. Плазмиды. Достижения и перспективы молекулярной биотехнологии.

Полимеразная цепная реакция, общая характеристика метода, виды. Использование ПЦР в клинической лабораторной диагностике и биотехнологии.

Секвенирование нуклеиновых кислот, общая характеристика метода, виды. Использование секвенирования в клинической лабораторной диагностике и биотехнологии.

Успехи и их перспективы в расшифровке структуры генома организмов. Проект «Геном человека». Редактирование генома с помощью эндонуклеаз. Система CRISPR-CAS. Этические вопросы редактирования генома человека.

Тема 9. Метаболизм (11 часов)

Понятие о метаболизме и метаболических путях. Катаболизм и анаболизм.

Эндергонические и экзергонические реакции в живой клетке. Метаболизм и получение биохимической энергии. Роль АТФ в обмене энергии.

Метаболизм углеводов: основные стадии, реакции и закономерности. Метаболизм гликогена. Гликолиз. Глюконеогенез. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Проблемы невосприимчивости к лактозе. Нарушение обмена углеводов. Определение содержания глюкозы в крови и моче. Регуляция содержания глюкозы в крови (инсулин и глюкагон). Диабет, его профилактика и терапия.

Фотосинтез – процесс образования глюкозы у растений. Световая и темновая фазы (цикл Кальвина) фотосинтеза.

Цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот). Стадии цикла лимонной кислоты. Клеточное дыхание, организация дыхательной цепи. Регуляция цепи переноса электронов в процессах дыхания.

Метаболизм липидов. Хранение и расщепление жиров. Окисление и биосинтез насыщенных кислот.

Метаболизм белков и аминокислот. Трансаминирование. Орнитиновый цикл. Взаимосвязь обмена белков, углеводов и липидов.

Проблемы регуляции метаболизма. Регуляция и интеграция обмена веществ у млекопитающих.

Тема 10. Гормоны и медиаторы (4 часа)

Классификация биорегуляторов: гормоны, нейромедиаторы. Характерные особенности клеточной регуляции: специфичность, способность к усилению сигнала, десенситизация, интеграция.

Гормоны – химические регуляторы эндокринной системы. Классификация гормонов: белковые гормоны, стероидные, производные аминокислот. Механизм действия гормонов. Адреналин.

Нейромедиаторы – химические регуляторы нервной системы. Механизм передачи нервного сигнала и роль нейромедиаторов. Ацетилхолин, его агонисты и антагонисты. Гистамин и антигистаминные препараты. Серотонин,

дофамин и антидепрессанты. Дофамин и наркотическая зависимость.
Лекарства и ксенобиотики: механизмы действия и метаболизм.

3. Тематическое планирование

№	Темы	Часы	Практические работы
1.	Введение	1	0
2.	Тема 1. Основные положения цитологии. Химический состав живых организмов	2	0
3.	Тема 2. Аминокислоты, пептиды, белки	10	4
4.	Тема 3. Ферменты и витамины	5	2
5.	Тема 4. Углеводы	5	1
6.	Тема 5. Липиды	9	3
7.	Тема 6. Плазматическая мембрана. Транспорт и поступление веществ в клетку	2	1
8.	Тема 7. Нуклеиновые кислоты	9	5
9.	Тема 8. Основы молекулярной биологии	6	0
10.	Тема 9. Метаболизм	11	0
11.	Тема 10. Биорегуляторы	4	0
Итого часов		64	16