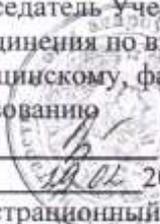


МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,
фармацевтическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
Министра здравоохранения
Республики Беларусь,
председатель Учебно-методического
объединения по высшему
медицинскому, фармацевтическому
образованию


_____ Е.Н.Кроткова

_____ 2024

Регистрационный № УПД-091-067/пр./

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности 7-07-0912-01 «Фармация»

СОГЛАСОВАНО

Ректор учреждения образования
«Витебский государственный
ордена Дружбы народов
медицинский университет»



_____ Н.Чуканов

СОГЛАСОВАНО

Начальник главного управления
организационно-кадровой работы и
профессионального образования
Министерства здравоохранения
Республики Беларусь


_____ О.Н.Колупанова

_____ 2024

Минск 2024

УО «ВГМУ»	РАБОЧИЙ ЭКЗЕМПЛЯР
	Копия № <u>3</u>
	Верно <u>ИЧ/И</u>
	Дата <u>27.03.2024</u>
Ф.И.О. _____	

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.Ю.Коневалова, профессор кафедры общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», доктор биологических наук, профессор;

Г.Н.Фомченко, заведующий кафедрой общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

Л.А.Марченко, доцент кафедры общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат химических наук;

Л.Г.Орлова, доцент кафедры общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент;

Н.Н.Яроцкая, доцент кафедры общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат биологических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»;

В.В.Лелевич, заведующий кафедрой биологической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (протокол № 6 от 01.11.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (протокол № 4 от 22.11.2023);

Научно-методическим советом по фармации Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию (протокол № 2 от 22.12.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Биологическая химия» – учебная дисциплина модуля «Физиология человека», содержащая систематизированные научные знания о химической структуре живого организма, химических процессах, лежащих в основе его жизнедеятельности, возможных причинах и последствиях нарушений метаболических реакций.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Биологическая химия» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности 7-07-0912-01 «Фармация», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.09.2023 № 302/127; примерным учебным планом по специальности 7-07-0912-01 «Фармация» (регистрационный № 7-07-09-007/пр.), утвержденным заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь 17.01.2023, первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 30.01.2023.

Цель учебной дисциплины «Биологическая химия» – формирование базовой профессиональной компетенции для фармацевтического консультирования населения.

Задачи учебной дисциплины «Биологическая химия» состоят в формировании у студентов научных знаний о химическом составе и молекулярных процессах клетки, ткани организма человека; структурной организации основных биомакромолекул клетки; молекулярных основах биоэнергетики и обмена веществ; функциональной биохимии специализированных тканей и органов; механизмах нейроэндокринной регуляции обмена веществ; молекулярных процессах, являющихся возможными мишенями действия лекарственных средств при их поступлении и превращениях в организме человека; механизмах передачи и способах реализации генетической информации в разработке новых лекарственных средств, полученных путем генной инженерии; механизмах биотрансформации лекарственных средств, их действия на обменные процессы в организме человека; методах выполнения биохимических анализов и оценки полученных результатов, умений и навыков, необходимых для дальнейшего изучения учебных дисциплин и профессиональной деятельности провизора-специалиста.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Биологическая химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин «Патологическая физиология», «Фармацевтическая биотехнология» и модулей «Фармакология и фармакотерапия», «Фармацевтическая химия и фармакогнозия».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией: определять симптомы и синдромы, требующие вызова скорой помощи или

немедленного обращения к врачу или позволяющие использовать безрецептурные лекарственные препараты.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 205 академических часов, из них 121 аудиторный и 84 часа самостоятельной работы студента.

Рекомендуемые формы аттестации студентов: зачет (4 семестр), экзамен (5 семестр).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков. Методы выделения и определения количества белков	11	2	9
1.1. Значение биологической химии. Методы биохимических исследований и их клиническое значение. Состав, функции, физико-химические свойства белков	4	1	3
1.2. Строение и уровни структурной организации белков	4	1	3
1.3. Методы фракционирования и очистки белков. Количественное определение белков	3	–	3
2. Ферменты	8	2	6
2.1. Строение и свойства ферментов. Кинетика ферментативного катализа. Механизм действия ферментов	4	1	3
2.2. Регуляция активности ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов. Медицинская энзимология	4	1	3
3. Введение в метаболизм. Мембраны. Биологическое окисление. Общие пути катаболизма	14	2	12
3.1. Обмен веществ. Строение и функции клеточных мембран	3	–	3
3.2. Энергетический обмен. Биологическое окисление	8	2	6
3.3. Общие пути катаболизма	3	–	3
4. Обмен и функции углеводов	14	2	12
4.1. Углеводы. Аэробное окисление глюкозы	4	1	3
4.2. Анаэробный гликолиз. Глюконеогенез. Обмен гликогена	7	1	6
4.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Обмен фруктозы и галактозы. Регуляция обмена углеводов. Нарушения обмена углеводов	3	–	3
5. Обмен и функции липидов	11	2	9
5.1. Классификация и функции липидов. Переваривание и всасывание липидов. Транспорт липидов. Эйкозаноиды	3	–	3

Наименование раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
5.2. Окисление жирных кислот и глицерола	3	–	3
5.3. Использование ацетил-кофермента А в обмене липидов. Нарушения липидного обмена	5	2	3
6. Обмен аминокислот и белков	14	2	12
6.1. Переваривание белков, роль процессов протеолиза. Пути использования аминокислот в клетке	10	1	9
6.2. Обезвреживание аммиака. Пути превращений безазотистого остатка аминокислот	4	1	3
7. Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии	6	–	6
7.1. Строение и обмен нуклеопротеинов	3	–	3
7.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии	3	–	3
8. Биохимия витаминов	9	–	9
8.1. Основы витаминологии. Жирорастворимые витамины	3	–	3
8.2. Водорастворимые витамины. Витаминоподобные вещества	6	–	6
9. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма	17	2	15
9.1. Основные механизмы регуляции метаболизма. Механизм действия гормонов	4	1	3
9.2. Гормональная регуляция обмена жиров, белков и углеводов	4	1	3
9.3. Гормональная регуляция анаболических процессов, связанных с ростом и морфогенезом	3	–	3
9.4. Гормональная регуляция водно-солевого и минерального обмена	3	–	3
9.5. Интеграция метаболизма	3	–	3
10. Функциональная биохимия. Основы клинической биохимии	9	–	9
10.1. Биохимия крови. Основы клинической биохимии	3	–	3
10.2. Биохимия печени. Биохимия почек и мочи	6	–	6
11. Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков	8	2	6

Наименование раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
11.1. Основы фармацевтической биохимии	4	1	3
11.2. Биотрансформация ксенобиотиков	4	1	3
Всего часов	121	16	105

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков. Методы выделения и определения количества белков

1.1. Значение биологической химии. Методы биохимических исследований и их клиническое значение. Состав, функции, физико-химические свойства белков

Задачи биологической химии. Биологическая химия как наука о молекулярных основах здоровья человека. Важнейшие этапы развития биологической химии. Достижения белорусских ученых в области биологической химии. Молекулярная биология, геновая инженерия и биотехнология в выявлении и коррекции нарушений обмена веществ.

Место учебной дисциплины «Биологическая химия» в фармацевтическом образовании. Биологическая химия и другие медико-биологические науки. Важнейшие разделы (статическая – биоорганическая химия, динамическая – метаболизм и функциональная биохимия) и направления (в зависимости от вида изучаемого объекта живой природы) биохимии. Биологическая химия, медицина и фармация (клиническая биохимия, лабораторная диагностика, метаболическая терапия). Основные биохимические компоненты тканей. Методы биохимических исследований, клиническое значение.

Белки как важнейший компонент живой ткани. Функции белков. Элементарный состав белков. Гидролиз белков. Аминокислоты – структурные мономеры белков. Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты. Заменимые и незаменимые аминокислоты. Аминокислоты как лекарственные средства.

Физико-химические свойства белков. Коллоидные растворы белков, их свойства: вязкость, способность к образованию гелей, оптическая активность, ионизация, амфотерность, гидратация.

Буферные свойства белков, значение. Молекулярная масса белков, методы определения.

1.2. Строение и уровни структурной организации белков

Строение и уровни структурной организации белков. Первичная структура белков, характеристика. Пептидная связь, свойства. Пептиды, функции в

организме. Значение первичной структуры белков и зависимость биологических свойств белков от нее. Видовая специфичность первичной структуры белков.

Вторичная структура белков. Спиральные, слоисто-складчатые и неупорядоченные структуры. Строение α -спирали, β -структуры, их особенности и отличия, значение. Химические связи, стабилизирующие вторичную структуру белка. Надвторичная структура белка. Третичная структура белков. Слабые внутримолекулярные взаимодействия в полипептидной цепи, дисульфидные связи. Значение третичной структуры белков. Роль шаперонов и шаперонинов в формировании нативной структуры белка. Глобулярные и фибриллярные белки. Денатурация белков: обратимость денатурации, значение денатурации белков в медицине.

Четвертичная структура белков. Значение четвертичной структуры белков, кооперативные изменения конформации протомеров.

Простые белки, характеристика. Способность к специфическим взаимодействиям – основа биологических функций всех белков. Лиганды и функции белков. Самосборка надмолекулярных белковых структур. Сложные белки. Общие представления о структуре и номенклатуре сложных белков, строение простетических групп, типы химических связей между апобелком и простетической группой. Многообразие структурно и функционально различных белков.

1.3. Методы фракционирования и очистки белков. Количественное определение белков

Схема и методы выделения и очистки белков: гомогенизация, экстракция, групповое разделение; разделение белков с близкими физико-химическими свойствами по молекулярной массе (ультрацентрифугирование, гель-фильтрация), заряду (электрофорез, изоэлектрофокусирование, ионообменная хроматография). Аффинная хроматография. Методы анализа гомогенности белков.

Количественное определение суммарных и индивидуальных белков. Различия белкового состава органов. Изменения белкового состава при онтогенезе и заболеваниях. Белки как лекарственные средства.

2. Ферменты

2.1. Строение и свойства ферментов. Кинетика ферментативного катализа. Механизм действия ферментов

Понятие о ферментах (энзимах). История развития учения о ферментах. Общие представления о катализе. Основные характеристики действия катализаторов: энергетический барьер реакции, энергия активации, свободная энергия. Сущность действия катализаторов. Сходство и различия химических и биологических катализаторов. Специфичность действия ферментов, виды.

Номенклатура и классификация ферментов. Характеристика классов ферментов. Единицы измерения активности и количества ферментов.

Структурно-функциональная организация ферментов. Простые и сложные ферменты. Строение сложных ферментов: апофермент, кофакторы

(простетические группы и коферменты). Функциональная организация ферментов. Активный центр ферментов, строение, значение. Аллостерический центр ферментов, значение.

Механизм и стадии ферментативного катализа, характеристика, молекулярные основы.

Кинетика ферментативного катализа. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Понятие о порядке реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен, способы графического изображения, константы диссоциации (K_s) и Михаэлиса (K_m). Зависимость скорости ферментативных реакций от количества фермента, pH среды, температуры; их значение для функции ферментов в организме человека.

2.2. Регуляция активности ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов. Медицинская энзимология

Влияние активаторов ферментов на ферментативную реакцию, виды (металлы, катионы, анионы, органические вещества). Ингибиторы ферментов, классификация в зависимости от механизма действия, прочности связывания с ферментом: неспецифические, специфические; необратимые, обратимые. Механизм конкурентного, неконкурентного ингибирования ферментов. Антиметаболиты. Примеры разных видов ингибиторов, применение в медицине и фармации. Регуляция количества ферментов. Конститутивные и адаптивные ферменты.

Регуляция активности ферментов, механизмы: химическая модификация, виды; аллостерическая регуляция, типы; кооперативный эффект (симметричная и последовательная модели); белок-белковые взаимодействия. Полиферментные комплексы. Изоферменты, роль в диагностике заболеваний (лактатдегидрогеназа, креатинкиназа). Имобилизованные ферменты, характеристика, использование.

Практическое значение ферментов. Источники получения ферментов. Понятие о медицинской энзимологии: энзимодиагностика, энзимотерапия, энзимопатология. Ферменты как лекарственные средства. Ферменты как аналитические реагенты.

3. Введение в метаболизм. Мембраны. Биологическое окисление. Общие пути катаболизма

3.1. Обмен веществ. Строение и функции клеточных мембран

Катаболизм и анаболизм как две стороны метаболизма, стадии и взаимосвязь. Катаболические, анаболические и амфиболические пути в обмене веществ, значение. Специфические и общие пути катаболизма. Понятие «метаболон». Карта метаболизма. Основные конечные продукты метаболизма (вода, углекислый газ, аммиак, мочеви́на), другие продукты выделения. Методы изучения обмена веществ: исследования организма человека, органов, срезов тканей. Гомогенаты тканей, субклеточные структуры. Выделение ферментов и метаболитов и определение последовательности превращения веществ. Изотопные методы.

Структурная организация биологических мембран, функции. Характеристика структурных компонентов биологических мембран (белков, липидов, углеводов): локализация, физико-химические свойства, соотношение компонентов.

Способы транспорта веществ через клеточные мембраны: пассивный транспорт (варианты), активный транспорт (первичный, вторичный). Работа натрий-калиевой-аденозинтрифосфатазы, кальциевой и протонной аденозинтрифосфатазы (АТФ-аза). Везикулярный транспорт веществ. Мембранные белки-рецепторы; трансмембранная передача сигналов в клетку.

Липосомы, получение и использование в медицине и фармации.

3.2. Энергетический обмен. Биологическое окисление

Низкоэнергетические и высокоэнергетические соединения. Макроэнергетические фосфаты, значение в процессах аккумуляции энергии. Сопряжение эндергонических реакций с экзергоническими. Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) как важнейший аккумулятор и источник энергии, строение. Виды фосфорилирования при синтезе АТФ. Гидролиз АТФ; аденилаткиназа.

Биологическое окисление как основной путь превращения субстратов в организме человека. Пути использования молекулярного кислорода в реакциях биологического окисления, их локализация в клетке и значение.

Способы окисления субстратов: путем дегидрирования (дегидрогеназы, пероксидазы), путем присоединения кислорода (монооксигеназы, диоксигеназы) и с участием активных форм кислорода.

Дегидрирование субстратов и окисление водорода с образованием воды как источник энергии для синтеза АТФ. Митохондрии: структурная организация (наружная и внутренняя мембраны, межмембранное пространство, матрикс). Структура дыхательных цепей митохондрий. Характеристика переносчиков протонов и электронов дыхательной цепи и их организация во внутренней мембране митохондрий. Механизм переноса протонов и электронов переносчиками дыхательной цепи. Каскадные изменения свободной энергии при переносе протонов и электронов по дыхательной цепи.

Окислительное фосфорилирование, количественное выражение (коэффициент P/O). Образование энергии в дыхательных цепях митохондрий при переносе протонов и электронов от субстрата к кислороду. Сопряжение дыхания и фосфорилирования. Локализация в дыхательных цепях митохондрий пунктов фосфорилирования. Гипотезы окислительного фосфорилирования: химического сопряжения, механохимическая, хемиосмотическая. Сущность хемиосмотической теории Митчелла. Избирательная проницаемость митохондриальной мембраны. Трансмембранный электрохимический потенциал как промежуточная форма энергии при окислительном фосфорилировании, механизм его образования при переносе протонов и электронов в дыхательных цепях митохондрий. Строение и функции протонной аденозинтрифосфатсинтазы. Дыхательный контроль.

Разобщение и ингибирование окислительного фосфорилирования. Терморегуляторная функция тканевого дыхания. Лекарственные средства – разобщители и ингибиторы окисления и фосфорилирования.

Микросомальное окисление. Биологическая роль монооксигеназных систем митохондрий. Роль диоксигеназной системы в обезвреживании ароматических соединений.

Свободнорадикальное окисление в клетках. Активные формы кислорода. Цепные химические реакции перекисного окисления, возможность прекращения процесса путем «гашения» радикалов. Проксиданты и антиоксиданты. Роль активных форм кислорода в окислительной модификации молекул. Антиоксиданты как лекарственные средства. Обезвреживание пероксида водорода, образующегося в реакциях окисления.

3.3. Общие пути катаболизма

Катаболизм основных пищевых и депонированных веществ – углеводов, жиров, белков (аминокислот); понятие о специфических путях катаболизма (до образования пирувата из углеводов и большинства аминокислот и до образования ацетил-кофермента А (ацетил-КоА) из жирных кислот и некоторых аминокислот) и общих путей катаболизма (окисление пирувата и ацетил-КоА).

Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты: последовательность реакций, строение пируватдегидрогеназного комплекса.

Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК): последовательность реакций и характеристика ферментов, значение. Аллостерические механизмы регуляции цикла трикарбоновых кислот. Связь между общими путями катаболизма и цепью переноса электронов и протонов.

Витамины и витаминоподобные вещества, выполняющие коферментную роль в общих путях катаболизма.

4. Обмен и функции углеводов

4.1. Углеводы. Аэробное окисление глюкозы

Биологическая роль углеводов. Содержание углеводов в тканях организма человека. Основные углеводы пищи. Переваривание углеводов, всасывание продуктов переваривания углеводов. Транспорт глюкозы. Источники и пути расходования глюкозы в организме. Ключевая роль глюкозо-6-фосфата в метаболизме углеводов. Гликоген как резервный полисахарид, свойства.

Аэробное окисление глюкозы. Окислительное декарбоксилирование пирувата и ЦТК как этапы аэробного распада глюкозы. Челночные механизмы переноса восстановительных эквивалентов через митохондриальные мембраны. Энергетический выход окисления глюкозы в аэробных условиях. Аллостерические механизмы регуляции распада глюкозы.

4.2. Анаэробный гликолиз. Глюконеогенез. Обмен гликогена

Анаэробный гликолиз, гликолитическая оксидоредукция, пируват как акцептор водорода. Субстратное фосфорилирование. Энергетический баланс анаэробного распада глюкозы. Распределение и физиологическое значение

анаэробного распада глюкозы. Спиртовое брожение. Метаболизм этанола в организме человека, понятие об эндогенном этаноле.

Глюконеогенез. Обходные реакции необратимых стадий гликолиза. Регуляторные ферменты глюконеогенеза, биологическая роль процесса. Взаимосвязь гликолиза в мышечной ткани, эритроцитах и глюконеогенеза в печени (цикл Кори (глюкозо-лактатный цикл)).

Синтез гликогена (гликогенез), химизм процесса. Характеристика гликогенсинтазы. Мобилизация гликогена (гликогенолиз). Фосфоролиз как основной путь мобилизации гликогена. Характеристика фосфорилазы. Взаимоотношения между ферментами синтеза и распада гликогена. Гормональная регуляция. Роль протеинкиназ и циклического 3',5'-аденозинмонофосфата в синхронизации синтеза и распада гликогена.

4.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Обмен фруктозы и галактозы. Регуляция обмена углеводов. Нарушения обмена углеводов

Пентозофосфатный путь окисления глюкозы, химизм окислительной части процесса и неокислительных стадий. Суммарные результаты пентозофосфатного пути превращения глюкозы: образование восстановленного никотинамидадениндинуклеотидфосфата (НАДФН+H⁺) и пентозофосфатов. Распространение и биологическая роль процесса, взаимосвязь пентозофосфатного пути превращения глюкозы с гликолизом.

Фотосинтез. Характеристика фотосинтезирующих структур. Световая стадия фотосинтеза. Характеристика фотосистем, их составные компоненты и функции. Механизм световой стадии. Фотофосфорилирование, отличие от окислительного фосфорилирования. Темновая стадия фотосинтеза, суммарное уравнение. Синтез углеводов в цикле Кальвина. Регуляция фотосинтеза.

Глюкуроновый путь обмена глюкозы, основные реакции, биологическая роль.

Превращение фруктозы и галактозы в глюкозу, значение процессов.

Регуляция обмена углеводов. Роль различных путей обмена углеводов в регуляции уровня глюкозы в крови. Гормональная регуляция уровня глюкозы в крови. Роль инсулина, адреналина, глюкагона и глюкокортикостероидов.

Нарушения обмена углеводов. Наследственные нарушения обмена моно- и дисахаридов.

Углеводы как лекарственные средства. Лекарственные средства, влияющие на энергетический обмен в клетках.

5. Обмен и функции липидов

5.1. Классификация и функции липидов. Переваривание и всасывание липидов. Транспорт липидов. Эйкозаноиды

Понятие о липидах. Омыляемые и неомыляемые липиды. Простые и сложные липиды. Функции липидов в живых организмах. Важнейшие липиды тканей организма человека. Резервные липиды и липиды биологических мембран.

Переваривание липидов, необходимые условия. Желчные кислоты, строение, их роль в переваривании липидов и всасывании продуктов расщепления липидов. Панкреатическая липаза и ее активаторы. Расщепление фосфолипидов фосфолипазами и эфиров холестерина холестеролэстеразой. Конечные продукты гидролиза липидов, их всасывание. Ресинтез липидов в кишечной стенке.

Транспорт экзогенных и эндогенных липидов в организме. Состав и строение транспортных липопротеиновых комплексов, место их образования. Липопротеинлипаза, функции.

Эйкозаноиды. Пути превращения арахидоновой кислоты ферментами циклооксигеназой с образованием простагландинов (простагландин, простациклины, тромбоксаны) и липооксигеназой с образованием лейкотриенов. Биологическое действие эйкозаноидов. Изоформы циклооксигеназы. Влияние кортикостероидных и нестероидных противовоспалительных лекарственных средств на выработку эйкозаноидов.

5.2. Окисление жирных кислот и глицерола

Активация жирных кислот, транспорт ацил-КоА в митохондрии, роль карнитина. β -окисление жирных кислот, энергетика и биологическое значение процесса. Окисление жирных кислот с нечетным числом атомов углерода. Транспорт жирных кислот.

Окисление глицерола: химизм, энергетика, значение процесса.

5.3. Использование ацетил-кофермента А в обмене липидов. Нарушения липидного обмена

Биосинтез высших жирных кислот на полиферментном комплексе – синтазе жирных кислот. Строение полиферментного комплекса. Роль малонил-кофермента А, его образование. Роль НАДФН+Н⁺, источники его образования. Синтез жирных кислот с более длинной углеродной цепью.

Синтез нейтрального жира и фосфолипидов, функции, общие этапы, врожденные нарушения обмена этих соединений.

Синтез холестерина. β -гидрокси- β -метилглутарил-кофермент А как промежуточный продукт в синтезе кетонных тел и холестерина. Образование кетонных тел и их роль в организме человека. Гидроксиметилглутарил-КоА-редуктаза, регуляция ее активности. Ингибиторы гидроксиметилглутарил-КоА-редуктазы – лекарственные средства, подавляющие биосинтез холестерина.

Прямой и обратный транспорт холестерина. Холестерол как предшественник других стероидов (желчных кислот, гормонов, витамина D₃). Выделение желчных кислот и холестерина из организма человека.

Гиперхолестеролемиа и ее причины. Механизм возникновения желчнокаменной болезни (холестероловые камни). Биохимия атеросклероза, факторы риска. Механизм образования атеросклеротических бляшек. Гиперлипидемия, типы. Биохимические основы лечения гиперхолестеролемии и атеросклероза. Резервирование и мобилизация жиров в

жировой ткани, регуляция этих процессов. Ожирение. Липотропные факторы как лекарственные средства.

6. Обмен аминокислот и белков

6.1. Переваривание белков, роль процессов протеолиза. Пути использования аминокислот в клетке

Азотистый баланс, его состояния. Понятие о коэффициенте изнашивания белков, физиологическом минимуме белка в питании. Нормы белков в питании человека, биологическая ценность белков.

Переваривание белков. Желудочный сок, характеристика. Роль соляной кислоты в переваривании белков. Ферменты желудочного сока (пепсин, гастриксин, реннин). Механизм активации пепсиногена. Особенности действия гастриксина и реннина. Протеолитические ферменты панкреатического сока (трипсин, химотрипсин, карбоксипептидаза, эластаза), механизм их активации. Протеолитические ферменты кишечного сока: аминопептидазы, дипептидазы и трипептидазы, пролиназы и пролидазы. Специфичность действия протеолитических ферментов кишечного сока. Всасывание аминокислот, основные транспортные системы. Регуляция процесса переваривания белков. Основные биохимические процессы, протекающие в толстом кишечнике. Гниение белков, процессы обезвреживания продуктов гниения. Расщепление белков в тканях организма. Катепсины. Частичный протеолиз белков. Ингибиторы протеолиза.

Пути использования аминокислот в печени и тканях. Перенос аминокислот через мембраны клеток. Общая схема источников и путей расходования аминокислот в тканях организма. Динамическое состояние белков в организме человека.

Преобразования аминокислот по аминокруппе. Трансаминирование аминокислот. Строение и характеристика аминотрансфераз. Коферментная функция витамина В₆. Химизм трансаминирования, биологическое значение. Значение определения активности аминотрансфераз в сыворотке крови. Виды дезаминирования аминокислот. Окислительное дезаминирование аминокислот. Строение и характеристика оксидаз L-аминокислот и D-аминокислот, глутаматдегидрогеназы, химизм окислительного дезаминирования аминокислот. Прямое и не прямое дезаминирование аминокислот. Биологическое значение дезаминирования аминокислот.

Декарбоксилирование аминокислот. Характеристика декарбоксилаз. Образование биогенных аминов, строение и биологическая роль. Обезвреживание биогенных аминов. Аминооксидазы: моноаминооксидазы и диаминооксидазы. Полиамины (спермин, спермидин), их роль. Лекарственные средства – ингибиторы аминооксидаз. Антигистаминные лекарственные средства.

Метилирование и трансметилирование как пути превращений аминокислот по радикалу. Метионин и S-аденозилметионин. Синтез креатина, адреналина, фосфатидилхолина, метилирование чужеродных соединений. Метилирование

гомоцистеина. Использование одноуглеродных групп производных тетрагидрофолиевой кислоты.

Обмен фенилаланина и тирозина. Образование катехоламинов. Наследуемые нарушения обмена аминокислот (фенилкетонурия, альбинизм, алкаптонурия).

6.2. Обезвреживание аммиака. Пути превращений безазотистого остатка аминокислот

Аммиак как конечный продукт превращения азотсодержащих соединений, источники его образования. Обезвреживание аммиака в живом организме (местное и общее), механизмы. Роль глутамина в обезвреживании и транспорте аммиака. Глутамин как донор азота при синтезе ряда органических соединений. Глюкозо-аланиновый цикл.

Общее обезвреживание аммиака путем синтеза мочевины (орнитиновый цикл) и аммонийных солей, химизм процессов. Мочевина и соли аммония как конечные продукты азотистого обмена. Связь орнитинового цикла с ЦТК. Происхождение атомов азота в мочеине. Роль глутаминазы почек в синтезе аммонийных солей, ее активация при ацидозе.

Пути превращений безазотистого остатка аминокислот. Гликогенные и кетогенные аминокислоты. Биосинтез заменимых аминокислот.

Аминокислоты как предшественники биологически важных соединений.

7. Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии

7.1. Строение и обмен нуклеопротеинов

Нуклеопротеины, строение, функции. Характеристика гистонов и протаминов как белковой части нуклеопротеинов. Нуклеиновые кислоты. Особенности первичной структуры нуклеиновых кислот. Связь между нуклеотидами. Вторичная структура нуклеиновых кислот: особенности вторичной структуры ДНК и РНК, типы связей, стабилизирующих вторичную структуру. Третичная структура, роль белков в организации пространственной структуры нуклеиновых кислот. Строение рибосом. Полирибосомы. Информосома и матричная РНК, транспортная РНК, строение и функции. Регуляторные РНК. Строение хромосом.

Денатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация ДНК-ДНК, ДНК-РНК. Методы исследования структуры нуклеиновых кислот.

Распад нуклеиновых кислот. Нуклеазы пищеварительного тракта и тканей. Распад пуриновых нуклеотидов, образование мочевой кислоты. Синтез пуриновых нуклеотидов: субстраты синтеза, ключевые ферменты и регуляция. Распад пиримидиновых нуклеотидов, конечные продукты. Синтез пиримидиновых нуклеотидов: субстраты и ферменты. Повторное использование нуклеозидов и азотистых оснований для синтеза нуклеотидов.

Нарушения обмена нуклеотидов.

7.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии

Репликация: субстраты, ферменты, механизм и биологическое значение. Стадии процесса. ДНК-полимеразы, функции. Повреждения и репарация ДНК.

Биосинтез РНК (транскрипция), механизм и значение. РНК-полимераза. Структурно-функциональная характеристика транскриптона (операона). Обратимость транскрипции.

Биосинтез белков (трансляция), необходимые компоненты процесса. Роль и-РНК как матрицы для синтеза белков. Генетический код, свойства. Стадии трансляции. Активация аминокислот, характеристика и роль аминоацил-т-РНК-синтетаз в биосинтезе белков, их специфичность. Роль т-РНК в биосинтезе белков, важнейшие функциональные участки в ее молекуле. Стадии трансляции, регуляция.

Процессинг нуклеиновых кислот и белков. Характер изменений строения нуклеиновых кислот и белков после их первичного синтеза.

Активаторы и ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белков, их использование в медицине (уровни ингибирования).

Эпигенетика. Понятие «эпигеном». Эпигенетические механизмы регуляции генов (метилирование ДНК, ацетилирование гистонов, геномный импринтинг, роль регуляторных РНК и прионов). Факторы, влияющие на эпигеном. Эпигенетика в медицине.

Современные методы молекулярной биологии. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Геномная дактилоскопия. Блот-анализ ДНК и РНК. Секвенирование ДНК. Клонирование.

8. Биохимия витаминов

8.1. Основы витаминологии. Жирорастворимые витамины

История развития учения о витаминах. Классификация, номенклатура, отличительные особенности витаминов как незаменимых компонентов питания. Функции витаминов. Нарушения баланса витаминов, причины. Источники поступления витаминов. Витамины как внутриклеточные регуляторы метаболизма. Витамины и микрофлора кишечника. Методы оценки насыщенности организма человека витаминами.

Жирорастворимые витамины. Витамин А (антиксерофтальмический, ретинол), проявления недостаточности и гипервитаминоза. Провитамины и возможность образования из них витамина А. Роль β-каротина. Источники, потребность, биологическая роль, участие витамина А в фотохимическом акте зрения. Витамин А и β-каротин как лекарственные средства. Витамин D (кальциферолы, антирахитический), проявления недостаточности и гипервитаминоза, химическое строение, провитамины и возможность образования витаминов из них, источники, потребность, биологическая роль, образование биологически активной формы, механизм действия кальцитриола. Витамин E (токоферолы, антистерильный), проявления недостаточности, химическое

строение, источники, потребность, биологическая роль. Антиоксидантные комплексы витаминов. Витамин К (филлохиноны, антигеморрагический), проявления недостаточности, химическое строение, источники, потребность, биологическая роль, витамин К-зависимая карбоксилаза и карбоксилирование остатков глутамата, значение. Витамин К и дикумароловые антикоагулянты.

Витамин F. Роль эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот.

8.2. Водорастворимые витамины. Витаминоподобные вещества

Водорастворимые витамины. Витамин С (аскорбиновая кислота, антискорбутный), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, биологические функции. Взаимосвязь в осуществлении биологических функций витаминов С и Р. Витамин В₁ (тиамин, антиневритный), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментная форма, биологическая роль. Витамин В₂ (рибофлавин), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментные формы, биологическая роль. Витамин РР (никотиновая кислота, никотинамид, ниацин, антипеллагрический), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментные формы, биологическая роль. Витамин В₆ (пиридоксин, антидерматитный), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментные формы, биологическая роль. Пантотеновая кислота, проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментная форма, биологические функции. Витамин Н (биотин, антисеборейный), экспериментальная недостаточность, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментная форма, биологическая роль, примеры реакций карбоксилирования. Фолиевая кислота (витамин В₉), проявления недостаточности, химическое строение, участие парааминобензойной кислоты в построении фолиевой кислоты, свойства, источники, потребность, возможность депонирования, коферментные формы, биологическая роль. Сульфаниламидные лекарственные средства. Витамин В₁₂ (кобаламин, антианемический), проявления недостаточности, химическое строение, источники, потребность, причины развития недостаточности, депонирование, коферментные формы. Взаимосвязь функций витамина В₁₂ и фолиевой кислоты в переносе одноуглеродных радикалов и синтезе важнейших биосоединений.

Витаминоподобные соединения, роль в организме человека. Доноры метильных групп.

Витамины и коферментные формы как лекарственные средства. Биохимические основы создания сбалансированных поливитаминных лекарственных средств.

Антивитамины, характеристика, важнейшие представители, их строение, влияние на обмен веществ, использование в медицине.

9. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма

9.1. Основные механизмы регуляции метаболизма. Механизм действия гормонов

Гормоны и гормоноподобные вещества, характеристика. Гормоны как дистантные регуляторы клеточного метаболизма. Трансгипофизарный и парагипофизарный пути регуляции метаболизма. Классификация гормонов по химическому строению и механизму действия. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов. Общие механизмы регулирующего влияния гормонов на метаболизм: изменение активности ферментов (активация и ингибирование); изменение количества ферментов в клетке (индукция или репрессия синтеза белков, изменение скорости разрушения ферментов); изменение свойств клеточных мембран. Механизмы прямой и обратной связи в регуляции образования и действия гормонов.

Гормоны, не проникающие в клетку (белковой и пептидной природы, катехоламины), посредники в действии этой группы гормонов в клетке: циклические нуклеотиды, ионы кальция, продукты превращения фосфатидилинозитолов, тирозинкиназная активность. Аденилатциклаза и гуанилатциклаза – сигнальные системы клеточных мембран. Механизм передачи гормонального сигнала в клетку, его этапы. Снятие гормонального сигнала. Влияние лекарственных средств на концентрацию циклических нуклеотидов.

Механизм действия гормонов, проникающих в клетку. Локализация рецепторов гормонов. Гормонально-чувствительные отделы ДНК. Строение рецепторов стероидных и тиреоидных гормонов. Стероидные гормоны как регуляторы экспрессии генов. Применение гормонов в медицине.

Гормоны гипоталамуса и гипофиза: химическая природа, значение в регуляции функции периферических желез. Меланотропин, функции в организме. Нейрогормоны (окситоцин и вазопрессин), биологическое действие.

9.2. Гормональная регуляция обмена жиров, белков и углеводов

Гормоны поджелудочной железы: инсулин и глюкагон. Биосинтез инсулина. Инсулинчувствительные и инсулиннечувствительные ткани. Биологическое действие инсулина и глюкагона. Сахарный диабет, характеристика нарушений обмена веществ при сахарном диабете. Осложнения сахарного диабета. Лекарственные препараты инсулина, их применение.

Гормоны мозгового вещества надпочечников (катехоламины), строение и биосинтез, влияние на обмен веществ.

Гормоны стероидной природы. Общая схема биосинтеза стероидных гормонов. Кортикостероиды: глюкокортикоиды и минералокортикоиды. Глюкокортикоиды: строение, регуляция секреции, влияние на обмен углеводов, липидов, белков. Противовоспалительное и антиаллергическое действие, другие биологические эффекты глюкокортикоидов.

Проявления гиподисфункции и гипердисфункции коры надпочечников.

9.3. Гормональная регуляция анаболических процессов, связанных с ростом и морфогенезом

Гормон роста (соматотропин): строение, биосинтез, биологические функции, регуляция секреции. Соматомедины. Проявления нарушений выработки гормона роста.

Гормоны щитовидной железы. Йодтиронины, строение, биосинтез, связь с тиреотропным гормоном. Биологические функции и механизмы действия йодтиронинов. Основные проявления нарушений функции щитовидной железы, эндемический зоб.

Половые гормоны. Мужские половые гормоны, строение, биологическая роль. Женские половые гормоны: строение, связь с половым циклом. Влияние половых гормонов на репродуктивные и нерепродуктивные ткани. Метаболическое действие половых гормонов. Анаболические стероиды как лекарственные средства. Женские половые гормоны как компоненты комплексных оральных контрацептивов.

9.4. Гормональная регуляция водно-солевого и минерального обмена

Минеральные вещества тканей человека. Вода, ее функции, содержание в живом организме. Деление воды по локализации в организме человека (внутриклеточная, внеклеточная, внутрисосудистая и интерстициальная), по способности к перемещению в организме (свободная, иммобилизованная). Возрастные, органые, половые различия в содержании воды. Суточные потребности и потери воды. Функции неорганических ионов. Содержание минеральных веществ. Макро- и микроэлементы.

Натрий и калий в организме человека, их поступление, содержание, суточная потребность, биологическая роль. Регуляция электролитного состава и объема внеклеточной жидкости вазопрессином, альдостероном, атриальным натрийуретическим фактором. Ренин-ангиотензиновая система. Роль ангиотензина II. Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента как лекарственные средства. Минералокортикоиды, строение, влияние на обмен электролитов.

Кальций и фосфор, их поступление, содержание, суточная потребность, биологические функции в организме человека. Обмен и функции железа, меди в организме человека.

Гормон паращитовидных желез (паратгормон): строение, роль в регуляции фосфорно-кальциевого обмена. Нарушения функции паращитовидных желез. Гормон щитовидной железы (кальцитонин): строение, биологическая роль, взаимосвязь с паратгормоном в регуляции фосфорно-кальциевого обмена.

9.5. Интеграция метаболизма

Внутриклеточная локализация основных метаболических путей. Метаболические профили основных органов организма человека.

Межорганый метаболизм в состоянии после приема пищи, натошак и при длительном голодании. Основные энергетические субстраты. Роль гормонов.

Основы метаболической терапии.

10. Функциональная биохимия. Основы клинической биохимии

10.1. Биохимия крови. Основы клинической биохимии

Особенности метаболизма клеток крови. Компоненты плазмы крови. Белки и ферменты плазмы крови. Альбумины и глобулины плазмы крови, характеристика и функции. Гемоглобин: строение, производные, типы. Гемоглобинопатии. Синтез гема и гемоглобина, регуляция. Распад гемоглобина. Биохимические показатели крови, использование. Кровь как источник лекарственных средств.

Активаторы пламиногена и протеолитические ферменты как тромболитические лекарственные средства.

Понятие о клинической биохимии. Биохимическая диагностика заболеваний. Объекты биохимических исследований в медицине. Основные биохимические показатели, исследуемые в медицине.

Соблюдение правил медицинской этики и деонтологии фармацевтических работников.

10.2. Биохимия печени. Биохимия почек и мочи

Функции печени в организме человека. Роль печени в обмене углеводов, липидов, белков и аминокислот, витаминов, минеральных веществ. Обезвреживающая функция печени. Роль микросомального окисления в обезвреживании ксенобиотиков. Цитохром P-450-гидроксилазный цикл. Обмен билирубина. Типы желтух.

Образование и выделение желчи как способ выведения конечных продуктов метаболизма. Кишечно-печеночная циркуляция желчных кислот, роль в переваривании липидов и всасывании.

Основные функции почек. Характеристика важнейших компонентов мочи в норме и при патологии.

11. Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков

11.1. Основы фармацевтической биохимии

Фармацевтическая биохимия. Биохимия и фармация. Биогенные и синтетические лекарственные средства. Использование биохимических методов в стандартизации и контроле качества лекарственных средств. Использование ферментов в анализе и синтезе лекарственных средств.

Транспорт лекарственных средств через мембраны клеток при различных способах их введения в организм человека.

Транспорт лекарственных средств кровью. Специфические и неспецифические транспортные системы крови. Взаимодействие лекарственных средств с клеточными рецепторами в тканях.

Биохимические основы индивидуальной variabilityности метаболизма лекарственных средств.

11.2. Биотрансформация ксенобиотиков

Биотрансформация ксенобиотиков и лекарственных средств, фазы метаболизма. Изменения активности и токсичности ксенобиотиков и лекарственных средств в процессе метаболизма: появление токсичности, усиление токсичности, появление активности, усиление активности, изменение активности и полная инактивация. Локализация и виды ферментных превращений ксенобиотиков и лекарственных средств: реакции первой фазы биотрансформации окисления микросомальными ферментами (ароматическое и ациклическое окисление, О-дезалкилирование и N-дезалкилирование, дезаминирование, сульфоокисление), восстановления, гидролиза; реакции метаболизма ксенобиотиков немикросомальными ферментами. Реакции второй фазы биотрансформации ксенобиотиков: конъюгации (с глюкуроновой кислотой, серной кислотой, с аминокислотами, глутатионом), тиосульфатная, метилирование, ацетилирование.

Выведение ксенобиотиков из организма человека, виды и способы выведения. Факторы, влияющие на метаболизм лекарственных средств: генетические, физиологические и внешней среды. Влияние алкоголя и никотина на метаболизм лекарственных средств.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Таганович, А. Д. Фармацевтическая биохимия : учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования по специальности «Фармация» / А. Д. Таганович, Е. А. Девина, Э. И. Олецкий ; под общ. ред. А. Д. Тагановича. – Минск : Новое знание, 2019. – 662 с. : ил.

Дополнительная:

2. Биохимия : учебник / Л. В. Авдеева [и др.] ; под ред. Е. С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 759 с.

3. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. / Д. Нельсон, М. Кокс ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. – Изд. 3-е, испр. – М. : Лаборатория знаний, 2017.

4. Биохимия : учеб. пособие для студентов медицинских вузов / Н. Ю. Коневалова [и др.] ; М-во здравоохранения Республики Беларусь, УО «Витебский гос. мед. ун-т» ; под общ. ред. Н. Ю. Коневаловой. – [5-е изд.]. – Витебск : [ВГМУ], 2023. – 688 с.

Примерный перечень результатов обучения

В результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» студент должен:

знать:

структуру важнейших биологических молекул, ее связь с функцией;

основные положения биоэнергетики;

пути метаболизма веществ;

взаимосвязь особенностей обмена веществ с функцией органов и тканей организма человека;

биохимические основы регуляции обмена веществ, роль витаминов и гормонов;

механизмы возникновения заболеваний на молекулярном уровне, принципы их диагностики и лечения;

основные методы исследования обмена веществ: белков, липидов, углеводов, гормонов, ферментов, системы гемостаза и другие;

основные клинико-биохимические показатели крови и мочи;

пути ферментативного превращения лекарственных веществ;

правила медицинской этики и деонтологии;

уметь:

использовать унифицированные методы в биохимических исследованиях;

интерпретировать результаты биохимических исследований крови, мочи и др.;

владеть:

навыками безопасной работы в химической лаборатории;
методами качественного и количественного анализа биологических веществ в крови, моче и др.

Примерный перечень практических навыков, формируемых при изучении учебной дисциплины «Биологическая химия» с использованием симуляционных технологий обучения

1. Количественное определение биологических веществ в крови (глюкоза, белок, холестерол, мочеви́на и др.).
2. Качественное и количественное определение патологических компонентов в моче (глюкоза, белок, кетоновые тела и др.).
3. Проведение экспресс-методов в биохимических исследованиях (глюкоза крови; белок, глюкоза, кетоновые тела в моче).
4. Интерпретация результатов биохимического исследования крови и мочи.

СОСТАВИТЕЛИ:

Профессор кафедры общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», доктор биологических наук, профессор

_____ Н.Ю.Коневалова

Заведующий кафедрой общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент

_____ Г.Н.Фомченко

Доцент кафедры общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат химических наук

_____ Л.А.Марченко

Доцент кафедры общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент

_____ Л.Г.Орлова

Доцент кафедры общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», кандидат биологических наук

_____ Н.Н.Яроцкая

Оформление примерной учебной программы и сопроводительных документов соответствует установленным требованиям

Заместитель начальника Центра –
начальник отдела научно-методического
обеспечения высшего медицинского и
фармацевтического образования
Института повышения квалификации и
переподготовки кадров здравоохранения
учреждения образования «Белорусский
государственный медицинский
университет»

_____ Е.И.Калистратова

Начальник учебно-методического отдела
учреждения образования «Витебский
государственный ордена Дружбы народов
медицинский университет»

_____ А.В.Гайдукова