

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Біологічна та біоорганічна хімія
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Навчально-науковий медичний інститут. Кафедра біофізики, біохімії, фармакології та біомолекулярної інженерії
Розробник(и)	Чорна Інна Валентинівна, Іншина Наталія Миколаївна, Гончарова Світлана Анатоліївна, Гребеник Людмила Іванівна
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	18 тижнів протягом 3-го семестру, 20 тижнів протягом 4-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 6 кред. ЄКТС, 180 год. Для денної форми навчання 134 год. становить контактна робота з викладачем (22 год. лекцій, 112 год. практичних занять), 46 год. становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Педіатрія"
Передумови для вивчення дисципліни	Медична хімія, Медична та біологічна фізика, Гістологія, цитологія та ембріологія, Медична біологія, Латинська мова та медична термінологія, Анатомія людини з особливостями дитячого віку, Перша домедична допомога з особливостями дитячого віку
Додаткові умови	Дисципліни, що мають бути вивчені одночасно з цією дисципліною: Фізіологія з особливостями дитячого віку; Мікробіологія, вірусологія та імунологія.
Обмеження	відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів системи сучасних знань з основних біохімічних процесів в організмі здорової людини та при патології, які базуються на вміннях проводити біохімічні дослідження, оцінювати та інтерпретувати їх результати з точки зору клініко-діагностичного значення для реалізації подальшої ефективної

професійної діяльності, здійснення дослідницької та інноваційної діяльності з дотриманням принципів біоетики та академічної доброчесності.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Загальні закономірності метаболізму.
<p>Тема 1 Контроль початкового рівня знань. Засвоєння принципів проведення біохімічних лабораторних досліджень; обґрунтування та клініко-діагностичне значення змін біохімічних показників.</p> <p>Визначення біохімії як науки. Місце біохімії серед інших медико-біологічних дисциплін. Досягнення і перспективи розвитку біохімії, теоретичної та молекулярної біології, біотехнології, генної інженерії. Мета біохімічних лабораторних досліджень, критерії оцінки лабораторних методів, принципи забору матеріалу для досліджень, помилки лабораторної діагностики. Хімічний склад живих організмів та його особливості.</p>
<p>Тема 2 Вивчення методів дослідження і фракціонування амінокислотного складу біологічних речовин.</p> <p>Загальна характеристика та біологічні функції білків і пептидів. Амінокислотний склад білків і пептидів; будова, класифікація і фізико-хімічні властивості амінокислот. Утворення пептидного зв'язку. Рівні структурної організації білків. Хімічні зв'язки в біл-ковій молекулі. Методи вивчення та дослідження в біологічних рідинах амінокислот і білків. Кольорові реакції на амінокислоти. Хроматографічні методи розділення амінокислот.</p>
<p>Тема 3 Дослідження фізико-хімічних властивостей білків-ферментів. Методи виділення і фракціонування білків. Класифікація білків: прості білки, пептиди.</p> <p>Фізико-хімічні властивості білків: амфотерність, ізоелектрична точка (pI), розчинність білків, термодинамічна стабільність білкових молекул, денатурація. Методи виділення білків з біооб'єктів, їх фракціонування і аналіз будови. Сучасні класифікації білків. Загальна характеристика окремих класів білків, їх роль. Природні пептиди: класифікація, біохімічна характеристика.</p>
<p>Тема 4 Вивчення класифікації, особливостей будови та методів дослідження складних білків. Вивчення структури, функцій та фізико-хімічних властивостей нуклеїнових кислот.</p> <p>Складні білки: класифікація, представники окремих класів, вміст в організмі людини. Нуклеотиди будова, структурні компоненти, номенклатура, біологічна роль. Мінорні азотисті основи та нуклеотиди. Вільні нуклеотиди: участь у метаболічних реакціях та їх регуляції. Циклічні нуклеотиди. Нуклеїнові кислоти: особливості структурної організації, біологічні функції ДНК і РНК. Методи вивчення складу та особливостей будови складних білків.</p>
<p>Тема 5 Вивчення структури, фізико-хімічних властивостей та класифікації ферментів. Засвоєння методів виявлення ферментів у біологічних об'єктах.</p> <p>Ферменти як біологічні каталізатори реакцій обміну речовин; властивості білків-ферментів. Номенклатура ферментів та їх класифікація за типом реакції. Будова ферментних білків; олігомерні білки-ферменти; мультиензимні комплекси. Кофактори та коферменти. Будова і властивості коферментів; вітаміни як попередники в біосинтезі коферментів. Класифікація коферментів за хімічною природою, типом реакції, яку вони каталізують. Складні білки-ферменти; простетичні групи складних білків-ферментів. Методи виділення ферментів з біооб'єктів, їх фракціонування, аналіз активності.</p>

Тема 6 Визначення активності ферментів, дослідження механізму їх дії. Вивчення кінетики ферментативного каталізу. Дослідження ролі кофакторів та коферментних вітамінів у прояві каталітичної активності ферментів.

Механізми дії ферментів: а) термодинамічні закономірності ферментативного каталізу; б) активні центри ферментів; в) гіпотези ферментативного каталізу Е.Фішера та Д. Кош-ленда. Послідовність етапів каталітичного процесу. Ферментативне перетворення субстратів при каталітичній дії ферменту на прикладі дії хімотрипсину та ацетилхолінестерази. Спектрофотометричні методи визначення активності ферментів та візуалізація результатів ферментативної реакції. Одиниці виміру активності та кількості ферментів: міжнародні одиниці, катал, питома активність ферменту. Кінетика ферментативних реакцій: залежність швидкості реакцій від концентрації ферменту, субстрату, рН та температури. Константа Міхаеліса-Ментен, її смислове значення. Обробка рівняння Міхаеліса-Ментен за методом подвійних зворотних величин – рівняння Лайнуївера-Берка. Використання K_m для характеристики активності ферментів і передбачення можливості перебігу метаболічних процесів у клітині.

Тема 7 Вивчення регуляції ферментативних процесів та аналіз механізмів виникнення ензимопатій. Медична ензимологія.

Регуляція ферментативних процесів. Інгібітори та активатори. Зворотне (конкурентне та неконкурентне) і незворотне інгібування ферментів. Фізіологічно активні сполуки та ксенобіотики як зворотні та незворотні інгібітори ферментів. Шляхи та механізми регуляції ферментативних процесів. Ізоферменти в ензимодіагностиці, тканинна специфічність розподілу ізоферментів. Основні аспекти сучасної ензимодіагностики. Клітинні, секреторні та екскреторні ферменти. Застосування ензимодіагностики в кардіології, гепатології, нефрології, урології, онкології, пульманології, ортопедії тощо. Порушення перебігу ферментативних процесів: природжені (спадкові) та набуті ензимопатії, уроджені вади метаболізму, їх клініко-лабораторна діагностика. Ензимотерапія – використання ферментів як лікарських засобів.

Тема 8 Обмін речовин і енергії. Вивчення стадій аеробного катаболізму та тканинного дихання.

Загальні закономірності обміну речовин; катаболічні, анаболічні та амфіболічні шляхи метаболізму. Взаємозв'язок процесів утворення та споживання енергії в живих системах. Екзергонічні та ендергонічні біохімічні реакції; роль АТФ та інших макроергічних фосфатів у поєднанні процесів, що проходять з вивільненням та запасанням енергії. Стадії катаболізму біомолекул в організмі. Внутрішньоклітинна локалізація ферментів та метаболічних шляхів, компартменталізація метаболічних процесів у клітині. Методи вивчення обміну речовин. Біологічне окиснення та тканинне дихання. Реакції біологічного окиснення: типи реакцій (дегідрогеназні, оксидазні, оксигеназні) та їх біологічне значення.

Тема 9 Дослідження функціонування, регуляції та енергетичної вартості циклу лимонної кислоти.

Загальна характеристика циклу лимонної кислоти: схема функціонування, послідовність реакцій, характеристика ферментів, біохімічне значення. Ферментативні реакції циклу лимонної кислоти. Особливості функціонування альфа-кетоглутаратдегідрогеназного мультиензимного комплексу. Реакція субстратного фосфорилування в циклі лимонної кислоти. Сумарний баланс молекул АТФ (енергетичний баланс), що утворюються при функціонуванні циклу. Анаплеротичні та амфіболічні реакції циклу лимонної кислоти. Регуляція ЦЛК: регуляторні ферменти, активатори, інгібітори.

Тема 10 Дослідження біологічного окислення, окисного фосфорилування та синтезу АТФ. Шляхи синтезу АТФ у клітинах: субстратне та окисне фосфорилування. Утворення АТФ у клітинах за анаеробних та аеробних умов. Ферменти біологічного окислення в мітохондріях: піридин-, флавінзалежні дегідрогенази, цитохроми. Молекулярна організація мітохондріального ланцюга біологічного окислення: компоненти дихального ланцюга як окисно-відновні пари кофакторів, їх редокс-потенціали; молекулярні комплекси внутрішніх мембран мітохондрій. Шляхи включення відновлювальних еквівалентів у дихальний ланцюг мітохондрій. Окисне фосфорилування. Коефіцієнт окисного фосфорилування, пункти спряження окиснення та фосфорилування.

Тема 11 Засвоєння принципів хеміосмотичної теорії. Аналіз механізму дії інгібіторів і роз'єднувачів окисного фосфорилування.

Хеміосмотична теорія окисного фосфорилування – молекулярний механізм генерації АТФ у процесі біологічного окиснення: основні положення. АТФ-синтетаза мітохондрій, будова та принципи функціонування. F₀- та F₁- субодиниці АТФ-синтетази, їх функціональне значення. Умови ефективного поєднання окиснення та фосфорилування в мітохондріях. Інгібітори транспорту електронів (ротинон, амітал, антимицин А, ціаніди, монооксид вуглецю). Роз'єднувачі окисного фосфорилування (2,4-динітрофенол, гормони щитовидної залози, вільні жирні кислоти), їх біомедичне значення. Роль бурої жирової тканини у термогенезі. Регуляція тканинного дихання й окисного фосфорилування. Дихальний контроль.Порушення синтезу АТФ в умовах дії на організм людини патогенних факторів хімічного, біологічного та фізичного походження. Мікросомальне окиснення: цитохром P450, молекулярна організація ланцюга. Активні форми кисню і механізми їх інактивації.

Тема 12 Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля I «Загальні закономірності метаболізму».

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 1.

Тема 13 Підсумковий контроль теоретичних питань змістового модуля I «Загальні закономірності метаболізму».

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 1 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

Модуль 2. Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція.

Тема 14 Дослідження перетравлення та всмоктування вуглеводів. Дослідження гліколізу – анаеробного окиснення вуглеводів.

Класифікація вуглеводів. Особливості й роль основних представників моно- та олігосахаридів, гомо- та гетерополісахаридів. Біохімічні механізми перетравлювання та всмоктування вуглеводів; порушення процесів. Анаеробний гліколіз: парціальні реакції, локалізація в клітині, біологічна роль. Регуляція гліколізу, ключові реакції, енергетичний баланс. Гліколітична оксидоредукція: піруват як акцептор водню при дефіциті кисню. Діагностичне значення визначення ЛДГ у сироватці крові.

Тема 15 Дослідження аеробного окиснення глюкози.

Етапи аеробного окиснення глюкози. Окиснювальне декарбоксилювання пірувату. Структура, особливості функціонування і механізми регуляції активності піруватдегідрогеназного мультиферментного комплексу. Порівняльна характеристика біоенергетики аеробного та анаеробного окиснення глюкози. Ефект Пастера-Мейєргофа. Човникові механізми транспорту гліколітичного НАДН·Н⁺ у мітохондрії в аеробних умовах.

Тема 16 Дослідження катаболізму та біосинтезу глікогену. Регуляція обміну глікогену. Вивчення метаболізму глікокон'югатів.

Розщеплення та біосинтез глікогену: ферментативні реакції глікогенезу та глікогенолізу. Каскадні механізми цАМФ-залежної регуляції активностей глікогенфосфорилази та глікогенсинтази. Гормональна регуляція обміну глікогену в м'язах та печінці. Генетичні порушення ферментів метаболізму глікогену: глікогенози, аглікогенози. Метаболізм вуглеводних компонентів глікокон'югатів. Біосинтез О- та N-зв'язаних глікопротеїнів; значення глікозил-трансфераз та доліхолфосфату. Біосинтез гліколіпідів на прикладі утворення олігосахаридних фрагментів антигенних детермінант груп крові людини системи АВО. Ферменти катаболізму глікокон'югатів. Генетичні порушення метаболізму глікокон'югатів (глікозидози): мукополісахаридози, гліколіпідози.

Тема 17 Дослідження механізмів глюконеогенезу та альтернативних шляхів обміну вуглеводів. Вивчення методів визначення концентрації глюкози в крові.

Біосинтез глюкози - глюконеогенез: фізіологічне значення, субстрати, ферментативні реакції, регуляторні ферменти, енергетика процесу. Лактат та аланін як субстрати ГНГ, глюкозо-лактатний (цикл Корі) та глюкозо-аланіновий цикли. ПФШ окиснення глюкози: біологічне значення, послідовність реакцій, особливості функціонування у різних тканинах. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення фруктози в організмі людини. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення галактози в організмі людини. Спадкові ензимопатії, пов'язані з генетичними дефектами синтезу ферментів ПФШ, метаболізму фруктози і галактози.

Тема 18 Дослідження механізмів метаболічної та гормональної регуляції обміну глюкози крові. Біохімія цукрового діабету.

Гормони – регулятори обміну глюкози (глюкагон, адреналін, глюкостероїди, соматотропін, інсулін - ефекти та механізми впливу на рівень глюкоземії). Глюкоземія: нормальний стан, фактори, які забезпечують нормальний вміст глюкози в крові. Причини виникнення гіпо- і гіперглюкоземії. Глюкозурія. Біохімія цукрового діабету: інсулінозалежна та інсулінонезалежна форми; клініко-біохімічна характеристика. Діагностичні критерії цукрового діабету: глюкозотолерантний тест, подвійне цукрове навантаження, визначення глікозильованого гемоглобіну та фруктозміну.

Тема 19 Розв'язання ситуаційних задач за питаннями змістових модулів “Загальні закономірності метаболізму. Метаболізм вуглеводів” («Крок-1», 3 семестр).

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами: Особливості структури і дії ферментів. Біоенергетика. Загальні шляхи метаболізму. Обмін та функції вуглеводів.

Тема 20 Загальна характеристика ліпідів. Дослідження перетравлення та всмоктування ліпідів. Дослідження ліполізу і його регуляція.

Ліпіди: будова, класифікація, біологічні функції основних класів. Жирнокислотний склад ліпідів - насичені та ненасичені жирні кислоти (фізико-хімічні властивості, вміст у тканинних ліпідах людини). Катаболізм триацилгліцеролів: послідовність реакцій, механізм регуляції активності триацилгліцеролліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу.

Тема 21 Окиснення жирних кислот. Дослідження обміну кетонових тіл.

Окиснення жирних кислот: біологічна роль, етапи, активація жирних кислот. Роль карнітину в транспорті жирних кислот у мітохондрії. Послідовність ферментативних реакцій бетта-окиснення. Енергетика бетта-окиснення жирних кислот. Кетонові тіла. Реакції біосинтезу та утилізації кетонових тіл, їх фізіологічне значення. Метаболізм кетонових тіл за умов патології. Механізми розвитку кетоацидозу при цукровому діабеті та голодуванні.

Тема 22 Дослідження біосинтезу жирних кислот, триацилгліцеролів та фосфоліпідів. Визначення загальних фосфоліпідів у сироватці крові.

Біосинтез вищих жирних кислот: метаболічні джерела, регуляція, ферментативні реакції синтезу пальмітату. Елонгація насичених жирних кислот, утворення моно- і поліненасичених жирних кислот в організмі людини. Біосинтез триацилгліцеролів: субстрати, послідовність реакцій, ферментне забезпечення. Біосинтез фосфоліпідів у тканинах людини. Поняття про ліпотропні фактори. Метаболізм сфінголіпідів. Генетичні аномалії обміну сфінголіпідів - сфінголіпідози. Лізосомальні хвороби: хвороба Німана-Піка, хвороба Тея-Сакса (гангліозидоз GM2), гангліозидоз GM1, хвороба Гоше.

Тема 23 Дослідження біосинтезу та біотрансформації холестеролу (вітамін D, жовчні кислоти, стероїдні гормони). Ліпопротеїни крові.

Біосинтез холестеролу: метаболічні попередники, схема послідовності реакцій, регуляція синтезу. Шляхи біотрансформації холестеролу: етерифікація; утворення жовчних кислот, стероїдних гормонів, вітаміну D₃; екскреція холестеролу із організму. Роль цитохрому P-450 в біотрансформації фізіологічно активних стероїдів. Циркуляторний транспорт ліпідів. Ресинтез ТАГ в ентероцитах. Класи ліпопротеїнів крові: хімічний склад, утворення, біологічна роль, методи фракціонування; апопротеїни.

Тема 24 Дослідження механізмів метаболізму в адипоцитах. Обмін гліцеролу. Біохімія ненасичених жирних кислот.

Біосинтез ненасичених жирних кислот: утворення моноенових жирних кислот; особливості перетворень полієнових жирних кислот. Загальне уявлення про вітамін F: добова потреба, джерела, біологічна роль, наслідки недостатності. Особливості ліпогенезу і ліполізу в жировій тканині; взаємозв'язок з метаболізмом вуглеводів. Гормональна регуляція процесів. Особливості метаболізму гліцеролу: послідовність реакцій катаболізму, енергетичний ефект, участь у реакціях анаболізму.

Тема 25 Дослідження регуляції і порушення обміну ліпідів.

Механізми регуляції основних шляхів метаболізму ліпідів. Гормональна регуляція ліпідного обміну. Порушення метаболізму ліпідів при цукровому діабеті. Метаболічні причини розвитку жирової інфільтрації печінки. Порушення метаболізму холестеролу: біохімічні механізми розвитку жовчнокам'яної хвороби. Гіперліпопротеїнемії: класифікація, загальна характеристика. Гіперальфаліпопротеїнемія. Роль атерогенних ліпопротеїнів у виникненні атеросклерозу. Біохімія ожиріння. Взаємозв'язок метаболізму ліпідів і вуглеводів.

Тема 26 Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля 2 «Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція».

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 2.

Тема 27 Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 2 «Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція»

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 2 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

Модуль 3. Метаболізм амінокислот. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій.

Тема 28 Дослідження перетравлення білків та всмоктування амінокислот. Загальні шляхи перетворення амінокислот.

Молекулярні механізми перетравлення білків та всмоктування амінокислот. Шляхи утворення і підтримання пулу вільних амінокислот в організмі людини. Загальні шляхи перетворення вільних амінокислот до кінцевих продуктів. Дезамінування амінокислот: типи дезамінування, послідовність реакцій. Глутаматдегідрогеназна реакція, її значення і регуляція. Трансамінування амінокислот: реакції, біохімічне значення, механізм дії амінотрансфераз. Механізм непрямого дезамінування амінокислот. Декарбоксилування амінокислот: ферменти, фізіологічне значення. Окиснення біогенних амінів. Шляхи перетворення безазотистих залишків амінокислот. Поняття про глюкогенні та кетогенні амінокислоти. КДЗ визначення активності амінотрансфераз.

Тема 29 Дослідження шляхів утворення та детоксикації аміаку. Біосинтез сечовини.

Шляхи утворення аміаку в організмі. Токсичність аміаку та механізм його знешкодження. Циркуляторний транспорт аміаку. Біосинтез сечовини: біологічна роль, регуляція, локалізація процесу, послідовність реакцій. Зв'язок орнітинового циклу з перетворенням фумарової та аспарагінової кислот. Порушення циклу сечовини. Гіперамоніємії.

Тема 30 Дослідження спеціалізованих шляхів обміну ациклічних і циклічних амінокислот. Синтез глутатіону та креатину.

Спеціалізовані шляхи обміну ациклічних амінокислот. Обмін гліцину та серину. Роль Н⁴-фолату в перенесенні одновуглецевих радикалів. Інгібітори дегідрофолатредуктази. Обмін сірковмісних амінокислот: реакції метилювання; синтез креатину. Глутатіон, його роль в обміні органічних пероксидів. Особливості обміну амінокислот з розгалуженими ланцюгами. Участь коферментних форм вітаміну В₁₂ та Н у метаболізмі амінокислот. Обмін аргініну; біологічна роль оксиду азоту, NO-синтази. Спеціалізовані шляхи метаболізму циклічних амінокислот.

Тема 31 Порушення азотистого обміну. Ензимопатії. Дослідження біосинтезу порфіринів. Спадкові порушення обміну порфіринів.

Порушення білкового обміну. Квашіоркор. Аміноацидурия. Генетичні аномалії циклу сечовини. Гіперамоніємії. Спадкова ензимопатія обміну ациклічних амінокислот (гліцину, метіоніну, цистеїну). Генетичні аномалії обміну амінокислот із розгалуженим ланцюгом. Хвороба кленового сиропу. Спадкові порушення обміну циклічних амінокислот (фенілаланіну, тирозину, триптофану, гістидину). Порушення азотистого обміну при цукровому діабеті. Порфірини: номенклатура, структура. Реакції біосинтезу порфіринів. Утворення гему. Регуляція синтезу порфіринів. Спадкові порушення обміну порфіринів (ензимопатія): еритропоетична порфірія, печінкова порфірія, неврологічні порушення, фотодерматити. Принципи методів та КДЗ визначення порфіринів.

Тема 32 Дослідження біосинтезу та катаболізму пуринових і піримідинових нуклеотидів. Визначення кінцевих продуктів їх обміну. Порушення обміну нуклеотидів.

Біосинтез пуринових нуклеотидів: схема утворення ІМФ. Джерела окремих атомів у молекулі пурину. Утворення АМФ, ГМФ, АТФ, ГТФ. Регуляція синтезу пуринових нуклеотидів. Біосинтез пуринових нуклеотидів із азотистих основ. Біосинтез піримідинових нуклеотидів: реакції утворення УМФ, УДФ, УТФ та ЦТФ. Регуляція синтезу піримідинових нуклеотидів. Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Утворення тимідинових нуклеотидів, інгібітори біосинтезу дТМФ як протипухлинні засоби. Катаболізм нуклеотидів. Реакції розщеплення пуринових нуклеотидів. Схема катаболізму піримідинових нуклеотидів. Спадкові порушення метаболізму нуклеотидів. Подагра. Синдром Леша-Ніхана. Оротатацидурия.

Тема 33 Дослідження біосинтезу ДНК та РНК.

Біологічне значення реплікації ДНК. Сутність відкриття Дж.Уотсона та Ф.Кріка. Напівконсервативний механізм реплікації; схема експерименту М.Мезелсона і Ф.Сталя. Загальна схема біосинтезу ДНК. Ферменти реплікації ДНК у прокаріотів та еукаріотів. Молекулярні механізми реплікації ДНК: топологічні проблеми (топоізомерази, хелікази); значення антипаралельності ланцюгів ДНК; фрагменти Оказакі. Етапи синтезу дочірніх ланцюгів молекул ДНК. Загальна схема транскрипції; кодуючі та некуючі ланцюги ДНК. РНК-полімерази прокаріотів та еукаріотів. Етапи та ферменти синтезу РНК. Сигнали транскрипції: промоторні, ініціаторні, термінаторні ділянки геному. Процесинг - посттранскрипційна модифікація РНК. Особливості реплікації геному вірусів. Антибіотики - інгібітори транскрипції.

Тема 34 Дослідження біосинтезу білка на рибосомах. Регуляція експресії генів у прокаріотів та еукаріотів. Молекулярні механізми мутацій. Репарація ДНК. Рекombінантні ДНК.

Генетичний код; його властивості. Компоненти білоксинтезувальної системи рибосом. Активація амінокислот. Етапи та механізми трансляції. Посттрансляційна модифікація пептидних ланцюгів. Регуляція трансляції. Антибіотики – інгібітори транскрипції та трансляції. Біохімічні механізми противірусної дії інтерферонів. Блокування біосинтезу білка дифтерійним токсином. Регуляція експресії генів прокаріотів. Будова Лас-оперону E.Coli. Ампліфікація генів (гени металотіонеїну, дигідрофолатредуктази). Ланцюгова полімеразна реакція; її біомедичне застосування. Біологічне значення та механізми репарації ДНК.

Тема 35 Дослідження молекулярно-клітинних механізмів дії гормонів білково-пептидної природи, катехоламінів та стероїдів.

Гормони та інші біорегулятори у системі міжклітинної інтеграції функцій організму людини. Класи гормонів: білково-пептидні гормони; гормони - похідні амінокислот; гормони стероїдної природи; біорегулятори - похідні арахідонової кислоти. Синтез та секреція гормонів. Механізми регуляції секреції гормонів. Циркуляторний транспорт гормонів. Мішені гормональної дії; типи реакцій клітин на дію гормонів. Рецептори гормонів. Молекулярно-клітинні механізми дії білково-пептидних гормонів та біогенних амінів.

Тема 36 Вивчення біохімічних ефектів білково-пептидних гормонів і гормонів травного каналу.

Гормони гіпоталамо-гіпофізарної системи. Ліберини та статини гіпоталамуса. Гормони передньої частки гіпофіза. Група "гормон росту - пролактин – хоріонічний соматоматропін"; патологічні процеси, пов'язані з порушенням функцій СТГ, соматомединів, пролактину. Група глікопротеїнів - тропних гормонів гіпофіза. Сімейство проопіомеланокортину (ПОМК) – продукти процесингу ПОМК. Гормони задньої частки гіпофіза. Вазопресин (антидіуретичний гормон); патологія, пов'язана з порушенням продукції АДГ. Окситоцин. Гормони підшлункової залози. Інсулін - будова, біосинтез та секреція; вплив на обмін вуглеводів, ліпідів, амінокислот та білків. Рістстимулювальні ефекти інсуліну; фактори росту та онкобілки. Глюкагон. Гормони травного каналу. Гастрин. Холецистокінін. Секретин.

Тема 37 Дослідження гормональної регуляції метаболізму та клітинних функцій гормонів щитоподібної залози і катехоламінів. Біохімічні ефекти ейкозаноїдів.

Гормони щитоподібної залози. Структура та біосинтез тиреоїдних гормонів. Біологічні ефекти Т4 та Т3. Патологія щитоподібної залози; особливості порушень метаболічних процесів за умов гіпер- та гіпотиреозу. Біогенні аміни з гормональними та медіаторними властивостями: будова, біосинтез, фізіологічні ефекти, біохімічні механізми дії. Катехоламіни - адреналін, норадреналін, дофамін. Індоламіни - серотонін, мелатонін. Гістамін. Рецептори біогенних амінів; рецепторна дія лікарських засобів, антагоністи гістамінових рецепторів. Ейкозаноїди: загальна характеристика; номенклатура (простаноїди - простагландини, простацикліни; тромбосани; лейкотрієни; біосинтез. Біологічні та фармакологічні властивості ейкозаноїдів, їх клінічне застосування. Аспірин та інші нестероїдні протизапальні засоби як інгібітори синтезу простагландинів.

Тема 38 Дослідження біохімічних ефектів стероїдних гормонів. Дослідження гормональної регуляції гомеостазу кальцію та фосфатів в організмі.

Розподіл Ca^{2+} в організмі; молекулярні форми кальцію у плазмі крові людини. Роль кісткової тканини, тонкої кишки та нирок у гомеостазі кальцію. Паратгормон – будова, механізм гіперкальціємічної дії. Кальцитріол: біосинтез; вплив на абсорбцію Ca^{2+} та фосфатів у кишечнику. Кальцитонін – будова, вплив на обмін кальцію і фосфатів. Клініко-біохімічна характеристика порушень кальцієвого гомеостазу (рахіт, остеопороз). Стероїдні гормони: номенклатура, класифікація. Схема генезу стероїдних гормонів з холестеролу. Фізіологічні та біохімічні ефекти кортикостероїдів. Глюкокортикоїди; роль кортизолу в регуляції глюконеогенезу; протизапальні властивості глюкокортикоїдів. Хвороба Іценка-Кушинга. Мінералокортикоїди; роль альдостерону в регуляції водно-сольового обміну; альдостеронізм. Стероїдні гормони статевих залоз. Жіночі статеві гормони: фізіологічні та біохімічні ефекти; зв'язок з фазами менструального циклу; регуляція синтезу та секреції. Чоловічі статеві гормони (андрогени) - тестостерон, дигідротестостерон; фізіологічні та біохімічні ефекти, регуляція синтезу та секреції. Клінічне застосування аналогів та антагоністів гормонів статевих залоз.

Тема 39 Тестовий контроль засвоєння питань змістовного модуля 3 «Обмін білків. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій».

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 3.

Тема 40 Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 3 «Обмін білків. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій».

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 3 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

Модуль 4. Функціональна біохімія

Тема 41 Дослідження функціональної ролі водорозчинних (коферментних) вітамінів В1, В2, В3, В6, В12 у метаболізмі та реалізації клітинних функцій

Загальна характеристика вітамінів як компонентів харчування людини; водорозчинні та жиророзчинні вітаміни; хвороби вітамінної недостатності. Класифікація та номенклатура вітамінів. Біологічна роль вітамінів в організмі людини. Їх взаємозв'язок із ферментами. Поняття про авітамінози, гіповітамінози, гіпервітамінози. Типові причини їх виникнення, загальні принципи профілактики та лікування. Біохімічна характеристика окремих водорозчинних вітамінів (В1, В2, В3, В6, В12): хімічна будова, біологічна роль, утворення коферментних форм, добова потреба, основні джерела, метаболізм та механізм дії, прояви недостатності.

Тема 42 Дослідження механізмів дії та біохімічних ефектів вітамінів С, В5, Н, Вс, Р. Методи визначення вітаміну С

Коферментні вітаміни – пантотенова кислота (В5), Н, фолієва кислота (Вс) - будова, біохімічні функції; джерела та добова потреба, ознаки недостатності. Біохімічна характеристика вітамінів С і Р - хімічна будова, біологічна роль, джерела та добова потреба; ознаки дефіциту. Практичне застосування вітамінів. Взаємозв'язок між окремими вітамінами в організмі людини.

Тема 43 Вивчення біохімічних ефектів та методів визначення жиророзчинних вітамінів. Визначення мікро- та макроелементів в біологічному матеріалі.

Біохімічна характеристика жиророзчинних вітамінів (А, D, Е, К, F): хімічна будова, біологічні властивості, добова потреба, джерела, роль в обміні речовин, метаболізм та механізм дії. Хвороби недостатності жиророзчинних вітамінів, гіпервітамінози. Біоантиоксидантні властивості жиророзчинних вітамінів. Вітаміноподібні речовини: структура і роль у обміні речовин. Антивітаміни: механізм дії, використання в медицині. Біологічна роль та розподіл води в організмі. Регуляція та порушення водно-сольового балансу. Біологічні функції макроелементів (Na, K, Ca, Mg, P) та прояви їх недостатності. Роль мікроелементів у харчуванні людини, прояви мікроелементної недостатності. Біологічна роль і обмін заліза в організмі.

Тема 44 Дослідження фізіологічних та біохімічних функцій крові: буферні системи, кислотно-основний стан. Дихальна функція еритроцитів. Патологічні форми гемоглобіну.

Загальна характеристика фізіологічних та біохімічних функцій крові. Дихальна функція еритроцитів. Гемоглобін: структура і властивості. Механізм участі гемоглобіну в транспорті кисню та діоксиду вуглецю. Патобіохімія гемоглобіну: варіанти та патологічні форми гемоглобіну. Молекулярні порушення будови гемоглобінів (гемоглобінози) - гемоглобінопатії, таласемії. Кислотно-основний стан (КОС) організму людини. Механізми регуляції та підтримки КОС: буферні системи крові, функція легень і нирок. Форми порушень кислотно-основного стану та показники КОС. Метаболізм в еритроциті. Типи гіпоксії, механізми її виникнення, лабораторна діагностика.

Тема 45 Дослідження білків плазми крові: білки гострої фази запалення, ліпопротеїди, індикаторні ферменти.

Білки плазми крові та їх клініко-біохімічна характеристика. Фракціонування білків крові. Протеїнограма білків у нормі та за умов патології. Компоненти системи неспецифічної резистентності організму та білки "гострої фази" запальних процесів. Ферменти плазми крові, їх значення в ензимодіагностиці захворювань внутрішніх органів. Калікреїн-кінінова система.

Тема 46 Дослідження небілкових компонентів крові. Ліпопротеїни плазми крові. Дослідження згортальної, антизгортальної та фібринолітичної систем крові. Патології гемостазу. Дослідження біохімії імунних процесів

Небілкові азотисті компоненти крові. Клініко-біохімічне та діагностичне значення змін вмісту сечовини, креатину, креатиніну, білірубину у сироватці крові. Безазотисті органічні сполуки плазми крові. Класи ліпопротеїнів крові. Характеристика основних компонентів згортальної системи крові. Роль вітаміну К у реакціях коагуляції. Спадкові порушення процесу згортання крові. Імуноглобуліни. Медіатори та гормони імунної системи. Біохімічні компоненти системи комплементу: класичний та альтернативний механізми активації.

Тема 47 Вивчення біохімічних функцій печінки. Визначення сорбітолдегідрогенази, ГГТП у сироватці крові.

Гомеостатична роль печінки в обміні речовин цілісного організму. Біохімічні функції гепатоцитів. Вуглеводна функція печінки та її порушення. Участь печінки в регуляції ліпідного складу крові. Роль печінки в обміні білків. Сечовино утворювальна функція печінки. Роль печінки в обміні вітамінів та мікроелементів. Жовчоутворювальна та пігментна функція печінки. Біохімічний склад жовчі. Клініко-біохімічна характеристика недостатності функцій печінки за умов хімічного, біологічного та радіаційного ураження. Порушення біохімічних процесів у печінці при окремих захворюваннях.

Тема 48 Роль печінки в обміні жовчних пігментів. Патобіохімія жовтяниць. Визначення білірубину в сироватці крові. Дослідження процесів біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних токсинів.

Катаболізм гемоглобіну. Обмін жовчних пігментів. Патохімія жовтяниць: гемолітична, паренхіматозна, обтураційна жовтяниці. Спадкові порушення обміну жовчних пігментів. Біохімічні тести в діагностиці жовтяниць. Детоксикаційна функція печінки: фази та типи реакцій біотрансформації ксенобіотиків у печінці; індуктори та інгібітори мікосомальних монооксигеназ. Реакції кон'югації в гепатоцитах: біохімічні механізми, функціональне значення. Електронно-транспортні ланцюги ендоплазматичного ретикулуму. Генетичний поліморфізм та індукцибельність синтезу цитохрому P450. Природа розвитку толерантності до лікарських засобів.

Тема 49 Вирішення ситуаційних тестових завдань з біологічної хімії ("Крок-1", 4 семестр)

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами: Біохімія та обмін амінокислот, білків та нуклеїнових кислот. Обмін та функції ліпідів. Біохімія гормонів та медіаторів. Обмін порфіринів. Біохімія крові та сечі. Біохімія вітамінів та перетравлення. Функціональна біохімія.

Тема 50 Дослідження функціональної активності нирок та хімічного складу сечі.

Водно-сольовий обмін в організмі. Особливості хімічного складу внутрішньоклітинних та позаклітинних рідинних просторів. Особливості обміну речовин у нирках. Роль нирок у регуляції електролітного складу та рН рідин організму. Біохімічні механізми сечоутворювальної функції нирок. Гормональні механізми регуляції водно-сольового обміну та функцій нирок. Ренін-ангіотензинова система. Гіпотензивні лікарські засоби - інгібітори ангіотензин-перетворювального ферменту. Біохімічний склад сечі в нормі та за умов патології. КДЗ аналізу складу сечі. Сечокам'яна хвороба: умови утворення каменів, їх хімічний склад та заходи профілактики. Клініко-біохімічні зміни при різних захворюваннях нирок.

Тема 51 Дослідження біохімічних перетворень в м'язах. Визначення креатиніну у сироватці крові.

Хімічний склад м'язів. Білки міофібрил: міозин, актин, тропоміозин, тропінін. Молекулярна організація товстих і тонких філаментів. Молекулярні механізми м'язового скорочення. Біоенергетика м'язової тканини: джерела АТФ у м'язах; синтез креатину і креатин фосфату. Клітинна організація, особливості обміну та біоенергетичних процесів у міокарді. Регуляція скорочення кардіоміоцитів. Патобіохімія м'язів - міопатії. Порушення обміну речовин коронарних судин та серцевого м'яза при гострому інфаркті. Біохімічна діагностика захворювань міокарда. Патобіохімія гіпертонічної хвороби. Ушкодження серця при деяких захворюваннях.

<p>Тема 52 Вивчення особливостей хімічного складу та обміну в сполучній тканині. Визначення сіалових кислот у сироватці крові.</p> <p>Хімічний склад сполучної тканини. Білки волокон сполучної тканини: колаген, еластин. Біосинтез колагену та утворення фібрилярних структур. Складні вуглеводи сполучної тканини: глікозаміноглікани. Механізм участі молекул глікозаміногліканів у побудові основної речовини пухкої волокнистої сполучної тканини. Обмін протеогліканів. Патобіохімія сполучної тканини. Біохімічні механізми виникнення мукополісахаридозів та колагенозів, їх клініко-біохімічна діагностика.</p>
<p>Тема 53 Вивчення особливостей хімічного складу та метаболізму в нервовій тканині.</p> <p>Хімічний склад нервової тканини: особливості зміни в онтогенезі. Мієлін: особливості хімічного складу, роль у функціонуванні нервової тканини. Метаболізм вуглеводів, ліпідів, білків та амінокислот у нервовій тканині. Особливості енергетичного обміну. Нейромедіатори: утворення, інактивація, роль у функціонуванні нервової системи. Рецептори для нейромедіаторів і фізіологічно активних сполук. Біохімічні основи пам'яті. Нейрохімічні механізми дії психотропних засобів.</p>
<p>Тема 54 Virішення ситуаційних тестових завдань з біологічної хімії "Крок-1" (річний). Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами курсу за рік.</p>
<p>Тема 55 Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля 4: «Функціональна біохімія».</p> <p>Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 4.</p>
<p>Тема 56 Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 4: «Функціональна біохімія».</p> <p>Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 4 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Вміти пояснювати та використовувати знання про основні метаболічні процеси, які відбуваються в організмі людини, при прийнятті обґрунтованих рішень щодо її здоров'я та при ідентифікації провідних клінічних симптомів та синдромів
PH2	Вміти проводити інформаційний пошук з застосуванням сучасних інформаційних технологій для використання знань про метаболічні процеси в організмі людини при вирішенні практичних завдань .
PH3	Демонструвати володіння теоретичними знаннями та практичними навичками з визначення основних біохімічних показників крові та сечі людини з подальшою оцінкою та інтерпретацією результатів досліджень з урахуванням референтних значень цих показників для оцінки стану органів та систем організму пацієнта, враховуючи його вік.

PH4	Застосовувати знання з основних закономірностей метаболічних процесів в організмі людини для інтерпретації клінічної картини та при проведенні диференційної діагностики захворювань.
PH5	Обґрунтовувати доцільність використання оптимального набору біохімічних досліджень при діагностиці найбільш поширених захворювань/станів людини та при встановленні остаточного клінічного діагнозу.
PH6	Оцінювати отримані результати біохімічних досліджень з урахуванням інтеграції метаболічних процесів в організмі людини для обґрунтування необхідності призначення додаткових методів обстеження.

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 228 Педіатрія:

PP1	Виділяти та ідентифікувати провідні клінічні симптоми та синдроми (за списком 1); за стандартними методиками, використовуючи попередні дані анамнезу хворого, дані огляду хворого, знання про людину, її органи та системи, встановлювати найбільш вірогідний нозологічний або синдромний попередній клінічний діагноз захворювання (за списком 2).
PP2	Збирати інформацію про загальний стан пацієнта, оцінювати психомоторний та фізичний розвиток пацієнта, стан органів та систем організму, на підставі результатів лабораторних та інструментальних досліджень оцінювати інформацію щодо діагнозу (за списком 4).
PP3	Призначати та аналізувати додаткові (обов'язкові та за вибором) методи обстеження (лабораторні, рентгенологічні, функціональні та/або інструментальні) за списком 4, пацієнтів із захворюваннями органів і систем організму для проведення диференційної діагностики захворювань (за списком 2).
PP4	Встановлювати остаточний клінічний діагноз шляхом прийняття обґрунтованого рішення та логічного аналізу отриманих суб'єктивних і об'єктивних даних клінічного, додаткового обстеження, проведення диференційної діагностики), дотримуючись відповідних етичних і юридичних норм, під контролем лікаря-керівника в умовах лікувальної установи (за списком 2)
PP5	Визначити головний клінічний синдром або чим обумовлена тяжкість стану потерпілого/постраждалого (за списком 3) шляхом прийняття обґрунтованого рішення та оцінки стану людини за будь-яких обставин (вдома, на вулиці, закладі охорони здоров'я, його підрозділі) у т.ч. в умовах надзвичайної ситуації та бойових дій, в польових умовах, в умовах нестачі інформації та обмеженого часу.
PP18	Відшуковувати необхідну інформацію у професійній літературі та базах даних інших джерелах, аналізувати, оцінювати та застосовувати цю інформацію. Застосовувати сучасні цифрові технології, спеціалізоване програмне забезпечення, статистичні методи аналізу даних для розв'язання складних задач охорони здоров'я.

7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
СН2	Здатність вчитися, оволодівати сучасними знаннями та застосовувати їх у практичних ситуаціях
СН3	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

8. Види навчальних занять

<p>Тема 1. Контроль початкового рівня знань. Засвоєння принципів проведення біохімічних лабораторних досліджень; обґрунтування та клініко-діагностичне значення змін біохімічних показників.</p>
<p>Пр1 "Контроль початкового рівня знань. Засвоєння принципів проведення біохімічних лабораторних досліджень; обґрунтування та клініко-діагностичне значення змін біохімічних показників." (денна)</p> <p>Визначення біохімії як науки. Місце біохімії серед інших медико-біологічних дисциплін. Досягнення і перспективи розвитку біохімії, теоретичної та молекулярної біології, біотехнології, генної інженерії. Мета біохімічних лабораторних досліджень, критерії оцінки лабораторних методів, принципи забору матеріалу для досліджень, помилки лабораторної діагностики. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті з обговоренням техніки безпеки при роботі в біохімічній лабораторії, демонстрацією основних приладів та обладнання.</p>
<p>Тема 2. Вивчення методів дослідження і фракціонування амінокислотного складу біологічних речовин.</p>
<p>Пр2 "Вивчення методів дослідження і фракціонування амінокислотного складу біологічних речовин." (денна)</p> <p>Загальна характеристика та біологічні функції білків і пептидів. Амінокислотний склад білків і пептидів; будова, класифікація і фізико-хімічні властивості амінокислот. Утворення пептидного зв'язку. Рівні структурної організації білків. Хімічні зв'язки в біл-ковій молекулі. Методи вивчення та дослідження в біологічних рідинах амінокислот і білків. Кольорові реакції на амінокислоти. Хроматографічні методи розділення амінокислот. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті та застосування віртуальної симуляції (лабораторної роботи "Кольорові реакції на білки та амінокислоти") з подальшим обговоренням результатів.</p>
<p>Тема 3. Дослідження фізико-хімічних властивостей білків-ферментів. Методи виділення і фракціонування білків. Класифікація білків: прості білки, пептиди.</p>
<p>Лк1 "Біологічна хімія як наука. Білки та пептиди: біологічні функції, будова, рівні структурної організації. Ферменти: будова, властивості, класифікація. Регуляція метаболічних процесів: регуляторні ферменти. Кофактори та коферменти." (денна)</p> <p>Біохімічна характеристика білків. Ферменти: будова, класифікація, механізм дії, регуляція, визначення активності. Медична ензимологія. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій (при наявності карантину - в режимі on-line).</p>

Пр3 "Дослідження фізико-хімічних властивостей білків-ферментів. Методи виділення і фракціонування білків. Класифікація білків: прості білки, пептиди." (денна)

Фізико-хімічні властивості білків: амфотерність, ізоелектрична точка (pI), розчинність білків, термодинамічна стабільність білкових молекул, денатурація. Методи виділення білків з біооб'єктів, їх фракціонування і аналіз будови. Сучасні класифікації білків. Загальна характеристика окремих класів білків, їх роль. Природні пептиди. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, розв'язування ситуаційних задач, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

Тема 4. Вивчення класифікації, особливостей будови та методів дослідження складних білків. Вивчення структури, функцій та фізико-хімічних властивостей нуклеїнових кислот.

Пр4 "Вивчення класифікації, особливостей будови та методів дослідження складних білків. Вивчення структури, функцій та фізико-хімічних властивостей нуклеїнових кислот." (денна)

Складні білки: класифікація, представники окремих класів, вміст в організмі людини. Нуклеотиди будова, структурні компоненти, номенклатура, біологічна роль. Мінорні азотисті основи та нуклеотиди. Вільні нуклеотиди: участь у метаболічних реакціях та їх регуляції. Циклічні нуклеотиди. Нуклеїнові кислоти: особливості структурної організації, біологічні функції ДНК і РНК. Методи вивчення складу та особливостей будови складних білків. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті та застосування віртуальної симуляції (лабораторної роботи "Виділення та аналіз нуклеїнових кислот") з подальшим обговоренням результатів.

Тема 5. Вивчення структури, фізико-хімічних властивостей та класифікації ферментів. Засвоєння методів виявлення ферментів у біологічних об'єктах.

Пр5 "Вивчення структури, фізико-хімічних властивостей та класифікації ферментів. Засвоєння методів виявлення ферментів у біологічних об'єктах." (денна)

Ферменти як біологічні каталізатори реакцій обміну речовин; властивості білків-ферментів. Номенклатура ферментів та їх класифікація за типом реакції. Будова ферментних білків; олігомерні білки-ферменти; мультиензимні комплекси. Кофактори та коферменти. Будова і властивості коферментів; вітаміни як попередники в біосинтезі коферментів. Класифікація коферментів за хімічною природою, типом реакції, яку вони каталізують. Складні білки-ферменти; простетичні групи складних білків-ферментів. Методи виділення ферментів з біооб'єктів, їх фракціонування, аналіз активності. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, розв'язування ситуаційних задач, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

Тема 6. Визначення активності ферментів, дослідження механізму їх дії. Вивчення кінетики ферментативного каталізу. Дослідження ролі кофакторів та коферментних вітамінів у прояві каталітичної активності ферментів.

Пр6 "Визначення активності ферментів, дослідження механізму їх дії. Вивчення кінетики ферментативного каталізу. Дослідження ролі кофакторів та коферментних вітамінів у прояві каталітичної активності ферментів." (денна)

Механізми дії ферментів: а) термодинамічні закономірності ферментативного каталізу; б) активні центри ферментів; в) гіпотези ферментативного каталізу Е.Фішера та Д. Кошленда. Послідовність етапів каталітичного процесу. Ферментативне перетворення субстратів при каталітичній дії ферменту на прикладі дії хімотрипсину та ацетилхолінестерази. Спектрофотометричні методи визначення активності ферментів та візуалізація результатів ферментативної реакції. Одиниці виміру активності та кількості ферментів: міжнародні одиниці, катал, питома активність ферменту. Кінетика ферментативних реакцій: залежність швидкості реакцій від концентрації ферменту, субстрату, рН та температури. Константа Міхаеліса-Ментен, її смислове значення. Обробка рівняння Міхаеліса-Ментен за методом подвійних зворотних величин – рівняння Лайнуївера-Берка. Використання K_m для характеристики активності ферментів і передбачення можливості перебігу метаболічних процесів у клітині. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, вирішення ситуаційних задач, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів досліджень.

Тема 7. Вивчення регуляції ферментативних процесів та аналіз механізмів виникнення ензимопатій. Медична ензимологія.

Пр7 "Вивчення регуляції ферментативних процесів та аналіз механізмів виникнення ензимопатій. Медична ензимологія." (денна)

Регуляція ферментативних процесів. Інгібітори та активатори. Зворотне (конкурентне та неконкурентне) і незворотне інгібування ферментів. Фізіологічно активні сполуки та ксенобіотики як зворотні та незворотні інгібітори ферментів. Шляхи та механізми регуляції ферментативних процесів. Ізоферменти в ензимодіагностиці, тканинна специфічність розподілу ізоферментів. Основні аспекти сучасної ензимодіагностики. Клітинні, секреторні та екскреторні ферменти. Застосування ензимодіагностики в кардіології, гепатології, нефрології, урології, онкології, пульманології, ортопедії тощо. Порушення перебігу ферментативних процесів: природжені (спадкові) та набуті ензимопатії, уроджені вади метаболізму, їх клініко-лабораторна діагностика. Ензимотерапія – використання ферментів як лікарських засобів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, вирішення ситуаційних задач, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів досліджень, застосуванням віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 8. Обмін речовин і енергії. Вивчення стадій аеробного катаболізму та тканинного дихання.

Лк2 "Біоенергетика: загальні шляхи катаболізму. Цикл лимонної кислоти. Регуляція та енергетичний баланс ЦЛК. Біоенергетика: біологічне окислення та окисне фосфорилування. Ланцюг електронного транспорту в мітохондріях." (денна)

Загальні закономірності обміну речовин; катаболічні, анаболічні та амфіболічні шляхи метаболізму. Взаємозв'язок процесів утворення та споживання енергії в живих системах. Загальна характеристика циклу лимонної кислоти: схема функціонування, послідовність реакцій, характеристика ферментів, біохімічне значення. Ферментативні реакції циклу лимонної кислоти. Ферменти біологічного окислення в мітохондріях: піридин-, флавінзалежні дегідрогенази, цитохроми. Молекулярна організація мітохондріального ланцюга біологічного окислення: компоненти дихального ланцюга як окисно-відновні пари кофакторів, їх редокс-потенціали; молекулярні комплекси внутрішніх мембран мітохондрій. Шляхи включення відновлювальних еквівалентів у дихальний ланцюг мітохондрій. Окисне фосфорилування. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр8 "Обмін речовин і енергії. Вивчення стадій аеробного катаболізму та тканинного дихання." (денна)

Загальні закономірності обміну речовин; катаболічні, анаболічні та амфіболічні шляхи метаболізму. Взаємозв'язок процесів утворення та споживання енергії в живих системах. Екзергонічні та ендергонічні біохімічні реакції; роль АТФ та інших макроергічних фосфатів у поєднанні процесів, що проходять з вивільненням та запасанням енергії. Стадії катаболізму біомолекул в організмі. Внутрішньоклітинна локалізація ферментів та метаболічних шляхів, компартменталізація метаболічних процесів у клітині. Методи вивчення обміну речовин. Біологічне окиснення та тканинне дихання. Реакції біологічного окиснення: типи реакцій (дегідрогеназні, оксидазні, оксигеназні) та їх біологічне значення. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 9. Дослідження функціонування, регуляції та енергетичної вартості циклу лимонної кислоти.

Пр9 ". Дослідження функціонування, регуляції та енергетичної вартості циклу лимонної кислоти." (денна)

Загальна характеристика циклу лимонної кислоти: схема функціонування, послідовність реакцій, характеристика ферментів, біохімічне значення. Ферментативні реакції циклу лимонної кислоти. Особливості функціонування альфа-кетоглутаратдегідрогеназного мультиен-зимного комплексу. Реакція субстратного фосфорилування в циклі лимонної кислоти. Сумарний баланс молекул АТФ (енергетичний баланс), що утворюються при функціонуванні циклу. Анаплеротичні та амфіболічні реакції циклу лимонної кислоти. Регуляція ЦЛК: регуляторні ферменти, активатори, інгібітори. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 10. Дослідження біологічного окислення, окисного фосфорилування та синтезу АТФ.

Пр10 "Дослідження біологічного окислення, окисного фосфорилування та синтезу АТФ." (денна)

Шляхи синтезу АТФ у клітинах: субстратне та окисне фосфорилування. Утворення АТФ у клітинах за анаеробних та аеробних умов. Ферменти біологічного окислення в мітохондріях: піридин-, флавінзалежні дегідрогенази, цитохроми. Молекулярна організація мітохондріального ланцюга біологічного окислення: компоненти дихального ланцюга як окисно-відновні пари кофакторів, їх редокс-потенціали; молекулярні комплекси внутрішніх мембран мітохондрій. Шляхи включення відновлювальних еквівалентів у дихальний ланцюг мітохондрій. Окисне фосфорилування. Коефіцієнт окисного фосфорилування, пункти спряження окиснення та фосфорилування. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 11. Засвоєння принципів хеміосмотичної теорії. Аналіз механізму дії інгібіторів і роз'єднувачів окисного фосфорилування.

Пр11 "Засвоєння принципів хеміосмотичної теорії. Аналіз механізму дії інгібіторів і роз'єднувачів окисного фосфорилування." (денна)

Хеміосмотична теорія окисного фосфорилування – молекулярний механізм генерації АТФ у процесі біологічного окиснення: основні положення. АТФ-синтетаза мітохондрій, будова та принципи функціонування. F₀- та F₁- субодиниці АТФ-синтетази, їх функціональ-не значення. Умови ефективного поєднання окиснення та фосфорилування в мітохондріях. Інгібітори транспорту електронів (ротинон, амітал, антимицин А, ціаніди, монооксид вуглецю). Роз'єднувачі окисного фосфорилування (2,4-динітрофенол, гормони щитовидної залози, вільні жирні кислоти), їх біомедичне значення. Роль бурої жирової тканини у термогенезі. Регуляція тканинного дихання й окисного фосфорилування. Дихальний контроль.Порушення синтезу АТФ в умовах дії на організм людини патогенних факторів хімічного, біологічного та фізичного походження. Мікросомальне окиснення: цитохром P450, молекулярна організація ланцюга. Активні форми кисню і механізми їх інактивації. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення каталази крові") з подальшим обговоренням результатів.

Тема 12. Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля I «Загальні закономірності метаболізму».

Пр12 "Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля I «Загальні закономірності метаболізму»." (денна)

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 1. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

Тема 13. Підсумковий контроль теоретичних питань змістового модуля I «Загальні закономірності метаболізму».

Пр13 "Підсумковий контроль теоретичних питань змістового модуля I «Загальні закономірності метаболізму»." (денна)

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 1 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

Тема 14. Дослідження перетравлення та всмоктування вуглеводів. Дослідження гліколізу – анаеробного окиснення вуглеводів.

Лк3 "Метаболізм вуглеводів - 1: гліколіз, аеробне окиснення глюкози; глікогеноліз та біосинтез глікогену." (денна)

Анаеробний гліколіз: парціальні реакції, локалізація в клітині, біологічна роль. Регуляція гліколізу, ключові реакції, енергетичний баланс. Гліколітична оксидоредукція: піруват як акцептор водню при дефіциті кисню. Діагностичне значення визначення ЛДГ у сироватці крові. Етапи аеробного окиснення глюкози. Окиснювальне декарбоксілювання пірувату. Структура, особливості функціонування і механізми регуляції активності піруватдегідрогеназного мультиферментного комплексу. Розщеплення та біосинтез глікогену: ферментативні реакції глікогенезу та глікогенолізу. Каскадні механізми цАМФ-залежної регуляції активностей глікогенфосфорилази та глікогенсинтази. Гормональна регуляція обміну глікогену в м'язах та печінці. Генетичні порушення ферментів метаболізму глікогену: глікогенози, аглікогенози. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр14 "Дослідження перетравлення та всмоктування вуглеводів. Дослідження гліколізу – анаеробного окиснення вуглеводів." (денна)

Класифікація вуглеводів. Особливості й роль основних представників моно- та олігосахаридів, гомо- та гетерополісахаридів. Біохімічні механізми перетравлювання та всмоктування вуглеводів; порушення процесів. Анаеробний гліколіз: парціальні реакції, локалізація в клітині, біологічна роль. Регуляція гліколізу, ключові реакції, енергетичний баланс. Гліколітична оксидоредукція: піруват як акцептор водню при дефіциті кисню. Діагностичне значення визначення ЛДГ у сироватці крові. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуальної симуляції (виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення активності амілази у сироватці крові за методом Каравея") з подальшим обговоренням результатів.

Тема 15. Дослідження аеробного окиснення глюкози.

Пр15 "Дослідження аеробного окиснення глюкози." (денна)

Етапи аеробного окиснення глюкози. Окиснювальне декарбоксілювання пірувату. Структура, особливості функціонування і механізми регуляції активності піруватдегідрогеназного мультиферментного комплексу. Порівняльна характеристика біоенергетики аеробного та анаеробного окиснення глюкози. Ефект Пастера-Мейєргофа. Човникові механізми транспорту гліколітичного НАДН·Н⁺ у мітохондрії в аеробних умовах. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 16. Дослідження катаболізму та біосинтезу глікогену. Регуляція обміну глікогену. Вивчення метаболізму глікоконьюгатів.

Пр16 "Дослідження катаболізму та біосинтезу глікогену. Регуляція обміну глікогену. Вивчення метаболізму глікокон" (денна)

Розщеплення та біосинтез глікогену: ферментативні реакції глікогенезу та глікогенолізу. Каскадні механізми цАМФ-залежної регуляції активностей глікогенфосфорилази та глікогенсинтази. Гормональна регуляція обміну глікогену в м'язах та печінці. Генетичні порушення ферментів метаболізму глікогену: глікогенози, аглікогенози. Метаболізм вуглеводних компонентів глікокон'югатів. Біосинтез О- та N-зв'язаних глікопротеїнів; значення глікозил-трансфераз та доліхолфосфату. Біосинтез гліколіпідів на прикладі утворення олігосахаридних фрагментів антигенних детермінант груп крові людини системи АВО. Ферменти катаболізму глікокон'югатів. Генетичні порушення метаболізму глікокон'югатів (глікозидози): мукополісахаридози, гліколіпідози. Ревматизм. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 17. Дослідження механізмів глюконеогенезу та альтернативних шляхів обміну вуглеводів. Вивчення методів визначення концентрації глюкози в крові.

Лк4 "Метаболізм вуглеводів - 2: альтернативні шляхи обміну моносахаридів: пентозофосфатний цикл; метаболізм фруктози, галактози. Глюконеогенез. Регуляція обміну вуглеводів, ензимопатії вуглеводного обміну. Біохімія цукрового діабету." (денна)

Глюконеогенез: фізіологічне значення, субстрати, ферментативні реакції, регуляторні ферменти, енергетика процесу. Глюкозо-лактатний (цикл Корі) та глюкозо-аланіновий цикли. ПФШ окиснення глюкози: біологічне значення, послідовність реакцій, особливості функціонування у різних тканинах. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення фруктози в організмі людини. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення галактози в організмі людини. Спадкові ензимопатії, пов'язані з генетичними дефектами синтезу ферментів ПФШ, метаболізму фруктози і галактози. Біохімія цукрового діабету: інсулінозалежна та інсулінонезалежна форми; клініко-біохімічна характеристика. Діагностичні критерії цукрового діабету: глюкозотолерантний тест, подвійне цукрове навантаження, визначення глікозильованого гемоглобіну та фруктозміну. Матеріал викладається у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (за умов карантинних обмежень - у форматі он-лайн).

Пр17 "Дослідження механізмів глюконеогенезу та альтернативних шляхів обміну вуглеводів. Вивчення методів визначення концентрації глюкози в крові." (денна)

Біосинтез глюкози - глюконеогенез: фізіологічне значення, субстрати, ферментативні реакції, регуляторні ферменти, енергетика процесу. Лактат та аланін як субстрати ГНГ, глюкозо-лактатний (цикл Корі) та глюкозо-аланіновий цикли. ПФШ окиснення глюкози: біологічне значення, послідовність реакцій, особливості функціонування у різних тканинах. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення фруктози в організмі людини. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення галактози в організмі людини. Спадкові ензимопатії, пов'язані з генетичними дефектами синтезу ферментів ПФШ, метаболізму фруктози і галактози. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 18. Дослідження механізмів метаболічної та гормональної регуляції обміну глюкози крові. Біохімія цукрового діабету.

Пр18 "Дослідження механізмів метаболічної та гормональної регуляції обміну глюкози крові. Біохімія цукрового діабету." (денна)

Гормони – регулятори обміну глюкози (глюкагон, адреналін, глюкокортикоїди, соматотропін, інсулін - ефекти та механізми впливу на рівень глюкоземії). Глюкоземія: нормальний стан, фактори, які забезпечують нормальний вміст глюкози в крові. Причини виникнення гіпо- і гіперглюкоземії. Глюкозурія. Біохімія цукрового діабету: інсулінозалежна та інсулінонезалежна форми; клініко-біохімічна характеристика. Діагностичні критерії цукрового діабету: глюкозотолерантний тест, подвійне цукрове навантаження, визначення глікозильованого гемоглобіну та фруктозміну. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 19. Розв’язання ситуаційних задач за питаннями змістових модулів “Загальні закономірності метаболізму. Метаболізм вуглеводів” («Крок-1», 3 семестр).

Пр19 "Розв’язання ситуаційних задач за питаннями змістових модулів “Загальні закономірності метаболізму. Метаболізм вуглеводів” («Крок-1», 3 семестр)." (денна)

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами: Особливості структури і дії ферментів. Біоенергетика. Загальні шляхи метаболізму. Обмін та функції вуглеводів. Проведення заняття передбачає використання комп’ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

Тема 20. Загальна характеристика ліпідів. Дослідження перетравлення та всмоктування ліпідів. Дослідження ліполізу і його регуляція.

Лк5 "Метаболізм ліпідів: катаболізм триацилгліцеролів;" (денна)

Катаболізм триацилгліцеролів: послідовність реакцій, механізм регуляції активності триацилгліцеролліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу. Окиснення жирних кислот. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр20 "Загальна характеристика ліпідів. Дослідження перетравлення та всмоктування ліпідів. Дослідження ліполізу і його регуляція." (денна)

Ліпіди: будова, класифікація, біологічні функції основних класів. Жирнокислотний склад ліпідів - насичені та ненасичені жирні кислоти (фізико-хімічні властивості, вміст у тканинних ліпідах людини). Катаболізм триацилгліцеролів: послідовність реакцій, механізм регуляції активності триацилгліцеролліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу. Виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення загальних ліпідів в сироватці крові". Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуальної симуляції (виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення концентрації фосфоліпідів у сироватці крові") з подальшим обговоренням результатів.

Тема 21. Окиснення жирних кислот. Дослідження обміну кетонових тіл.

Пр21 "Окиснення жирних кислот. Дослідження обміну кетонових тіл." (денна)

Окиснення жирних кислот: біологічна роль, етапи, активація жирних кислот. Роль карнітину в транспорті жирних кислот у мітохондрії. Послідовність ферментативних реакцій. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 22. Дослідження біосинтезу жирних кислот, триацилгліцеролів та фосфоліпідів. Визначення загальних фосфоліпідів у сироватці крові.

Лк6 "Біосинтез ліпідів: жирних кислот, триацилгліцеролів, фосфоліпідів. Холестерол: біологічні функції, біосинтез, біотрансформація. Транспорт, депонування ліпідів. Регуляція та порушення ліпідного обміну: ожиріння, атеросклероз." (денна)

Біосинтез вищих жирних кислот. Елонгація насичених жирних кислот, утворення моно- і поліненасичених жирних кислот в організмі людини. Біосинтез триацилгліцеролів: субстрати, послідовність реакцій, ферментне забезпечення. Біосинтез фосфоліпідів у тканинах людини. Метаболізм сфінголіпідів. Сфінголіпідози. Біосинтез холестеролу: метаболічні попередники, схема послідовності реакцій, регуляція синтезу. Шляхи біотрансформації холестеролу. Гормональна регуляція процесів метаболізму ліпідів. Метаболічні причини розвитку жирової інфільтрації печінки. Порушення метаболізму холестеролу: біохімічні механізми розвитку жовчнокам'яної хвороби. Гіперліпопротеїнемії. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр21 "Дослідження біосинтезу жирних кислот, триацилгліцеролів та фосфоліпідів. Визначення загальних фосфоліпідів у сироватці крові." (денна)

Біосинтез вищих жирних кислот: метаболічні джерела, регуляція, ферментативні реакції синтезу пальмітату. Елонгація насичених жирних кислот, утворення моно- і поліненасичених жирних кислот в організмі людини. Біосинтез триацилгліцеролів: субстрати, послідовність реакцій, ферментне забезпечення. Біосинтез фосфоліпідів у тканинах людини. Поняття про ліпотропні фактори. Метаболізм сфінголіпідів. Генетичні аномалії обміну сфінголіпідів - сфінголіпідози. Лізосомальні хвороби: хвороба Німана-Піка, хвороба Тея-Сакса (гангліозидоз GM2), гангліозидоз GM1, хвороба Гоше. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 23. Дослідження біосинтезу та біотрансформації холестеролу (вітамін D, жовчні кислоти, стероїдні гормони). Ліпопротеїни крові.

Пр23 "Дослідження біосинтезу та біотрансформації холестеролу (вітамін D, жовчні кислоти, стероїдні гормони). Ліпопротеїни крові." (денна)

Біосинтез холестеролу: метаболічні попередники, схема послідовності реакцій, регуляція синтезу. Шляхи біотрансформації холестеролу: етерифікація; утворення жовчних кислот, стероїдних гормонів, вітаміну Д3; екскреція холестеролу із організму. Роль цитохрому Р-450 в біотрансформації фізіологічно активних стероїдів. Циркуляторний транспорт ліпідів. Ресинтез ТАГ в ентероцитах. Класи ліпопротеїнів крові: хімічний склад, утворення, біологічна роль, методи фракціонування; апопротеїни. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 24. Дослідження механізмів метаболізму в адипоцитах. Обмін гліцеролу. Біохімія ненасичених жирних кислот.

Пр24 "Дослідження механізмів метаболізму в адипоцитах. Обмін гліцеролу. Біохімія ненасичених жирних кислот." (денна)

Біосинтез ненасичених жирних кислот: утворення моноенсенових жирних кислот; особливості перетворень полієнових жирних кислот. Загальне уявлення про вітамін F: добова потреба, джерела, біологічна роль, наслідки недостатності. Особливості ліпогенезу і ліполізу в жировій тканині; взаємозв'язок з метаболізмом вуглеводів. Гормональна регуляція процесів. Особливості метаболізму гліцеролу: послідовність реакцій катаболізму, енергетичний ефект, участь у реакціях анаболізму. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 25. Дослідження регуляції і порушення обміну ліпідів.

Пр25 "Дослідження регуляції і порушення обміну ліпідів. Взаємозв'язок" (денна)

Механізми регуляції основних шляхів метаболізму ліпідів. Гормональна регуляція ліпідного обміну. Порушення метаболізму ліпідів при цукровому діабеті. Метаболічні причини розвитку жирової інфільтрації печінки. Порушення метаболізму холестеролу: біохімічні механізми розвитку жовчнокам'яної хвороби. Гіперліпопротеїнемія: класифікація, загальна характеристика. Гіперальфаліпопротеїнемія. Роль атерогенних ліпопротеїнів у виникненні атеросклерозу. Біохімія ожиріння. Взаємозв'язок метаболізму ліпідів і вуглеводів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 26. Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля 2 «Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція».

Пр26 "Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля 2 «Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція»." (денна)

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 2. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

Тема 27. Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 2 «Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція»

Пр27 "Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 2 «Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція»" (денна)

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 2 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

Тема 28. Дослідження перетравлення білків та всмоктування амінокислот. Загальні шляхи перетворення амінокислот.

Лк7 "Метаболізм амінокислот: загальні шляхи перетворення амінокислот, обмін аміаку. Біосинтез сечовини та його порушення. Спеціалізовані шляхи метаболізму амінокислот; спадкові ензимопатії." (денна)

Шляхи утворення і підтримання пулу вільних амінокислот в організмі людини. Загальні шляхи перетворення вільних амінокислот до кінцевих продуктів. Дезамінування амінокислот. Глутаматдегідрогеназна реакція, її значення і регуляція. Трансамінування амінокислот: реакції, біохімічне значення, механізм дії амінотрансфераз. Механізм непрямого дезамінування амінокислот. Декарбоксілювання амінокислот: ферменти, фізіологічне значення. Біосинтез сечовини: біологічна роль, регуляція, локалізація процесу, послідовність реакцій. Порушення циклу сечовини. Спеціалізовані шляхи обміну амінокислот. Порушення білкового обміну та метаболізму амінокислот. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр28 "Дослідження перетравлення білків та всмоктування амінокислот. Загальні шляхи перетворення амінокислот." (денна)

Молекулярні механізми перетравлення білків та всмоктування амінокислот. Шляхи утворення і підтримання пулу вільних амінокислот в організмі людини. Загальні шляхи перетворення вільних амінокислот до кінцевих продуктів. Дезамінування амінокислот: типи дезамінування, послідовність реакцій. Глутаматдегідрогеназна реакція, її значення і регуляція. Трансамінування амінокислот: реакції, біохімічне значення, механізм дії амінотрансфераз. Механізм непрямого дезамінування амінокислот. Декарбоксілювання амінокислот: ферменти, фізіологічне значення. Окиснення біогенних амінів. Шляхи перетворення безазотистих залишків амінокислот. Поняття про глюкогенні та кетогенні амінокислоти. КДЗ визначення активності амінотрансфераз. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 29. Дослідження шляхів утворення та детоксикації аміаку. Біосинтез сечовини.

Пр29 "Дослідження шляхів утворення та детоксикації аміаку. Біосинтез сечовини." (денна)
Шляхи утворення аміаку в організмі. Токсичність аміаку та механізм його знешкодження. Циркуляторний транспорт аміаку. Біосинтез сечовини: біологічна роль, регуляція, локалізація процесу, послідовність реакцій. Зв'язок орнітинового циклу з перетворенням фумарової та аспарагінової кислот. Порушення циклу сечовини. Гіперамоніємії. Виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення концентрації сечовини у сироватці крові". Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 30. Дослідження спеціалізованих шляхів обміну ациклічних і циклічних амінокислот. Синтез глутатіону та креатину.

Пр30 "Дослідження спеціалізованих шляхів обміну ациклічних і циклічних амінокислот. Синтез глутатіону та креатину." (денна)

Спеціалізовані шляхи обміну ациклічних амінокислот. Обмін гліцину та серину. Роль H4-фолату в перенесенні одновуглецевих радикалів. Інгібітори дегідрофолатредуктази. Обмін сірковмісних амінокислот: реакції метилювання; синтез креатину. Глутатіон, його роль в обміні органічних пероксидів. Особливості обміну амінокислот з розгалуженими ланцюгами. Участь коферментних форм вітаміну B12 та H у метаболізмі амінокислот. Обмін аргініну; біологічна роль оксиду азоту, NO-синтази. Спеціалізовані шляхи метаболізму циклічних амінокислот. Вивчення цієї теми передбачає перегляд відеоматеріалів на практичному занятті та обговорення результатів самостійної роботи на основі завдань з "Робочого зошита".

Тема 31. Порушення азотистого обміну. Ензимопатії. Дослідження біосинтезу порфіринів. Спадкові порушення обміну порфіринів.

Пр31 "Порушення азотистого обміну. Ензимопатії. Дослідження біосинтезу порфіринів. Спадкові порушення обміну порфіринів." (денна)

Порушення білкового обміну. Квашіоркор. Аміноацидурия. Генетичні аномалії циклу сечовини. Гіперамоніємії. Спадкова ензимопатія обміну ациклічних амінокислот (гліцину, метіоніну, цистеїну). Генетичні аномалії обміну амінокислот із розгалуженим ланцюгом. Хвороба кленового сиропу. Спадкові порушення обміну циклічних амінокислот (фенілаланіну, тирозину, триптофану, гістидину). Порушення азотистого обміну при цукровому діабеті. Порфірини: номенклатура, структура. Реакції біосинтезу порфіринів. Утворення гему. Регуляція синтезу порфіринів. Спадкові порушення обміну порфіринів (ензимопатія): еритропоетична порфірія, печінкова порфірія, неврологічні порушення, фотодерматити. Принципи методів та КДЗ визначення порфіринів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 32. Дослідження біосинтезу та катаболізму пуринових і піримідинових нуклеотидів. Визначення кінцевих продуктів їх обміну. Порушення обміну нуклеотидів.

Пр32 "Дослідження біосинтезу та катаболізму пуринових і піримідинових нуклеотидів. Визначення кінцевих продуктів їх обміну. Порушення обміну нуклеотидів." (денна)

Біосинтез пуринових нуклеотидів: схема утворення ІМФ. Джерела окремих атомів у молекулі пурину. Утворення АМФ, ГМФ, АТФ, ГТФ. Регуляція синтезу пуринових нуклеотидів. Біосинтез пуринових нуклеотидів із азотистих основ. Біосинтез піримідинових нуклеотидів: реакції утворення УМФ, УДФ, УТФ та ЦТФ. Регуляція синтезу піримідинових нуклеотидів. Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Утворення тимідинових нуклеотидів, інгібітори біосинтезу дТМФ як протипухлинні засоби. Катаболізм нуклеотидів. Реакції розщеплення пуринових нуклеотидів. Схема катаболізму піримідинових нуклеотидів. Спадкові порушення метаболізму нуклеотидів. Подагра. Синдром Леша-Ніхана. Оротатацидурия. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 33. Дослідження біосинтезу ДНК та РНК.

Пр33 "Дослідження біосинтезу ДНК та РНК." (денна)

Біологічне значення реплікації ДНК. Сутність відкриття Дж.Уотсона та Ф.Кріка. Напівконсервативний механізм реплікації; схема експерименту М.Мезелсона і Ф.Сталя. Загальна схема біосинтезу ДНК. Ферменти реплікації ДНК у прокаріотів та еукаріотів. Молекулярні механізми реплікації ДНК: топологічні проблеми (топоізомерази, хелікази); значення антипаралельності ланцюгів ДНК; фрагменти Оказакі. Етапи синтезу дочірніх ланцюгів молекул ДНК. Загальна схема транскрипції; кодуючі та некодуючі ланцюги ДНК. РНК-полімерази прокаріотів та еукаріотів. Етапи та ферменти синтезу РНК. Сигнали транскрипції: промоторні, ініціаторні, термінаторні ділянки геному. Процесинг - посттранскрипційна модифікація РНК. Особливості реплікації геному вірусів. Антибіотики - інгібітори транскрипції. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 34. Дослідження біосинтезу білка на рибосомах. Регуляція експресії генів у прокаріотів та еукаріотів. Молекулярні механізми мутацій. Репарація ДНК. Рекомбінантні ДНК.

Пр34 "Дослідження біосинтезу білка на рибосомах. Молекулярні основи дії вірусів та токсинів. Регуляція експресії генів у прокаріотів та еукаріотів. Молекулярні механізми мутацій. Репарація ДНК. Рекомбінантні ДНК." (денна)

Генетичний код; його властивості. Компоненти білоксинтезувальної системи рибосом. Транспортні РНК та активація амінокислот. Етапи та механізми трансляції. Посттрансляційна модифікація пептидних ланцюгів. Регуляція трансляції. Антибіотики – інгібітори транскрипції та трансляції у прокаріотів та еукаріотів, їх біомедичне застосування. Біохімічні механізми противірусної дії інтерферонів. Блокування біосинтезу білка дифтерійним токсином. Регуляція експресії генів прокаріотів. Особливості будови та експресії геному еукаріотів. Ампліфікація генів (гени металотіонеїну, дигідрофолатредуктази). Ланцюгова полімеразна реакція; її біомедичне застосування. Біологічне значення та механізми репарації ДНК. Репарація УФ-індукованих генних мутацій; пігментна ксеродерма. Генна інженерія, або технологія рекомбінантних ДНК: загальні поняття, біомедичне значення. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 35. Дослідження молекулярно-клітинних механізмів дії гормонів білково-пептидної природи, катехоламінів та стероїдів.

Лк8 "Біохімічні та молекулярно-біологічні механізми дії гормонів. Гормони та біорегулятори – похідні амінокислот; гормони та фізіологічно активні сполуки ліпідного походження." (денна)

Біохімічна характеристика гормонів та інших біорегуляторів у системі міжклітинної інтеграції функцій організму людини. Класи гормонів. Механізми регуляції секреції гормонів. Циркуляторний транспорт гормонів. Мішені гормональної дії; типи реакцій клітин на дію гормонів. Молекулярно-клітинні механізми дії гормонів. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр35 "Дослідження молекулярно-клітинних механізмів дії гормонів білково-пептидної природи, катехоламінів та стероїдів." (денна)

Гормони та інші біорегулятори у системі міжклітинної інтеграції функцій організму людини. Класи гормонів: білково-пептидні гормони; гормони - похідні амінокислот; гормони стероїдної природи; біорегулятори - похідні арахідонової кислоти. Синтез та секреція гормонів. Механізми регуляції секреції гормонів. Циркуляторний транспорт гормонів. Мішені гормональної дії; типи реакцій клітин на дію гормонів. Рецептори гормонів. Молекулярно-клітинні механізми дії білково-пептидних гормонів та біогенних амінів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 36. Вивчення біохімічних ефектів білково-пептидних гормонів і гормонів травного каналу.

Пр36 "Вивчення біохімічних ефектів білково-пептидних гормонів і гормонів травного каналу." (денна)

Гормони гіпоталамо-гіпофізарної системи. Ліберини та статини гіпоталамуса. Гормони передньої частки гіпофіза. Група "гормон росту - пролактин – хоріонічний соматоматропін"; патологічні процеси, пов'язані з порушенням функцій СТГ, соматомединів, пролактину. Група глікопротеїнів - тропних гормонів гіпофіза. Сімейство проопіомеланокортину (ПОМК) – продукти процесингу ПОМК. Гормони задньої частки гіпофіза. Вазопресин (антидіуретичний гормон); патологія, пов'язана з порушенням продукції АДГ. Окситоцин. Гормони підшлункової залози. Інсулін - будова, біосинтез та секреція; вплив на обмін вуглеводів, ліпідів, амінокислот та білків. Рістстимулювальні ефекти інсуліну; фактори росту та онкобілки. Глюкагон. Гормони травного каналу. Гастрин. Холецистокінін. Секретин. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 37. Дослідження гормональної регуляції метаболізму та клітинних функцій гормонів щитоподібної залози і катехоламінів. Біохімічні ефекти ейкозаноїдів.

Пр37 "Дослідження гормональної регуляції метаболізму та клітинних функцій гормонів щитоподібної залози і катехоламінів. Біохімічні ефекти ейкозаноїдів." (денна)

Гормони щитоподібної залози. Структура та біосинтез тиреоїдних гормонів. Біологічні ефекти Т4 та Т3. Патологія щитоподібної залози; особливості порушень метаболічних процесів за умов гіпер- та гіпотиреозу. Біогенні аміни з гормональними та медіаторними властивостями: будова, біосинтез, фізіологічні ефекти, біохімічні механізми дії. Катехоламіни - адреналін, норадреналін, дофамін. Індоламіни - серотонін, мелатонін. Гістамін. Рецептори біогенних амінів; рецепторна дія лікарських засобів, антагоністи гістамінових рецепторів. Ейкозаноїди: загальна характеристика; номенклатура (простаноїди - простагландини, простацикліни; тромбоксани; лейкотрієни; біосинтез. Біологічні та фармакологічні властивості ейкозаноїдів, їх клінічне застосування. Аспірин та інші нестероїдні протизапальні засоби як інгібітори синтезу простагландинів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 38. Дослідження біохімічних ефектів стероїдних гормонів. Дослідження гормональної регуляції гомеостазу кальцію та фосфатів в організмі.

Пр38 "Дослідження біохімічних ефектів стероїдних гормонів. Дослідження гормональної регуляції гомеостазу кальцію та фосфатів в організмі." (денна)

Розподіл Ca^{2+} в організмі; молекулярні форми кальцію у плазмі крові людини. Роль кісткової тканини, тонкої кишки та нирок у гомеостазі кальцію. Паратгормон – будова, механізм гіперкальціємічної дії. Кальцитріол: біосинтез; вплив на абсорбцію Ca^{2+} та фосфатів у кишечнику. Кальцитонін – будова, вплив на обмін кальцію і фосфатів. Клініко-біохімічна характеристика порушень кальцієвого гомеостазу (рахіт, остеопороз). Стероїдні гормони: номенклатура, класифікація. Схема генезу стероїдних гормонів з холестеролу. Фізіологічні та біохімічні ефекти кортикостероїдів. Глюкокортикоїди; роль кортизолу в регуляції глюконеогенезу; протизапальні властивості глюкокортикоїдів. Хвороба Іценка-Кушинга. Мінералокортикоїди; роль альдостерону в регуляції водно-сольового обміну; альдостеронізм. Стероїдні гормони статевих залоз. Жіночі статеві гормони: фізіологічні та біохімічні ефекти; зв'язок з фазами менструального циклу; регуляція синтезу та секреції. Чоловічі статеві гормони (андрогени) - тестостерон, дигідротестостерон; фізіологічні та біохімічні ефекти, регуляція синтезу та секреції. Клінічне застосування аналогів та антагоністів гормонів статевих залоз. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 39. Тестовий контроль засвоєння питань змістовного модуля 3 «Обмін білків. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій».

Пр39 "Тестовий контроль засвоєння питань змістовного модуля 3 «Обмін білків. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій»." (денна)

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 3. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

Тема 40. Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 3 «Обмін білків. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій».

Пр40 "Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 3 «Обмін білків. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій»." (денна)

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 3 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

Тема 41. Дослідження функціональної ролі водорозчинних (коферментних) вітамінів В1, В2, В3, В6, В12 у метаболізмі та реалізації клітинних функцій

Пр41 "Дослідження функціональної ролі водорозчинних (коферментних) вітамінів В1, В2, В3, В6, В12 у метаболізмі та реалізації клітинних функцій" (денна)

Загальна характеристика вітамінів як компонентів харчування людини; водорозчинні та жиророзчинні вітаміни; хвороби вітамінної недостатності. Класифікація та номенклатура вітамінів. Біологічна роль вітамінів в організмі людини. Їх взаємозв'язок із ферментами. Поняття про авітамінози, гіповітамінози, гіпервітамінози. Типові причини їх виникнення, загальні принципи профілактики та лікування. Біохімічна характеристика окремих водорозчинних вітамінів (В1, В2, В3, В6, В12): хімічна будова, біологічна роль, утворення коферментних форм, добова потреба, основні джерела, метаболізм та механізм дії, прояви недостатності. Передбачена презентація результатів колективних завдань (аудиторних), які виконуються групами з 4-5 студентів у відповідності до теми практичного заняття.

Тема 42. Дослідження механізмів дії та біохімічних ефектів вітамінів С, В5, Н, Вс, Р. Методи визначення вітаміну С

Пр42 "Дослідження механізмів дії та біохімічних ефектів вітамінів С, В5, Н, Вс, Р. Методи визначення вітаміну С" (денна)

Коферментні вітаміни – пантотенова кислота (В5), Н, фолієва кислота (Вс) - будова, біохімічні функції; джерела та добова потреба, ознаки недостатності. Біохімічна характеристика вітамінів С і Р - хімічна будова, біологічна роль, джерела та добова потреба; ознаки дефіциту. Практичне застосування вітамінів. Взаємозв'язок між окремими вітамінами в організмі людини. Передбачена презентація результатів колективних завдань (аудиторних), які виконуються групами з 4-5 студентів у відповідності до теми практичного заняття.

Тема 43. Вивчення біохімічних ефектів та методів визначення жиророзчинних вітамінів. Визначення мікро- та макроелементів в біологічному матеріалі.

Пр43 "Вивчення біохімічних ефектів та методів визначення жиророзчинних вітамінів. Визначення мікро- та макроелементів в біологічному матеріалі." (денна)

Біохімічна характеристика жиророзчинних вітамінів (А, D, Е, К, F): хімічна будова, біологічні властивості, добова потреба, джерела, роль в обміні речовин, метаболізм та механізм дії. Хвороби недостатності жиророзчинних вітамінів, гіпервітамінози. Біоантиоксидантні властивості жиророзчинних вітамінів. Вітаміноподібні речовини: структура і роль у обміні речовин. Антивітаміни: механізм дії, використання в медицині. Біологічна роль та розподіл води в організмі. Регуляція та порушення водно-сольового балансу. Біологічні функції макроелементів (Na, K, Ca, Mg, P) та прояви їх недостатності. Роль мікроелементів у харчуванні людини, прояви мікроелементної недостатності. Біологічна роль і обмін заліза в організмі. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій. Виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення вмісту неорганічних фосфатів у сироватці крові".

Тема 44. Дослідження фізіологічних та біохімічних функцій крові: буферні системи, кислотно-основний стан. Дихальна функція еритроцитів. Патологічні форми гемоглобіну.

Лк9 "Дихальна функція еритроцитів. Кислотно-основний стан. Буферні системи. Біохімічні функції крові. Біохімічний склад крові в нормі та при патології." (денна)

Дихальна функція еритроцитів. Механізм участі гемоглобіну в транспорті кисню та діоксиду вуглецю. Патобіохімія гемоглобіну: варіанти та патологічні форми гемоглобіну. Молекулярні порушення будови гемоглобінів (гемоглобінози) - гемоглобінопатії, таласемії. Кислотно-основний стан (КОС) організму людини. Білки плазми крові та їх клініко-біохімічна характеристика. Протеїнограма білків у нормі та за умов патології. Ферменти плазми крові, їх значення в ензимодіагностиці захворювань внутрішніх органів. Калікреїн-кінінова система. Небілкові азотисті компоненти крові. Азотемії. Безазотисті органічні сполуки плазми крові. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр44 "Дослідження фізіологічних та біохімічних функцій крові: буферні системи, кислотно-основний стан. Дихальна функція еритроцитів. Патологічні форми гемоглобіну." (денна)

Загальна характеристика фізіологічних та біохімічних функцій крові. Дихальна функція еритроцитів. Гемоглобін: структура і властивості. Механізм участі гемоглобіну в транспорті кисню та діоксиду вуглецю. Патобіохімія гемоглобіну: варіанти та патологічні форми гемоглобіну. Молекулярні порушення будови гемоглобінів (гемоглобінози) - гемоглобінопатії, таласемії. Кислотно-основний стан (КОС) організму людини. Механізми регуляції та підтримки КОС: буферні системи крові, функція легень і нирок. Форми порушень кислотно-основного стану та показники КОС. Метаболізм в еритроциті. Типи гіпоксії, механізми її виникнення, лабораторна діагностика. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій.

Тема 45. Дослідження білків плазми крові: білки гострої фази запалення, ліпопротеїди, індикаторні ферменти.

Пр45 "Дослідження білків плазми крові: білки гострої фази запалення, ліпопротеїди, індикаторні ферменти." (денна)

Білки плазми крові та їх клініко-біохімічна характеристика. Фракціонування білків крові. Протеїнограма білків у нормі та за умов патології. Компоненти системи неспецифічної резистентності організму та білки "гострої фази" запальних процесів. Ферменти плазми крові, їх значення в ензимодіагностиці захворювань внутрішніх органів. Калікреїн-кінінова система. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій, виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення активності холінестерази в сироватці крові".

Тема 46. Дослідження небілкових компонентів крові. Ліпопротеїни плазми крові. Дослідження згортальної, антизгортальної та фібринолітичної систем крові. Патології гемостазу. Дослідження біохімії імунних процесів

Пр46 "Дослідження небілкових компонентів крові. Ліпопротеїни плазми крові. Дослідження згортальної, антизгортальної та фібринолітичної систем крові. Патології гемостазу. Дослідження біохімії імунних процесів ." (денна)

Небілкові азотисті компоненти крові. Азотемії. Клініко-біохімічне та діагностичне значення змін вмісту сечовини, креатину, креатиніну, білірубіну у сироватці крові. Безазотисті органічні сполуки плазми крові. Неорганічні компоненти крові. Класи ліпопротеїнів крові. Ліпопротеїнемії. Характеристика основних компонентів згортальної системи крові: каскадна система згортання крові, внутрішній та зовнішній шляхи коагуляції. Біохімічні механізми імунодефіцитних станів; первинні та вторинні імунодефіцити; синдром набутого імунодефіциту людини. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій, виконання віртуальної лабораторної роботи "Кількісне визначення молочної кислоти у сироватці крові за методом Бюхнера".

Тема 47. Вивчення біохімічних функцій печінки. Визначення сорбітолдегідрогенази, ГГТП у сироватці крові.

Лк10 "Біохімічні функції печінки. Біотрансформація ендогенних токсичних сполук та ксенобіотиків. Біохімія жовтяниць." (денна)

Біохімічні функції гепатоцитів. Вуглеводна функція печінки та її порушення. Участь печінки в регуляції ліпідного складу крові. Роль печінки в обміні білків. Сечовиноутворювальна функція печінки. Роль печінки в обміні вітамінів та мікроелементів. Жовчоутворювальна та пігментна функція печінки. Біохімічний склад жовчі. Детоксикаційна функція печінки: фази та типи реакцій біотрансформації ксенобіотиків у печінці; індуктори та інгібітори мікросомальних монооксигеназ. Реакції кон'югації в гепатоцитах: біохімічні механізми, функціональне значення. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантинних обмежень - в режимі on-line).

Пр47 "Вивчення біохімічних функцій печінки. Визначення сорбітолдегідрогенази, ГГТП у сироватці крові." (денна)

Гомеостатична роль печінки в обміні речовин цілісного організму. Біохімічні функції гепатоцитів. Вуглеводна функція печінки та її порушення. Участь печінки в регуляції ліпідного складу крові. Роль печінки в обміні білків. Сечовино утворювальна функція печінки. Роль печінки в обміні вітамінів та мікроелементів. Жовчоутворювальна та пігментна функція печінки. Біохімічний склад жовчі. Клініко-біохімічна характеристика недостатності функцій печінки за умов хімічного, біологічного та радіаційного ураження. Порушення біохімічних процесів у печінці при окремих захворюваннях. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій.

Тема 48. Роль печінки в обміні жовчних пігментів. Патобіохімія жовтяниць. Визначення білірубину в сироватці крові. Дослідження процесів біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних токсинів.

Пр47 "Роль печінки в обміні жовчних пігментів. Патобіохімія жовтяниць. Визначення білірубину в сироватці крові. Дослідження процесів біотрансформації ксенобіотиків. Мікросомальне окислення, цитохром Р-450." (денна)

Катаболізм гемоглобіну. Обмін жовчних пігментів. Патохімія жовтяниць: гемолітична, паренхіматозна, обтураційна жовтяниці. Спадкові порушення обміну жовчних пігментів. Біохімічні тести в діагностиці жовтяниць. Детоксикаційна функція печінки: фази та типи реакцій біотрансформації ксенобіотиків у печінці; індуктори та інгібітори мікросомальних монооксигеназ. Реакції кон'югації в гепатоцитах: біохімічні механізми, функціональне значення. Електронно-транспортні ланцюги ендоплазматичного ретикулуму. Генетичний поліморфізм та індукцибельність синтезу цитохрому Р450. Природа розвитку толерантності до лікарських засобів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій, виконання віртуальної лабораторної роботи "Кількісне визначення загального, прямого та непрямого білірубину в сироватці крові (за методом Ієндрашика)".

Тема 49. Вирішення ситуаційних тестових завдань з біологічної хімії ("Крок-1", 4 семестр)

Пр49 "Вирішення ситуаційних тестових завдань з біологічної хімії ("Крок-1", 4 семестр)" (денна)

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами: Біохімія та обмін амінокислот, білків та нуклеїнових кислот. Обмін та функції ліпідів. Біохімія гормонів та медіаторів. Обмін порфіринів. Біохімія крові та сечі. Біохімія вітамінів та перетравлення. Функціональна біохімія. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

Тема 50. Дослідження функціональної активності нирок та хімічного складу сечі.

Пр50 "Дослідження функціональної активності нирок та хімічного складу сечі." (денна)
Водно-сольовий обмін в організмі. Особливості хімічного складу внутрішньоклітинних та позаклітинних рідинних просторів. Особливості обміну речовин у нирках. Роль нирок у регуляції електролітного складу та рН рідин організму. Біохімічні механізми сечоутворювальної функції нирок. Гормональні механізми регуляції водно-сольового обміну та функцій нирок. Ренін-ангіотензинова система. Гіпотензивні лікарські засоби - інгібітори ангіотензин-перетворювального ферменту. Біохімічний склад сечі в нормі та за умов патології. КДЗ аналізу складу сечі. Сечокам'яна хвороба: умови утворення каменів, їх хімічний склад та заходи профілактики. Клініко-біохімічні зміни при різних захворюваннях нирок. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій, виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення креатиніну у сироватці крові методом Поппера".

Тема 51. Дослідження біохімічних перетворень в м'язах. Визначення креатиніну у сироватці крові.

Лк11 "Біохімія м'язової тканини" (денна)

Хімічний склад м'язів. Білки міофібрил: міозин, актин, тропоміозин, тропінін. Молекулярна організація товстих і тонких філаментів. Молекулярні механізми м'язового скорочення. Біоенергетика м'язової тканини: джерела АТФ у м'язах; синтез креатину і креатин фосфату. Клітинна організація, особливості обміну та біоенергетичних процесів у міокарді. Регуляція скорочення кардіоміоцитів. Патобіохімія м'язів - міопатії. Порушення обміну речовин коронарних судин та серцевого м'яза при гострому інфаркті. Біохімічна діагностика захворювань міокарда. Патобіохімія гіпертонічної хвороби. Ушкодження серця при деяких захворюваннях.

Пр51 "Дослідження біохімічних перетворень в м'язах. Визначення креатиніну у сироватці крові." (денна)

Хімічний склад м'язів. Білки міофібрил: міозин, актин, тропоміозин, тропінін. Молекулярна організація товстих і тонких філаментів. Молекулярні механізми м'язового скорочення. Біоенергетика м'язової тканини: джерела АТФ у м'язах; синтез креатину і креатин фосфату. Клітинна організація, особливості обміну та біоенергетичних процесів у міокарді. Регуляція скорочення кардіоміоцитів. Патобіохімія м'язів - міопатії. Порушення обміну речовин коронарних судин та серцевого м'яза при гострому інфаркті. Біохімічна діагностика захворювань міокарда. Патобіохімія гіпертонічної хвороби. Ушкодження серця при деяких захворюваннях. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 52. Вивчення особливостей хімічного складу та обміну в сполучній тканині. Визначення сіалових кислот у сироватці крові.

Пр52 "Вивчення особливостей хімічного складу та обміну в сполучній тканині. Визначення сіалових кислот у сироватці крові." (денна)

Хімічний склад сполучної тканини. Білки волокон сполучної тканини: колаген, еластин. Біосинтез колагену та утворення фібрилярних структур. Складні вуглеводи сполучної тканини: глікозаміноглікани. Механізм участі молекул глікозаміногліканів у побудові основної речовини пухкої волокнистої сполучної тканини. Обмін протеогліканів. Патобіохімія сполучної тканини. Біохімічні механізми виникнення мукополісахаридозів та колагенозів, їх клініко-біохімічна діагностика. Вивчення цієї теми передбачає обговорення клінічних ситуацій та перегляд відеоматеріалів стосовно патологій обміну в сполучній тканині.

Тема 53. Вивчення особливостей хімічного складу та метаболізму в нервовій тканині.

Пр53 "Вивчення особливостей хімічного складу та метаболізму в нервовій тканині." (денна)

Хімічний склад нервової тканини: особливості зміни в онтогенезі. Мієлін: особливості хімічного складу, роль у функціонуванні нервової тканини. Метаболізм вуглеводів, ліпідів, білків та амінокислот у нервовій тканині. Особливості енергетичного обміну. Нейромедіатори: утворення, інактивація, роль у функціонуванні нервової системи. Рецептори для нейромедіаторів і фізіологічно активних сполук. Біохімічні основи пам'яті. Нейрохімічні механізми дії психотропних засобів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

Тема 54. Вирішення ситуаційних тестових завдань з біологічної хімії "Крок-1" (річний).

Пр54 "Вирішення ситуаційних тестових завдань з біологічної хімії "Крок-1" (річний)." (денна)

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами курсу за навчальний рік. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

Тема 55. Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля 4: «Функціональна біохімія».

Пр55 "Тестовий контроль засвоєння питань змістового модуля 4: «Функціональна біохімія»." (денна)

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 4. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

Тема 56. Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 4: «Функціональна біохімія».

Пр56 "Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань змістового модуля 4: «Функціональна біохімія»." (денна)

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 4 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Електронне навчання
МН3	Командно-орієнтоване навчання (TBL)
МН4	Навчання на основі досліджень (RBL)
МН5	Самостійне навчання

Лекції побудовані з урахуванням проблемно-орієнтовного навчання майбутніх фахівців медичного профілю. Організація практичних занять з використанням експериментальних робіт та візуалізації процесів за допомогою наукових анімаційних фільмів дозволяє підвищити ефективність отримання практичних навичок та теоретичних знань з біохімії. TPL та RBL спрямовані на оптимізацію експериментальних та теоретичних досліджень при роботі у команді. Самостійному навчанню сприяють підготовка до практичних занять та виконання завдань у «Робочому зошиті», робота в невеликих групах для підготовки презентацій на практичних заняттях, на лекції-конференції з подальшим аналізом та обговоренням результатів роботи. Використання дискусій та елементів едьютейменту сприяє розвитку креативного мислення та оптимізує пошук практико-орієнтовне навчання.

Набуття студентами soft skills здійснюється протягом усього періоду вивчення дисципліни. Реалізація вказаних методів викладання і навчання спрямовані на формування здатності вчитися, оволодівати сучасними знаннями та застосовувати їх у практичних ситуаціях, формування вмінь застосовувати знання у конкретних практичних ситуаціях, знань та розуміння предметної галузі та професійної діяльності, здатності використовувати інформаційні і комунікаційні технології для пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Виконання лабораторних робіт (у тому числі віртуальних) в аудиторії та презентація результатів..
НД2	Розв'язання ситуаційних завдань на практичних заняттях групами студентів.
НД3	Виконання завдань самостійної роботи при підготовці до виконання лабораторного практикуму, до тем практичних занять та при підготовці до іспиту
НД4	Електронне навчання та тестування у системах (Mix.SumDU, Meet та у форматі Youtube-каналу).

НД5	Індивідуальний та колективний дослідницький проєкт (студентська наукова робота, стаття, тези тощо)
НД6	Інтерактивні лекції

10. Методи та критерії оцінювання

10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$170 \leq RD \leq 200$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$140 \leq RD < 169$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$120 \leq RD < 139$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 119$

10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами	Надає можливість виявити стан набутих студентами знань та досвіду навчальної діяльності відповідно до мети кожного практичного заняття, з'ясувати складнощі при вивченні теми, скоригувати навчальний процес відповідно до динаміки обговорення у групі, зробити акценти у відповідності до медико-біологічного значення питань, що обговорюються.	Протягом усього періоду вивчення дисципліни	За отриманими даними про результати навчання, на основі їх аналізу пропонується визначити оцінку як показник досягнень навчальної діяльності здобувачів
МФО2 Тести (автоматизовані тести) для контролю навчальних досягнень здобувачів	Тестування є додатковим інструментом, який допомагає у експресній перевірці рівня засвоєння знань, умінь і навичок з кожної теми. Він також сприяє самоаналізу ступеню підготовки до обговорення теми заняття.	Протягом всього періоду вивчення дисципліни	Для отримання позитивної оцінки з тестування студент має надати 60% правильних відповідей

<p>МФО3 Обговорення та самокорекція виконаної лабораторної роботи студентами</p>	<p>Виконанню лабораторних робіт передують обговорення принципів методу та ходу роботи, що сприяє самостійній роботі студентів протягом виконання експериментів. Лабораторна робота виконується підгрупами студентів. Обговорення отриманих результатів різними підгрупами студентів з акцентом на клініко-діагностичне значення спрямовано на підсилення мотиваності студентів до вивчення теоретичного матеріалу та аргументації медичного значення теми.</p>	<p>Протягом усього періоду вивчення дисципліни</p>	<p>Усні коментарі викладача та студентів інших підгруп</p>
<p>МФО4 Взаємооцінювання (peer assessment)</p>	<p>Метод базується на принципах партнерської взаємодії, яка , спрямована на покращення результатів навчальної діяльності за рахунок порівняння власного поточного рівня успішності із попередніми показниками. Забезпечує можливість аналізу власної освітньої діяльності</p>	<p>Протягом усього періоду вивчення дисципліни</p>	<p>Корегування спільно зі здобувачами підходів до навчання з урахуванням результатів оцінювання</p>
<p>МФО5 Консультування викладача під час підготовки індивідуального дослідницького проєкту (виступ на конференції, конкурсі наукових робіт)</p>	<p>Науково-дослідна робота студентів орієнтована на підсилення практично-орієнтовного підходу до навчання та сприяє формуванню сучасних професійних якостей, наукового світогляду, працелюбства, працездатності, ініціативності майбутніх спеціалістів.</p>	<p>Протягом усього періоду вивчення дисципліни</p>	<p>Усні коментарі викладача. Студенту надаються додаткові заохочувальні бали (від 5 до 10), залежно від виду дослідницького проєкту</p>
<p>МФО6 Завдання оцінювання рівня теоретичної підготовки</p>	<p>Оцінка набутих теоретичних знань з кожної теми дисципліни проводиться на кожному практичному занятті у відповідності до переліку теоретичних питань та практичних навичок зобов'язковим аналізом завдань з самостійної роботи в "Робочому зошиті".</p>	<p>Протягом усього періоду вивчення дисципліни</p>	<p>Зворотний зв'язок спрямований на підтримку самостійної роботи студентів, виявлення недоліків та оцінку рівня набутих теоретичних знань</p>

<p>МФО7 Настанови викладача щодо підготовки до ліцензійного іспиту "Крок-1" та виконання практичних завдань</p>	<p>У настановах розкриваються методи педагогічного контролю за підготовкою до професійної діяльності здобувачів. Ефективність визначається за результатами обговорення конкретних тестових завдань з бази ліцензійного іспиту "Крок1", які пов'язані з виконанням професійноспрямованих завдань на практичному занятті. дотриманням усіх етапів виконання практичних завдань.</p>	<p>Протягом усього періоду вивчення дисципліни</p>	<p>За отриманими даними про результати навчання, на основі їх аналізу пропонується визначати оцінку як показник досягнень навчальної діяльності здобувачів</p>
---	---	--	--

10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
<p>МСО1 Підсумковий контроль: екзамен</p>	<p>Складання практично-орієнтованого іспиту. До складання іспиту допускаються здобувачі, які успішно засвоїли матеріал з дисципліни, склали підсумкове тестування, виконали завдання для самостійного опрацювання у "Робочому зошиті" .</p>	<p>Відповідно до розкладу</p>	<p>Здобувач може отримати максимально 80 балів за іспит. Мінімальна кількість балів, яку має отримати студент - 48 балів</p>
<p>МСО2 Поточне оцінювання рівня теоретичної та практичної підготовки</p>	<p>Включає в себе усне опитування, інтерпретацію результатів біохімічних лабораторних досліджень, вирішення індивідуальних та групових кейсів практичного спрямування, поточне тестування. Студенти, які залучені до дослідницької діяльності, мають можливість презентувати результати власних досліджень на конференціях, конкурсах студентських наукових робіт тощо (заохочувальна діяльність, додаткові бали).</p>	<p>Протягом усього періоду вивчення дисципліни</p>	<p>Проводиться на кожному занятті результат виконання НД впливає на комплексну оцінку за практичне заняття</p>

Контрольні заходи:

	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
<p>4 семестр</p>	<p>200 балів</p>		
<p>МСО1. Підсумковий контроль: екзамен</p>	<p>80</p>		

	Письмові відповіді на питання з переліку теоретичних питань та практичних навичок до іспиту	80	48	Ні
МСО2. Поточне оцінювання рівня теоретичної та практичної підготовки		120		
	Усне опитування, інтерпретація результатів біохімічних досліджень, робота у групах над виконанням завдань практичного спрямування	120	72	Ні

Оцінювання успішності студентів в кожному семестрі здійснюється наступним чином. III семестр: Поточна успішність оцінюється за традиційною 4-х бальною системою. Розраховані середні арифметичні оцінки за тестування та теоретичну частину переводяться наприкінці семестру у бали шляхом множення на коефіцієнт (9.6 - для тестування, 14.4 - для теоретичної частини). Сума всіх отриманих балів за семестр є результатом оцінювання поточної роботи студентів. Підсумковий результат успішності за семестр – залік, який студент може отримати при виконання умов регламенту за результатами поточної успішності, яка повинна складати більше 120 балів. Студенти, які за поточну успішність отримали менше ніж 120 балів повинні підвищити свій результат шляхом перездачі теоретичних питань («Список питань для підвищення балу за поточну успішність» : III семестр - 70 питань). IV семестр: підсумкова оцінка в цьому семестрі є результатом складання письмового іспиту, який включає матеріал 1-4 змістових модулів (за III та IV семестр). До іспиту студенти допускаються при виконанні умов регламенту та при кількості балів за поточну річну успішність – не менше ніж 72,0. (Коефіцієнт перерахунку річної поточної успішності – 0,6: $120,0 \cdot 0,6 = 72$). Студенти, які за поточну успішність протягом року отримали менше ніж 72,0 повинні підвищити свій результат до вказаного мінімального балу шляхом перескладання теоретичного матеріалу з обов'язкового переліку питань («Список питань для підвищення балу за поточну успішність» у IV семестрі, 70 питань). Заохочувальні бали додаються до оцінки з дисципліни за виконання індивідуального дослідницького проєкту (захист студентської наукової роботи 12 балів, виступ на конференції 8 балів, стендова доповідь на конференції 7 балів, виступ на підсумковій лекції-конференції з дисципліни 7 балів, тези доповідей на конференції 5 балів). Загальний бал з дисципліни не може перевищувати 200 балів. При визначенні загального балу з дисципліни можливий перерахунок балів за системою неформальної освіти відповідно до Положення.

11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

11.1 Засоби навчання

ЗН1	Лабораторне обладнання та реактиви: спектрофотометр, термостат, водяна баня, ваги, спиртівки, витяжні шафи, автоматичні міні-аналізатори для визначення основних показників крові та сечі, розчини хімічних реактивів.
ЗН2	Прилади: проектори, екрани, смартдошки.
ЗН3	Бібліотечні фонди
ЗН4	Комп'ютери та програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання та віртуальних лабораторних робіт.

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Біологічна і біоорганічна хімія : у 2 кн.: підручник. Кн. 2. Біологічна хімія / Ю.І. Губський, І.В. Ніженковська, М.М. Корда та ін.; за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. – 3-є вид. – К.: ВСВ “Медицина”, 2021. - 544 с.
2	Гонський, Я.І. Біохімія людини: підручник / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук ; За ред. Я. І. Гонського. — 4-те вид., без змін. — Тернопіль : ТНМУ, Укрмедкнига, 2021. — 732 с.
3	Біологічна хімія [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Л. І. Гребеник, Л. О. Прімова, Н. М. Іншина та ін. ; за заг. ред. Л. І. Гребеник. — Суми : СумДУ, 2023. — 380 с.
4	Biological chemistry/ Yu.I. Gubskiy. - 3-nd. ed. - Vinnitsa : Nova Knyha, 2020. - 488 p.
Допоміжна література	
5	Біологічна хімія. Практичні заняття : навч.-метод. посіб.: у 2-х ч. Ч.1 / Л. О. Прімова, Л. І. Гребеник, І. Ю. Висоцький. — Суми : СумДУ, 2013. — 193 с.
6	Біологічна хімія. Практичні заняття : навч.-метод. посіб.: у 2-х ч. Ч.2 / Л. О. Прімова, Л. І. Гребеник, І. Ю. Висоцький. — Суми : СумДУ, 2013. — 255 с.
7	Крок-1. Біохімія : збірник тестових завдань для студ. спец. 222 «Медицина» та 228 «Педіатрія» денної форми навчання / Н. М. Іншина, Л. І. Гребеник, Л. О. Прімова, І. Ю. Висоцький. — Суми : СумДУ, 2020. — 225 с.
8	Чорна І.В., Висоцький І.Ю. Структура та функції білків : курс лекцій із біохімії для студ. спец. 7.110101 денної форми навчання. — Суми : СумДУ, 2013. — 72 с.
9	Біологічна хімія / О.Я. Склярів.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2020.- 706 с.
10	Іншина, Н.М. Курс лекцій з біохімії. Розділ "Метаболізм нуклеотидів": навч. посіб. / Н.М. Іншина. - Електронне видання каф. Біофізики, фармакології та біомолекулярної інженерії. - Суми: СумДУ, 2018. - 41 с.
11	Біохімія нирок, нервової, м'язової та сполучної тканин : курс лекцій з біохімії для студ. спец. 7.110101 денної форми навчання: навч. посіб. / Л. О. Прімова, І. Ю. Висоцький. — Суми : СумДУ, 2013. — 151 с.
12	Метаболізм вітамінів і мінеральних речовин : навч. посіб. / Л. О. Прімова, І. Ю. Висоцький. — Суми : СумДУ, 2014. — 256 с.
13	USMLE Step 1: Biochemistry and Medical Genetics: Lecture Notes/Editors S. Turco, R. Lane, R.M. Harden. — New York: Kaplan, 2019. — 409 p.
14	Biological and Bioorganic Chemistry: textbook: in 2 books. Book 1 : Bioorganic Chemistry / B. S. Zimenkovsky, V. A. Muzychenko, I. V. Nizhenkovska, G. O. Syrova; edit.: B. S. Zimenkovsky, I. V. Nizhenkovska. — 3rd. ed. — Kyiv : Medicine, 2020. — 288 p.