

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра біохімії імені академіка М.Ф. Гулого



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету ветеринарної медицини

Микола Цвіліховський

«___» _____ 2024 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри біохімії

ім. акад. М.Ф. Гулого

протокол №12 від «14» 05 _____ 2024 р.

Завідувач кафедри

Віктор Томчук

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП «Ветеринарна медицина»

Гарант ОП

Наталія Грушанська

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Біохімія тварин з основами фізичної і колоїдної хімії

Галузь знань 21 «Ветеринарна медицина»

Спеціальність 211 – «Ветеринарна медицина»

Освітня програма «Ветеринарна медицина»

Факультет ветеринарної медицини

Розробник: Лілія Калачнюк, професор, докт.біол.н., професор

Київ – 2024

1. Опис навчальної дисципліни

Біохімія тварин з основами фізичної і колоїдної хімії

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>211- Ветеринарна медицина</i>	
Освітня програма	<i>Ветеринарна медицина</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	6	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	<i>Екзамен</i> <i>залік</i>	
Показники навчальної дисципліни для повного і скороченого термінів навчання		
	Повний термін навчання	Скорочений термін навчання
Рік підготовки (курс)	2	
Семестр	3,4	1,2
Лекційні заняття	60 год.	30 год.
Практичні, семінарські заняття	- год.	- год.
Лабораторні заняття	90 год.	60 год.
Самостійна робота	30 год.	30 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год.	4 год.

«Біохімія тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» є обов'язковим компонентом освітньої програми «Ветеринарна медицина», який дає основні поняття щодо хімічного складу тваринного організму, класифікації, функцій білків, вуглеводів, ліпідів, мінеральних речовин, ферментів, гормонів та вітамінів. Вивченню підлягають основні шляхи протікання біохімічних процесів, які забезпечують гомеостаз, енергетичний баланс, ріст та розвиток організму тварин. Істотна увага приділяється вивченню біохімічного складу біологічних рідин і тканин організму тварин та процесів, які в них відбуваються.

Вивчення дисципліни «Біохімії тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» забезпечує опанування таких загальних компетентностей, як знання та розуміння предметної області, здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

Вивчення дисципліни «Біохімії тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» забезпечує опанування таких фахових компетентностей, як здатність використовувати сучасні знання про закономірності біохімії різних видів тварин для ефективного коригування процесами лікування тварин і застосування лікарських засобів.

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета «Біохімії тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» - сформувати у студентів цілісну систему знань про хімічний склад живих організмів, фізико-хімічні і біологічні властивості природних сполук, основні шляхи обміну речовин, механізми регуляції та взаємозв'язку біохімічних перетворень, тобто оволодіти теоретичними основами метаболічних процесів та їх регуляції у тварин і практичними навичками їх вивчення.

Завдання курсу «Біохімії тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» вивчити основи життєдіяльності організмів, а саме: структуру, фізико-хімічні та біологічні властивості речовин, їх обмін і його регуляцію та зміни метаболічних процесів за допомогою як кормових, так і лікарських засобів з метою зміцнення здоров'я та підвищення рівня продуктивності тварин.

Набуття компетентностей:

- вивчення дисципліни «Біохімічні процеси клітини» забезпечує опанування *інтегральної компетентності* - здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі ветеринарної медицини, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог;

загальних компетентностей:

- 1) здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 2) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- 3) здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

- *фахових компетентностей:*

- 1) здатність використовувати інструментарій, спеціальні пристрої, прилади, лабораторне обладнання та інші технічні засоби для проведення необхідних маніпуляцій під час професійної діяльності;
- 2) здатність дотримуватися правил охорони праці, асептики та антисептики під час фахової діяльності

Програмні результати навчання

- визначати суть фізико-хімічних і біологічних процесів, які відбуваються в організмі тварин у нормі та за патології

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми здобуття вищої освіти;

Змістовий модуль 1. Основи фізичної і колоїдної хімії

Тема лекційного заняття 1. Біохімія тварин - історія її розвитку та місце серед природничих наук.

Біохімія. Історія розвитку біохімії як науки. Біохімія як наука про походження та розвиток життя. Зв'язок з суміжними і прикладними науками. Місце біохімії як навчальної дисципліни в системі біологічної освіти та її значення для ветеринарної медицини. Сучасні проблеми та перспективи розвитку біохімії (вступна лекція)

Тема лекційного заняття 2. Основи фізичної хімії (1, 2, 3)

Предмет та методи фізичної хімії. рН, значення для організму. Шкала рН. Довжина та енергія зв'язку. Типи фізико-хімічних взаємодій у речовині: хімічна, фізична. Водневий зв'язок.

Міжмолекулярні взаємодії. Агрегатний стан речовин. Гази ідеальні і реальні. Газові закони, їх значення для розуміння процесів газообміну в організмі. Кипіння і випаровування речовин.

Буферні розчини, їх складові. Буферні системи крові. Розчини. Класифікація. Характеристика кислотно-лужного стану організму. Дифузія. Осмос. Осмотичний тиск. Онкотичний тиск.

Основи фізичної хімії (2)

Теорія розчинів. Розчинення речовин. Сольватні оболонки. Гіпотонічний, гіпертонічний та ізотонічний розчини. Гемоліз і плазмоліз еритроцитів. Сорбція, види сорбції. Хімічна та фізична природа сорбції. Адсорбція, види адсорбції.

Поверхнево-активні речовини. Сорбція та біологічні явища, значення. Хроматографічні й електрофоретичні методи розділення високомолекулярних речовин. В'язкість. Динамічна в'язкість, внутрішнє тертя. Текучість рідин.

Основи фізичної хімії (3)

Рівновага в системі розчин-пара. Закони Рауля. Кріоскопічні та ебуліоскопічні методи. Дисперсні системи, їх класифікація.

Поверхневі явища в дисперсних системах. Поверхневий натяг, поверхнева енергія.

Тема лекційного заняття 3. Основи колоїдної хімії (1, 2)

Предмет та методи колоїдної хімії. Колоїдні розчини, їх характеристика. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних розчинів. Електрокінетичні властивості розчинів. Кінетична і агрегатна стійкість колоїдних розчинів. Коагуляція.

Синерезис. Золі. Молекулярно-кінетичні властивості золів.

Основи колоїдної хімії (2)

Будова колоїдної частинки. Ізоелектричний стан колоїдних систем. Колоїдний захист і використання у ветеринарній медицині. Оптичні властивості золів.

Методи приготування золів. Очищення колоїдних розчинів: діаліз, електродіаліз, адсорбент. Аерозолі. Драглі, характеристика, класифікація, властивості.

Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії

Тема лекційного заняття 1. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії (1)

Фізико-хімічні основи методів досліджень у біохімії. Фізико-хімічні основи спектрального аналізу сполук (спектрофотометричні й колориметричні методи) та розділення субстанцій з допомогою хроматографічного й електрофоретичного методів та диференційного центрифугування, рентгеноструктурного аналізу, сиквенування високомолекулярних сполук тощо.

Визначення невідомої концентрації речовини.

Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії (2)

Біосубстанції й їх хімічний склад як об'єкти біохімічних досліджень, поживні середовища та препаративні методи.

Вибір об'єктів біохімічних досліджень (наприклад, з енергетичної цінності). Мета використання середовищ. Гомогенізація. Приклади препаративних методів (центрифугування). Отримання компартментів клітин.

Змістовий модуль 3. Статична біохімія

Тема лекційного заняття 1. Клітина і її органічні сполуки.

Вуглеводи (1, 2)

Загальна характеристика. Моно-, оліго-, полісахариди. Глікозидний зв'язок, типи зв'язків. Вивчення хімічних властивостей сахарози, лактози, крохмалю.

Лабораторні спрощені тести на вуглеводи.

Вуглеводи (2)

Гомополісахариди. Гетерополісахариди. Функції та біологічне значення вуглеводів у організмі.

Роль вуглеводів як структурних елементів у клітинах рослин і тварин.

Тема лекційного заняття 2. Ліпіди (1, 2)

Прості і складні ліпіди. Прості ліпіди: ацилгліцероли, воски (основні представники). Загальна характеристика: будова, фізико-хімічні властивості і функціональна роль. Жирні кислоти (насичені; моно- і полієнові), їх фізико-хімічні властивості. Ейкозаноїди (будова і функції). Спирти як компоненти простих ліпідів. Омилювані ліпіди. Поверхнево активні властивості мила.

Складні ліпіди: загальна характеристика, будова, склад, біологічне значення, як структурні елементи біологічних мембран. Фосфоліпіди (гліцерофосфоліпіди та сфінгофосфоліпіди), гліколіпіди (глікозилгліцероли та глікозилсфінголіпіди), основні їх представники.

Неомилювані ліпіди: терпени (похідні терпенів - каротини та вітамін А, вітамін Е) і стероїди (структура і властивості окремих представників: холестерол, жовчні кислоти, стероїдні гормони, вітаміни групи Д).

Тема лекційного заняття 3. Амінокислоти, пептиди, протеїни (1-3)

Амінокислоти: загальна характеристик, класифікація. Замінні і незамінні амінокислоти. Біологічне значення.

Методи визначення амінокислот. Нінгідринова реакція на амінокислоти.

Протеїни: класифікація, хімічний склад. Прості та складні протеїни. Прості протеїни: структура, властивості, функції, окремі представники і їх роль.

Методи виділення протеїнів. Фракціонування протеїнів.

Амінокислоти, пептиди, протеїни (3)

Складні білки: структура, властивості і біологічна роль хромопротеїнів (флавопротеїни і гемопротеїни), глікопротеїнів, ліпопротеїнів, металопротеїнів, фосфопротеїнів і нуклеопротеїнів. Функціональна роль окремих білків.

Баланс азоту в організмі тварин. Загальний, білковий, небілковий азот.

Тема лекційного заняття 4. Нуклеозиди, нуклеотиди, нуклеїнові кислоти (НК) (1, 2)

Нуклеозиди, нуклеотиди, НК. Поширення і локалізація у біооб'єктах, склад, біологічна роль. Нітрогенвімісні основи. Вуглеводні компоненти. Хімічна будова, функції і використання нуклеозидів і нуклеотидів. Загальна характеристика ДНК і РНК.

Стан нуклеїнових кислот у клітині.

Будова і властивості ДНК і РНК. Структурна організація оліго- і полінуклеотидів. Характеристика первинної структури ДНК. Подвійна спіраль ДНК, зв'язки, що стабілізують структуру ДНК. Принцип компліментарності. Одно- і дволанцюгові ДНК. Структура, властивості і функції інформаційних, рибосомальних і транспортних РНК. Фізико-хімічні властивості ДНК і РНК.

Молекулярна організація ядерного хроматину і рибосом.

Змістовий модуль 4. Регуляторний вплив неорганічних і органічних речовин на метаболізм.

Тема лекційного заняття 1. Біологічні мембрани. Вода і мінеральні речовини в організмі тварин і рослин, біохімія трансмембранних переносів мінеральних і органічних речовин.

Водно-мінеральний обмін. Стан води в організмі. Всмоктування. Регуляція. Патологія водного обміну. Макро- і мікроелементи.

Біохімічні функції неорганічних речовин.

Тема лекційного заняття 2. Вітаміни. Коензими

Регулятори обміну речовин: вітаміни. Загальна характеристика. Вітамінологія. Жиророзчинні вітаміни: А, D і їх вітамери, Е, К, F. Водорозчинні вітаміни, наприкладі В₁ (тіамін); В₂ (рибофлавін); В₃ (пантотенова кислота); В₅ (нікотинамід або вітамін РР); В₆ (піридоксаль); В₈ (Н або біотин); В₉ (В_с або фолієва кислота), В₁₂ (ціанокобаламін).

Попередники вітамінів (каротиноїди - попереднику вітаміну А). Джерела вітамінів. Вітаміноподібні речовини: інозит; вітамін В₄ (холін); вітамін В₁₁, (В_т, карнітин); вітамін В₁₃ (оротова кислота); вітамін В₁₅ (пангамова кислота); параамінобензойна кислота (ПАБК, р-амінобензойна кислота). Антивітаміни. Авітамінози, гіпо-, гіпервітамінози сільськогосподарських тварин. Водорозчинні вітаміни і їх коензимні форми.

Тема лекційного заняття 3. Ензими та їх кінетичні властивості

Ензими та їх кінетичні властивості. Загальні відомості про ензими, будова, поняття субстрата, активного центру ензиму, ензим-субстратного комплексу, субстратна специфічність ензимів. Рівняння ензимної реакції. Кофактори, коензими.

Коензими (тіамініпрофосфат, ФАД, ФМН, коензим А, НАД, НАДФ, піридоксальфосфат, біоцитин, ліпоаміди, 5'-дезоксаденозилкобаламін, метилкобаламін) та їх роль у каталітичних процесах за дії ензимів.

Механізм однострукатної ензимної реакції.

Номенклатура та класи ензимів: 1) оксидо-редуктази; 2) трансферази; 3) гідролази; 4) ліази; 5) ізомерази; 6) лігази. Характерні реакції для кожного класу ензимів.

Терміни, що використовуються в ензимології. Ензимна кінетика.

Вплив фізико-хімічних факторів на активність ензимів. Активатори та інгібітори ензимів.

Тема лекційного заняття 4. Гормони і їх роль у метаболічних процесах Механізми регуляторного впливу на обмін речовин.

Гормони, як регулятори обміну речовин. Загальна характеристика. Будова молекул, біосинтез, метаболізм.

Типи комунікацій між клітинами (прямий контакт, нейромедіатори, ендокринні сигнальні молекули). За швидкістю передачі сигналів розрізняють такі типи сигналізації: для нейромедіаторів виникає і гаситься за мілісекунди сигнал, рецептором якого є білки іонних каналів постсинаптичної мембрани; для гормонів білково-пептидної природи, катехоламінів, простагландинів передача сигналу триває хвилини і його рецептори розміщені на плазматичній мембрані; для стероїдних та тиреоїдних гормонів передача сигналу відбувається впродовж годин, днів і їх сприймають рецептори в цитозолі і ядрі.

Механізми гормонального впливу на метаболічні процеси.

Змістовий модуль 5. Динамічна та функціональна біохімія

Тема лекційного заняття 1. Біохімія травлення і особливості травних процесів у різних організмів

Біохімія травлення. Порожнинне, пристінкове, мембранне, клітинне травлення. Біологічні особливості всмоктування речовин. Особливості травлення білків у жуйних, перетворення небілкових нітрогеновмісних речовин. Травні гормони (гастрин, секретин, холецистокінін, шлунковий інгібітор ний пептид, мотилін). Утворення хлоридної кислоти. Трансмембранний перенос речовини: проста дифузія; пасивний транспорт (*полегшена і обмінна дифузія*); активний транспорт (*первинний і вторинний* транспорт); ендцитоз та екзоцитоз. Два типи ендцитозу: фагоцитоз та піноцитоз. Механізми транспорту.

Перетравлення поживних речовин (білки, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, ліпіди, вітаміни і неорганічні речовини, клітковина), ензимний гідроліз (продукти гідролізу: амінокислоти, моносахариди, азотисті основи, пентози, фосфати, нуклезиди, 2-моноацилгліцерол, ЖК, холестерол, целюлоза, лігнін), ресорбція (гідрофільні та ліпофільні речовини) або транспорт через кров до печінки, ворітної вени, лімфатичної системи. Травні ферменти білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот, ліпідів). Особливості травлення у новонароджених тварин.

Тема лекційного заняття 2. Вуглеводи та їх метаболізм (1, 2)

Обмін вуглеводів. Проміжний обмін вуглеводів в органах і тканинах. Анаеробний розпад вуглеводів – гліколіз (його стадії, зворотні і незворотні реакції, його регуляція), глікогеноліз. Регуляторні ензими гліколізу. Ефект Пастера (гальмування реакцій гліколізу в умовах активації клітинного дихання). Значення анаеробного гліколізу. Шляхи перетворення глюкози. Глюкозо-лактатний цикл (цикл Корі).

Метаболічні перетворення глюкозо-6-фосфату в еритроциті. Гліколіз і глікогеноліз за різних станів організму та шляхи їх корекції. Гіпо- і гіперглікемія.

Особливості вуглеводного обміну в жуйних тварин. Пентозофосфатний шлях (фосфоглюконатний) шлях (ПФШ): його стадії та їх функціонування (зокрема в еритроцитах). Біологічне значення ПФШ. Спадкова недостатність глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (ензиму ПФШ), що спричинює гемоліз еритроцитів.

Синтез глюкози, глікогену, лактози.

Глюконеогенез, характеристика обхідних реакцій гліколізу та його гормональна регуляція (зокрема інсуліном, глюкагоном, адреналіном та глюкокортикоїдами).

Глюкозо-лактатний цикл (цикл Корі). Глюкозо-аланіновий цикл.

Пропіонат (продукт метаболізму вуглеводів мікроорганізмами) – головний субстрат глюконеогенезу в жуйних тварин.

Глюкогенні амінокислоти. Кооперація між гліколізом і глюконеогенезом

Вплив гормонів-антагоністів (інсулін і глюкагон) та гормонів-синергістів (глюкагон, адреналін, глюкокортикоїди, соматотропін) на вуглеводний обмін.

Глікогенез, синтез лактози в лактуючій молочній залозі та в нелактуючих тканинах.

Тема лекційного заняття 3. ЦТК. Енергетика біохімічних процесів

Цикл трикарбонових кислот (ЦТК, цикл Кребса). Ферменти ЦТК і послідовність перебігу реакцій. Відновлення НАД і ФАД, фосфорилювання на рівні субстрату. Енергетичний баланс ЦТК. Використання метаболітів ЦТК обміні вуглеводів, ліпідів, амінокислот, білків, нуклеїнових кислот і їх компонентів (загальна характеристика). Глюксалатний цикл і його значення в обміні речовин тварин у стані гіпобіозу.

Біологічне окиснення, типи біологічного окиснення. Сучасна теорія тканинного дихання. Теорія окисного фосфорилювання. Основні макроергічні сполуки.

Окиснення, поєднане з фосфорилюванням АДФ (субстратне й окисне фосфорилювання). Принципи структурно-функціональної організації електрон-транспортного (дихального) ланцюга мітохондрій. НАД- і НАДФ-залежні дегідрогенази, флавінові ферменти, убіхінон, цитохроми і цитохром оксидаза. Механізми спряження окиснення і фосфорилювання в дихальному ланцюзі. Трансмембранний потенціал протонів, робота АТФ-синтази.

Тема лекційного заняття 4. Метаболізм ліпідів (1, 2)

Обмін ліпідів. Перетравлення ліпідів та всмоктування продуктів їх гідролізу. Роль жовчних кислот у перетравленні ліпідів. Проміжний обмін ліпідів у органах і тканинах. Транспортні форми ліпідів (ліпопротеїнові комплекси), функції апобілків. Ліполіз (катаболізм) ТАГ.

Молекулярна основа регуляції активності триацилгліцеролліпази адипоцитів – її ковалентна модифікація шляхом оберненого фосфорилювання-дефосфорилювання. Аденилатциклазний механізм регуляції ліполізу. Гормональна регуляція ліполізу. Катаболізм фосfolіпідів, стеридів.

Кетоногенез (утворення кетонових тіл: ацетону, ацетоацетату, бета-гідроксибутирату). Реакції утилізації кетонових тіл. Метаболізм кетонових тіл в умовах патології.

Взаємозв'язок ліпідного і вуглеводного обмінів. Молекулярні механізми діабету та кетозу тварин.

Обмін гліцеролу і вищих жирних кислот (ЖК). β -окиснення ЖК (послідовність перебігу реакцій та їх локалізація) і його енергетика. Окиснення ненасичених жирних кислот.

Окиснення ЖК з непарною кількістю атомів карбону. β -окиснення ЖК (C_{20} і більше 20 карбонів у карбоновому ланцюзі). α - і ω -окиснення ЖК. Розщеплення розгалужених ЖК у процесі α -окиснення. ω окиснення (як детоксикація інтермедіатів дефективного β -окиснення) у гладенькому ендоплазматичному ретикулумі печінки.

Окиснення гліцеролу та його енергетика. Скоординована регуляція метаболізму ЖК. Синтез ЖК (роль мультиензимного комплексу). Елонгація насичених ЖК. Утворення ненасичених ЖК. Метаболічні шляхи біосинтезу насичених і ненасичених ЖК ензимними системами організму. Утворення гліцеролу. Ліпогенез – синтез нейтральних жирів (триацилгліцеролів; ТАГ). Шляхи синтезу ТАГ і фосфоліпідів.

Тема лекційного заняття 5. Обмінні процеси білків і окремих амінокислот (1, 2)

Біохімія білків. Білки повноцінні і неповноцінні. Біологічна цінність білків. Незамінні амінокислоти. Обмін окремих амінокислот. Всмоктування амінокислот. Перетравлення білків. Ензими перетравлення білків. Протеоліз і протеолітичні ензими. Попередники протеолітичних ензимів (трипсиноген, хімотрипсиноген, проеластаза). Внутрішньоклітинний протеоліз білків у лізосомах. Деградація білків у протеосомах, локалізованих у цитоплазмі.

Гниття білків у товстому кишечнику і процеси знешкодження утворених токсичних продуктів.

Загальні шляхи перетворення амінокислот. Реакції перетворення амінокислот: дезамінування, декарбоксилювання, переамінування амінокислот (аспартатамінотрансфераза або АсАТ і аланінамінотрансфераза або АлАТ). Біохімічне значення перетворення амінокислот.

Утворення кінцевих продуктів білкового обміну (H_2O , CO_2 , NH_3). Шляхи знешкодження аміаку. Орнітиновий цикл утворення сечовини. Аномалії циклу сечовиноутворення: амонійні токсикози, аргінінемія.

Білковий синтез. Синтез окремих амінокислот, пептидів (інсуліну, глюкагону, глутатіону) і білка. Баланс Нітрогену в організмі передусім визначається метаболізмом білка. Біосинтез білка (трансляція) і його етапи (ініціація, елонгація, термінація). Трансляція у прокариот та в еукариот.

Вплив антибіотиків на процеси синтезу білка. Синтез інсуліну. Вплив інсуліну на засвоєння глюкози клітиною та її метаболізм. Синтез глутатіону і його антиоксидантна роль. Синтез амінокислот через реакції трансамінування: перетворення пірватату (гліколітичного кінцевого продукту) в аланін; оксалоацетату (інтермедіату ЦТК) у аспартат; альфа-кетоглутарату (інтермедіату ЦТК) у глутамат. Синтез гліцину, роль тетрагідрофолату.

Тема лекційного заняття 6. Катаболізм і анаболізм нуклеотидів і нуклеїнових кислот

Катаболічні процеси нуклеїнових кислот (НК). Обмін нуклеїнових кислот. Перетравлювання нуклеопротейнів, всмоктування продуктів гідролізу. Вплив антибіотиків на нуклеопротейни. Ензими гідролізу НК (ендонуклеази й екзонуклеази). Специфічність дії нуклеаз: РНКази, ДНКази, неспецифічні нуклеази. 3'- і 5'-нуклеази.

Розпад НК у тканинах. Катаболізм пуринів або синтез сечової кислоти, алантоїну. Кінцевий розпад пуринів (сечова кислота, алантоїн, алантоїнова кислота).

Гіперурикемія (подагра).

Катаболізм піримідинових основ. Кінцевий розпад піримідинів (бета-аланін, бета-аміноізомасляна кислота, NH_3 , CO_2).

Біосинтез НК. Біосинтез пуринових і піримідинових нуклеотидів. Біосинтез полінуклеотидів ДНК і РНК.

Шляхи синтезу нуклеотидів («рятівний» шлях і *de novo* шлях). Синтез пуринових нуклеотидів на прикладі ІМФ (послідовність реакцій). Синтез пуринових нуклеотидів (АТФ і ГТФ).

Фармакотерапія: інгібітори пуринового синтезу.

Синтез піримідинових нуклеотидів (УТФ і ЦТФ).

Фармакотерапія: інгібітори піримідинового синтезу.

Синтез дезоксинуклеотидів. *De Novo* синтез нуклеотидів. Утворення тринуклеотидів, полінуклеотидів РНК, ДНК. Кодування генетичної інформації. Реплікація ДНК (реплікативна «виделка», етапи і ферменти). Транскрипція - синтез РНК (стадії: ініціація, елонгація,

термінація; інгібітори транскрипції). Зворотна транскрипція. Життєвий цикл клітини та ретровірусу.

Змістовий модуль 6. Метаболізм і його відображення в біохімічних показниках

Тема лекційного заняття 1. Окремі біохімічні показники біологічних рідин як відображення стану обміну речовин в організмі.

Біохімія сечі. Продукування сечі. ***Порогові і безпорогові*** речовини первинної сечі. Об'єм кінцевої сечі (норма, поліурія, олігурія й анурія). Хімічний склад сечі. Склад сечі в нормі та при патології (рН, катіони й аніони сечі). Приклади: показники сечі в нормі та за патологічного стану. Органічні компоненти нормальної сечі: сечовина, сечова кислота, креатинін і креатин, гіпурова кислота, індикан, амінокислоти (гіпераміноацидурія); лимонна, молочна й піровиноградна кислоти, а також фосфати, NH_3 , глюкоза, кетонів тіла.

Тема лекційного заняття 2. Біохімія продуктів тваринного походження

Біохімія молока. Патологічні процеси за період лактації тварин. рН і хімічний склад молока. Електрофоретичний склад казеїнів молока. Вуглеводи молока. Нетолерантність до лактози. Молочний жир.

Біохімія м'яса, м'язової, сполучної, кісткової, нервової тканини, печінки, яйця, шкіри і вовни. Норма і патологія. Вивчення і контроль метаболізму, зв'язок з відповідними умовами живлення.

Біохімія меду. Особливості медоутворення. Хімічний склад та біохімічні властивості меду. Біохімічні процеси у бджолиному меді за зберігання.

Структура навчальної дисципліни

– повного терміну денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Основи фізичної і колоїдної хімії														
Тема 1. Біохімія тварин - історія її розвитку та місце серед природничих наук.	1-2	5	2		2		1							
Тема 2. Основи фізичної хімії	2-4	14	6		8									
Тема 3. Основи і колоїдної хімії	5-6	12	4		6		2							
Разом за змістовим модулем 1		31	12		16		3							
Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії														
Тема 1. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії Тема 2. Назва	7-9	22	4		8		10							
Разом за змістовим модулем 2		22	4		8		10							
Змістовий модуль 3. Статична біохімія														
Тема 1. Клітина і її органічні сполуки. Вуглеводи	10-11	12	4		8									
Тема. 2. Ліпіди	12	8	2		4		2							
Тема 3. Амінокислоти, пептиди, протеїни	13-14	10	6		4									
Тема 4. Нуклеозиди, нуклеотиди, нуклеїнові кислоти	15	7	2		5									
Разом за змістовим модулем 3		37	14		21		2							
Змістовий модуль 4. Регуляторний вплив неорганічних і органічних речовин на метаболізм														
Тема 1. Біологічні мембрани. Вода і мінеральні речовини в організмі тварин і рослин, біохімія трансмембранних переносів мінеральних і органічних речовин	1	7	2		4	-	1							
Тема 2. Вітаміни. Коензими	2	7	2		4	-	1							
Тема 3. Ензими та їх кінетичні властивості	3	7	2		4	-	1							
Тема 4. Гормони і їх роль у метаболічних процесах Механізми регуляторного впливу на обмін речовин	4	7	2		4	-	1							
Разом за змістовим модулем 4		28	8		16	-	4							
Змістовий модуль 5. Динамічна та функціональна біохімія														
Тема 1. Біохімія травлення і особливості травних процесів у різних організмів	5	5	2		2		1							
Тема 2. Вуглеводи і їх метаболізм (1-2)	6-7	13	4		8		1							

Тема 3. ЦТК. Енергетика біохімічних процесів	8	7	2		4		1							
Тема 4. Метаболізм ліпідів	9	5	4		2		1							
Тема 5. Обмінні процеси білків і окремих амінокислот	10-11	9	4		4		1							
Тема 6. Катаболізм і анаболізм нуклеотидів і нуклеїнових кислот	12	7	2		4		1							
Разом за змістовим модулем 5		48	18		24		6							
Змістовий модуль 6. <i>Метаболізм і його відображення в біохімічних показниках</i>														
Тема 1. Окремі біохімічні показники біологічних рідин як відображення стану обміну речовин в організмі.	13-14	7	2		2		3							
Тема 2. Біохімія продуктів тваринного походження (м'яса, м'язової, сполучної, кісткової, нервової тканини, печінки, яйця, шкіри)	14-15	7	2		3		2							
Разом за змістовим модулем 6		14	4		5		5							
Усього годин		180	60		90		30							

Структура навчальної дисципліни
– скороченого терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. <i>Основи фізичної і колоїдної хімії</i>														
Тема 1. Біохімія тварин - історія її розвитку та місце серед природничих наук.	1-2	4	1		2		1							
Тема 2. Основи фізичної хімії	2-4	6	2		4									
Тема 3. Основи і колоїдної хімії	5-6	8	2		4		2							
Разом за змістовим модулем 1		18	5		10		3							
Змістовий модуль 2. <i>Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії</i>														
Тема 1. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії	7-9	22	2		10		10							
Тема 2. Назва														
Разом за змістовим модулем 2		22	4		8		10							
Змістовий модуль 3. <i>Статична біохімія</i>														
Тема 1. Клітина і її органічні сполуки. Вуглеводи	10-11	6	2		4									
Тема 2. Ліпіди	12	6	2		2		2							
Тема 3. Амінокислоти, пептиди, протеїни	13-14	4	2		2									

Тема 4. Нуклеозиди, нуклеотиди, нуклеїнові кислоти	15	4	2	2									
Разом за змістовим модулем 3	20		8	10	2								
Змістовий модуль 4. Регуляторний вплив неорганічних і органічних речовин на метаболізм													
Тема 1. Біологічні мембрани. Вода і мінеральні речовини в організмі тварин і рослин, біохімія трансмембранних переносів мінеральних і органічних речовин	1-2	4	1	2	-	1							
Тема 2. Вітаміни. Коензими	3	5	2	2	-	1							
Тема 3. Ензими та їх кінетичні властивості	4-5	7	2	4	-	1							
Тема 4. Гормони і їх роль у метаболічних процесах Механізми регуляторного впливу на обмін речовин	6	4	1	2	-	1							
Разом за змістовим модулем 4	20		6	10	-	4							
Змістовий модуль 5. Динамічна та функціональна біохімія													
Тема 1. Біохімія травлення і особливості травних процесів у різних організмів	7	4	1	2		1							
Тема 2. Вуглеводи і їх метаболізм (1-2)	8-9	10	2	6		2							
Тема 3. ЦТК. Енергетика біохімічних процесів	10-11	7	1	4		2							
Тема 4. Метаболізм ліпідів	12	6	2	2		2							
Тема 5. Обмінні процеси білків і окремих амінокислот	13-14	8	2	4		2							
Тема 6. Катаболізм і анаболізм нуклеотидів і нуклеїнових кислот	15	5	1	2		2							
Разом за змістовим модулем 5	40		9	20		11							
Усього годин	120		30	60		30							

3. Теми лабораторних занять

тижні	Назва теми лабораторних занять М 1-3	Кількість годин
1-2	Правила роботи та техніка безпеки в біохімічній лабораторії. Прилади та обладнання біохімічної лабораторії. Посуд, реактиви, розчини. М-1. Основи фізичної і колоїдної хімії рН: методи визначення. Визначення рН розчинів колориметричним (або індикаторним) методом. Вимірювання рН у біологічних зразках Буферні розчини. Приготування ацетатного буферу та підрахунок його рН. Приготування фосфатного буферу та підрахунок його рН. Визначення буферної ємності.	4
3-4	Осмоз, осмотичний тиск у біологічних системах. Вплив розчинів з різним осмотичним тиском на клітини. Осмотичний тиск в еритроцитах. Явище гемолізу крові, спричинене змінами осмотичного	6

	тиску.	
	Сорбція і біологічні явища. Адсорбційна здатність сорбентів щодо електrolітів, фарб і золю. Адсорбційна здатність вугілля. Процеси сорбції і десорбції. Адсорбція фуксину на склі і його десорбція.	
5-6	Колоїдні розчини. Високомолекулярні сполуки біологічних рідин. Одержання колоїдних розчинів за допомогою диспергування. Одержання колоїдів за допомогою конденсації: 1) приготування золю ферум (III) гідроксиду методом гідролізу; 2) приготування золю берлінської лазури. Властивості колоїдних розчинів: коагуляція колоїдних розчинів. Незворотня коагуляція органічних колоїдів.	6
	Змістовий модуль 1. Основи фізичної і колоїдної хімії	
7-8	<u>М-2. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії</u> Спектрофотометричні і фотоелектроколориметричні методи. Побудова калібрувального графіка для визначення концентрації протеїну з біуретовим реактивом. Центрифугування. Одержання плазми крові. Одержання фракцій клітини за допомогою центрифугування (модельний експеримент)	4
9-10	Основи електрофоретичного розділення високомолекулярних сполук. Визначення протеїнових фракцій сироватки крові з допомогою електрофорезу. Визначення протеїнових фракцій сироватки турбідиметричним методом. Хроматографічні методи. Метод паперової хроматографії в розділенні суміші барвників (приклад висхідної паперової хроматографії).	4
	Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії	
	<u>М-3. Статична біохімія</u> Вуглеводи: моно-, дисахариди. Виявлення гідроксильних груп в моносахаридах. Реакції окиснення вуглеводів з альдегідною групою й відновлення йонів металів у лужному середовищі (Проба Троммера). Кількісне визначення глюкози в розчині за методом Фелінга. Реакція Селіванова на кетогексози. Реакції на сахарозу. Відновлення йонів металів. Вуглеводи: полісахариди. Кольорові реакції на крохмаль. Колоїдні властивості крохмалю. Кислотний гідроліз крохмалю.	8
11-12	Ліпіди і їх компоненти. Розчинність жирів у різних розчинниках. Процес омилення жирів. Гідроліз мила. Виявлення в жирах ненасичених жирних кислот (ЖК). Окиснення ненасичених жирів. Амінокислоти. Якісні реакції на амінокислоти: ксантопротеїнова реакція на амінокислоти; реакція на триптофан (реакція Адамкевича); реакція на сульфурвмісні амінокислоти (реакція Фоля).	4
13-14	Аміди кислот. Сечовина та її властивості: одержання нітратнокислої солі сечовини; біуретова реакція. Протеїни. Зворотні реакції осадження протеїнів: висолювання амоній сульфатом; осадження спиртом. Незворотні реакції осадження протеїнів: солями важких металів; реактивами на алкалоїди (таніном, калію гексаціаноферратом і пікриновою кислотою); концентрованими неорганічними кислотами; органічними кислотами; кип'ятінням. Фізико-хімічні властивості білків: визначення ізоелектричної точки (pI) протеїну (желатину).	4
15	Нуклеїнові кислоти і їх компоненти. Виділення дезоксирибонуклеопроїну. Гідроліз нуклеопроїну. Виявлення ДНК у	5

	дезоксирибонуклеопротейіні. Виявлення пентоз. Виявлення пуринових основ. Визначення у гідролізаті фосфатної кислоти	
	Змістовий модуль 3. Статична біохімія	
	Разом	45

№ з/п	Назва теми лабораторних занять М 4-6	Кількість годин
1.	<u>М-4. Регуляторний вплив неорганічних і органічних речовин на метаболізм</u> Роль макро- і мікроелементів у метаболізмі. Визначення мікроелементу (Fe) і макроелементів (Mg, Cl) і за допомогою різних методів у біологічних зразках.	4
2.	Окремі представники вітамінів. Коензими. Жиророзчинні вітаміни, їх виявлення і роль. Якісні реакції на вітаміни А (проби з ферум хлоридом і з сульфатною кислотою), Е (проба з нітратною кислотою). Водорозчинні вітаміни, їх роль як коензимів. Якісні реакції на вітаміни: В ₁ , В ₂ , В ₅ , і С. Кількісне визначення вітамінів С і рибофлавіну (вітаміну В ₂) у біологічних зразках.	4
3.	Ензими. Кінетичні аспекти. Вплив температури та рН середовища на активність амілази. Специфічність дії ензимів (амілази). Визначення активності амілази. Вплив активаторів та інгібіторів на активність ензимів. Кінетичні властивості амілази	4
4.	Роль гормонів в обмінних процесах Якісні реакції на гормони. Якісні реакції на <i>адреналін</i> : проби з йодом і ферум (III) хлоридом. Якісні реакції на інсулін: біуретова реакція на інсулін; реакції на сульфурвмісні амінокислоти. Кількісне визначення адреналіну колориметричним методом.	4
5.	Змістовий модуль 4. Регуляторний вплив неорганічних і органічних речовин на метаболізм.	2
6.	<u>М-5. Динамічна та функціональна біохімія</u> Обмін вуглеводів, його інтермедіати Дослідження властивостей моно- і дисахаридів. Кількісне визначення глюкози в біозразку за методом Фелінга. Реакція на дисахариди. Реакція Барфедда. Дослідження властивостей полісахаридів. Виявлення глікогену в печінці. Виділення глікогену за методом Пфлюгера. Гідроліз глікогену. Визначення вмісту глікогену в тканинах. <i>Контрольна робота</i> : гліколіз, глікогеноліз, бродіння, пентозофосфатний цикл	8
7.	Біологічне окиснення речовин і їх енергетичний обмін Кількісне визначення молочної кислоти у сироватці крові тварин колориметричним методом та її виявлення в м'язах; визначення активності аденозинтрифосфатази із м'язів. <i>Контрольна робота</i> : ЦТК, біологічне окиснення	4
8.	Метаболізм ліпідів і його інтермедіати Виявлення жирів. Акролейнова проба. Визначення йодного та кислотного числа жиру. Якісна реакція на жовчні кислоти. <i>Контрольна робота</i> : β-окиснення ЖК	2
9.	Інтермедіати обміну протеїнів і їх характеристики (I) Вплив температури і реакції середовища на розчинність протеїнів. Фізико-хімічні властивості білків. Визначення ізоелектричної точки білка (<i>казеїн</i>). Реакції осадження білків (органічними кислотами: трихлороцтовою, пікриною; органічними розчинниками: спиртом, ацетоном). Кількісне визначення білка за методом Лоурі. <i>Контрольна робота</i> : перетворення амінокислот	2
10.	Інтермедіати обміну протеїнів і їх характеристики (II)	2

	Якісні реакції на ароматичні амінокислоти. Реакція на фенілаланін, тирозин і триптофан,. Реакція на тирозин. Реакція на триптофан. Реакція на тіоамінокислоти. <i>Контрольна робота:</i> синтез сечовини	
11.	Інтермедіати обміну нуклеїнових кислот. Виділення нуклеопротеїнів з печінки тварин та дослідження їх хімічного складу Виявлення ДНК у дезоксирибонуклеопротеїні. Якісна реакція на наявність фосфорної кислоти <i>Контрольна робота:</i> синтез сечової кислоти	2
12.	Змістовий модуль 5. Динамічна та функціональна біохімія	2
13.	М-6. Метаболізм і його відображення в біохімічних показниках I Біохімічні показники біологічних рідин Визначення неорганічних складових частин сечі (визначення хлоридів, сульфатів, фосфатів). Визначення патологічних складових сечі (проби на білок, цукор, пігменти, ацетонові тіла).	2
14.	II Біохімія продуктів тваринного походження Отримання сироватки молока. Осадження і виділення казеїну. Визначення кислотності молока	1
15.	Змістовий модуль 6. Метаболізм і його відображення в біохімічних показниках	2
	Разом	45

4.Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Змістовий модуль 1. Основи фізичної і колоїдної хімії	
1	Тема 1. Біохімія тварин - історія її розвитку та місце серед природничих наук.	1
2-3	Тема 2. Основи фізичної хімії	
4-5	Тема 3. Основи і колоїдної хімії	2
	Разом за змістовим модулем 1	3
	Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії	
6-8	Тема 1. Фізико-хімічні методи досліджень у біохімії	10
	Разом за змістовим модулем 2	10
	Змістовий модуль 3. Статична біохімія	
9-10	Тема 1. Клітина і її органічні сполуки. Вуглеводи	
11-12	Тема. 2. Ліпіди	2
13-14	Тема 3. Амінокислоти, пептиди, протеїни	
15	Тема 4. Нуклеозиди, нуклеотиди, нуклеїнові кислоти	
	Разом за змістовим модулем 3	2
1	Змістовий модуль 4. Регуляторний вплив неорганічних і органічних речовин на метаболізм	
2	Тема 1. Біологічні мембрани. Вода і мінеральні речовини в організмі тварин і рослин, біохімія трансмембранних переносів мінеральних і органічних речовин	1
3	Тема 2. Вітаміни. Коензими	1
4	Тема 3. Ензими та їх кінетичні властивості	1
5	Тема 4. Гормони і їх роль у метаболічних процесах Механізми регуляторного впливу на обмін речовин	1
6	Разом за змістовим модулем 4	4
7	Змістовий модуль 5. Динамічна та функціональна біохімія	
8	Тема 1. Біохімія травлення і особливості травних процесів у	1

	різних організмів	
9	Тема 2. Вуглеводи і їх метаболізм (1-2)	1
10	Тема 3. ЦТК. Енергетика біохімічних процесів	1
11	Тема 4. Метаболізм ліпідів	1
12	Тема 5. Обмінні процеси білків і окремих амінокислот	1
13	Тема 6. Катаболізм і анаболізм нуклеотидів і нуклеїнових кислот	1
14	Разом за змістовим модулем 5	6
15	Змістовий модуль 6. Метаболізм і його відображення в біохімічних показниках	
	Тема 1. Окремі біохімічні показники біологічних рідин як відображення стану обміну речовин в організмі.	3
	Тема 2. Біохімія продуктів тваринного походження (м'яса, м'язової, сполучної, кісткової, нервової тканини, печінки, яйця, шкіри)	2
	Разом за змістовим модулем 6	5
	Усього	30

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- залік;
- модульні тести;
- реферати, презентації;
- захист лабораторних робіт.

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату, презентації);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- залік;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- командні проєкти;
- реферати, есе, презентації;
- захист лабораторних робіт;

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=587>;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

Навчально-методичне забезпечення

1. Біохімія тварин з основами фізичної і колоїдної хімії: підручник /В.А. Томчук, Л.Г.Калачнюк, В.А. Грищенко, Л.В. Кліх, І.В. Калінін, О.М. Тупицька, В.І. Цвіліховський, О.В. Арнаута, Т.А. Ткаченко – 2 вид., перероб. та доп. – Київ: НУБіП України, 2023. – 512с.
2. Біохімія: практикум / Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук, Л.Г. Калачнюк, Г.І. Калачнюк. За загальною редакцією академіка НАН України і НААН Д.О. Мельничука (рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України, лист № 1/11-16887 від 30.10.2012) - К: ВЦ НУБіП України, 2012, 528 с.
3. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни: «Біохімія тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» для студентів факультету ветеринарної медицини. Методичні рекомендації / С.Д. Мельничук, Л.Г. Калачнюк, Г.І. Калачнюк, Л.В. Кліх. К: Видавничий центр НУБіП України, 2013. – 148 с.

Рекомендована література

– основна;

1. D.L. Nelson, M.M. Cox. Lehninger Principles of Biochemistry. Publisher: W.H. Freeman (15th Edition), 2009, ISBN-10: 0-7167-7108-X. ISBN-13: 978-0-7167-7108- 1. 1100 p.
2. Koolman J., Röhm K.-H. Color Atlas of Biochemistry. Thieme. 2013. 506 p.
3. Біохімія. Підручник / Л.І. Остапченко, Т.Р. Андрійчук, Ю.Д. Бабенюк та ін. / За ред. Л.І. Остапченко / – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 796 с.
4. Thomas D. Pollard, William C. Earnshaw, Ph. D. Cell biology. – Elsevier Science (USA), 2002. – 804 p.
5. *Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L.* Biochemistry. – New York: W H Freeman; 2002. 1515 p.

– допоміжна.

1. Калачнюк Л.Г. Трансляційні і транс-трансляційні процеси у клітині та окремі механізми їх регуляції (монографія). – К: Компрінт, 2017.–155 с.
2. Калачнюк Л.Г. Молекулярні механізми регуляції метаболічних процесів за дії екзогенних чинників (монографія). – К: Компрінт, 2016. – 361 с.
3. Теоретичні та методичні засади вивчення метаболічних процесів у тварин і людини за показниками крові : навчальний посібник / Л.Г. Калачнюк, О.В. Арнаута. - Київ. – 2015. – 580 с.
4. Ishchenko L., Ushkalov V., Vygovska L. Principles of molecular diagnostics / in Laboratory practice. Manual / edited by M.Klopčić and T.Ishchenko. –SMC VFPO. – Kyiv. 2020. – 280p.

(колективний посібник)
<http://www.aglab.org/sites/default/files/manuals/Structure%20of%20the%20manual%20and%20WG.pdf>

5. *Кононський О.І.* Біохімія тварин. Київ: Вища шк., 2006. – 454 с.

13. Інформаційні ресурси

1. *Веб-сторінки наукових журналів:*

- Український біохімічний журнал <http://ua.ukrbiochemjournal.org/>
- Біологія тварин <http://aminbiol.com.ua/>
- 2. Національна бібліотека медицини США, Національний інститут здоров'я <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
- 3. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ : НБУВ, 2013-2015. – Режим доступу: www.nbuv.gov.ua
- 4. Вікіпедія <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
- 5. ЕНК «Біохімія тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» (повний термін) <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=587>
- 6. ЕНК «Біохімія тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» (скорочений термін) <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=685>