

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Голова Приймальної комісії,
ректор університету

Олександр САМОЙЛЕНКО

«27» *квітня* 2023р.

ПРОГРАМА
ФАХОВОГО ІСПИТУ
на здобуття наукового ступеня доктора філософії

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ: 09 БІОЛОГІЯ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ: 091 БІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ
ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА: БІОЛОГІЯ

РОЗГЛЯНУТО та ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні Вченої ради
ННІ природничо-математичних, медико-
біологічних наук та інформаційних технологій
Протокол № 8 від 26 квітня 2023р.

Голова Вченої ради

Юрій ФІЛОНЕНКО

Ніжин – 2023

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма для складання вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 091 Біологія та біохімія включає найважливіші розділи біохімії та фізіології рослин, тварин і людини, агробіології, біорізноманіття.

Основним завданням вступного іспиту є перевірка у вступників до аспірантури загальнотеоретичної підготовки з основних розділів біології рослин, тварин і людини, знань основних закономірностей біології та готовності вступника до науково-дослідної роботи.

Відповідь на вступному іспиті повинна свідчити про обізнаність у важливих загально біологічних питаннях, зокрема, вступник до аспірантури повинен продемонструвати знання:

- молекулярних основ процесів життєдіяльності рослинного та тваринного організму: метаболізму білків, ліпідів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, мінеральних речовин;
- основ регуляції процесів життєдіяльності у рослин, тварин і людини: молекулярних механізмів дії гормонів, медіаторів та інших молекул-регуляторів на рівні хімічних реакцій, що каталізуються ферментами, на рівні субклітинних структур, клітин, органів і цілого організму;
- внутрішньої та зовнішньої будови рослин, взаємовідносин з оточуючим середовищем;
- будови тваринних організмів, взаємовідносин з оточуючим середовищем;
- основних понять фізіології рослин;
- основних понять фізіології тварин і людини.

Структура програми включає «Пояснювальну записку», «Критерії оцінювання», «Зміст програми», «Зразок завдань», а також список рекомендованої літератури.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання відповіді вступника до аспірантури відбувається на підставі виявленого рівня його підготовленості до науково-дослідної й дослідно-експериментальної діяльності у галузі біології.

90-100 – «відмінно». Вступник аргументовано і повно викладає програмний матеріал. У своїх відповідях спирається на дослідження науковців, користується прийомами порівняльного аналізу, узагальнення, наводить приклади, доведення. Свідомо, безпомилково, у повному обсязі викладає програмний матеріал письмово; виділяє головні положення. Виявляє творчий підхід до розкриття сутності явищ. Уміло поєднує набуті знання, вміння, навички з практикою.

74-89 – «добре». Вступник виявляє знання змісту курсу. Наводить приклади при відтворенні програмного матеріалу, проте відсутній творчий підхід у вирішенні проблеми. Виявляє знання змісту курсу, але недостатньо повно розкриває сутність явищ. Правильно використовує знання, вміння, навички лише в стандартних ситуаціях.

60-73 – «задовільно». У відповідях вступник допускає посилки, зазнає труднощів у їх усуненні. Відповіді на запитання не повні. Зазнає труднощів у використанні на практиці отриманих знань, вмінь, навичок. У цілому програмний матеріал засвоєний частково.

0-59 – «незадовільно». Зазнає труднощі при розкритті змісту основних понять. Допускає значну кількість помилок у відтворенні програмного матеріалу. Слабо володіє основними поняттями, розкриває сутність явищ, понять на рівні відтворення. Не може поєднати набуті знання з практикою. Відповіді на запитання фрагментарні, не відображають суті проблеми.

МОДУЛЬ 1. ХІМІЧНА ПРИРОДА І ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ КЛІТИН.

Тема 1. Фізико-хімічні основи біохімії. Основні методи досліджень.

Фізико-хімічна характеристика води як універсального розчинника в біологічних системах. Динамічна структура води. Закон діючих мас, константи дисоціації кислот і основ, водневий показник (рН), буферні розчини. Основні фізико-хімічні методи, що застосовуються в біохімії: спектрофотометрія, флуориметрія, ІЧ-, ЕПР- і ЯМР-спектроскопія, хроматографія, калориметрія, електрофорез, віскозиметрія, рентгено-структурний аналіз. Основи хімічної кінетики: молекулярність і порядок реакції, константи швидкостей хімічних реакцій і фактори, що впливають на швидкість і рівновагу реакцій. Гомогенний і гетерогенний каталіз.

Тема 2. Структура і фізико-хімічні властивості низькомолекулярних сполук, що входять до складу біологічних об'єктів.

Природні амінокислоти. Різні способи класифікації амінокислот. Загальні та специфічні реакції функціональних груп амінокислот. Іонізація амінокислот. Методи розділення амінокислот і пептидів. Природні олігопептиди. Глутатіон та його значення в обміні речовин. Амінокислоти як складові частини білків. Поліпептиди.

Природні вуглеводи та їх похідні. Класифікація вуглеводів. Найбільш широко розповсюджені в природі гексози і пентози та їх властивості. Глікозиди, аміно-, фосфор- і сульфосахариди. Дезоксисахара. Методи розділення та ідентифікації вуглеводів.

Ліпофільні сполуки та класифікація ліпідів. жирні кислоти. ізомерія і структура ненасичених жирних кислот. Поліненасичені жирні кислоти. нейтральні жири та їх властивості. Фосфоліпіди. Гліколіпіди та сульфоліпіди. Сфінголіпіди. Стероли, холестерол, жовчні кислоти. Діольні ліпіди. Полярність молекули фосфатидів. Участь фосфатидів та інших ліпідів в побудові біологічних мембран. Віск. Стероїди. Ізопреноїди. Терпеноїди. Каротиноїди. Ліпосоми та міцели.

Пуринові та піримідинові основи. Нуклеозиди і нуклеотиди. Циклічні нуклеотиди. Мінорні пуринові та піримідинові основи.

Вітаміни, коферменти та інші біологічно активні сполуки. Роль вітамінів в харчуванні тварин і рослин. Вітаміни як компоненти ферментів. Жиророзчинні вітаміни. Вітамін А. каротиноїди та їх значення як провітамінів А. Вітамін Д а його утворення. Вітамін Е. Вітамін К. Нафтохінони та убіхінон. Водорозчинні вітаміни. Вітамін В₁. Тіамінопірофосфат. Вітаміни В₂ і РР. Участь вітамінів В₂ і РР в побудові коферментів аеробних і анаеробних дегідрогеназ. Вітамін В₆ та його функції. Пантотенова кислота. Ліпоєва кислота. Вітамін В₁₂. фолієва кислота і дигідроптеридин. Вітамін С. ферментативне окислення аскорбінової кислоти. Біофлавоноїди. Вітаміни - антиоксиданти. Вітаміни - прокоферменти. Вітаміни – прогормони. Антивітаміни. Динуклеотидні коферменти. Нуклеотиди як коферменти. Простагландини як похідні поліненасичених

жирних кислот. Біогенні аміни. Ацетилхолін. Залізопорфірини. Залізо-сірчані кластери. Хлорофіл та інші рослинні пігменти.

Мінеральний склад клітин. Мікроелементи. Методи аналітичної біонеорганічної хімії.

Тема 3. Структура і властивості біополімерів.

Пептидний зв'язок, його властивості і вплив на конформацію поліпептидів. Ковалентні та нековалентні зв'язки в білках. Рівні структурної організації білків. Первинна, вторинна, третинна і четвертинна структура білків. Методи визначення первинної структури білків. Значення третинної структури білкової молекули для проявлення її біологічної активності. Амфіпатія поліпептидних ланцюгів. Динамічність структури білка. Величина і форма білкових молекул. Глобулярні та фібрилярні білки. Структура фібрилярних білків. Ізоелектрична точка білків. Фізичні та хімічні властивості білків. Методи вивчення білків. Денатурація білків і поліпептидів. Фолдінг та рефолдінг. Шаперони. Пріони. Комплекси білків з низькомолекулярними сполуками. Олігомерні комплекси білків. Класифікація білків. Прості та складні білки. Альбуміни, глобуліни, гістони, протаміни, проламіни, глютеліни. Фософпротеїни, ліпопротеїни, глікопротеїни, нуклеопротеїди, хромопротеїни (гемопротеїни), металопротеїни. Гомологічні білки та гомологічні послідовності амінокислот в поліпептидах. Родини і суперродини білків. Протеоміка. Специфічні методи очистки білків (хроматографія, електрофорез білків, імунопреципітація, виявлення і картування епітопів за допомогою моноклональних антитіл, ультрафільтрація, вибіркоче осадження, зворотна денатурація). Структура міоглобіна, гемоглобіна і зв'язування ними кисню.

Особливості будови мембранозв'язаних білків. Посттрансляційні модифікації білків.

Оліго- і полісахариди. Дисахариди і трисахариди. Крохмаль і глікоген, клітковина і геміцелюлози, їх структура і властивості. Гетерополісахариди, глікозаміноклікани. Протеоглікани. Методи вивчення первинної, вторинної і більш високих рівнів структурної організації полісахаридів, глікопротеїнів і протеогліканів.

Типи нуклеїнових кислот. Роль нуклеїнових кислот в живому організмі. Полінуклеотиди. Структура ДНК. принцип компліментарності азотистих основ. Мінорні основи. А-, В-, С-, Т- і Z-форми ДНК. Суперспіралізація ДНК. структура і функціонування хроматину. ДНК хлоропластів і мітохондрій. ДНК вірусів і бактерій. Плазмідни. Особливості будови дезоксирибонуклеїнової кислоти. Роль ДНК як носія спадкової інформації в клітині. Структура рибонуклеїнових кислот. Типи РНК: ядерна, рибосомна, транспортна, мРНК. Взаємодія білків і нуклеїнових кислот. Методи вивчення структури нуклеїнових кислот. Клонування ДНК. Банки даних геномів. Генна інженерія. Генотерапія. Поняття про геноміку.

МОДУЛЬ 2. ОБМІН РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ В ЖИВИХ СИСТЕМАХ.

Тема 1. Ферментативний каталіз.

Поняття про ферменти як про білкові сполуки, що мають каталітичні функції. Методи виділення та очистки ферментів. Основні положення теорії ферментативного каталізу. Енергія активації ферментативних реакцій. Утворення проміжного комплексу «фермент-субстрат», докази його утворення. Поняття про активний центр ферменту та методи його вивчення. Теорія індукованого активного центру. Кінетика ферментативного каталізу. Зворотність дії ферментів. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Константа Міхаеліса і методи її знаходження. Одиниці активності ферментів. Стандартна одиниця, питома і молекулярна активність. Активність і число обертів фермента. Хімічні механізми ферментативного каталізу (серинові протеази, піридоксальний каталіз, карбоангідраза, рибонуклеаза та ін.). Кофактори у ферментативному каталізі. Простетичні групи і ферменти. Хімічна природа коферментів. Вітаміни як попередники коферментів. Значення металів для функціонування ферментів. Негемінові залізопротеїни. Вплив фізичних і хімічних факторів на активність ферментів. Дія температури і концентрації іонів водню. Специфічні активатори і інгібітори ферментативних процесів. Механізми інгібування ферментів. Зворотне і незворотне, конкурентне і неконкурентне інгібування. Ізостеричні і алостеричні ліганди-активатори. Кооперативність в ферментативному каталізі. Локалізація ферментів в клітині. Специфічність ферментів. Класифікація ферментів та її принципи. Оксидоредуктази, важливі представники. Трансферази, важливі представники. Гідролази, розповсюдження в природі, важливі представники, значення їх у харчовій промисловості. Ліази, важливі представники. Ізомерази, важливі представники. Лігази, важливі представники. Регуляція активності і синтез ферментів. Алостеричні ферменти. Множинні форми ферментів, ізоферменти. Мультиферментні системи. Імобілізовані ферменти. Використання ферментів в біотехнології та медицині. Ензимотерапія. Рибозими.

Тема 2. Основи біоенергетики.

Основні поняття біоенергетики. АТФ – універсальне джерело енергії в біологічних системах. Сполуки з високим потенціалом переносу груп – макроергічні сполуки (нуклеозид ди- і трифосфати, пірофосфат, гуанідинфосфати, ацилтіоефіри). Енергетичне спряження. Фосфорильний потенціал клітини. Нуклеозид ди- і трифосфаткінази. Аденілаткіназна і креатинкіназна реакції.

Термінальне окислення. Механізми активації кисню. Оксидази. Коферменти Оксидо-відновних реакцій (НАД⁺/НАДН, НАДФ⁺/НАДФН, ФМН/ФМН-Н₂, ФАД/ФАД-Н₂). Електронтрансферазні реакції. Убіхінон, залізо-сірчані білки і цитохроми як компоненти дихального ланцюга. Локалізація окисних процесів в клітині. Мітохондрії та їх роль як біоенергетичних машин. Локалізація електрон-трансфераз в біологічних мембранах. Структура дихального ланцюга. Хеміосмотична теорія спряження окисного фосфорилування і тканинного дихання. Градієнт протонів та його значення. Циклічний векторний переніс протонів. Біологічні генератори різниці електрохімічних потенціалів іонів.

Електрохімічне спряження в мембранах і окисне фосфорилування, синтез АТФ. Механізми окисного і фотофосфорилування. Роз'єднувачі та іонофори. Механізми роз'єднання окисного фосфорилування і тканинного дихання. АТФази, їх будова і функція. Ефективність акумуляції енергії, спряженої з переносом електронів. Альтернативні функції біологічного окислення. Термогенез. Дихальні ланцюги мікросом. Цитохром Р-450 та окисна деструкція ксенобіотиків. Активні форми кисню, їх утворення і знешкодження. Значення активних форм кисню для функціонування клітини.

Тема 3. Метаболізм.

Фотосинтез. Світло – джерело життя на Землі. Фотосинтез як основне джерело органічних сполук на Землі. Листок – основний орган фотосинтезу. Дифузія вуглекислого газу в листку. Пластиди рослинного організму. Хлоропласти - мікроструктури, що здатні до самостійного фотосинтезу. Субмікроскопічна будова хлоропластів, хімічний склад, походження в онтогенезі та філогенезі, їх напівавтономність. Молекулярні механізми функціонування хлоропластів. Пластидні пігменти: хлорофіли, каротиноїди та фікобіліни. Їх фізичні, хімічні та оптичні властивості. Біосинтез хлорофілів, каротиноїдів, фікобілінів.

Енергетика та хімізм фотосинтезу. Фотосинтез як процес поєднання світлових і темнових реакцій. Значення окремих ділянок сонячного спектру для фотосинтезу.

Структура фотосинтетичного апарату. Хлорофіл і фотосинтетичні антени. Структура фотосинтетичних реакційних центрів. Генерація і роль АТФ в процесах фотосинтеза.

Фотоліз води і світлові реакції при фотосинтезі. Фотофізичний та фотохімічний етапи. Рівні збудження молекули хлорофілу. Поняття про фотосистеми, реакційні центри і фотосинтетичні одиниці. Локалізація, будова та функціонування першої фотосистеми. Циклічний транспорт електронів. Фотосинтетичне фосфорилування, механізм утворення АТФ (гіпотеза П.Мітчела). Локалізація, будова і функціонування другої фотосистеми. Нециклічний транспорт електронів. Фотоліз води, утворення НАДФН₂ та виділення кисню. Продукти світлової стадії фотосинтезу та шляхи їх використання.

Темнові реакції при фотосинтезі. Ферредоксини. Цикл Кальвіна. “С-3”–шлях фотосинтезу (цикл М.Кальвіна). Фази карбоксилювання, відновлення, регенерації. Повний баланс “С-3”–шляху засвоєння вуглекислого газу. “С-4”–шлях фотосинтезу. Особливості первинного карбоксилювання в клітинах мезофілу та вторинного - в клітинах обкладки. Перевага і недоліки “С-4” фотосинтезу порівняно з “С-3”–шляхом засвоєння. Темнова фаза фотосинтезу сукулентів. Фотодихання, його особливості та фізіологічне значення.

Залежність фотосинтезу від різних факторів: зовнішніх – інтенсивності та спектрального складу світла, концентрації вуглекислого газу, температури, концентрації кисню, мінерального живлення; водопостачання;

внутрішніх – онтогенезу листка, вмісту асимілятів та хлорофілу (асиміляційне число), вмісту води в листку, стану відкритості продохів.

Продукти фотосинтезу: первинні, проміжні, кінцеві. Фотосинтетичний коефіцієнт. Фотосинтетичне утворення вуглеводів, білків, жирів та органічних кислот. Транспорт асимілятів в рослині. Коефіцієнт корисної дії зелених рослин.

Хемосинтез. Дослідження С.М.Виноградського. хімізм хемосинтезу. Генерація і роль АТФ в процесах хемосинтезу.

Біохімія травлення. Органна специфічність травних протеаз, ліпаз, глікозидаз. Розпад білків, ліпідів і вуглеводів в процесі травлення. Роль жовчних кислот в метаболізмі ліпофільних сполук. Пристінкове травлення в кишечнику. Транспорт метаболітів через біологічні мембрани. Поняття про активний транспорт, секрецію, піноцитоз.

Обмін вуглеводів. Вуглеводи та їх ферментативні перетворення. Фосфорні ефіри сахарів та роль фосфорної кислоти в процесах перетворення вуглеводів в організмі. Ферменти, що каналізують взаємоперетворення сахарів та утворення фосфорних ефірів. Продукти окислення і відновлення моносахаридів. Роль багатоатомних спиртів у вуглеводному обміні. Утворення уронових кислот і біогенез пентоз у рослин. Глікозиди і дубильні речовини, їх властивості, ферментативні перетворення. Ферменти, що гідролізують олігосахариди. Нуклеозиддифосфатсахари та їх роль в біосинтезі олігосахаридів і полісахаридів. Глікозилтрансферази. Амілази. розповсюдження в природі і характеристика окремих амілаз. Роль амілаз травленні. Взаємоперетворення крохмалю і сахарози у рослин. Біосинтез крохмалю і глікогену. Поліфруктозиди, клітковина і геміцелюлози, їх властивості, ферментативні перетворення. Гетерополісахариди, глікозаміноглікани, їх синтез і участь в побудові сполучної тканини. Вуглеводи воростей (агар, альгінова кислота, карраганан). Загальна характеристика процесів розпаду вуглеводів. Гліколіз і глікогеноліз як метаболічна система. Взаємозв'язок процесів гліколізу, бродіння і дихання. Спиртове, молочнокисле, маслянокисле бродіння. Роботи Л.Пастера. Основні та побічні продукти бродіння. Хімізм анаеробного і аеробного розпаду вуглеводів. Структура і механізм дії окремих ферментів гліколізу і глікогенолізу. Енергетичні ефективність гліколізу, глікогенолізу, бродіння. Анаеробний і аеробний розпад вуглеводів. Механізм окиснення піровиноградної кислоти. Цикл дикарбонових і трикарбонових кислот. Енергетична ефективність циклу. Структура і механізм дії окремих ферментів циклу ди- і трикарбонових кислот. Пряме окислення вуглеводів. Пентозофосфатний шлях. Гліоксилатний цикл. Утворення органічних кислот у рослин. Глюконеогенез. Рослинна сировина і мікробіологічні процеси як джерело харчових органічних кислот.

Обмін ліпідів. Ліполіз. Ферментативний гідроліз жирів. Ліпази, розповсюдження в природі і характеристика. Ліпоксигенази, їх властивості, механізм дії. Окисний розпад жирних кислот. Енергетична ефективність розпаду жирних кислот. Роль карні тину в метаболічних перетвореннях

жирних кислот. α -, β - і ω -окислення жирних кислот. Коензим А і його роль в процесах обміну жирних кислот. 4-фосфопантетеїн і його роль в біосинтезі жирних кислот. Біосинтез жирних кислот. Синтаза жирних кислот. Біосинтез тригліцеридів. Перетворення жирів при дозріванні і проростанні насіння і плодів. Ферментативні перетворення фосфатидів. Будова і функції мембран в клітині. Біосинтез холестеролу і його регуляція. Значення холестеролу в організмі. Синтез жовчних кислот. стероїди як провітаміни Д. Ефірні олії та їх перетворення в рослинах. Каучук і гутта. Біосинтез ізопреноїдів, терпеноїдів і каротиноїдів.

Обмін амінокислот та інших азотистих сполук. Шляхи включення вуглеця, азоту, сірки та інших неорганічних сполук в органічні речовини. Асиміляція молекулярного азоту і нітратів. Нітрогеназа, нітратредуктаза і нітритредуктаза. Первинний синтез амінокислот у рослинних організмів та мікроорганізмів. Замінні та незамінні амінокислоти. Кетокислоти як попередники амінокислот. Пряме амінування. Пере амінування та інші шляхи перетворення амінокислот. Амінотрансферази. Інші шляхи біосинтезу амінокислот. Вторинне утворення амінокислот при гідролізі білків. Специфічний розпад і перетворення окремих амінокислот. Протеолітичні ферменти – пептидгідролази, загальна характеристика і розповсюдження в природі. Окремі представники (пепсин, трипсин, хімотрипсин, папаїн, сичужний фермент, аміно-і карбоксипептидази, лейцинамінопептидаза). Активування протеїназ типу папаїну сульфгідрильними сполуками. Лізосоми. Використання протеолітичних ферментів в промисловості та медицині. Біохімія розпаду амінокислот. Дезамінування амінокислот. Типи дезамінування. Роль аспарагіну, глютаміну і сечовини в обміні азоту. Орнітиновий цикл. Структура і механізм дії трансаміназ і окремих ферментів циклу утворення сечовини. Аміни і алкалоїди, шляхи їх утворення і перетворень. Розпад нуклеопротейдів. Нуклеази. Синтез і розпад пуринових нуклеотидів. Уротелія, урикотелія і амоніотелія. Синтез і розпад піримідинових нуклеотидів. Синтез гемму. Розпад гемму і знешкодження білірубину.

Молекулярні основи рухливості біологічних систем. Структура поперечно-посмугованої і гладенької мускулатури. Скоротливі білки. Моделі функціонування м'язів. Рухливість джгутиків і війок у мікроорганізмів.

Підтримання іонного гомеостазу клітин. Транспортні АТФази та іонні канали.

Біохімічні основи передачі нервового імпульсу. Іонні потоки при збудженні нерву. Синаптична передача збудження. Медіатори центральної нервової системи. Ацетилхолін, ацетилхолінестераза, рецепція ацетилхоліну. Рецептор ацетилхоліну як приклад ліганд-залежного іонного каналу.

Тема 4. Збереження і реалізація генетичної інформації.

Поняття ген і оперон. Клітинний цил. Активний і неактивний хроматин. Структура хромосом. Роль нуклеїнових кислот в біосинтезі білків. Біосинтез нуклеїнових кислот і ДНК-полімерази. Реплікація ДНК. циклічна ДНК і технологія включення генів в плазміді. Мутації і направлений мутагенез.

РНК-полімерази. Інформаційна РНК як посередник в передачі інформації від ДНК до рибосоми. Синтез мРНК, процес транскрипції, інформосоми. Посттранскрипційний процесінг мРНК. Біосинтез білка. Активування амінокислот. Транспортні РНК та їх роль в процесі біосинтезу білка. Генетичний код. Рибосоми: структура. Склад і функції. Механізм зчитування інформації в рибосомах. Процес трансляції. Ініціація трансляції, елонгація і термінація. Полісоми. Регуляція синтезу білка. Посттрансляційні зміни в молекулі білка, процесінг. Транспорт білків, їх вбудовування в мембрани, і проникність біологічних мембран для біополімерів. Проблеми клонування ДНК. Полімеразна ланцюгова реакцій, її застосування.

Тема 5. Взаємозв'язок і регуляція процесів обміну речовин в організмі.

Єдність процесів обміну речовин. Зв'язок процесів катаболізму і анаболізму, енергетичних і пластичних процесів. Енергетика обміну речовин. Взаємозв'язок між обмінами білків, вуглеводів, жирів та ліпідів. ключові ферменти. Способи регулювання метаболізму. Регуляція експресії генів. Спадкові хвороби. Посттрансляційна ковалентна модифікація білків (внутрішньоклітинні протеази, протеїнкінази, протеїнфосфатази), метилювання, глікозилювання, амідування і дезамінування та інші модифікації. Регуляція активності ферментів субстратом, продуктом і метаболітами. Молекулярні основи гомеостаза клітини.

Кров, плазма, лімфа. Транспорт кисню еритроцитами. Криві дисоціації оксигенованого гемоглобіну. Карбоксиангідраза. Буферні системи крові. система згортання крові. Білки плазми крові та функціональна біохімія формених елементів крові. Біохімічні основи імунітету. Поняття про цитокіни і хемокіни. Рецептори цитокінів та хемокінів.

Гормони класифікація гормонів. Рецептори гормонів. Тканинна і видова специфічність рецепторів гормонів. Гормони з трансмембранним механізмом дії. Мембранні рецептори і вторинні посередники. Аденілатциклаза і фосфодиестераза. цАМФ як вторинний месенджер і ковалентна модифікація білків-ферментів. G-білки. Рецептор-залежні іонні канали. Інозитолтрифосфат і Ca^{2+} як вторинні посередники. Гормон-залежна хімічна модифікація білків. Протеїнкінази. Простагландини. Внутрішньоклітинні та ядерні рецептори гормонів, їх вплив на експресію генів. Стимулятори росту рослин і мікроорганізмів; гербіциди; антибіотики; фітонциди та їх регуляторна роль. Рецепція світла живими системами. Апоптоз, молекулярні механізми апоптозу і мітоптозу.

МОДУЛЬ 3. ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН.

Поглинання води коренем. Надходження та переміщення води по рослині. Симпластний та апопластний шляхи транспорту води. Ґрунт як основне джерело води для рослини. Вплив зовнішніх умов на надходження води у рослину.

Транспірація, її біологічне значення. Будова листка як органу транспірації. Залежність інтенсивності транспірації від факторів

навколишнього середовища: температури повітря, світла, відносної вологості повітря, вологості ґрунту та вітру. Водний дефіцит рослин та його вплив на фізіолого-біохімічні процеси.

Пластиди рослинного організму. Хлоропласти як мікроструктури, що здатні до самостійного фотосинтезу. Субмікроскопічна будова хлоропластів, хімічний склад, походження в онтогенезі та філогенезі, напівавтономність. Фізіологічні особливості хлоропластів. Пластидні пігменти: хлорофіли, каротиноїди та фікобіліни. Їх фізичні, хімічні та оптичні властивості. Біосинтез хлорофілів. Методи розділення пластидних пігментів. Теорія хроматичної адаптації. Фотосинтез як процес поєднання світлових і темнових реакцій.

Продукти фотосинтезу (первинні, проміжні, кінцеві). Фотосинтетичний коефіцієнт. Фотосинтетичне утворення вуглеводів, білків, жирів та органічних кислот. Транспорт асимілятів у рослині. Добове проходження фотосинтезу. Залежність фотосинтезу від зовнішніх (інтенсивності та спектрального складу світла, температури, вмісту вуглекислого газу та кисню у повітрі, мінерального живлення; водопостачання) та внутрішніх (онтогенезу листка, вмісту асимілятів і хлорофілу, вмісту води у листку, стану відкритості продихів тощо) факторів. Фотосинтез і врожай. Поняття про біологічний та господарський врожай.

Мінеральне живлення – один із типів живлення рослин. Вміст мінеральних елементів у рослинах, їх класифікації та фізіологічна роль. Фізіологічна роль макро- (Сульфуру, Фосфору, Кальцію, Калію, Магнію та Феруму) і мікроелементів (Мангану, Купруму, Молібдену, Цинку та Бору). Антагонізм іонів. Джерела надходження мінеральних речовин у корінь та їх транспорт по рослині. Речовини та процеси, що забезпечують нормальне функціонування кореневої системи рослин. Низхідний потік органічних речовин по рослині. Етапи, напрямки та механізм транспорту

Роль Нітрогену в житті рослини. Колообіг Нітрогену в біосфері. Фіксація атмосферного азоту вільноживучими та симбіотичними азотофіксаторами. Хімізм фіксації молекулярного азоту. Відновлення нітратів і нітритів у рослині, колообіг Нітрогену в рослинному організмі. Аміачні та амідні рослини за способом знешкодження амоніаку.

Ґрунт – джерело поживних речовин для рослин. Ґрунтовий розчин, ґрунтовий поглинаючий комплекс та процеси обмінної адсорбції. Засвоєння важкорозчинних сполук рослиною. Мікориза, мікрофлора ґрунту та їх роль у живленні рослин. Вплив кислотності ґрунту на засвоєння поживних речовин. Фізіологічні основи застосування добрив.

Поняття про шляхи виділення енергії з органічних речовин, де вона накопичилася у процесі фотосинтезу. Дихання та бродіння, ефект Пастера. Дихання як окиснювально-відновні процеси. Історія розвитку вчення про дихання. Субстрати дихання. Дихальний коефіцієнт. Шляхи дихального обміну. Дихання – центральна ланка метаболічних процесів рослинного організму. Залежність інтенсивності дихання від умов навколишнього середовища (світла, температури, концентрації кисню та вуглекислого газу в

повітрі, мінерального живлення, водопостачання). Механізм регуляції дихання на різних рівнях регуляції рослинного організму.

Загальні поняття та критерії росту і розвитку рослин, їх співвідношення і взаємозв'язок. Методи вивчення ростових процесів. Функціонування меристем – основа росту клітин і всього рослинного організму. Фази росту клітин: ембріональна, розтягнення та диференціації. Особливості проростання насіння. Фізіолого-біохімічні особливості перших етапів проростання. Вплив зовнішніх умов на ефективність ростових процесів (температури, інтенсивності та спектрального складу світла, водозабезпечення, мінерального живлення, аерації тощо).

Регуляція ростових процесів на різних рівнях організації рослинного організму. Фітогормонально-інгібіторна система як основа регуляції росту та розвитку. Стимулятори росту та розвитку рослин. Ауксини: відкриття, хімічний склад, фізіолого-біохімічна дія. Гібераліни: історія відкриття, хімічний склад, утворення, фізіологічна роль. Цитокініни. Апікальна меристема кореня - місце синтезу цитокінінів. Фізіологія і біохімія дії цитокінінів. Інгібітори росту: абсцизова кислота, кумарин, скополетин та ін. Етилен. Морфогенетична дія. Взаємодія фітогормонів. Механізм гормональної регуляції на генному та мембранному рівнях. Застосування фітогормонів у практиці рослинництва. Синтетичні регулятори росту. Значення фітогормонів у ростових рухах.

Фізіологічні основи спокою рослин та його значення. Типи спокою: глибокий та вимушений. Спокій насіння та бруньок. Фотоперіодична реакція і стан спокою. Регуляція процесів спокою. Фізіологія розмноження рослин.

Стійкість рослин – адаптивне пристосування до умов існування. Поняття про стреси, їх різноманітність. Стресори. Види стійкості: посухостійкість, жаростійкість, холодостійкість, морозостійкість, зимостійкість, солестійкість, газостійкість, радіостійкість, стійкість до нестачі кисню та інфекційних захворювань. Загартування рослин.

МОДУЛЬ 4. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН.

Подразливість та подразники. Поняття біоелектричних реакцій, подразнення і подразники. Закони подразнення. Електричні явища на клітинній мембрані. Механізм біоелектричних явищ. Особливості проникливості мембрани, визначення мембранного потенціалу спокою. Величина мембранного потенціалу спокою для різних збудливих структур.

Збудливість та збудження. Визначення збудливості і збудження.

Збудливі тканини. Нервово-м'язовий препарат як об'єкт вивчення закономірностей протікання процесу збудження. Значення процесів збудження в діяльності живих організмів.

Фізіологія м'язів. Будова посмугованого м'язового волокна. Молекулярний механізм м'язового скорочення. Сила і робота м'язів. Втома. Працездатність м'язів. Динамічна та статична робота м'язів. Непосмуговані м'язи. Будова, локалізація, структурні та фізіологічні особливості непосмугованих м'язових волокон.

Нейрон. Типи нейронів та їх будова. Спеціалізація нейронів і синапсів. Спинний мозок, його будова та функції. Провідні шляхи спинного мозку. Уявлення про нервові центри. Особливості проведення збудження нервовими центрами, хімічними синапсами та центральною нервовою системою. Рефлекс, як основний акт нервової діяльності. Визначення рефлексу. Загальна схема рефлекторної дуги. Класифікація рефлексів. Вегетативна нервова система, її симпатичний та парасимпатичний відділи. Вегетативні центри. Проміжний мозок. Великі півкулі головного мозку, їх розвиток та роль у різних тварин.

Поняття про рецептори, органи чуття та аналізатори. Розвиток та спеціалізація рецепторів, їх класифікація. Інтерорецептори, їх види, локалізація, функції. Шкірна чутливість. Хеморецепція. Орган слуху. Око та зір.

Генетично детерміновані (вроджені) форми поведінки – безумовні рефлекси та інстинкти. Гальмування умовних рефлексів: зовнішнє та внутрішнє. Генералізація та спеціалізація умовних рефлексів. Динаміка основних нервових процесів у корі великих півкуль.

Координація функцій організму. Інтегративна функція нервової системи, її роль в організації, відповідної реакції організму.

Поняття про ендокринні залози і гормони. Внутрішня секреція ендокринних залоз. Методи вивчення залоз внутрішньої секреції. Значення гормонів їх структура, механізм дії. Взаємодія залоз внутрішньої секреції. Види стресових станів. Концепція стреса Г.Сельє. Загальний адаптаційний синдром і його стадії. Роль глюкокортикоїдів в організації адаптаційного синдрому. Статеві гормони кори наднирників. Значення мозкового шару наднирників. Гіпер- і гіпофункції наднирників.

Внутрішнє середовище організму, як засіб забезпечення єдності організму і навколишнього середовища. Загальна характеристика системи крові. Фізіологія і біохімія еритроцитів. Захисні функції крові. Групи крові.

Система кровообігу. Фізіологічні властивості серцевого м'яза. Насосна функція серця. Кров'яний тиск. Швидкість кровотоку. Пульс. Регуляція серцевої діяльності й системного кровообігу.

Система дихання. Фізіологічні механізми етапів дихання. Транспорт газів кров'ю. Регуляція дихання.

Система травлення. Травлення в порожнині рота. Роль смакової та нюхової сенсорних систем. Регуляція слиновиділення. Травлення в шлунку. Регуляція секреторної і моторної функцій шлунка. Травлення в 12-палій кишці. Роль підшлункової залози та печінки в травленні, регуляція їх секреторної функції. Травлення в кишечнику. Всмоктування. Моторика.

Обмін речовин і енергії. Основний обмін. Функціональна система, яка забезпечує температурний гомеостаз.

Виділення як компонент функціональних систем у забезпеченні гомеостазу. Механізми утворення сечі. Регуляція виділення.

МОДУЛЬ 5. ОСНОВИ АГРОБІОЛОГІЇ.

Ґрунт як природно-історичне тіло і засіб с/г виробництва. Загальна схема будови ґрунту та його біологічні ознаки. Складові частини ґрунту /мінеральна, органічна/ та їх взаємозв'язок. Водні властивості ґрунту. Повітряний режим ґрунту. Тепловий режим ґрунтів.

Біологічні і агротехнічні вимоги до посівного матеріалу і посів с/г культур. Значення якості посівного матеріалу. Біологічні особливості і посівні якості насіння. Сорт, його значення і сортова якість насіння, отримання і виробництво сортового насіння. Визначення посівних якостей насіння. Підготовка насіння до посіву. Умови збереження посівного матеріалу. Посів, способи, норми і строки. Наукові основи чергування с/г культур і сівозміни. Поняття про сівозміни.

Класифікація добрив: мінеральні, органічні, бактеріальні. Прості і складні добрива. Мінеральні добрива. Нітрогенні, фосфорні, калійні добрива. Мікродобрива. Органічні та бактеріальні добрива.

Класифікація і групування польових культур. Зернові, технічні кормові культури. Будова і хімічний склад зерна. Фази росту рослин і стадії розвитку зернових культур. Озимі і ярі форми. Олійні культури. Коренеплоди і бульбоплоди. Види овочевих рослин і їх групування за біологічними і господарськими ознаками. Основні плодові культури, видовий склад, групування, коротка біологічна і господарська характеристика плодово-ягідних культур.

МОДУЛЬ 6. ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ.

Вплив зовнішніх чинників на формування флор та рослинного покриву. Основні термінологічні поняття: флора і рослинність, популяція, ареал, рослинне угруповання, асоціація, фітоценоз, біом. Основні напрямки досліджень: флористичний, геоботанічний, екологічний, історичний.

Абіотичні екологічні фактори та їх вплив на формування фізико-географічних умов. Поняття клімату, макро- і мікроклімат, типи кліматів. Вплив зовнішніх чинників (кліматичних, орографічних, біотичних, історичних, антропогенних) на формування флор та рослинного покриву. Природно-кліматична зональність України.

Основи вчення про рослинні угруповання. Ознаки фітоценозу, їх динаміка та класифікація. Принципи виділення флористичних царств. Видове багатство флор. Центри видової різноманітності. Поняття конкретної флори. Основні типи рослинного покриву та їх розподіл на території України. Основні флористичні області України. Флора та рослинність помірних широт: лісової, лісостепової та степової зон.

Основи геоботанічного районування території України. Основні категорії геоботанічного районування: область, підобласть, провінція, підпровінція, район. Загальна характеристика лісової, лісостепової та степової підобластей України.

Флористичне районування території України. Флора України. Принципи виділення флористичних царств.

ЗРАЗОК ЗАВДАНЬ

Міністерство освіти і науки України
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова приймальної комісії

_____ Олександр Самойленко

«___» _____ 2023 р.

Екзаменаційний білет № 1

для проведення вступного випробовування до аспірантури

Третій (освітньо-науковий) рівень

ОНП «Біологія»

Галузь знань 09 Біологія

Спеціальність: 091 Біологія та біохімія

Денна/заочна/вечірня форма навчання

1. Вільнорадикальне окислення. Токсичність кисню. Активні форми кисню і азоту.
2. Водорозчинні вітаміни, їх характеристика, біологічна роль.
3. Концепція стреса Г.Сельє. Загальний адаптаційний синдром і його стадії.

Орієнтовні питання до вступного екзамену

1. Амінокислоти, їх класифікація. Будова і біологічна роль амінокислот.
2. Будова білків. Рівні структурної організації білка. Характеристика зв'язків, що їх стабілізують.
3. Структура і склад біологічних мембран.
4. Ферменти, їх хімічна природа. Основні принципи класифікації ферментів. Будова ферментів. Активний і алостеричний центри.
5. Коферменти. Роль вітамінів в їх утворенні.
6. Властивості ферментів. Механізм впливу рН середовища і температури на активність ферментів. Специфічність дії ферментів, приклади.
7. Сучасні уявлення про механізм дії ферментів. Способи активації та інгібування активності ферментів.
8. Пуринові та піримідинові нуклеотиди, їх будова, синтез і розпад.
9. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Лімітуючий фактор швидкості ферментативної реакції. Константа Міхаеліса.
10. Молекулярні механізми окисного фосфорилування (теорія Мітчела). Компоненти дихального ланцюга та їх характеристика. ФМН- і ФАД-залежні дегідрогенази. Будова окисленої і відноленої форм ФМН.
11. Вільнорадикальне окислення. Токсичність кисню. Активні форми кисню і азоту.
12. Первинна і вторинна структура РНК. Типи РНК.
13. Первинна і вторинна структура ДНК. Генетичний код та його властивості.
14. Механізми реплікації та репарації ДНК.
15. Механізми транскрипції. Зворотна транскрипція.
16. Біосинтез білка. Етапи трансляції та їх характеристика. Білкові фактори біосинтезу білка. Енергетичне забезпечення біосинтезу білка.
17. Гексозомонофосфатний шлях перетворення глюкози в тканинах та його біологічна роль.
18. Біосинтез і розпад глікогену в тканинах. Біологічна роль цих процесів.
19. Глюконеогенез. Можливі попередники, послідовність реакцій, біологічна роль.
20. Шляхи утворення глюкози в організмі. Глікемія як показник стану вуглеводного обміну. Кількісна оцінка глікемії в нормі та при патології.
21. Характеристика основних ліпідів. Їх будова, класифікація, біологічна роль.
22. Фосфоліпіди, їх хімічна будова і біологічна роль.
23. Окислення вищих жирних кислот в тканинах. Окислення жирних кислот з непарним числом вуглецевих атомів.
24. Біосинтез вищих жирних кислот і жирів в печінці і жировій тканині.
25. Водорозчинні вітаміни, їх характеристика, біологічна роль.
26. Жиророзчинні вітаміни, їх характеристика, біологічна роль.
27. Взаємодія низькомолекулярних сполук з мембранами. Пори, канали і переносники клітинних мембран.

28. Цитокіни та їх клітинні рецептори.
29. Гліколіз: послідовність реакцій, регуляція, біологічна роль.
30. Цикл трикарбонових кислот: послідовність реакцій, регуляція, біологічна роль.
31. Руйнування амінокислот та цикл сечовини.
32. Аналіз структури і функції антитіл. Зв'язування антитіл з антигеном.
33. Вторинні посередники у дії гормонів. G-білки, аденілатциклаза, протеїнкіназа.
34. Механізм дії гормонів через внутрішньоклітинні рецептори.
35. Важливіші функції печінки. Роль печінки в обміні речовин.
36. Біосинтез і розпад гемоглобіну в тканинах. Механізм утворення основних гематогенних пігментів.
37. Білки крові, їх біологічна роль. Діагностичне значення визначення білка і білкових фракцій в сироватці крові.
38. Хімічний склад нервової тканини. Особливості обміну речовин в нервовій тканині. Роль глутамату.
39. Біохімія передачі нервового імпульсу. Утворення нейромедіаторів.
40. Хімічний склад м'язової тканини. Креатин, креатинфосфат і продукти розпаду.
41. Апоптоз, молекулярні механізми апоптозу і мітоптозу.
42. Роль АТФ в м'язовому скороченні. Шляхи ресинтезу АТФ в м'язовій тканині.
43. Інсулін: будова, участь в регуляції метаболічних процесів. Специфіка в дії на рецептори органів-мішеней. Інсуліноподібні фактори росту.
44. Тиреоїдні гормони: місце їх утворення, будова, транспорт і механізми дії на метаболічні процеси.
45. Участь адреналіну в регуляції обміну речовин. Місце синтезу. Структура адреналіну, механізм гормональної дії, метаболічні ефекти.
46. Кортикостероїдні гормони. Структура, механізм дії, їх роль у підтримці гомеостазу. Участь глюкокортикоїдів і мінералокортикоїдів в обміні речовин.
47. Ейкозаноїди – регулятори обміну речовин. Біологічні ефекти ейкозаноїдів, їх хімічна структура.
48. Механізми детоксикації ксенобіотиків. Цитохром P-450.
49. Пластидні пігменти: хлорофіли, каротиноїди та фікобіліни. Їх фізичні, хімічні та оптичні властивості. Біосинтез хлорофілів, каротиноїдів, фікобілінів.
50. Світлові реакції при фотосинтезі.
51. Темнові реакції при фотосинтезі.
52. Цикл Кальвіна. Послідовність реакцій, біологічна роль.
53. Гліоксилатний цикл. Послідовність реакцій, біологічна роль.
54. Механізми синтезу органічних кислот у рослин.
55. Стійкість рослин – адаптивне пристосування до умов існування. Види стійкості.

56. Рухи рослинних організмів. Класифікація способів руху. Фізіологічна природа ростових рухів.
57. "С-4"–шлях фотосинтезу. Перевага і недоліки "С-4" фотосинтезу порівняно з "С-3"–шляхом засвоєння.
58. Фотодихання, його особливості та фізіологічне значення.
59. Взаємозв'язок процесів гліколізу, бродіння і дихання.
60. Регуляція серцевої діяльності й системного кровообігу.
61. Фізіологічні механізми етапів дихання. Регуляція дихання.
62. Виділення як компонент функціональних систем у забезпеченні гомеостазу.
63. Функціональна система, яка забезпечує температурний гомеостаз.
64. Внутрішнє середовище організму, як засіб забезпечення єдності організму і навколишнього середовища.
65. Поняття біоелектричних реакцій, подразнення і подразники.
66. Уявлення про нервові центри. Особливості проведення збудження нервовими центрами, хімічними синапсами та центральною нервовою системою.
67. Рефлекс, як основний акт нервової діяльності. Визначення рефлексу. Загальна схема рефлекторної дуги. Поняття про рефлекторні ланцюги і рецептивне поле рефлексів.
68. Концепція стреса Г.Сельє. Загальний адаптаційний синдром і його стадії.
69. Сорт, його значення і сортова якість насіння.
70. Основи вчення про рослинні угруповання.
71. Загальна схема будови ґрунту та його біологічні ознаки.
72. Флористичне районування території України.
73. Транспірація, її біологічне значення.
74. Залежність інтенсивності транспірації від факторів навколишнього середовища: температури повітря, світла, відносної вологості повітря, вологості ґрунту та вітру.
75. Стійкість рослин – адаптивне пристосування до умов існування.
76. Хімізм фіксації молекулярного азоту. Відновлення нітратів і нітритів у рослині, колообіг Нітрогену в рослинному організмі.
77. Фітогормонально-інгібіторна система як основа регуляції росту та розвитку. Стимулятори росту та розвитку рослин.

ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Caamelia Tulcan, Mirela Ahmadi, Oana Maria Boldura Biochemistry. Course and Practical Work Handbook. – Agroprint Publishing House Timisoara, 2016.
2. Berg J.M. Biochemistry 8TH EDITION Publisher: New York Macmillan Higher Education 2018.
3. Fundamentals of Enzyme Kinetics / Ed. by Athel Cornish-Bowden. – Portland Press, London, 2002.
4. Lehninger. Principles of Biochemistry. Sixth edition / David L. Nelson, Michael M.Cox. – W.H.Freeman and Company. New York, 2013.
5. Richard J. Epstein Human Molecular Biology. An Introduction to the Molecular Basis of Human Health and Disease. – Cambridge University Press, 2003
6. Великий М.М., Старикович Л.С., Климишин Н.І., Чайка Я.П. Молекулярні механізми інтеграції метаболізму. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007.
7. Голубець М.А. Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження. – Львів: Ліга-Прес, 2003. – 34 с.
8. Гонський Я. І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини . – Тернопіль:Укрмедкнига, 2002.
9. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин. – Суми: ВТД “Університетська книга”, 2004. – 464 с.
- 10.Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин. Київ: Вища школа, 1991
- 11.Кучменко О.Б. Біохімія вітамінів. – К.: Університет Україна, 2012. – 528 с.
- 12.Кучменко О.Б. Біохімія рослин. Метаболічний атлас (в схемах і таблицях): навчально-методичний посібник. – Ніжин: НДУ ім. М.Гоголя, 2020. – 170 с.
- 13.Кучменко О.Б., Марченкова А.І. Молекулярна біологія клітини: навч. посібн. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2021. - 135 с.
- 14.Макарчук М.Ю., Цибенко В.О., Пасічніченко О.М., Ліщенко Т.П. Основні поняття і визначення з курсу фізіології людини і тварин. - К.: Український фітосоціологічний центр, 2003. - 144 с.
- 15.Марченко М.М., Худа Л.В., Великий М.М., Остапченко Л.І. Біохімія ензимів. – Чернівці: Чернівецький нац ун-т, 2012.
- 16.Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. – К.: Вища школа, 1995. – 503 с.
- 17.Мхітарян Л.С., Кучменко О.Б. Окислювальний стрес: механізми розвитку і роль в патології. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004.
- 18.Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. К.: Вища школа, 1995. 503 с.
- 19.Нельсон Д.Л., Кокс М.М. Основи біохімії за Ленінджером. – Львів: БаК, 2015. – 1256 с.
- 20.Осадчий О.С. Основи сільського господарства. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 294 с.
21. Основи сільського господарства. Навчальний посібник Польський Б.М., Стеблянко М. І., Чмир Р.Д. – Київ.: Вища школа, 1991. – 296 с.

22. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М., Давиденко А.В., Рибальченко В.К., Скопенко О.В. Біохімія: підручник. – Київ: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 796 с.
23. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин К: Вища школа, 2003.
24. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дубина Д.В., Вакаренко Л.П. та ін. Збереження і невиснажливе використання біорізноманіття України: стан та перспективи. – Київ: Хімджест, 2003. – 246 с.

Додаткова:

1. Боярчук О.Д. Біохімія стресу. – Луганськ, вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013.
2. Кравченко М.С. Землеробство: Підручник/ М.С.Кравченко, Ю.А.Злобін, О.М.Царенко; за ред. М.С.Кравченко.-К.: Либідь, 2002.- 496с.
3. Кучменко О.Б. Біохімічні особливості функціонування убіхінону за паталогічних станів організму. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2012.
4. Луньова Г.Г., Ліпкан Г.М. Референтні значення показників клінічної лабораторної діагностики. – К., 2016.
5. Скляр О., Сольський Я., Великий М., Фартушок Н., Бондарчук Т., Дума Д. Біохімія ензимів. Ензимодіагностика. Ензимопатологія. Ензимотерапія. – Львів: Кварт, 2008.
6. Тимочко М.Ф., Єлисеєва О.П., Кобилінська Л.І., Тимочко І.Ф. Метаболічні аспекти формування кисневого гомеостазу в екстремальних станах. – Львів, 1998.
7. Фільченков О.О., Стойка Р.С. Апоптоз і рак: від теорії до практики. – Тернопіль: ТДМУ, 2006.
8. Хімія білка / За ред. Сибірної Н.О. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010.
9. Цибенко В.О. Фізіологія серцево-судинної системи. - К.: Український фітосоціологічний центр, 2002. - 248 с.

Схвалено на засіданні кафедри біології (протокол № 16 від 24.03.2023 р.)

Голова фахової атестаційної комісії  Віталій ШЕЙКО