

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра біології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Гарант освітньої програми

Маргарита ПАРУБОК

(ініціали, прізвище)

“ 31 ” серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МІКРОБІОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ВІРУСОЛОГІЇ

**Освітній рівень:** першого рівня вищої освіти (бакалавр)

**Галузь знань:** 09 – Біологія

**Спеціальність:** 091 – Біологія


**Освітня програма:** Біологія

**Факультет:** плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Умань – 2023 рік

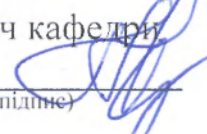
Робоча програма навчальної дисципліни «Мікробіологія з основами вірусології» для здобувачів вищої освіти спеціальності 091 – Біологія освітньої програми «Біологія». Умань: Уманський НУС, 2023. 24 с.

Розробник: Руслан ПРИТУЛЯК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

  
\_\_\_\_\_ (Руслан ПРИТУЛЯК)  
(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри біології

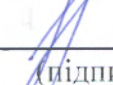
Протокол від «30» серпня 2023 року № 1.

Завідувач кафедри  
  
\_\_\_\_\_ (Лариса РОЗБОРСЬКА)  
(підпис)

«30» серпня 2023 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету *плодоовочівництва, екології та захисту рослин*

Протокол від « 31 » 08 2023 року № 1.

Голова \_\_\_\_\_ Андрій ТЕРНАВСЬКИЙ  
  
(підпис)  
« 31 » 08 2023 року

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень, назва освітньої програми	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 10	Галузь знань: <u>09 – Біологія</u>	Обов'язкова
Модулів – 2	Спеціальність: <u>091 – Біологія</u>	<b>Рік підготовки:</b>
Змістових модулів – 4		2-й, 3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>курсова робота</u> (пазва)		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 300		3/4-й, 5/6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,3 самостійної роботи студента – 5,1	Освітній рівень: <u>першого рівня вищої освіти (бакалавр)</u>  Освітня програма: <u>Біологія</u>	<b>Лекції</b>
		64 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>
		<b>Лабораторні</b>
		74 год.
		<b>Самостійна робота</b>
		162 год.
		<b>Вид контролю:</b>
залік		
іспит		

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета навчальної дисципліни** полягає у формуванні у випускників здатностей дослідження і оцінки стану біологічних систем різного рівня організації, представлення, інтерпретації та використання результатів біологічних досліджень; отримання студентами знань та вмінь у галузі біології із широким доступом до працевлаштування, інтересу до подальшого навчання та зацікавленості до більш поглибленого вивчення окремих областей біології.

**Завдання** – закріплення знань про загальні умови життєдіяльності мікроорганізмів та способи спрямування цієї діяльності на користь людині, забезпечення набуття студентами вмінь та навичок проведення мікробіологічних досліджень.

**Місце дисципліни у структурно-логічній схемі підготовки здобувачів вищої освіти.** Навчальна дисципліна «Мікробіологія з основами вірусології» є обов'язковою, має вагомим значення у структурно-логічній схемі підготовки фахівців і тісно пов'язана з дисциплінами, зокрема: "Біофізика", "Хімія", "Ботаніка", "Агрохімія" та іншими дисциплінами, знаннями яких студенти повинні оволодіти.

**Інтегральна компетентність:** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів біологічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

### **Загальні компетентності:**

- ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

### **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

- СК02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.
- СК03. Здатність досліджувати різні рівні організації живого, біологічні явища і процеси.
- СК07. Здатність до аналізу будови, функцій, процесів життєдіяльності, онто- та філогенезу живих організмів.
- СК09. Здатність аналізувати результати взаємодії біологічних систем різних рівнів організації, їхньої ролі у біосфері та можливості використання у різних галузях господарства, біотехнологіях, медицині та охороні навколишнього середовища.

### **Програмні результати навчання:**

- ПР08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.

- ПР10. Знати основи систематики, методи виявлення та ідентифікації неклітинних форм життя, прокаріот і еукаріот й застосовувати їх для вирішення конкретних біологічних завдань.
- ПР12. Демонструвати знання будови, процесів життєдіяльності та функцій живих організмів, розуміти механізми регуляції фізіологічних функцій для підтримання гомеостазу біологічних систем.
- ПР14. Аналізувати взаємодії живих організмів різних рівнів філогенетичної спорідненості між собою, особливості впливу різних чинників на живі організми та оцінювати їхню роль у біосферних процесах трансформації речовин і енергії.
- ПР15. Аналізувати форми взаємовідносин між мікро- та макроорганізмами з визначенням основних напрямів цих процесів.
- ПР19. Застосовувати у практичній діяльності методи визначення структурних та функціональних характеристик біологічних систем на різних рівнях організації.
- ПР21. Аналізувати інформацію про різноманіття живих організмів.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

#### **ЗМ 1. Основи морфології, систематики, анатомії і фізіології мікроорганізмів**

##### **Тема 1. Історичний нарис розвитку мікробіології**

Визначення науки «мікробіологія», її об'єкт, мета і завдання вивчення курсу. Структурно-логічні зв'язки технічної мікробіології з іншими дисциплінами.

Розповсюдження і роль мікроорганізмів у природі (колообіг основних біогенних елементів, ґрунтоутворення, геологічна і санітарна функції). Роль мікроорганізмів у господарській діяльності людини (сільському господарстві, медицині, харчовій промисловості). Мікроорганізми в системі екологічно чистих виробництв.

Історичний нарис розвитку мікробіології. Сучасний етап та перспективи розвитку технічної мікробіології.

##### **Тема 2. Морфологія, систематика, анатомічна будова, розмноження та фізіологія мікроорганізмів**

Світ мікроорганізмів: загальні ознаки і різноманітність. Положення серед інших організмів у природі. Прокаріоти та еукаріоти, їх головні відмінності.

Морфологічна характеристика основних груп одноклітинних та багатоклітинних мікроорганізмів: бактерій, мікроскопічних грибів, актиноміцетів, рикетсій, хламідій, мікоплазм, водоростей і найпростіших тварин.

Головні форми одноклітинних бактерій. Їх внутрішня і зовнішня структура. Склад і будова клітинних оболонок грампозитивних і грамнегативних бактерій. Капсули, зооглеї, слизові шари і чохла. Цитоплазматична мембрана, організація і функції. Рибосоми та інші мембранні утворення. Нуклеоїд бактерій. Джгутики та інші придатки клітин, рухливість джгутикових і ковзних форм. Реакція таксису у мікроорганізмів. Цисти і ендоспори бактерій. Утворення, хімічний склад, будова і властивості ендоспор. Значення спороутворюючих бактерій у харчовій промисловості. Характеристика основних способів розмноження бактерій. Принципи систематики бактерій.

Класифікація і загальна характеристика грибів. Особливості будови міцелію. Цвілеві і дріжджові гриби: систематичне положення, будова клітини, розмноження. Розповсюдження і значення в природі та народному господарстві.

Актиноміцети. Рикетсії, хламідії і мікоплазми. Зелені і діатомові водорості. Найпростіші тварини. Систематичне положення, будова, розмноження. Роль в природі і народному господарстві.

Віруси та їх структура. Основні принципи класифікації. ДНК- і РНК-геномі, складні й прості віруси. Фаги, бактеріофаги, актинофаги, мікофаги. Прояви життєдіяльності вірулентного і помірною бактеріофагів. Їх роль у природі, виробництві й медицині.

Хімічний склад мікроорганізмів. Елементарний склад. Органогени. Фізіологічна роль окремих макро- і мікроелементів. Молекулярний склад. Вміст різних речовин у складі мікробної клітини.

Потреби мікроорганізмів у поживних речовинах. Макро- і мікроелементи. Їх значення для мікробної клітини. Потреби мікроорганізмів у готових амінокислотах, вітамінах та інших факторах росту. Способи живлення і надходження поживних речовин в клітину. Механізм живлення. Роль будови клітини в живленні мікроорганізмів. Джерела вуглецю, азоту та інших елементів для різних груп мікроорганізмів, їх роль в обміні речовин. Використання органічних і мінеральних сполук вуглецю як джерел живлення. Типи живлення мікроорганізмів вуглецем і азотом. Фототрофія і хемотрофія у мікроорганізмів. Відкриття хемосинтезу С.М. Виноградським. Сапрофіти, коменсали, паразити.

Загальна характеристика метаболізму мікроорганізмів. Катаболізм і анаболізм.

Характеристика ферментів. Розподіл ферментів на групи за структурою, швидкістю синтезу, місцем дії. Класифікація ферментів за принципом дії. Особливості ферментної системи мікроорганізмів. Використання ферментів мікробного походження в харчовій промисловості.

Відношення мікроорганізмів до джерел кисню. Розподіл на групи за використанням кисню. Причини різного відношення.

Способи забезпечення мікроорганізмів енергією. Утворення АТФ у гетеротрофів. Загальні метаболічні шляхи. Гліколіз, пентозофосфатний шлях. Бродіння як спосіб отримання енергії гетеротрофами. Дихання аеробне з повним окисленням органічних субстратів. Неповне окислення аеробами органічних речовин. Типи анаеробного дихання (нітратне, сульфатне).

Культивування мікроорганізмів. Основи ферментації. Визначення і сутність ферментації. Будова біореактора. Типи культивування мікроорганізмів. Сутність і фази періодичного (накопичувального) культивування, роль в промисловості. Безперервне культивування: кінетика, сутність, використання. Параметри продуктивності культур у процесах ферментації. Принципи управління процесами ферментації.

## **Topic 2. Morphology, systematics, anatomical structure, reproduction and physiology of microorganisms**

The world of microorganisms: common features and diversity. Position among other organisms in nature. Prokaryotes and eukaryotes, their main differences.

Morphological characteristics of the main groups of unicellular and multicellular microorganisms: bacteria, microscopic fungi, actinomycetes, rickettsiae, chlamydiae, mycoplasmas, algae and protozoa.

The main forms of unicellular bacteria. Their internal and external structure. Composition and structure of cell membranes of gram-positive and gram-negative bacteria. Capsules, zooglia, mucous layers and covers. Cytoplasmic membrane, organization and functions. Ribosomes and other membrane formations. Bacterial nucleoid. Flagella and other appendages of cells, mobility of flagellar and gliding forms.

The reaction of taxis in microorganisms. Bacterial cysts and endospores. Formation, chemical composition, structure and properties of endospores. The importance of spore-forming bacteria in the food industry. Characteristics of the main ways of reproduction of bacteria. Principles of taxonomy of bacteria.

Classification and general characteristics of mushrooms. Features of the mycelium structure. Mold and yeast fungi: systematic position, cell structure, reproduction. Distribution and importance in nature and national economy.

Actinomycetes. Rickettsia, chlamydia and mycoplasma. Green and diatom algae. The simplest animals. Systematic position, structure, reproduction. Role in nature and national economy.

Viruses and their structure. Basic principles of classification. DNA- and RNA-genomic, complex and simple viruses. Phages, bacteriophages, actinophages, mycophages. Manifestations of vital activity of virulent and moderate bacteriophages. Their role in nature, production and medicine.

Chemical composition of microorganisms. Elementary composition. Organogens. Physiological role of individual macro- and microelements. Molecular composition. The content of various substances in the composition of a microbial cell.

Nutrient requirements of microorganisms. Macro- and microelements. Their significance for the microbial cell. Needs of microorganisms in ready-made amino acids, vitamins and other growth factors. Ways of nutrition and entry of nutrients into the cell. Power mechanism. The role of cell structure in nutrition of microorganisms. Sources of carbon, nitrogen and other elements for different groups of microorganisms, their role in metabolism. Use of organic and mineral carbon compounds as sources of energy. Types of nutrition of microorganisms with carbon and nitrogen. Phototrophy and chemotrophy in microorganisms. The discovery of chemosynthesis by S.M. Vinogradsky. Saprophytes, commensals, parasites.

General characteristics of the metabolism of microorganisms. Catabolism and anabolism.

Characteristics of enzymes. Division of enzymes into groups by structure, speed of synthesis, site of action. Classification of enzymes according to the principle of action. Features of the enzyme system of microorganisms. The use of enzymes of microbial origin in the food industry.

Relationship of microorganisms to oxygen sources. Division into groups by oxygen use. The reasons are different.

Ways of providing microorganisms with energy. Formation of ATP in heterotrophs. General metabolic pathways. Glycolysis, pentose phosphate pathway. Fermentation as a method of obtaining energy by heterotrophs. Respiration is aerobic with complete oxidation of organic substrates. Incomplete oxidation of organic substances by aerobes. Types of anaerobic respiration (nitrate, sulfate).

Cultivation of microorganisms. The basics of fermentation. Definition and essence of fermentation. Structure of the bioreactor. Types of cultivation of microorganisms. The essence and phases of periodic (cumulative) cultivation, role in industry. Continuous cultivation: kinetics, essence, use. Parameters of culture



productivity in fermentation processes. Principles of management of fermentation processes.

## **ЗМ 2. Основи генетики, селекції і екології мікроорганізмів**

### **Тема 3. Генетика і селекція мікроорганізмів**

Основні напрямки розвитку мікробіології в галузі спадковості і мінливості. Організація генетичного апарату у мікроорганізмів. Регуляція генної активності у прокариот і еукаріот.

Методи селекції мікроорганізмів. Виробнича селекція мікроорганізмів: сутність, значення, результати. Адаптація як метод селекції мікроорганізмів.

Генна інженерія. Природні форми генної інженерії: трансформація, кон'югація, трансдукція, лізогенія. Етапи генно-інженерної роботи. Методи отримання потрібних генів. Типи генетичних векторів. Отримання рекомбінантної ДНК і введення її в організм-реципієнта. Молекулярне клонування. Скринінг і селекція рекомбінантних мікроорганізмів.

Індукований мутагенез, його генетичні основи і використання в селекції.

Гібридизація як метод селекції. Методи отримання і виявлення поліплоїдів. Роль поліплоїдів в селекції мікроорганізмів.

### **Topic 3. Genetics and selection of microorganisms**

The main directions of the development of microbiology in the field of heredity and variability. Organization of genetic apparatus in microorganisms. Regulation of gene activity in prokaryotes and eukaryotes.

Methods of selection of microorganisms. Production selection of microorganisms: essence, significance, results. Adaptation as a method of selection of microorganisms.

Genetic engineering. Natural forms of genetic engineering: transformation, conjugation, transduction, lysogeny. Stages of genetic engineering work. Methods of obtaining the necessary genes. Types of genetic vectors. Obtaining recombinant DNA and introducing it into the recipient organism. Molecular cloning. Screening and selection of recombinant microorganisms.

Induced mutagenesis, its genetic basis and use in breeding.

Hybridization as a method of selection. Methods of obtaining and identifying polyploids. The role of polyploids in the selection of microorganisms.

### **Тема 4. Екологія мікроорганізмів**

Роль мікроорганізмів у колообігу речовин у природі. Біоценози і біотопи мікроорганізмів, екосистеми. Мікроорганізми – продуценти і деструктори органічної речовини. Мікробіота ґрунту. Чисельність і склад ґрунтової мікрофлори. Роль мікроорганізмів в ґрунтоутворенні. Санітарна оцінка ґрунту. Роль ґрунту в мікробному забрудненні води, повітря, харчової сировини, кормів і продуктів.

Фактори, що визначають розповсюдження мікроорганізмів у водоймищах.

Мікробіота води. Методи очищення питної води. Показники санітарного стану води (мікробне число, колі-титр, колі-індекс). Оцінка якості води на підставі мікробіологічних показників. Стічні води і методи їх очищення.

Мікробіота повітря, її кількісний і якісний склад. Вплив різних чинників на мікрофлору повітря. Методи обліку кількості і складу мікробіоти повітря виробничих об'єктів.

Епіфітна мікробіота рослин, її властивості і склад. Роль епіфітних мікроорганізмів у зберіганні і переробці продукції рослинництва (виноробстві, квашенні плодів і овочів, силосуванні кормів, отриманні кисломолочних продуктів). Нормальна мікробіота тіла людини і тварин (аутобіота).

Вплив на мікроорганізми екологічних факторів. Адаптивні і реактиваційні властивості мікроорганізмів. Роль абіотичних факторів у житті мікроорганізмів. Відношення мікроорганізмів до температури. Вплив низьких температур на життєдіяльність мікроорганізмів. Використання низьких температур при зберіганні продуктів. Вплив високих температур на життєдіяльність мікроорганізмів. Використання високих температур при консервації продуктів.

Вплив вмісту вологи на життєдіяльність мікроорганізмів. Фізична сухість. Використання зміни вмісту вологи при зберіганні продуктів, насіння. Висушування, підв'ялювання, леофільна сушка.

Вплив концентрації розчинених у воді речовин на життєдіяльність мікроорганізмів. Фізіологічна сухість. Використання високих концентрацій речовин для зберігання і переробки продуктів.

Вплив випромінювань на життєдіяльність мікроорганізмів. Використання випромінювань у переробці продуктів.

Вплив гідростатичного тиску на життєдіяльність мікроорганізмів.

Вплив кислотності середовища (рН) на життєдіяльність мікроорганізмів. Використання зміни реакції середовища при зберіганні і консервації продуктів (маринування, квашення).

Вплив отруйних речовин різних груп на життєдіяльність мікроорганізмів. Бактерицидна і бактеріостатична дія. Антисептики, їх використання в харчовій промисловості. Вживання антибіотиків у переробці продукції сільського господарства.

Взаємовідносини мікроорганізмів між собою та іншими організмами. Форми позитивних біологічних зв'язків у мікроорганізмів (облігатний симбіоз, мутуалізм, коменсалізм, синтрофія, метабіоз). Використання їх в господарській діяльності. Використання препаратів симбіотичних діазотрофів.

Форми негативних біологічних зв'язків у мікроорганізмів (хижацтво, паразитизм – метаболічний і генетичний, антагонізм – пасивний і активний, антибіоз). Використання негативних біологічних зв'язків у господарській діяльності. Мікробіологічні засоби захисту рослин.

## **Модуль 2.**

**ЗМ 3. Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю та інших елементів**

### **Тема 5. Перетворення сполук вуглецю**

Значення процесів перетворення вуглецевих речовин для народного господарства і колообігу вуглецю в природі.

Молочнокисле бродіння і його збудники. Гомоферментативне і гетероферментативне молочнокисле бродіння. Хімізм цих процесів. Використання молочнокислих бактерій для одержання молочної кислоти, кисломолочних продуктів, а також для консервування продуктів сільського господарства. Квашення й соління плодів і овочів, силосування кормів як прийоми консервування, в основі яких лежать процеси молочнокислого бродіння. Основні фактори, які визначають правильний хід мікробіологічних процесів при квашенні й солінні плодів і овочів. Причини мікробного псування кисломолочних продуктів.

Пропіоновокисле бродіння. Збудники і хімізм процесу. Використання пропіоновокислих бактерій при виготовленні сирів й для одержання вітаміну В<sub>12</sub>.

Спиртове бродіння. Його суть, хімізм і різновидності. Дріжджі як збудники спиртового бродіння. Використання дріжджів у спиртовій промисловості, виноробстві, пивоварінні, хлібопеченні. Мікробіологічні основи технології виготовлення вин, пива та інших спиртних напоїв. Мікрофлора винограду й застосування чистих культур дріжджів при виробництві вина. Роль певних рас дріжджів в одержанні марочних вин (ігристі, хересні та ін.). Причини і умови переходу спиртового бродіння в гліцеринове. Одержання гліцерину при спиртовому бродінні.

Процеси бродіння, що викликаються бактеріями роду *Клострідіум*. Маслянокисле й ацетонбутилове бродіння. Хімізм і характеристика збудників. Практичне значення процесу.

Бродіння пектинових речовин. Хімізм. Значення у первинній обробці лубноволокнистих культур.

Анаеробне розкладання целюлози (клітковини). Характеристика збудників і хімізм процесу. Роль процесу в травленні жуйних тварин.

Неповне окислення вуглеводів та інших органічних сполук мікроорганізмами з утворенням кислот. Промисловий синтез оцтової, лимонної та інших кислот. Збудники, хід та використання цих процесів у народному господарстві. Використання оцтовокислих бактерій для одержання аскорбінової кислоти.

Аеробне розкладання целюлози, пентозанів, пектинових речовин і лігніну. Характеристика збудників. Хімізм, значення процесів у природі і народному господарстві.

Окислення мікроорганізмами вуглеводів, жирів і ароматичних сполук. Характеристика збудників, хімізм окислення. Значення процесів у природі. Практичне використання окислювачів вуглеводів для виробництва мікробного білка і захисту навколишнього середовища від органічних забруднень.

#### **Тема 6. Перетворення сполук азоту, сірки, фосфору і заліза**

Колообіг азоту в природі. Амоніфікація азотмістких органічних речовин (білків, нуклеїнових кислот, сечовини). Значення в природі. Розклад білкових речовин. Характеристика збудників процесу амоніфікації в аеробних і анаеробних

умовах. Хімізм. Кінцеві продукти розкладання білків і амінокислот. Процеси амоніфікації при зберіганні плодів і овочів. Амоніфікація сечовини. Хімізм. Уробактерії. Стійкість уробактерій до аміаку.

Процеси нітрифікації і денітрифікації. Окислення аміаку в азотисту й азотну кислоту. Хемолітоавтотрофні бактерії, що викликають процес нітрифікації. Енергетика процесу. Характеристика збудників нітрифікації першої і другої фази. Роботи С.М. Виноградського та їх значення. Вплив умов середовища на процес нітрифікації.

Денітрифікація. Мікроорганізми, що викликають відновлення окислених сполук азоту. Хімізм. Значення процесів денітрифікації в збідненні ґрунту азотом. Регуляція денітрифікації агротехнічними заходами.

Утворення сірководню із сірковмісних сполук. Утворення сірководню із мінеральних сполук (сульфатів) і мікроорганізми, що викликають ці процеси. Окислення мікроорганізмами сірководню в сірку й сірчану кислоту. Сіркобактерії й тіонові бактерії. Сульфифікація. Її значення для родючості ґрунту.

Роль мікроорганізмів у відщепленні фосфорної кислоти від органічних сполук і в переході нерозчинних фосфатів у розчинні. Значення процесу у фосфорному живленні рослин.

Окислення та відновлення сполук заліза мікроорганізмами. Характеристика основних представників залізобактерій.

Участь мікроорганізмів в утворенні корисних копалин: родовищ сірки, торфу, кам'яного вугілля.

#### **ЗМ 4. Промислове використання мікроорганізмів. Основи мікробіологічного контролю виробництв**

##### **Тема 7. Промислове використання мікроорганізмів**

Чисті культури мікроорганізмів. Методи виділення чистих культур. Розведення чистих культур мікроорганізмів на виробництві.

Ферменти мікробного походження. Амілолітичні, протеолітичні, ліполітичні, пектолітичні, целюлозолітичні та інші ферментні препарати. Промислове одержання ферментів.

Вітаміни. Характеристика мікроорганізмів – основних продуцентів вітамінів. Основи промислового синтезу вітамінів.

Антибіотики. Класифікація антибіотиків. Характеристика актиноміцетів – продуцентів антибіотиків. Бактеріальні антибіотики. Механізм дії антибіотиків. Основи промислового синтезу антибіотиків. Застосування антибіотичних речовин для кормових цілей у тваринництві. Кормовий біоміцин.

Використання ферментів, вітамінів і антибіотиків у харчовій промисловості. Основні вимоги, що ставляться до них.

Основи промислового синтезу білків. Значення білка, що синтезують мікроорганізми, в живленні тварин. Вирощування мікроорганізмів на гідролізатах для одержання кормового білка. Технічне здійснення синтезу білка на вуглеводнях. Основи промислового синтезу жирів.

##### **Тема 8. Основи мікробіологічного контролю виробництв**

Основи вчення про інфекції. Сапрофіти і паразити. Патогенність, вірулентність і токсичність мікроорганізмів. Агресивність. Шляхи виникнення

інфекцій. Форми інфекцій. Чутливість людського організму до інфекцій. Інфекційні захворювання. Епідемії і епізоотії. Джерела і шляхи розповсюдження інфекцій. Форми прояву інфекцій: гострі, хронічні, латентні, носійство.

Харчові токсикоінфекції (сальмонельоз, холера, дизентерія, ентеробактеріоз): збудники, симптоми, профілактика. Інтоксикації (ботулізм). Класифікація природних токсинів, їх властивості.

Імунітет. Види імунітету. Природний і набутий імунітет. Форми набутого імунітету. Фізіологічні основи імунітету. Фагоцитарна теорія І.І. Мечнікова.

Антигени й антитіла. Роль антитіл в імунітеті. Анафілаксія і алергія. Види алергії. Значення імунітету в боротьбі з хворобами.

Основи мікробіологічного контролю виробництва. Сутність, завдання і методи мікробіологічного контролю. Джерела сторонньої мікрофлори на харчових підприємствах. Санітарні вимоги до води, повітря і обладнання. Гігієнічні вимоги до обслуговуючого персоналу.

Санітарно-гігієнічна оцінка харчових продуктів. Санітарно-показові мікроорганізми. Коліметрія. Бактеріологічний контроль води, повітря, тари та інвентаря. Методи визначення мікроорганізмів.

Профілактика на підприємствах харчової промисловості. Дезінфекція в харчовій промисловості.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	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	
<b>Модуль 1</b>													
<b>ЗМ 1. Основи морфології, систематики, анатомії і фізіології мікроорганізмів</b>													
Тема 1. Історичний нарис розвитку мікробіології	28	6	-	6	-	16	-	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Морфологія, систематика, анатомічна будова, розмноження та фізіологія мікроорганізмів Topic 2. Morphology, systematics, anatomical structure, reproduction and physiology of microorganisms	32	8	-	8	-	16	-	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>60</b>	<b>14</b>	-	<b>14</b>	-	<b>32</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>ЗМ 2. Основи генетики, селекції і екології мікроорганізмів</b>													
Тема 3. Генетика і селекція мікроорганізмів Topic 3. Genetics and selection of microorganisms	32	8	-	8	-	16	-	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Екологія мікроорганізмів	28	6	-	6	-	16	-	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>60</b>	<b>14</b>	-	<b>14</b>	-	<b>32</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Усього годин М1</b>	<b>120</b>	<b>28</b>	-	<b>28</b>	-	<b>64</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Модуль 2</b>													
<b>ЗМ 3. Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю та інших елементів</b>													
Тема 5. Перетворення сполук вуглецю	50	10	-	12	-	28	-	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Перетворення сполук азоту, сірки, фосфору і заліза	42	8	-	10	-	24	-	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>92</b>	<b>18</b>	-	<b>22</b>	-	<b>52</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>ЗМ 4. Промислове використання мікроорганізмів. Основи мікробіологічного контролю виробництв</b>													
Тема 7. Промислове використання мікроорганізмів	46	10	-	12	-	24	-	-	-	-	-	-	-
Тема 8. Основи мікробіологічного контролю виробництв	42	8	-	12	-	22	-	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>88</b>	<b>18</b>	-	<b>24</b>	-	<b>46</b>	-	-	-	-	-	-	-

<i>Усього годин М2</i>	<i>180</i>	<i>36</i>	<i>-</i>	<i>46</i>	<i>-</i>	<i>98</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Усього годин по дисципліні</i>	<i>300</i>	<i>64</i>	<i>-</i>	<i>74</i>	<i>-</i>	<i>162</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
	Не передбачено навчальним планом		

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
	Не передбачено навчальним планом		

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Зміст заняття	Денна форма, годин
1	2	3
1.	Правила техніки безпеки при роботі в мікробіологічній лабораторії. Обладнання лабораторії і робочого місця мікробіолога. Ознайомлення з будовою і роботою світлового мікроскопу. Виготовлення препаратів живих клітин мікроорганізмів.	8
2.	Фіксація мікроорганізмів. Просте і складне забарвлення за Грамом. Живильні середовища. Стерилізація. Fixation of microorganisms. Simple and complex Gram staining. Nutrient environments. Sterilization.	8
3.	Методи відбору і підготовки проб з різних об'єктів для мікробіологічних аналізів. Посів мікроорганізмів із плодів, овочів, ґрунтів і зерна для визначення їх чисельності методом розведень. Посів мікроорганізмів з води та повітря.	8
4.	Кількісний облік мікроорганізмів, висіяних із плодів, овочів, ґрунтів, зерна води і повітря. Пересів мікроорганізмів із однієї колонії на різні живильні середовища для визначення виду.	8

5.	Ідентифікація мікроорганізмів. Форми бактерій і мікроскопічних грибів. Identification of microorganisms. Forms of bacteria and microscopic fungi.	6
6.	Дослідження збудників молочнокислого бродіння. Постановка досліду на маслянокисле бродіння та нітрифікацію у ґрунті.	8
7.	Дослідження збудників маслянокислого бродіння та нітрифікації у ґрунті.	8
8.	Вивчення морфологічної будови мікроорганізмів – збудників хвороб рослин та псування різних за призначенням видів сировини (плоди, овочі, зерно) та готових продуктів (кlostридії, мезофільні і термофільні бацили, мікроскопічні гриби і дріжджі).	8
9	Закладання дослідів на вивчення санітарно-бактеріологічного стану обладнання, інвентаря, тари, рук обслуговуючого персоналу (МАФАНМ, БГКП). Дослідження забрудненості зерна і борошна картопляною паличкою.	8
10	Підрахунки і дослідження мікроорганізмів, висіяних з обладнання, тари, інвентаря та рук обслуговуючого персоналу. Санітарно-бактеріологічна оцінка одержаних даних. Дослідження забрудненості зерна і борошна грибною мікробіотою.	6
<b>Разом</b>		<b>74</b>



## 8. Самостійна робота

№ з/п	Зміст заняття	Денна форма, годин
1	Розповсюдження мікроорганізмів у природі.	10
2	Значення безперервного культивування мікроорганізмів для вивчення їх фізіології та біотехнологічної і харчової промисловості.	10
3	Основні типи живлення мікроорганізмів вуглецем і азотом, їх характеристика.	10
4	Мікробіологічний контроль виробництв.	10
5	Методи селекції мікроорганізмів. Їх практичне використання для одержання високопродуктивних промислових культур.	10
6	Охорона навколишнього середовища. Профілактика забруднення й очищення води і повітря	10
7	Мікробіота плодів, ягід, винограду, овочів, сировини.	12
8	Маслянокисле й ацетонбутилове бродіння: збудники, хімізм, значення.	10
9	Біологічні властивості і розповсюдження збудників ботулізму.	10
10	Сутність, хімізм і значення пропіоновокислого бродіння	10
11	Фіксація атмосферного азоту вільноживучими азотфіксаторами та бульбочковими бактеріями. Значення процесу для сільського господарства.	10
12	Цисти і ендоспори бактерій: утворення, хімічний склад, властивості і значення.	10
13	Новітні технології та їх використання в процесах переробки сільськогосподарської сировини.	10
14	Найбільш розповсюдженні хвороби рослин та зерна, їх шкодочинність для сільськогосподарської промисловості, людей і тварин.	12
15	Джерела епіфітної мікробіоти рослин. Безспоріві паличкоподібні бактерії, <i>Pseudomonas herbicola</i> . Мікрококи, маслянокислі бактерії, бацили. Мікроскопічні гриби.	10
16	Стимулювання росту рослин біологічно активними речовинами. Основні групи регуляторів росту, що виробляють мікроорганізми.	8
<b>Разом</b>		<b>162</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом

## 10. Методи навчання

Реалізація передбачених навчальним планом організаційних форм вивчення мікробіології вимагає забезпечити відповідність методики навчання, контролю та оцінювання кредитно-модульній та модульно-рейтинговій системі організації навчального процесу. Це передбачає спрямування навчальної діяльності студентів на лекційних і практичних заняттях, керування їх самостійною роботою у позааудиторний час відповідно до сучасних принципів взаємодії викладача і студентів. Заміна навчально-дисциплінарної парадигми освіти на гуманістичну, суб'єкт-суб'єктну уможливорюється за умови переорієнтації навчального процесу на пріоритетне використання програмованих, особистісно зорієнтованого активних методів модульного навчання, повне забезпечення самостійної роботи студентів засобами навчання як на паперових носіях, так і інтерактивними комп'ютерними засобами.

У відповідності до цих передумов та відведеного часу на реалізацію поставлених навчально-освітніх завдань, вивчення курсу мікробіології з основами вірусології має реалізовуватися методами, які адекватно відповідають визначеним навчальним планом організаційним формам навчання:

Лекція, як провідна форма теоретичного навчання та формування основ для наступного засвоєння студентами навчального матеріалу, методи викладу нового матеріалу та активізації пізнавальної діяльності студентів;

Самостійна робота, як провідні форми формування практичної та основ навчально-дослідної підготовки, методи активізації пізнавальної діяльності студентів та закріплення матеріалу, що вивчається;

Лабораторні заняття та екзамен як провідні форми контролю та оцінювання знань, навичок та вмінь – методи перевірки знань, умінь та навичок.

У процесі підготовки і проведення *лекційних занять* з курсу мікробіології необхідно сприяти набуттю і розвитку навичок, необхідних для застосування отриманих знань у сфері діяльності фахівця з біології.

Критеріями оцінки лекції мають бути:

1) зміст лекції (науковість, активізація мислення і проблемність, зв'язок з агрономічною практикою майбутніх фахівців, орієнтація на самостійну роботу студентів, зв'язок із змістом попередніх і наступних лекцій, міжпредметні зв'язки);

2) методика читання лекції (план лекції і його дотримання, повідомлення інформаційних джерел; пояснення понять, проблемність, виділення головних думок і висновків у кінці питань та лекції);

3) ефективність використання лектором тексту лекції, опорних матеріалів, раціональне ведення записів на дошці; доведення завдань на самостійну роботу;

4) керівництво роботою студентів (вимоги до ведення конспекту, навчання і методичне сприяння веденню конспекту, використання прийомів підтримування уваги студентів, дозвіл задавати питання тощо);

5) лекторські дані викладача (знання предмету, емоційність, голос, дикція, мовлення, уміння триматися перед аудиторією, бачити і відчувати аудиторією тощо);

6) результати лекції (інформаційна цінність, виховний вплив, досягнення дидактичних цілей).

*Лабораторні заняття* є основною формою систематизації студентами здобутих на лекції та у процесі самостійної роботи з інформаційними джерелами теоретичних знань, формування на їх основі практичних умінь і навичок, у процесі спілкування з викладачем вчасно одержувати об'єктивну інформацію про рейтингову оцінку рівня освітньої підготовки. У методиці проведення лабораторних занять особлива увага має бути звернена на самостійну роботу студента з теми *напередодні заняття*: опрацювання конспекту лекції, тем по підручникам та методичним рекомендаціям для проведення лабораторних занять, щоб ґрунтовно оволодіти теорією питання. Саме заняття потрібно розглядати як специфічний вид самостійної роботи, яка проводиться у формі дослідного виконання лабораторних робіт у послідовності вивчення модулів навчальної програми.

*Дистанційне навчання* – індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчання у спеціалізованому середовищі, яке створене на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій. Дистанційне навчання в Уманському НУС здійснюється відповідно до положення «ПРО СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ MOODLE УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА» <https://www.udau.edu.ua/assets/files/legislation/polozhennya/2016/Polozhennya-pro-sistemu-upravlinnya-navchannyam-Moodle-Umanskogo-NUS.pdf>.

## 11. Методи контролю

Кредитно-модульна система організації навчального процесу (КМСОНП) передбачає постійну самостійну роботу студента з оволодіння знаннями і вміннями, передбаченими програмою навчального предмету, періодичну звітність про здобутий рівень підготовки перед викладачем, оцінювання викладачем рівня підготовки студента.

На заняттях і в поза аудиторний час відбувається цілеспрямоване формування знань, вмінь та навичок студента з курсу мікробіології з основами вірусології, передбачених метою, завданнями і змістом навчальної дисципліни. Здобуті теоретичні знання та уміння повинні бути інтегровані у навички застосовувати їх у практичній діяльності для розв'язання теоретичних і практичних задач і завдань.

Контроль успішності студента здійснюється з використанням методів і засобів, які визначені вченою радою УНУСу.

Різні види контролю (поточний, змістово-модульний, модульний, семестровий) дають можливість викладачеві проаналізувати якість засвоєння студентом знань, рівень сформованості навичок та вмінь, а студентові здійснити

самоаналіз своєї теоретичної і практичної підготовки і, у разі потреби, отримати допомогу викладача, виправити помилки.

В умовах КМСОНП оцінюються всі навчально-пізнавальні види роботи студента. Одержання оцінки (рейтингового балу) за кожний вид обов'язкової роботи (виконання самостійної роботи, відвідування і опрацювання лекцій, проходження тестового та інших видів контролю з кожного змістового модулю і модулю навчальної програми в цілому, складання заліку, іспиту) має відбуватися у відповідності до графіка навчального процесу згідно індивідуального плану навчальної роботи студента.

За навчальний курс за умови виконання всіх обов'язкових, передбачених навчальною програмою, завдань студент може набрати рейтингових 100 балів.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

### Шкала оцінювання навчальної діяльності студентів (залік)

Поточне тестування та самостійна робота					Сума
Модуль № 1					
T1	T2	T3	T4	ПТ	
20	20	20	20	20	100

### Шкала оцінювання навчальної діяльності студентів (іспит)

Поточне тестування та самостійна робота					Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Модуль № 2						
T5	T6	T7	T8	МК		
14	14	14	14	14	30	100

### Критерії оцінювання курсової роботи (проекту) у відповідності до вимог кредитно-модульної системи

Критерії, за якими оцінюється робота	Рейтинговий бал
<b>1. Перевірка курсової роботи:</b>	<b>70</b>
- відповідність змісту курсової роботи (проект) завданню та вимогам навчально-методичних рекомендацій щодо її виконання	45
- самостійність вирішення поставленої задачі, проектного рішення, виконання розрахунків, креслень, графіків, таблиць	10
- наявність елементів науково-дослідного характеру	5
- використання комп'ютерних технологій	5
- відповідність стандартам оформлення	5
<b>2. Захист курсової роботи (проекту), в тому числі:</b>	<b>30</b>
- доповідь	10
- правильність відповідей на поставлені питання	20
<b>Всього</b>	<b>100</b>

### 13. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>		
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 14. Методичне забезпечення

1. Притуляк Р. М. Мікробіологія з основами вірусології. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт студентами першого рівня вищої освіти (бакалавр) спеціальності 091 «Біологія». Умань, 2022. 65 с.
2. Притуляк Р. М. Мікробіологія з основами вірусології. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентами першого рівня вищої освіти (бакалавр) спеціальності 091 «Біологія». Умань, 2022. 13 с.
3. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Мікробіологія з основами вірусології. Методичні вказівки до виконання курсової роботи студентами першого рівня вищої освіти (бакалавр) спеціальності 091 «Біологія». Умань: Уманський НУС, 2022. 13 с.
4. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. та ін. Мікробіологія галузі: зерно і продукти його переробки: навч. посіб. за ред. В. П. Карпенка. Умань : Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2014. 132 с.

## 15. Рекомендована література

### Базова

1. Сергійчук М. Г., Сківка Л. М., Сергійчук Т. М. та ін. Мікробіологія. Том 1 : підручник. К. : ФОП Маслаков, 2020. 500 с.
2. Сергійчук М. Г., Сківка Л. М., Сергійчук Т. М. та ін. Мікробіологія. Том 2 : підручник. К. : ФОП Маслаков, 2020. 348 с.
3. Кононов О. В. Люта В. А. Мікробіологія: Підручник. К. 2011. 456 с.
4. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Технічна мікробіологія. Умань: Візаві, 2010. 223 с.
5. Капрельянц Л. В., Пилипенко Л. М., Єгорова Л. В. та ін. Технічна мікробіологія. За ред. Л. В. Капрельянца. Одеса: Друк, 2006. 308 с.
6. Гудзь С.П., Перетятко Т.Б., Павлова Ю.О. Загальна вірусологія: навч. посіб. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 264 с.
7. Люта В.А., Кононов О.В. Мікробіологія з технікою мікробіологічних досліджень, вірусологія, та імунологія : підручник. К.: ВСВ «Медицина», 2017. 576 с.
8. Малигіна В. Д., Ракша-Слюсарєва О. А., Ракова В. П. та ін. Мікробіологія та фізіологія харчування. К.: Кондор, 2009. 242 с.
9. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія. К.: НУХТ, 2004. 471с.
10. Фурзікова Т. М., Сергійчук М. Г., Власенко В. В. та ін. Мікробіологія: практикум. К.: Фітосоціоцентр, 2006. 210 с.
11. Гудзь С. П., Гнатуш С. О., Білінська І. С. Мікробіологія: підручник. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 359 с.
12. Сергійчук М. Г., Позур В. К., Вінніков А. І. та ін. Мікробіологія: підручник. Київ: Київський ВПЦ університет, 2005. 375 с.
13. Яворська Г. В., Гудзь С. П., Гнатуш С. О. Промислова мікробіологія. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 253 с.



14. Єгорова А. В., Капрельянц Л. В., Труфкаті Л. В. Мікробіологія галузі. Мікробіологія бродильних виробництв: навч. посіб. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 136 с.

#### Допоміжна

1. Karpenko, V., Krasnoshtan, V., Mostoviak, I., & Prytuliak, R. Liczba mikroorganizmów w ryzosferze sorga (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) po zastosowaniu herbicydu, regulatora wzrostu roślin i biopreparatu. *Agronomy Science* 2021. 76(2), 17–26. <https://doi.org/10.24326/as.2021.2.2>
2. Karpenko, V., Krasnoshtan, V., Mostoviak, I., & Prytuliak, R. Liczba mikroorganizmów w ryzosferze sorga (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) po zastosowaniu herbicydu, regulatora wzrostu roślin i biopreparatu. *Agronomy Science* 2021. 76(2), 17–26. <https://doi.org/10.24326/as.2021.2.2>
3. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Притуляк Р. М. та ін. Біологізована технологія вирощування нуту : монографія, За редакцією І. І. Мостов'яка. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. 125 с.
4. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Притуляк Р. М. та ін. Хвороби сочевиці: монографія. За редакцією В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочинський М. М.», 2021. 112 с.
5. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Лабораторний практикум з мікробіології консервного виробництва. Навчально-методичний посібник до виконання лабораторно-практичних занять. Умань: Редакційно-видавничий відділ Уманського НУС, 2010. 55 с.
6. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Мікробіологія консервної галузі. Умань: Редакційно-видавничий відділ Уманського НУС, 2010. 96 с.
7. Люта В. А., Кононов О. В. Мікробіологія з технікою мікробіологічних досліджень, вірусологія та імунологія. Друге видання. – К. : ВСВ «Медицина», 2018. – 576 с.
8. Єгорова А.В., Капрельянц Л.В., Труфкаті Л.В. Мікробіологія галузі. Мікробіологія бродильних виробництв: навч. посіб. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 136 с.
9. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The Proteobacteria. Part C : The Alpha-, Beta-, Delta-, and Epsilonproteobacteria / eds. G. Garrity, D. J. Brenner, N. R. Krieg, J. R. Staley. – 2005. – Vol. 2. – 2816 p.
10. Пирог Т.П., Решетняк Л.Р., Поводзинський В.М., Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: навч. посіб. Вінниця: Нова Книга, 2007. 464 с.

#### 16. Інформаційні ресурси

1. <https://nk.in.ua/pdf/1458r.pdf>
2. <https://library.pdpu.edu.ua/images/2019/MB/26.pdf>
3. [https://balka-book.com/files/2020/12\\_02/12\\_52/u\\_files\\_store\\_25\\_7156.pdf](https://balka-book.com/files/2020/12_02/12_52/u_files_store_25_7156.pdf)
4. Сайт Міжнародної комісії мікробіології харчових продуктів (ICMSF). URL: <http://www.icmsf.org/>

5. Сайт Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України. URL: <https://imv.org.ua/>

### **17. Зміни в робочій програмі на 2023 рік**

В 2023 році в робочій програмі оновлено методичне забезпечення, оновились програмні результати навчання та компетентності згідно освітньої програми «Біологія» та здійснено змістовне наповнення робочої програми.