

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**К. М. Задорожний**

# **ЕКОЛОГІЧНА ТА МЕДИЧНА МІКРОБІОЛОГІЯ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання  
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, спеціальності 101 – Екологія)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

## УДК 579.6

**Задорожний К. М.** Екологічна та медична мікробіологія : конспект лекцій для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, спеціальності 101 – Екологія / К. М. Задорожний ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 31 с.

Автор канд. біол. наук К. М. Задорожний

Рецензент

**А. П. Полів'янчук**, д-р техн. наук, проф., проф. кафедри інженерної екології міст

*Рекомендовано кафедрою міських і регіональних екосистем, протокол № 1 від 31.08. 2018.*

Посібник містить інформацію до курсу «Екологічна та медична мікробіологія». Матеріали відповідають діючій програмі навчальної дисципліни та містять список літератури, який дозволяє отримати додаткову інформацію з питань курсу. Для студентів 2 курсу очної та заочної форм навчання.

© К. М. Задорожний, 2019

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

## ЗМІСТ

	Стор
Змістовий модуль 1. Екологічна мікробіологія.....	4
Тема 1 Хімічний склад мікроорганізмів та їх роль в екосистемах.....	4
Тема 2 Основні метаболічні шляхи в клітинах мікроорганізмів.....	14
Змістовий модуль 2. Медична мікробіологія.....	19
Тема 3 Особливості біології та екології хвороботворних мікроорганізмів.....	19
Тема 4 Різноманіття та значення хвороботворних мікроорганізмів.....	25
Список рекомендованих джерел.....	29

## **Змістовий модуль 1. «Екологічна мікробіологія»**

### **Тема 1 Хімічний склад мікроорганізмів та їх роль в екосистемах**

#### **Макроелементи**

До цієї групи відносять елементи, маса яких становить від 10 до 0,001 % маси тіла. Вони є основною масою речовини живих організмів і беруть участь в утворенні їх органічних і неорганічних сполук. С, Н, О, N, Р і S входять переважно до складу органічних сполук.

Чотири елементи (С, Н, О, N), які за загальною масою та кількістю атомів у органічних сполуках значно перевищують усі інші, називають органогенними. Na, К, Mg, Са і Cl в живих організмах частіше за все трапляються у вигляді йонів.

#### **Мікроелементи**

До цієї групи відносять елементи, маса яких становить від 0,001 до 0,000001 % маси тіла. Вони входять до складу ферментів, гормонів і ряду інших важливих сполук. Наприклад, I входить до складу гормонів щитовидної залози, а Fe – до складу гемоглобіну.

Деякі з них мають велике значення лише для певних систематичних груп організмів. Так, бурі водорості містять багато I, молюски – багато Cu, який входить до складу їх дихальних пігментів, а хвощі – багато Si і Cr, які виконують захисні функції.

#### **Ультрамикроелементи**

До цієї групи відносять елементи, маса яких становить менше 0,000001% маси тіла. Їх біологічна роль мало досліджена. Скоріше за все, вони потрапляють в організм випадково у вигляді домішок у складі необхідних речовин. Проте в ряді випадків було відмічено їхній вплив на організм. Наприклад, препарати, які містили дуже низькі концентрації Au, виявили суттєвий профілактичний ефект щодо атеросклерозу.

#### **Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту елементів**

Порушення вмісту хімічних елементів у живих організмах досить часто призводить до негативних для них наслідків. Причиною негативних наслідків

може бути як нестача, так і надлишок елемента. Так, нестача І призводить у людини до порушення роботи щитовидної залози, а надлишок важких металів (Hg, Pb, Cu, As тощо) викликає важкі отруєння та порушує роботу печінки й нирок. Нестача Fe у людини викликає анемію, нестача P підвищує ламкість кісток, а його надлишок викликає ураження нервової системи.

Дефіцит N у рослин пригнічує їхній ріст, викликає пожовтіння й опадання листя та зменшує врожайність. Дефіцит P також викликає пригнічення росту і зміну забарвлення листків. Різноманітні порушення розвитку рослин та забарвлення їх окремих частин викликає й дефіцит таких елементів, як Fe, Mo, Ca, Mg тощо. Надлишок Mn викликає у рослин пожовтіння листків, а надлишок B призводить до відмирання країв листків.

### **Вода в живих організмах**

Води в живих організмах міститься дуже багато. У більшості випадків вона становить більше половини маси живого організму, а інколи її частка в організмі становить 95–99 %. Усе це обумовлено надзвичайно великою роллю води для життєдіяльності живих організмів. І таке значення обумовлене особливими властивостями води, якими вона завдячує своїй будові.

Молекула води складається із двох атомів Гідрогену та одного атома Оксигену. Ці атоми утворюють полярні полюси молекули (позитивний полюс – атоми Гідрогену, а негативний полюс – атом Оксигену). Існування полюсів робить можливим утворення водневих зв'язків, які дозволяють молекулам води утворювати між собою та з іншими речовинами різноманітні комплекси. Подібні комплекси молекул суттєво підвищують температури кипіння і танення води (порівняно зі схожими молекулами) та збільшують її теплоємність. Вони ж таки роблять воду дуже гарним розчинником та сприятливим середовищем для проходження цілого ряду реакцій.

Найважливішими для живих організмів властивостями води можна назвати такі:

1. Вода є чудовим розчинником для полярних і неполярних речовин, які мають заряджені ділянки.

2. Вода здатна утворювати агрегатні групи молекул між своїми молекулами та з молекулами інших речовин. Це значно посилює силу поверхневого натягу, що дозволяє воді підійматися по капілярах ґрунту та судинах рослин.

3. Через наявність між молекулами води водневих зв'язків її випаровування потребує великої кількості енергії, а в разі її замерзання виділяється тепло. Тому наявність на нашій планеті води у трьох агрегатних станах значно пом'якшує її клімат. Крім того, багато організмів використовує випаровування води за умов високих температур для охолодження свого організму.

4. Найбільшої густини вода досягає за 4 °С. Лід має меншу густину, ніж вода. Тому взимку він розміщується на поверхні водойм і захищає організми, які в них живуть, від переохолодження.

Молекули органічних або неорганічних речовин, які є полярними або мають заряджені ділянки, легко взаємодіють з молекулами води та, відповідно, легко в ній розчиняються. Такі речовини називають гідрофільними. Якщо ж молекули органічних або неорганічних речовин не є полярними й не мають заряджених ділянок, то вони мало взаємодіють з молекулами води та, відповідно, у ній не розчиняються. Такі речовини називають гідрофобними.

Через те що вода в рідкому стані все ж таки не має жорсткої внутрішньої структури, тепловий рух молекул призводить до постійного перемішування молекул водного розчину. Це явище називають дифузією. Унаслідок дифузії концентрації розчинених речовин у різних частинах розчину вирівнюються.

Наявність у живих організмах біологічних мембран призводить до появи явища осмосу. Унаслідок того, що біологічні мембрани є напівпроникними, через них не можуть проходити великі органічні молекули, але можуть проходити молекули води. У випадку, коли концентрація великих молекул по різні боки мембрани є різною, молекули води починають інтенсивно переміщуватися на той бік, де концентрація розчинених речовин є вищою.

Унаслідок цього й виникає надлишок речовин по один бік мембрани, що можна спостерігати у вигляді осмотичного тиску.

Осмотичний тиск є дуже важливим для живих організмів. Завдяки йому виникає тургор (пружність рослинних тканин) та відбувається клітинний транспорт.

### **Мінеральні речовини живих організмів**

У живих організмах мінеральні речовини можуть бути представлені у вигляді йонів або нерозчинних солей. У вигляді йонів трапляються катіони  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  та аніони  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $SO_4^{2-}$  та ін. Нерозчинними сполуками в живих організмах є  $Ca_2(PO_4)_2$  і  $CaCO_3$ . Ряд живих організмів здатен виробляти неорганічні кислоти, наприклад, хлоридну й сульфатну.

**Mg.** У рослинних і тваринних організмах магній міститься в кількостях близько 0,01 %, а до складу хлорофілу входить до 2 % Mg. За нестачі магнію припиняється ріст і розвиток рослин. Накопичується він переважно в насіннях. Уведення магнієвих сполук у ґрунт помітно підвищує врожайність деяких культурних рослин. У тварин магній є будівельним матеріалом для кісткової тканини (приблизно 70 % усього магнію). Крім цього він бере участь у багатьох процесах клітинного метаболізму й необхідний для правильного функціонування різноманітних ферментів

**Na.** Натрій є основним позаклітинним катіоном. Він бере участь у підтриманні кислотно-лужної рівноваги і входить до складу бікарбонатної, фосфатної буферних систем. Обмін Натрію є основою водно-сольового обміну організму. Натрій забезпечує постійність осмотичного тиску в організмі. З участю його йонів передається збудження по нервовому волокну, від них залежить нервово-м'язова активність. Разом з Калієм Натрій відіграє основну роль у скоротливій функції міокарда.

**Ca.** Кальцій впливає на проникність клітинних мембран, бере участь у роботі багатьох ферментних систем, передачі нервових імпульсів, м'язовому

скороченні, відіграє важливу роль у всіх стадіях зсідання крові. У крові кальцій міститься в неорганічних сполуках і білкових комплексах. Його йони, будучи наявними в різних білкових структурах, керують функціями, життєвим циклом клітин. У рослинній клітині кальцій регулює фізико-хімічний стан цитоплазми: підтримує колоїдний стан, визначає поряд з магнієм та іншими елементами кислотність середовища. Завдяки стабільності стану цитоплазми спостерігається тургор рослини, йде активний обмін та синтез сполук.

**К.** Однією з найважливіших функцій калію є підтримка потенціалу клітинної мембрани. Концентрація йонів Калію впливає на осмотичний тиск у клітинах – тиск розчину на напівпроникну перетинку, яка відокремлює його від розчинника або розчину меншої концентрації. Конкурентність між йонами Калію та Натрію обумовлює участь калію в регуляції кислотно-лужної рівноваги в організмі

**СІ.** Хлор у формі хлорид-аніону бере участь у регуляції тургору. Переміщуючись разом з Калієм, він підтримує в клітинах електронейтральність. Однак уміст хлориду рідко досягає такого високого рівня, як уміст Калію. Відомо також, що хлор стимулює фотосинтетичне фосфорилування, але його точна біохімічна роль у цьому процесі ще не встановлена

### **Органічні речовини**

Моносахариди, або прості цукри, є органічними сполуками із загальною формулою  $(C_nH_{2n}O)_n$ . У моносахаридів  $n$  може приймати значення від трьох до семи. Усі вони мають у своєму складі гідроксильні групи, тому добре розчиняються у воді. За кількістю атомів Карбону в молекулі моносахариди поділяють на п'ять груп – тріози, тетрози, пентози, гексози й гептози.

Тріози відіграють важливу роль проміжних продуктів у процесах дихання і фотосинтезу. Тетрози у живих організмах трапляються рідко, переважно в деяких прокаріотів. Пентози входять до складу нуклеїнових кислот, беруть участь у синтезі деяких коферментів, полісахаридів та макроергічних сполук (АМФ, АТФ тощо), у процесі фотосинтезу. Гексози є джерелами енергії, яка вивільняється під час реакцій окиснення в процесі дихання, входять до



складу оліго- та полісахаридів. Гептози у рослин з родини Товстянкові відіграють важливу роль як один із проміжних продуктів фотосинтезу.

Нуклеотиди є мономерами нуклеїнових кислот, які складаються з моносахариду пентози (рибоза в молекулах РНК і дезоксирибоза в молекулах ДНК), залишка фосфатної кислоти та азотистої основи. З цих основ до складу РНК входять аденін (А), гуанін (Г), урацил (У) та цитозин (Ц), а до складу ДНК – аденін (А), гуанін (Г), тимін (Т) та цитозин (Ц). Крім того, що нуклеотиди є мономерами нуклеїнових кислот, вони ще відіграють роль коферментів, без яких не може працювати цілий ряд важливих ферментів. Ще одна функція нуклеотидів – утворення макроергічних сполук шляхом приєднання залишків фосфорної кислоти. Саме в такій формі зберігається і використовується енергія, яку отримують з їжею чи виробляють шляхом фотосинтезу чи хімічних реакцій живі організми. Циклічні форми нуклеотидів відіграють важливу роль у регуляції цілого ряду процесів у клітинах та організмі в цілому.

Амінокислоти – це група карбонових кислот, до складу яких крім карбоксильної групи входять одна або кілька аміногруп. В утворенні білкових молекул беруть участь лише так звані  $\alpha$ -амінокислоти, в яких і карбоксильна і аміногрупа знаходяться біля одного атома Карбону. Їх загальна формула  $H_2N - CHR - COOH$ , де R – це амінокислотний радикал. Усього для утворення білків живі організми використовують двадцять амінокислот. Тобто існує двадцять варіантів амінокислотного радикала.

Під час узаємодії між карбоксильною групою однієї амінокислоти й аміногрупою іншої утворюється так званий пептидний зв'язок, а подальше збільшення цього ланцюга призводить до утворення молекули білка (пептиду). До речі, деякі амінокислоти організм людини не здатен синтезувати самостійно. Такі амінокислоти називають незамінними. Вони можуть надходити до організму людини лише з їжею. Незамінними амінокислотами є валін, лейцин, ізолейцин, треонін, лізин, метіонін, фенілаланін, триптофан.

Білки (або поліпептиди) – це високомолекулярні полімерні молекули, які складаються із залишків амінокислот. У білках амінокислоти з'єднані між собою з допомогою пептидного зв'язку, що утворюється під час узаємодії між карбоксильною групою однієї амінокислоти й аміногрупою іншої. До складу білків живих організмів входять двадцять амінокислот.

За складом білки можна розділити на дві великі групи – прості та складні. Прості білки містять у своєму складі лише амінокислоти, а до складу складних входять ще й небілкові компоненти. Простими білками є, наприклад, альбуміни, глобуліни та гістони. До складних відносять глікопротеїни, ліпопротеїни, хромопротеїни, нуклеопропротеїни, металопротеїни тощо.

Молекули білків відрізняються складною просторовою структурою, в якій виділяють чотири рівні організації. Первинна структура білків обумовлена кількістю й порядком розташування амінокислот у поліпептидному ланцюзі. Карбоксильні та аміногрупи амінокислот у поліпептидному ланцюзі регулярно повторюються. Це дозволяє їм узаємодіяти між собою, утворюючи водневі зв'язки. Ці зв'язки певним чином змінюють положення у просторі окремих ділянок поліпептидного ланцюга, створюючи вторинну структуру білкової молекули у вигляді спіральних або складчастих ділянок. Різні спіральні та складчасті ділянки білкової молекули також узаємодіють між собою. Це відбувається з допомогою гідрофобних чи електростатичних узаємодій між ними або внаслідок утворення водневих чи навіть ковалентних зв'язків між окремими радикалами амінокислот. Таким чином виникає третинна структура білка. Четвертинна ж структура білка виникає внаслідок об'єднання кількох білкових молекул у єдиний структурно-функціональний комплекс.

Саме особлива просторова структура дозволяє білкам виконувати більшість їх функцій. Розташування різних типів амінокислотних радикалів в одній точці простору створює унікальні умови для перебігу біохімічних реакцій, а складчасті ділянки білкового ланцюга виявляють значну стійкість до впливу зовнішніх факторів.

За формою білкової молекули білки поділяють на три великі групи – фібрилярні, глобулярні та проміжні. Фібрилярні білки складаються з довгих ниткоподібних молекул або складчастих структур. У них слабо виражена третинна структура білка й вони погано розчиняються у воді. Глобулярні білки мають добре виражену третинну структуру й добре розчиняються у воді. Їх молекули приймають форму компактних глобул, що й дозволяє їм ефективно виконувати свої функції. Структура проміжних білків є перехідною між глобулярними й фібрилярними формами.

Просторова структура білків може порушуватися під впливом зміни температури, хімічного середовища, фізичних факторів. У цьому випадку спочатку руйнується четвертинна структура, потім третинна, вторинна і, наостанок, первинна, коли розпадається поліпептидний ланцюг. Цей процес називається денатурацією. Вона може бути зворотною, коли після припинення дії денатуруючого фактора білок самостійно відновлює свою структуру, і незворотною, коли після припинення дії фактора відновлення структури білка (або ренатурації) не відбувається.

У зв'язку з великим різноманіттям білків вони в живих організмах виконують багато функцій. Структурні білки є компонентами опорних структур і покривів. Входять до складу сполучних тканин. Беруть участь в утворенні скелета, зв'язок, шкіри, пір'я, шерсті та інших похідних епідермісу. Ферменти є каталізаторами біохімічних реакцій. Забезпечують життєдіяльність організму. Запасні білки беруть участь у створенні в організмі запасу речовин, які необхідні для забезпечення подальшої життєдіяльності. Токсини залежно від способу життя організму, який їх виробляє, можуть слугувати як засобом захисту, так і засобом нападу.

Ліпіди – це олієподібні або жирні речовини, які можуть бути екстраговані з клітин з допомогою неполярних розчинників (наприклад, хлороформом). До складу молекул більшості ліпідів входять жирні кислоти і спирти.

Ліпіди традиційно поділяють на прості та складні. Прості складаються тільки із залишків жирних кислот (або альдегідів) і спиртів. Складні ліпіди є

комплексами простих ліпідів із білками, вуглеводнями або похідними фосфорної кислоти.

Жирними називають карбонові кислоти, які містять у складі свого вуглеводного «ланцюжка» від чотирьох до двадцяти чотирьох атомів Карбону. Хоча вони можуть траплятися в живих організмів і у вільному вигляді, але переважно представлені як компоненти ліпідів. Особливості будови цих кислот надають їм важливі для живих організмів властивості. Вони складаються з карбоксильної групи й вуглеводневого «хвоста». Карбоксильна група дозволяє реагувати зі спиртами, утворюючи ліпіди, а вуглеводневий «хвіст» надає гідрофобних властивостей. Жирні кислоти можуть бути насиченими (мають лише одинарні зв'язки між атомами Карбону) або ненасиченими (можуть мати один або кілька подвійних зв'язків між атомами Карбону). Обидва ці типи жирних кислот трапляються в природних ліпідах. Із насичених жирних кислот у живих організмах часто міститься пальмітинова, стеаринова або лаурінова. Із ненасичених жирних кислот у живих організмах часто міститься олеїнова, лінолева, ліноленова та арахідонова (для людини остання кислота є незамінною).

Найчастіше прості ліпіди жирні кислоти утворюють із триатомним спиртом гліцерином. Цю групу сполук називають тригліцеридами. Група восків утворюється внаслідок взаємодії жирних кислот з одноатомними спиртами. Крім того, до групи простих ліпідів включають стероїди й терпени, які є похідними ізопренів і не містять у своєму складі жирних кислот.

Нуклеїнові кислоти – це лінійні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди. У живих організмах вони представлені рибонуклеїновими кислотами (РНК) та дезоксирибонуклеїновими кислотами (ДНК). У більшості випадків ДНК мають вигляд подвійного полінуклеотидного ланцюга. Нуклеотиди ДНК містять у своєму складі дезоксирибозу та одну з чотирьох основ – аденін (А), гуанін (Г), тимін (Т) або цитозин (Ц). Дві нитки ДНК з'єднані між собою водневими зв'язками, утвореними основами, які входять до складу нуклеотидів. Такі зв'язки можуть утворювати лише певні пари: гуанін із

цитозином, а аденін – із тиміном. Водневі зв'язки між іншими компонентами нуклеотидів надають молекулі ДНК форму спіралі.

Основна функція ДНК – зберігання і відтворення спадкової інформації та передача її нащадкам. Здійснюється це завдяки процесам реплікації та транскрипції. У ході реплікації спеціальні білки-ферменти розплітають ДНК на одинарні нитки. Після цього інші ферменти на кожній з ниток добудовують її дзеркальну копію, розміщаючи тимін навпроти аденіну, а гуанін – навпроти цитозину. Таким чином організм отримує дві однакові копії ДНК, які можна розподілити між дочірними клітинами після поділу материнської клітини.

Процес транскрипції відрізняється тим, що в цьому випадку розплітається лише невелика ділянка подвійної нитки ДНК і копія синтезується лише на одній з її половин. До того ж у цьому випадку відбувається синтез не ДНК, а РНК.

Нуклеотиди РНК містять у своєму складі рибозу та одну з чотирьох основ – аденін (А), гуанін (Г), урацил (У) або цитозин (Ц). РНК в живих організмах виконує велику кількість функцій і поділяється на декілька типів. На відміну від ДНК, РНК частіше за все має вигляд одинарного ланцюга, але різні частини цього ланцюга можуть взаємодіяти між собою, утворюючи окремі дволанцюгові ділянки. Завдяки цьому молекула РНК може мати дуже складну просторову структуру. Крім того, вона часто утворює комплекси з білками (рибонуклеопротейди).

Найбільшу частину РНК в клітинах складають три її різновиди: рибосомальна РНК (р-РНК), транспортна РНК (т-РНК) та інформаційна РНК (і-РНК). Інформаційні РНК переносять інформацію про послідовність амінокислот у білкових молекулах від ДНК до місця синтезу білків. Транспортні РНК доставляють у місце синтезу білків вільні амінокислоти, а рибосомальні РНК разом із білками утворюють рибосоми, які здійснюють синтез білків. Існує ще кілька видів РНК, функції й особливості будови яких учені зараз інтенсивно вивчають.

## **Тема 2 Основні метаболічні шляхи в клітинах мікроорганізмів**

### **Обмін речовин в клітині**

Клітина є єдиним цілим, біологічною системою, елементи якої об'єднують спільний обмін речовин і перетворення енергії. Обмін речовин клітини можна умовно поділити на дві частини – обмін із навколишнім середовищем і внутрішній обмін, або метаболізм. Точніше поняття метаболізму можна сформулювати як закономірний порядок перетворення речовин і енергії в клітині, спрямований на її ріст, збереження та самовідтворення.

Метаболізм будь-якої клітини складається з двох взаємопов'язаних комплексів реакцій. У результаті першої групи реакцій відбувається розщеплення складних органічних сполук на простіші, а енергія, яка при цьому виділяється, запасується клітиною у формі макроергічних зв'язків ряду сполук (наприклад, АТФ). Ця група процесів називається енергетичним обміном. У результаті другої групи реакцій за рахунок енергії макроергічних зв'язків відбувається синтез складних органічних сполук із більш простих попередників. Ця група процесів називається пластичним обміном.

За стратегією одержання матеріалів для забезпечення енергетичного обміну різні групи живих організмів суттєво різняться між собою. Автотрофні організми (фотосинтезуючі рослини й бактерії та хемоавтотрофні бактерії) в реакціях енергетичного обміну розщеплюють синтезовані ними ж органічні речовини, частіше за все у формі глюкози. А от гетеротрофні організми (тварини, гриби й бактерії) розщеплюють органічні речовини, які надходять до їхніх клітин з їжею. При цьому гриби й бактерії виділяють травні ферменти в навколишнє середовище, а поглинають і розщеплюють уже досить прості органічні речовини, які утворилися внаслідок дії цих ферментів. А тварини поживні речовини спочатку поглинають, а вже потім починають їх обробляти ферментами у своїй травній системі. В аеробних живих організмів (тобто в організмів, які здатні існувати за наявності в навколишньому середовищі кисню) розщеплення глюкози в клітинах відбувається у два етапи – гліколіз і дихання. Гліколіз відбувається в цитоплазмі, а дихання – у мітохондріях

(у еукаріотів, прокаріоти для цього використовують дихальні білкові комплекси, розташовані на плазмалемі).

Для реакцій пластичного обміну своїх клітин і гетеротрофні й автотрофні організми використовують зовнішні джерела енергії та Карбону. Різниця в тому, що автотрофи отримують Карбон з неорганічних речовин (вуглекислого газу) за рахунок енергії сонячного світла, а гетеротрофи – з органічних речовин інших живих організмів.

### **Процеси дихання та фотосинтезу**

Мітохондрії – це двомембранні органели, які можуть мати форму гранул, паличок або ниток. Мембрани мітохондрій називають зовнішньою і внутрішньою. Внутрішня мембрана утворює вирости – кристи. Внутрішнє середовище мітохондрій називається матриксом. У мітохондріях є дві порожнини. Перша з них – це міжмембранний простір, розташований між зовнішньою і внутрішньою мембранами. Друга – внутрішня камера, яка оточена внутрішньою мембраною й заповнена матриксом.

У клітині може бути від кількох штук до кількох тисяч мітохондрій. Головне завдання мітохондрій – забезпечення клітин енергією. Нові мітохондрії в клітині утворюються шляхом поділу старих. Для забезпечення діяльності мітохондрій вони мають власну ДНК у формі кільцевих молекул і рибосоми прокаріотичного типу.

Енергія в мітохондрії виробляється в результаті процесу біологічного окиснення. У мітохондріях рослин окиснюються органічні речовини, синтезовані самою рослиною. Мітохондрії тварин і грибів окиснюють органічні речовини, які організм отримує в результаті живлення, хоча і власні білки цих груп організмів також можуть розщеплюватися у мітохондріях.

У результаті гліколізу (це перший етап вивільнення енергії з глюкози), який відбувається в цитозолі, утворюються три карбонові сполуки. Ці сполуки транспортуються з цитозолу в матрикс мітохондрії, де й відбувається їхнє окиснення до вуглекислого газу й води з допомогою ферментів. Окиснення відбувається ступінчасто, і на кожному його етапі виділяється енергія у вигляді

електронів і протонів. Протони захоплюються молекулами-переносниками й накопичуються в міжмембранному просторі, а електрони залишаються на внутрішній стороні мембрани. Накопичені по різні боки мембрани частки з різними зарядами використовуються клітиною для синтезу АТФ з АДФ і фосфатної кислоти. При цьому, за рахунок енергії електронів, які переміщуються по внутрішній мембрані, відбувається зміна конформації білків АТФ-синтетазних комплексів, у яких при цьому відкривається канал для протонів.

Пластиди також є двомембранними органелами. Їх форма може бути дуже різноманітною. Виділяють три основні типи пластид – хлоропласти (зелені), хромопласти (червоні, оранжеві або жовті) і лейкопласти (безбарвні). Мембрани пластид називають зовнішньою і внутрішньою. Внутрішня мембрана хлоропластів утворює вирости – ламели. Ламели можуть утворювати окремі замкнені мішечки – тилакоїди. Тилакоїди можуть об'єднуватися у групи – грани, які з'єднуються між собою з допомогою ламел. Внутрішнє середовище пластид називається стромою. Як і мітохондрії, пластиди мають власну ДНК у формі кільцевих молекул і рибосоми прокаріотичного типу. Розмножуються вони шляхом поділу. У деяких випадках пластиди одного типу можуть перетворюватися на інший. Наприклад, під час пожовтіння листя восени хлоропласти перетворюються на хромопласти.

Ці органели виконують різні функції. У них можуть накопичуватися запасні поживні речовини. З допомогою різних пластид рослини забезпечують забарвлення окремих своїх частин у різний колір. Але найголовнішою функцією є здійснення фотосинтезу. Цю функцію виконують хлоропласти. У результаті фотосинтезу з вуглекислого газу й води з допомогою сонячної енергії утворюються вуглеводи. Цей процес складається з двох основних фаз – світлової і темної.

У ході світлової фази спочатку кванти світла вловлюються пігментом хлорофілом, який розташований на мембранах тилакоїдів. Енергія квантів переходить до електронів, які захоплюються молекулами-переносниками.



Енергія цих електронів використовується в тилакоїдах для синтезу АТФ. Втрачені електрони замінюються електронами з атомів Гідрогену молекул води, які під дією світла в результаті фотолізу розпадаються на Гідроген і Оксиген. Звільнені атоми Оксигену взаємодіють між собою й утворюють молекули кисню, що виділяється як побічний продукт реакції. Утворені ж у результаті відриву електрона від атомів Гідрогену протони підхоплюються іншими молекулами-переносниками. Це молекули динуклеотиди, скорочена назва яких НАДФ. Приєднуючи до себе протони, вони стають акумуляторами хімічної енергії (НАДФ·Н<sub>2</sub>) і можуть використовуватися у відновних процесах.

У темновій фазі фотосинтезу за рахунок енергії НАДФ·Н<sub>2</sub> і АТФ, які утворилися під час світлової фази з вуглекислого газу, утворюються молекули глюкози. Сукупність реакцій, які задіяні в цьому процесі, називається циклом Кальвіна.

### **Рибосоми і синтез білку**

Рибосоми є органелами клітин, які мають складну форму і складаються з двох субодиниць (великої та малої). Ці субодиниці можуть розпадатися й об'єднуватися знову. У цитоплазмі еукаріотичних клітин розташовані рибосоми еукаріотичного типу, а в мітохондріях, пластидах і цитоплазмі прокаріотичних клітин – рибосоми прокаріотичного типу. Ці типи рибосом відрізняються за деякими РНК і білками, які входять до їхнього складу. Функцією обох типів рибосом є синтез білків. Еукаріотичні рибосоми містять чотири типи РНК і близько ста білків. Прокаріотичні – три типи РНК і меншу кількість білків.

Для синтезу білка інформацію, яка міститься в молекулі ДНК, треба перевести в послідовність з'єднаних між собою амінокислот. Для цього використовуються молекули РНК. Спочатку в результаті транскрипції інформація про послідовність амінокислот у білку переноситься на інформаційну РНК. До складу РНК входить лише чотири типи нуклеотидів (аденін, урацил, гуанін і цитозин), а до складу білків входить двадцять амінокислот. Тому кожна амінокислота кодується з допомогою трьох нуклеотидів. Така трійка (триплет) нуклеотидів, яка відповідає певній

амінокислоті, називається кодоном. Відповідність між усіма можливими варіантами триплетів і амінокислотами називається генетичним кодом.

Можливих варіантів триплетів 64, а амінокислот – 20. Тому більшості амінокислот відповідає по кілька триплетів (у теорії інформації такі коди називають виродженими). Але кожний триплет кодує лише одну амінокислоту (тобто код є однозначним). Межі між триплетами спеціальними засобами в генетичному коді не позначаються (код безперервний). Крім того, три кодони генетичного коду амінокислот не кодують. Вони позначають кінець процесу трансляції (так звані стоп-кодони). Однією з найважливіших особливостей генетичного коду є те, що він універсальний – однаковий для всіх живих організмів.

Наступним після транскрипції етапом синтезу білка є трансляція. Під час трансляції інформація з і-РНК переводиться в послідовність амінокислот синтезованого білка згідно з генетичним кодом. Відбувається цей процес у рибосомах. Починається він з першого старт-кодону, який є однаковим для всіх і-РНК. Це кодон АУГ, який кодує амінокислоту метіонін. Субодиниці рибосоми розпізнають його і приєднуються до нього. Транспортна РНК, яка відповідає за транспорт метіоніну (всього існує 20 типів т-РНК за кількістю амінокислот), підходить до рибосоми і взаємодіє зі старт-кодомом з допомогою свого антикодону УАЦ. Після цього з допомогою власних білків-моторів та цитоскелета рибосома переміщується вздовж і-РНК на один триплет. До наступного триплету приєднується відповідна т-РНК із другою амінокислотою, і між нею та метіоніном утворюється пептидний зв'язок. Усі ці процеси відбуваються з витратами енергії. Далі рибосома рухається до наступного триплету і процес повторюється. Триває від до того моменту, поки рибосома не дійде до стоп-кодона, після чого процес трансляції завершується.

На одній інформаційній РНК можуть одночасно розміщуватися кілька рибосом, утворюючи полісому. Це дозволяє синтезувати білки набагато швидше.

Після закінчення синтезу може відбуватися процес дозрівання білка. У ході цього процесу деякі ділянки білків можуть вирізатися спеціальними ферментами, білок може змінювати свою конформацію, об'єднуватися з іншими білками чи приєднувати до себе небілкову частину.

## **Змістовий модуль 2. «Медична мікробіологія»**

### **Тема 3 Особливості біології та екології хвороботворних мікроорганізмів**

#### **Життєвий цикл клітин**

Життєвий цикл будь-якої клітини триває від початку одного поділу до початку наступного. Складається з двох основних частин – процесу поділу й інтерфази. У тих клітин, які втратили здатність до поділу, клітинний цикл закінчується не початком нового циклу, а загибеллю клітини. Під час інтерфази в клітинах відбувається багато процесів. Вони ростуть і накопичують речовини, необхідні для наступного поділу.

Сам поділ клітин може проходити по-різному. Прокаріотичні клітини діляться переважно шляхом простого, так званого бінарного, поділу. У цьому варіанті їхній нуклеоїд подвоюється шляхом реплікації і нова копія прикріплюється до клітинної мембрани, після чого між двома нуклеїнами формується нова клітинна стінка. Інтерфази між поділами прокаріотичних клітин займають невеликі проміжки часу. Більшості бактерій для підготовки поділу вистачає близько двадцяти хвилин.

У еукаріотів процес поділу, як і інтерфаза, триває довше. Процеси, які відбуваються під час поділу, у них складніші через наявність ядра та спадкового матеріалу у вигляді хромосом. У більшості випадків поділ еукаріотичних клітин представлений у формі мітозу або мейозу.

Поділ клітин може відбуватися за різними сценаріями. Це може бути поділ навпіл, коли клітина ділиться на дві приблизно однакові частини, або множинний поділ, коли з однієї материнської клітини утворюється кілька дочірніх. Також зустрічається варіант брунькування, коли на тілі материнської

клітини утворюється невелике випинання – брунька, у яке потрапляє і спадковий матеріал після поділу ядра.

### **Найпростіші одноклітинні**

Найпростіші є одноклітинними організмами. Ті функції, що в багатоклітинних тварин виконують різні клітини, у найпростіших виконуються однією. Тому будова цієї клітини зазвичай більш складна й у ній є органели, які не завжди присутні в клітинах багатоклітинних. Клітини найпростіших можуть мати постійну або мінливу форму. Їхні розміри коливаються від 2–4 мкм до 25 см (у колоніальних форм).

Однією з основних властивостей клітин найпростіших є подразливість – здатність організмів певним чином реагувати на зміни навколишнього середовища.

У найпростіших спостерігаються всі типи розмноження (вегетативне, нестатеве і статеве).

За несприятливих умов деякі види здатні інцистуватися (вкриватися щільною оболонкою і переходити в стан спокою). У такий спосіб вони переносять несприятливі умови.

У клітинах найпростіших може бути одне, два або кілька ядер. У тому випадку, коли ядер два, вони зазвичай виконують різні функції. Одне з них (вегетативне) регулює процеси обміну речовин у клітині, а друге (генеративне) – зберігає спадкову інформацію і регулює процеси розмноження.

До органел руху найпростіших належать псевдоподії (несправжні ніжки), джгутики та війки. Псевдоподії – це непостійні вирости цитоплазми клітини, які можуть змінювати свою форму й розміри. Вони забезпечують амебоїдний рух. Джгутики та війки мають подібну будову, але різний характер рухів. Джгутикам властивий гвинтоподібний рух, а війкам – коливальний.

Вакуолі. Розрізняють травні та скорочувальні вакуолі. Скорочувальні вакуолі зазвичай властиві прісноводним найпростішим, вони видаляють із клітини надлишки води, а травні забезпечують перетравлювання харчових часток, які захоплюються клітинами найпростіших.

## Одноклітинні рослини

Хламідомонада – рід одноклітинних рослин, переважна більшість з яких мешкають у прісних водоймах. Найчастіше це дрібні, добре прогріті, брудні водойми.

Хламідомонада – це одноклітинна водорість частіше видовженої грушоподібної форми, іноді округлої або овальної. До переднього, кілька витягнутого краю клітини прикріплюються два джгутики, завдяки яким клітина здатна пересуватися в товщі води. Водорість покрита відносно міцною пектиною оболонкою. У цитоплазмі є фоторецептор – світлочутливе вічко. Характерна наявність двох скоротливих вакуолей. Більшу частину клітини займає хроматофор у вигляді чаші. Крім здійснення фотосинтезу, його важлива функція - відкладення запасної органічної речовини – крохмалю.

Найбільш сприятливі умови для фотосинтезу хламідомонада знаходить за допомогою вічка, постійно пересуваючись. За нестачі світла водорість здатна всмоктувати розчинені у воді органічні речовини через клітинну оболонку, переходячи на гетеротрофний тип харчування.

Розмноження хламідомонади відбувається статевим і безстатевим способом. Переважає вегетативне розмноження, яке здійснюється діленням на 2–8 так званих зооспор.

Хламідомонади, поряд з іншими зеленими водоростями, можуть провокувати «цвітіння» води, іноді снігу. Водорості даного роду використовуються в очисних спорудах, оскільки мають здатність поглинати органічні речовини, розчинені у воді. Хламідомонада є об'єктом дослідження в генетичних і біологічних лабораторіях, завдяки відносній простоті підтримки клітинної культури.

Хлорела – одноклітинна зелена водорість, широко розповсюджена в прісних водоймах і ґрунтах. Клітки її дрібні, кулясті, добре видимі тільки за допомогою мікроскопа. Зовні клітка хлорели вкрита оболонкою, під якою перебуває цитоплазма з ядром, а в цитоплазмі – зелений хроматофор.

Хлорела дуже швидко розмножується й активно поглинає з навколишнього середовища органічні речовини. Тому її застосовують при біологічному очищенні стічних вод. Завдяки здатності хлорели створювати велика кількість органічної речовини її використовують для одержання кормів.

### **Одноклітинні гриби**

Дріжджі відносяться до групи одноклітинних грибів, які втратили міцеліальну будову, бо середовищами їх проживання стали субстрати рідкої або напіврідкої консистенції, що містять у великій кількості органічні речовини.

Дріжджі – це гриби, які живуть протягом всього або більшої частини життєвого циклу у формі окремих поодиноких клітин. Розміри дріжджових клітин складають в середньому від 3 до 7 мкм в діаметрі, але зустрічаються деякі види, клітини яких можуть досягати 40 мкм. Дріжджові клітини нерухомі і мають овальну форму. Хоча міцелію дріжджі не утворюють, у них зазначаються всі ознаки і властивості грибів. Ці гриби використовують органічні речовини для отримання вуглецю і необхідної для життєдіяльності енергії. Для дихання дріжджам потрібен кисень, але за відсутності його доступу багато видів факультативних анаеробів дріжджових грибів отримують енергію в результаті бродіння з утворенням спиртів. Бродіння дріжджів призупиняється або припиняється зовсім, якщо кисень починає надходити до зброджуваного субстрату, так як дихання – більш ефективний процес для отримання енергії.

Розмноження дріжджів здійснюється брунькуванням (поділом). Можливий і статевий шлях розмноження. Зигота, яка при цьому утворюється, трансформується в «сумку», в якій містяться 4–8 спори. У одноклітинному стані дріжджі здатні здійснювати вегетативне розмноження. Так, можуть брунькуватися спори або зиготи.

Певні види дріжджів здавна використовуються людиною при виготовленні вина, пива, хліба, квасу, при промисловому виробництві спирту, тощо. Деякі види дріжджів застосовують у біотехнології, завдяки їх важливим фізіологічним особливостям. У сучасному виробництві використовуючи

дріжджі, отримують харчові добавки, ферменти, ксиліт, очищають воду від забруднення нафтою. Але є і негативні властивості дріжджів. Деякі види дріжджів здатні викликати у людей захворювання, так як є факультативними, або умовно патогенними мікроорганізмами. До таких захворювань належать кандидоз, криптококоз, пітіріаз.

### **Прокаріоти**

Бактеріальні клітини складаються з поверхневого апарата та цитоплазми. До складу поверхневого апарата зазвичай входять плазматична мембрана і клітинна стінка, але в деяких бактерій клітинна стінка може бути відсутньою. Як додаткові елементи до поверхневого апарата можуть входити бактеріальні джгутики, слизові капсули та різноманітні вирости плазматичної мембрани.

Цитоплазма бактерій представлена напіврідким цитозолем, у якому розташовані поодинокі рибосоми та нуклеоїдом (кільцевою молекулою ДНК). Мембранні органели в цитоплазмі відсутні, але плазматична мембрана клітини може утворювати впинання, які виконують різноманітні функції. Середній розмір клітин бактерій – від 0,1 до 10 мкм. Переважна більшість бактерій є одноклітинними організмами. Вони можуть утворювати агрегати з кількох клітин, що оточені спільною слизовою капсулою, але це просто колонії. Лише деяких з них, наприклад нитчастих ціанобактерій, можна назвати багатоклітинними. Розмножуються бактерії шляхом поділу. Як правило, темпи їх розмноження є дуже високими.

Сучасні вчені поділяють прокаріотів на два домени – Еубактерії та Архебактерії. До еубактерій відносять бактерії, ціанобактерії та мікоплазми. Будова клітин еубактерій є типовою для прокаріотів, лише мікоплазми втратили клітинну стінку і ззовні вкриті лише однією плазматичною мембраною. Зараз виділяють не менше десяти тисяч видів еубактерій. У несприятливих умовах багато представників еубактерій утворюють спори, стійкі до дії зовнішніх факторів. Під час утворення спори частина цитоплазми, яка містить нуклеоїд, ущільнюється й оточується мембраною. На поверхні цієї

мембрани утворюється оболонка спори. Частина клітини, яка залишилася поза мембраною, відмирає.

Архебактерії суттєво відрізняються від еубактерій. У їхній клітинній стінці відсутні пептидоглікани, яких у стінках клітин еубактерій багато. У генетичному матеріалі архебактерій є послідовності, які багато разів повторюються, а в генах наявні некодуючі ділянки – нітрони, що є характерними ознаками еукаріотичних клітин. Також дуже схожі на еукаріотичні такі процеси в клітинах архебактерій, як реплікація, транскрипція і трансляція. Ці організми часто трапляються в екстремальних умовах – у солоних і гарячих джерелах, вічній мерзлоті на великих глибинах океанів і в товщі земної кори.

Автотрофні бактерії відіграють дуже важливу роль у природі. Вони утворюють велику кількість органічних речовин, тобто є продуцентами. Найбільше значення фотосинтезики мають для водних біоценозів, де вони переважно й живуть. Проте, надмірне розмноження ціанобактерій може призводити до «цвітіння води» й масової загибелі живих організмів унаслідок виділення ними токсичних речовин і накопичення продуктів розпаду. А хемосинтезики є основою біоценозів, які функціонують у місцях, що не мають природного освітлення. Це глибини океанів, товща земної кори, печери тощо.

Найважливіша роль гетеротрофних бактерій у тому, що вони є редуцентами – організмами, які завершують розклад мертвої органіки до неорганічних речовин і знову повертають необхідні елементи до кругообігу речовин на нашій планеті. Без їхньої діяльності біосфера дуже швидко вичерпала би всі потрібні їй ресурси планети й загинула через їх нестачу.

Але не менш важливе значення гетеротрофних бактерій і як паразитичних та симбіотичних форм. Так, практично всі багатоклітинні еукаріоти, які живляться рослинами, використовують симбіотичних бактерій у своїх процесах травлення. На коренях бобових рослин утворюються спеціальні бульбочки, в яких живуть азотфіксуючі бактерії, що забезпечують рослини сполуками



Нітрогену, який вони одержують з атмосферного азоту. А паразитичні збудники бактеріальних захворювань є важливими регуляторами чисельності всіх видів живих організмів. Бактерії викликають такі захворювання тварин, як сибірська виразка, туляремія, сап, бруцельоз, ботулізм. До рослинних захворювань бактеріальної природи належать чорний та жовтий бактеріози зернових, стеблова гниль кукурудзи, чорна ніжка та кільцева гниль картоплі тощо.

Людина також постійно використовує симбіотичні бактерії. Крім тих видів, які живуть у людському організмі, широко застосовуються бактерії для виготовлення продуктів харчування (йогуртів, кефіру тощо).

Багато зусиль потребує від людства боротьба з бактеріальними захворюваннями. Саме до бактерій належать збудники таких захворювань, як чума (паличкоподібна бактерія), дифтерія (коринебактерія), холера (вібріон), бактеріальна пневмонія (коки), ангіна (стрептококи та стафілококи), сифіліс (спірохети).

#### **Тема 4 Різноманіття та значення хвороботворних мікроорганізмів**

##### **Неклітинні форми життя**

Віруси – це паразитичні неклітинні системи, здатні розмножуватися в живих клітинах. Вивчення вірусів було розпочато в 1892 році Д. Й. Івановським, який з'ясував, що збудник мозаїки тютюну не росте на поживних середовищах і проходить крізь бактеріальні фільтри.

Характерними особливостями вірусів є наявність у них лише одного типу нуклеїнової кислоти (залежно від виду віруса це може бути ДНК або РНК) і відсутність у них власних систем синтезу білків та перетворення енергії. Через це віруси не можуть розмножуватися самостійно і є облігатними внутрішньоклітинними паразитами. Наразі описано вже більше двох тисяч видів вірусів, які уражають представників усіх царств живої природи.

## Одноклітинні форми життя

Паразитичні найпростіші спричиняють деякі захворювання людини й тварин. Сонна хвороба спричиняється трипаносоною. Ці найпростіші паразитують у крові, лімфі й спинномозковій рідині людини. Захворювання переноситься кровосисною комахою мухою цеце під час укусу. Воно супроводжується лихоманкою, запаленням лімфатичних вузлів і сонливим станом.

Амебна дизентерія спричиняється дизентерійною амебою. Зазвичай ця амеба живе в товстому кишечнику й живиться його мікрофлорою. Але в деяких випадках вона починає поїдати клітини слизової оболонки кишечника, спричиняючи утворення виразок. Дизентерійна амеба здатна проникати в лімфатичні судини, а потім у різні внутрішні органи й утворювати там небезпечні нариви.

Малярія спричиняється малярійним плазмодієм. Це найпростіше паразитує в клітинах печінки й еритроцитах. Захворювання переноситься малярійними комарами. У людини, хворої на малярію, настають періодичні напади лихоманки (через 24, 48 або 72 години).

До бактерій належать збудники таких захворювань, як чума (паличкоподібна бактерія), дифтерія (коринебактерія), холера (вібріон), бактеріальна пневмонія (коки), ангіна (стрептококи та стафілококи), сифіліс (спірохети).

Ангіна (гострий тонзиліт) спричиняють стрептококи та стафілококи. Зараження відбувається повітряно-крапельним шляхом або через продукти харчування. Заходи профілактики: активне виявлення хворих, їх ізоляція, госпіталізація і раціональне лікування; максимальне розосередження людей; провітрювання житлових, службових і навчальних приміщень; проведення поточної та завершальної дезінфекції; посилення медичного контролю за технологією приготування і термінами збереження готової їжі.

Дифтерію спричиняють паличкоподібні бактерії. Зараження відбувається повітряно-крапельним шляхом. Заходи профілактики: правильно організовані

та вчасно проведені щеплення дифтерійним анатоксином. З появою хворого на дифтерію в осередку проводиться весь комплекс протиепідемічних заходів: активне виявлення, ізоляція і госпіталізація хворих; бактеріологічне обстеження і санація виявлених носіїв; поточна й завершальна дезінфекція

Менінгококову інфекцію спричиняють коки. Зараження відбувається повітряно-крапельним шляхом. Заходи профілактики: активне виявлення, ізоляція і госпіталізація хворих; бактеріологічне обстеження з подальшою ізоляцією та санацією виявлених носіїв; дезінфекція; екстрена профілактика антибіотиками, щеплення за епідемічними показаннями менінгококовими вакцинами.

Черевний тиф і паратифи спричиняють сальмонели. Зараження відбувається фекально-оральним шляхом або через продукти харчування. Заходи профілактики: проведення спільних для кишкових інфекцій санітарних, дезінфекційних і дезінсекційних заходів, спрямованих на попередження водного та харчового шляхів передачі інфекції. З появою хворого проводяться протиепідемічні заходи: раннє активне виявлення хворих, їх ізоляція та госпіталізація; лабораторне обстеження працівників харчування, водопостачання та осіб, що підпали під ризик зараження; поточна й завершальна дезінфекція; вакцинація (ревакцинація) проти черевного тифу; екстрена профілактика сухим полівалентним черевнотифозним бактеріофагом.

Туляремію спричиняють паличкоподібні бактерії. Зараження відбувається трансмісивним шляхом, через укуси інфікованих переносників (кліщів), інколи повітряно-крапельним або фекально-оральним шляхами. Заходи профілактики: проведення санітарно-технічних (захист приміщень від проникнення гризунів) та дератизаційних (знищення гризунів) заходів для боротьби з гризунами. За епідемічними показниками проводяться щеплення (вакцинація раніше не щеплених або щеплених понад п'ять років тому). Спеціальна екстрена профілактика проводиться антибіотиками.

Чума спричиняється паличкоподібною бактерією. Зараження відбувається трансмісивним шляхом, через укуси інфікованих переносників (бліх), інколи

можливе контактне зараження (під час зняття шкурок гризунів) або зараження повітряно-крапельним шляхом. Заходи профілактики: попередження заносу збудника інфекції, скорочення епізоотологічної активності природних осередків чуми та попередження захворювань людей у цих осередках.

Холера спричиняється холерним вібрионом. Шлях зараження фекально-оральний. Заходи профілактики: особливо важливе суворе виконання санітарно-гігієнічних вимог щодо забезпечення правильного водопостачання, каналізації й очищення населених місць. Дуже важливу роль у профілактиці холери відіграє ретельне виконання всім населенням вимог особистої гігієни. Карантин встановлюють у тих чи інших місцевостях за наявності особливих умов, що спричиняють поширення холери. Здійснення специфічної профілактики (щеплення) має допоміжне значення.

## Список рекомендованих джерел

### Базовий

1. Березов Т. Т. Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – Москва : издательство Медицина, 1998. – 704 с.
2. Биологическая химия / [Л. Н. Воронина, А. Л. Загайко, В. Н. Кравченко и др.]. – Харьков : Издательство НФаУ, 2004. – 30 с.
3. Биологическая химия. Методич. рекомендації для студентів 3 курсу по спец. «Фармація» / [Л. Н. Воронина, Л. Г. Савченко, В. Н. Кравченко и др.]. – Харків : Издательство НФаУ, 2002. – 30 с.
4. Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології / К. М. Векірчик. – Київ : Вища школа, 2001. – 311 с.
5. Гудзь С. П. Вірусологія / С. П. Гудзь, Г. Б. Перетятко, А. А. Галушка. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2018. – 536 с.
6. Кнорре Д. Г. Биологическая химия / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина. – Москва : издательство Высшая школа, 2000. – 479 с.
7. Пяткін К. Д., Мікробіологія з основами вірусології та імунології / К. Д. Пяткін, Ю. С. Кривошеїн. – Київ : Вища школа, 1995. – 512 с.
8. Северин Е. С. Биологическая химия / Е. С. Северин. – Москва : ГЭОТАР МЕД, 2004 г. – 784 с.
9. Северин Е. С. Биологическая химия / Е. С. Северин, Т. Л. Алейникова, Е. В. Осипов. – Москва : издательство Медицина, 2000. – 164 с.
10. Северин С. Е. Практикум по биохимии / С. Е. Северин, Г. А. Соловьева. – Москва : издательство МГУ, 1989. – 509 с.
11. Шлегель Г. Общая микробиология / Г. Шлегель. – Москва : Мир, 1987 – 567 с.

### Допоміжний

1. Бактерии и актиномицеты // Жизнь растений. Т. 1. Введение. Под. ред. чл.-кор. АН СССР, проф. Н. А. Красильникова и проф. А. А. Уранова. – Москва : Просвещение, 1974. – 487 с.

2. Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию : учеб. пособие / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – Москва : Книжный дом «Университет», 2001. – 256 с.
3. Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К. Рём. – Москва : Мир, 2000. – 469 с.
4. Крю Ж. Биохимия. Медицинские и биологические аспекты / Ж. Крю. – Москва : Медицина, 1979. – 510 с.
5. Куценко С. А. Основы токсикологии / С. А. Куценко. – Москва : Фолиант, 2004. – 164 с.
6. Лабораторні та семінарські заняття з біологічної хімії / [Л. Н. Воронина, В. Ф. Десенко, А. Л. Загайко и др.]. – Харків : Издательство НФаУ, 2004. – 30 с.
7. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х т. / А. Ленинджер. – Москва : Мир, 1985. – 1056 с.
8. Сологуб Л. І. Екологічна біохімія. Метаболізм ксенобіотиків у людини і тварин : навч. посібник / Л. І. Сологуб, М. М. Великий. – Київ : Видавництво Київського нац. авіаційного ун-ту, 1994. – 188 с.
9. Строев Е. А. Биологическая химия : учебник / Е. А. Строев. – Москва : издательство Высшая школа, 1986. – 479 с.
10. Тетиор А. Н. Городская экология : учеб. пособие для вузов / А. Н. Тетиор. – Москва : Academia, 2007. – 331 с.
11. Шапиро Д. К. Практикум по биологической химии / Д. К. Шапиро. – Минск : издательство Вышэйная школа, 1976. – 288 с.

*Навчальне видання*

**ЗАДОРЖНИЙ** Костянтин Миколайович

# **ЕКОЛОГІЧНА ТА МЕДИЧНА МІКРОБІОЛОГІЯ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання  
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, спеціальності 101 – Екологія)*

Відповідальний за випуск *Т. В. Дмитренко*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2019, поз.178Л

---

Підп. до друку 27.09.2019.      Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі.      Ум. друк. арк. 1,8.

Тираж 50 пр.      Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.