



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ “УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
СТОМАТОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ФАРМАКОЛОГІЇ

Світлана Бурмей, Тамара Мелешко, Надія Бойко

# ДИВОВИЖНИЙ СВІТ: МІКРОБ і Я

Навчально-наочний посібник



Ужгород  
ТДВ “Патент”  
2021

*Рецензенти:*

**Горзов Людмила Федорівна**, кандидат медичних наук, доцент кафедри дитячої стоматології стоматологічного факультету

**Демчинська Мирослава Іванівна**, кандидат біологічних наук, доцент кафедри ентомології та збереження біорізноманіття біологічного факультету

*Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри клініко-лабораторної діагностики та фармакології стоматологічного факультету  
Ужгородського національного університету  
(Протокол № 10 від 25.06.2019 р.)*

Посібник складений та укомплектований за участі авторів та активних студентів 2-го курсу протягом вивчення дисципліни «Мікробіологія, вірусологія та імунологія» спеціальності «Стоматологія». Ними є Микита Глушков, Богдан Семенюк, Владислав Белінський, Олександра Турі, Марина Дьордь, Андрій Васильняк, Анастасія Дік, Дженіфер Мартон. Малюнки в посібнику «Дивовижний світ: мікроб і я» зображують власне бачення студентів про дисципліну у відповідності до типових навчальних програм та навчального плану з курсу «Мікробіологія, вірусологія та імунологія», частина 1 «Загальна бактеріологія».

**Бурмей С., Мелешко Т., Бойко Н.**

Б 91 Дивовижний світ: мікроб і я : навч.-наоч. посіб. / Світлана Бурмей, Тамара Мелешко, Надія Бойко. – Ужгород: ТДВ “Патент”, 2021. – 52 с.

ISBN 978-617-589-216-9

Навчально-наочний посібник «ДИВОВИЖНИЙ СВІТ: МІКРОБ І Я» зображає власне бачення студентів про дисципліну у відповідності до типових навчальних програм та навчального плану з курсу «Мікробіологія, вірусологія та імунологія», частина 1 «Загальна бактеріологія».

Видання буде цікавим для студентів, викладачів, усіх, хто захоплюється мікробіологією.

**УДК 578/579(075)**

## До читачів

Що ми з Вами знаємо про мікробіологію?

**Мікробіологія** (від грец. *microc* – малий, *bios* – життя, *logos* – наука) – це наука про дуже малі, невидимі неозброєним оком живі істоти, названі мікроорганізмами, або мікробами, їх систематику, морфологію та фізіологію, екологію та взаємовідносини з іншими живими організмами.

Мікробіологія є одним з основних предметів у підготовці медичних працівників. Без знань цього предмета неможливо науково обґрунтувати діагностику, лікування та профілактику інфекційних захворювань.

Ну, а хто ж такі ті мікроби?

Спочатку – про терміни. Коли ми кажемо мікроби, то маємо на увазі мікроорганізми. Слово “мікроби” з’явилося в лексиконі французького хірурга Шарля Седію. Насправді, ми не можемо зараз точно сказати, що це він його сам придумав, але саме Шарль товаришував із філологом Емілем Літтре, який на той час був упорядником словника та вніс туди це нове слово.

Мікробами, або ж мікроорганізмами, називаємо всі живі організми, які ми не здатні роздивитися без оптичних пристроїв. І ці організми насправді бувають дуже різні – бактерії, археї, найпростіші, мікроскопічні гриби чи водорості.

Просто так, без мікроскопа, їх не побачити – мікроби дуже маленькі. Але кожен із нас, певно, їх собі якось уявляє? Цікаво, а які вони, мікроорганізми насправді?

Наш організм – це одна велика планета для наших крихітних супутників-тварючок, зі своїми правилами, розкладом дня, великими та маленькими містами... Людське тіло містить у собі більше 100 трильйонів мікроорганізмів – до 2 кг 300 грамів! Хоча ми зазвичай пов’язуємо мікроби, такі, як бактерії, з чимось поганим, проте, це не завжди так. Насправді, вплив мікробів не тільки необхідний для розвитку сильної імунної системи, але вони необхідні навіть для функціонування мозку.

А чи було Вам відоме ім’я Антоні ван Левенгука, вченого, який вперше зміг розглядіти світ бактерій, і хто такий Імунітет? Погодьтеся, що це досить-таки цікаво, а найбільш вражаючим фактом є те, що ми самі по суті є ходячими бактеріями, адже носимо на собі і у собі величезну кількість мікроорганізмів...

Студенти-стоматологи, вивчаючи курс мікробіології, по-своєму бачать цих живих мікроскопічних організмів, їх життєдіяльність, фізіологію та вплив на людину.

Частенько в нас виникає думка, що без рисунків, без малюнків, книжка не книжка. Тому цікавинкою книжки стало креативне бачення студентів на мікробіологію в цілому.

Отож, хутчіш гортайте цей посібник далі, щоб познайомитися з їх оригінальним баченням та поринути з ними у світ мікробіології.

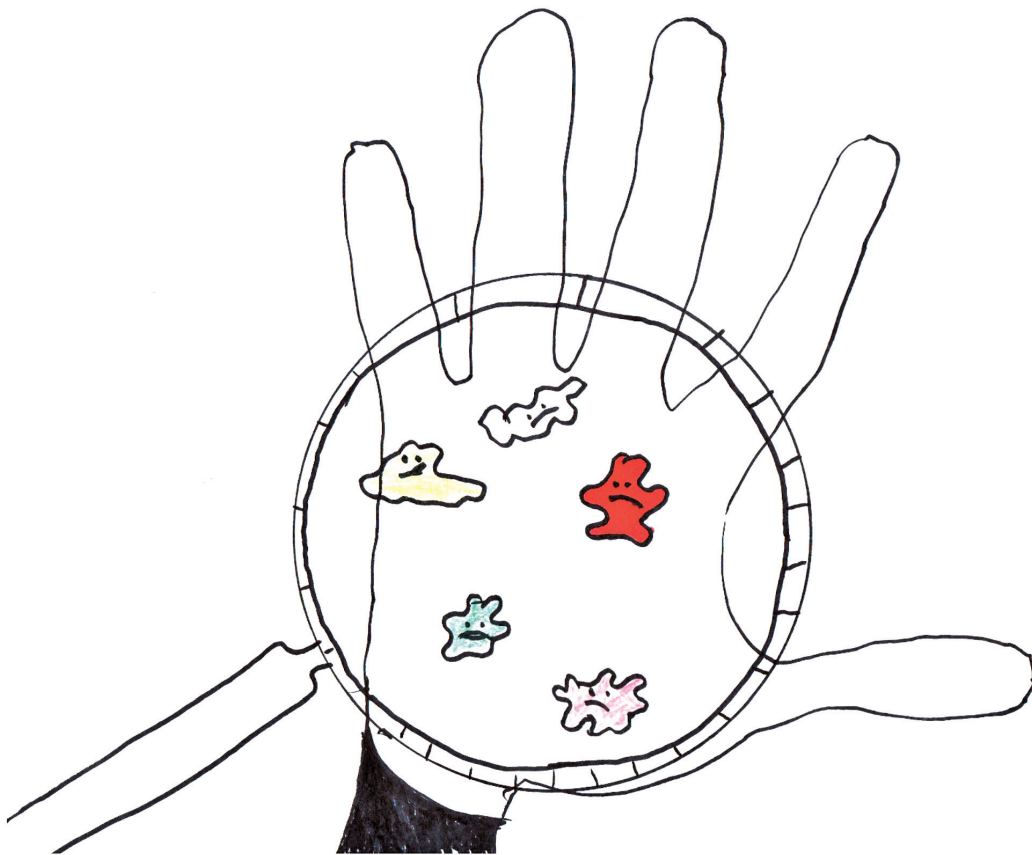
А якщо Вам все сподобається, пишіть нам – Ваша думка дуже важлива! А, може, Ви бачите мікроорганізми по-іншому? Розкажіть нам. А раптом, буде продовження...

# 1. Мікробіологія як наука: галузі, предмет та завдання медичної мікробіології

Мікробіологія – галузь науки, яка займається дослідженням морфології, фізіології, біохімії, молекулярної біології, генетики, екології мікроорганізмів, їх ролі і значення в кругообігу речовин, у патології людини, тварин і рослин.

Галузі мікробіології: бактеріологія – мікологія – протозоологія – вірусологія – імунологія.

Предмет медичної мікробіології – такі види мікроорганізмів, які в процесі еволюційного розвитку адаптувалися до людського організму, в ньому накопичуються, розмножуються, ведуть паразитичну діяльність, викликаючи інфекційні захворювання.





## 2. Етапи розвитку мікробіології. Внесок Л. Пастера та Р. Коха в мікробіологію

Антоні ван Левенгук – голландський натураліст, який значно вдосконалив мікроскоп, основоположник наукової мікроскопії, вперше в історії за допомогою свого мікроскопа спостерігав мікроскопічну будову різних форм живих організмів.

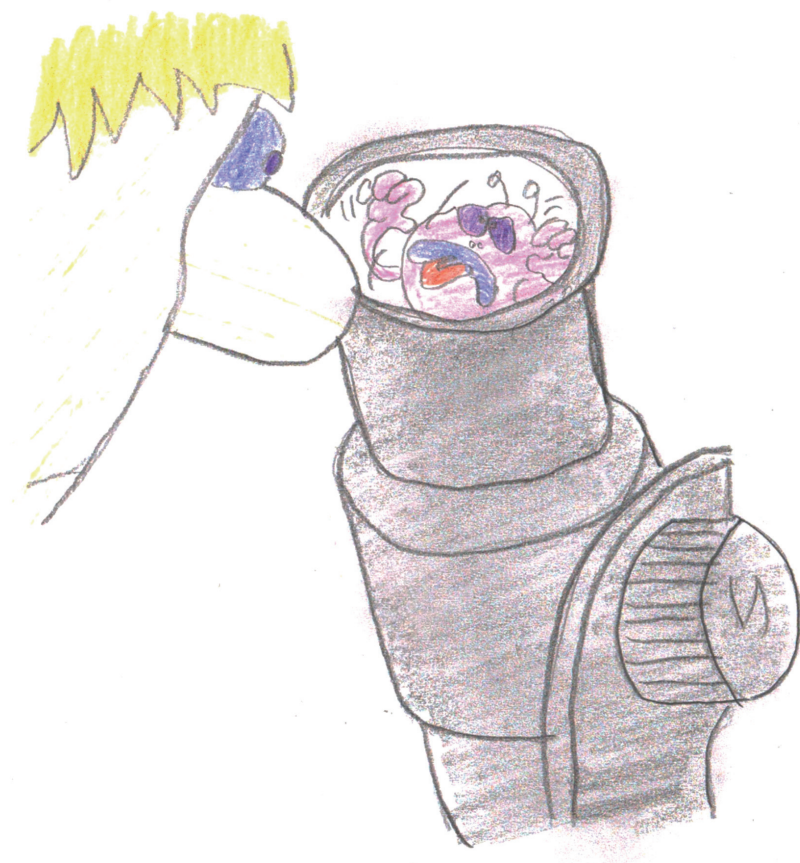
Основні відкриття Луї Пастера та його внесок такі:

- встановив, що мікроорганізми є причинами інфекційних хвороб;
- аеробне та анаеробне бродіння це функції діяльності мікроорганізмів;
- запропонував метод пастеризації для лікування “хвороб” вин;
- розробив методи виготовлення живих вакцин проти сибірки і сказу;
- заклав основи науки імунології;
- встановив здатність мікроорганізмів засвоювати і перетворювати різноманітні хімічні сполуки.

Роберт Кох розробив основи дезінфекції, метод виділення чистої культури мікроорганізмів на твердому поживному середовищі, способи забарвлення мікробів аніліновими барвниками, застосував імерсійну систему у мікроскопуванні та ін., відкрив збудників туберкульозу (паличка Коха) та холери.

В історії розвитку мікробіології як науки розділяють 4 періоди:

1. Морфологічний;
2. Еколого-фізіологічний;
3. Імунологічний;
4. Молекулярно-генетичний.



## 3. Розвиток мікробіології в Україні

Автором першого вітчизняного підручника з мікробіології був В. Л. Омелянський (1867–1928). Він уперше виділив бактерії, які здатні розкласти целюлозу. Відомі роботи В. Л. Омелянського з дослідження ролі мікроорганізмів у кругообігу азоту в природі, вивітрянні гірських порід, які стали основою створення геологічної мікробіології.

Уперше застосував променисту енергію для отримання мутантних форм мікроорганізмів Г. А. Надсон (1867–1940), заклавши цим основи радіаційної мікробіології.

Основоположником епідеміології є Д. К. Заболотний (1866–1929). Він створив учення про природний осередок чуми, виявив роль диких гризунів як зберігачів чумної палички в природі. Д. К. Заболотний вивчав біологію холерного вібріона, шляхи поширення холери з епідеміологічних осередків інфекції та її потрапляння в Росію. Він брав участь у боротьбі з епідеміями холери та чуми в Україні, на Поволжі, Кавказі, в Петербурзі, Шотландії, на Близькому Сході. У 1929 р. Д. К. Заболотний заснував в Україні Інститут мікробіології, який нині названий його іменем.

Одним із перших спостерігав та описав явище бактеріофагії М. Ф. Гамалія (1859–1949). Він вивчав збудників багатьох інфекційних захворювань (скасу, туберкульозу, холери та ін.), розробив теорії інфекції та імунітету, вперше застосував так звані хімічні вакцини.

Інститути мікробіології були створені наприкінці XIX ст. у Москві, Харкові, Одесі.



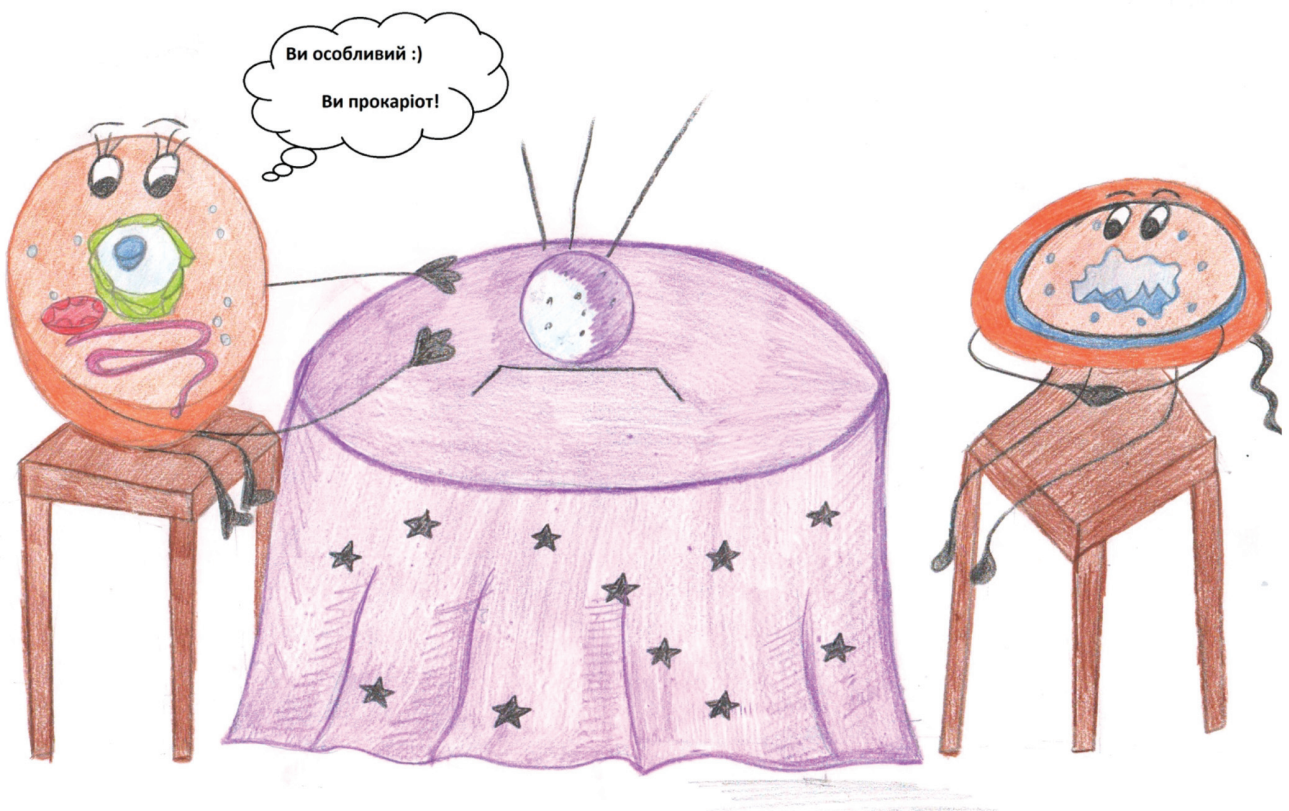
## 4. Прокаріоти та еукаріоти: основні відмінності

Бактеріальна (прокаріотів) клітина оточена клітинною стінкою. Цитоплазма рясно насичена рибосомами. Молекула ДНК зазвичай розташована в центрі клітини. Цитоплазма еукаріотичної клітини оточена цитоплазматичною мембраною, включає мітохондрії, вакуолі, шорстку ендоплазматичну мережу з рибосомами, гладку ендоплазматичну сітку, запасні гранули і ядро.

**L-форми** – особливі форми бактерій, які втратили клітинну стінку (частково або повністю). На відміну від сферопластів, дефектних по клітинній стінці та протопластів, які втратили її повністю та не можуть розмножуватись, L-форми зберігають здатність до розмноження та розвитку. L-форми утворюються при дії агентів, що блокують синтез клітинної оболонки (антибіотики), в умовах підвищеної осмотичної концентрації середовища.

**Протопласти** утворюються при розчиненні лізоцимом стінок грамозитивних мікроорганізмів (стафілококів, мікрококів, сарцин, бацил). Протопласти зберігаються життєздатними в гіпертонічному середовищі, наприклад в М розчині сахарози 0,3. У цих умовах вони витягують енергію, синтезують нуклеїнові кислоти, амінокислоти, білки і ферменти, а також зростають, хоча вдвічі повільніше цілих клітин.

**Сферопласти** – форми грам-бактерій, деяких грибів і рослин, позбавлені частини клітинної стінки. Утворюються під дією пеніциліну, лізоциму та інших речовин. Мають сферичну або напівсферичну форму.





# 5. Морфологія бактерій. Роль окремих структур для життєдіяльності бактерій та у патогенезі інфекційних захворювань

Бактерії можуть мати різну форму (коки, палички, звивисті, ниткоподібні, трикутні, зіркоподібні, кільцеподібні та ін.).

- сарцини (розміщуються тюками – до 8, 16, 32, 64) – непатогенні;
- стафілококи (мають форму грона) – спричинюють гнійно-запальні процеси;
- стрептококи (розміщуються ланцюжком) – спричинюють гнійно-запальні процеси.

Коки кулястої форми, але бувають бобоподібні та ланцетоподібні бактерії. За характером поділу та розміщення розрізняють такі коки:

- мікрококи (розміщуються поодинокі, безладно) – сапрофіти (однак є й умовно-патогенні, спричинюють запальні процеси);
- диплококи (розміщуються попарно, мають форму бобів) – збудники епідемічного цереброспінального менінгіту, гонореї та бленореї;
- тетракоки (розміщуються по чотири) – непатогенні.

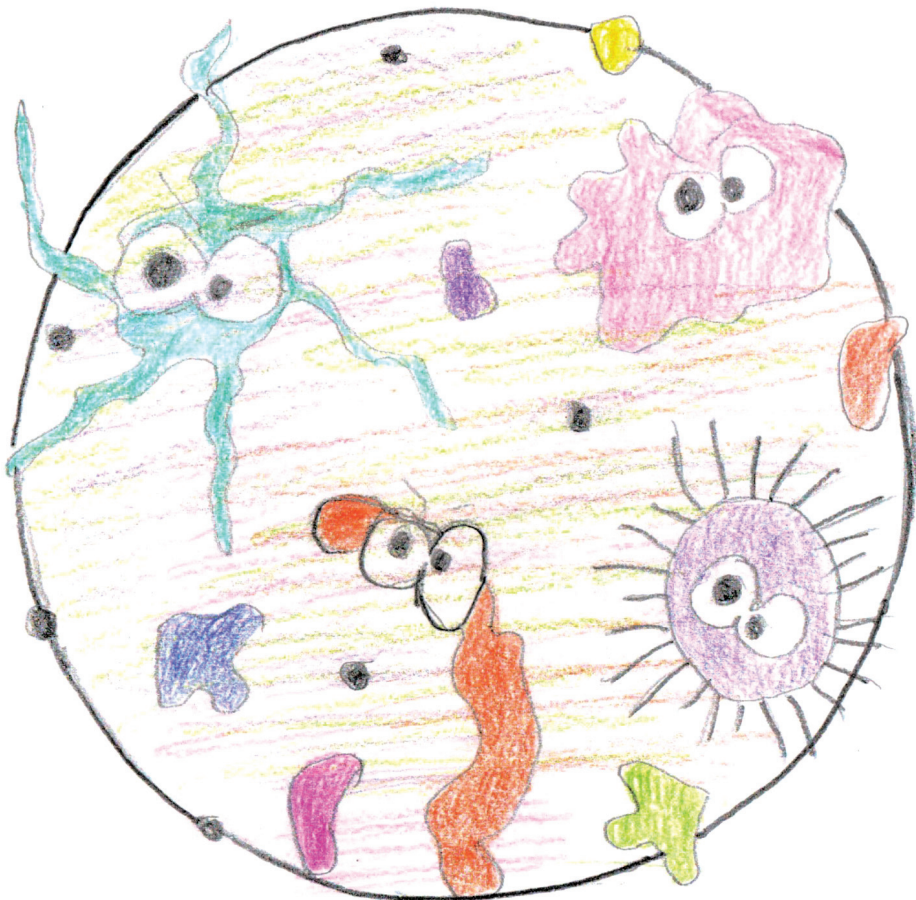


## 6. Класифікація та морфологія найпростіших

Найпростіші (лат. Protozoa, від грец. πρῶτος “перший” і ζῷα, форми мн. від грец. ζῷον “жива істота”) – поліфілетична група, царство одноклітинних або колоніальних еукаріотів, які мають гетеротрофний тип живлення. Більшість найпростіших – мікроорганізми, але деякі (наприклад, колоніальні інфузорії зоотамніуми або поодинокі спіростомуми) досягають розмірів в декілька міліметрів і добре видні неозброєним оком. Справжніх багатоклітинних форм серед найпростіших немає (за винятком загадкових Мухозоа, які, ймовірно, є тваринами).

Будова найпростіших надзвичайно різноманітна, однак усім їм властиві ознаки, характерні для організації та функцій клітини. Як і в інших клітинах, основними компонентами клітини найпростішого є цитоплазма і ядро. Цитоплазма обмежена зовнішньою мембраною, яка регулює надходження речовин у клітину; у багатьох видів вона ускладнюється додатковими структурами, що збільшують товщину й механічну міцність зовнішнього шару.

Найпростіші досить поширені. Багато з них живе у морі, деякі в прісних водоймах. Існують види, які живуть у вологому ґрунті. Значного поширення набули паразитичні форми найпростіших.



# 7. Класифікація та морфологія грибів

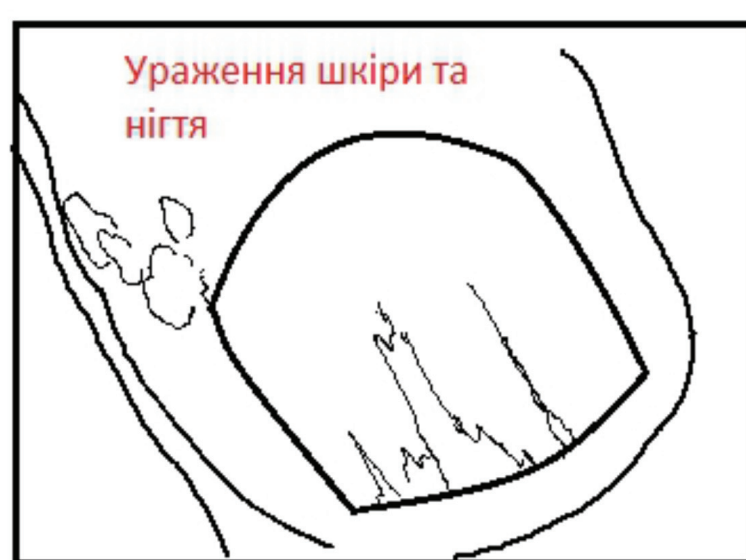
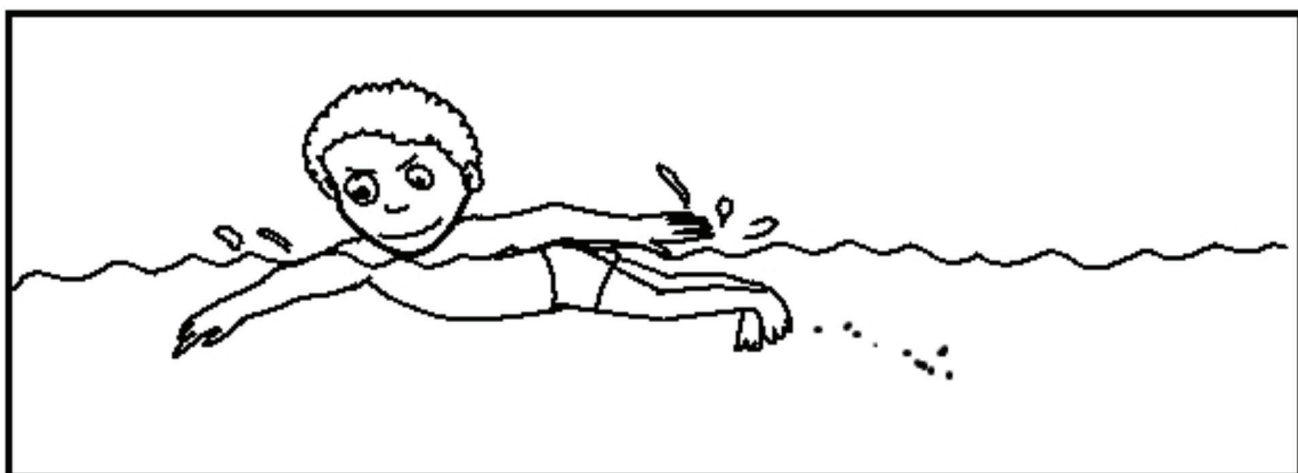
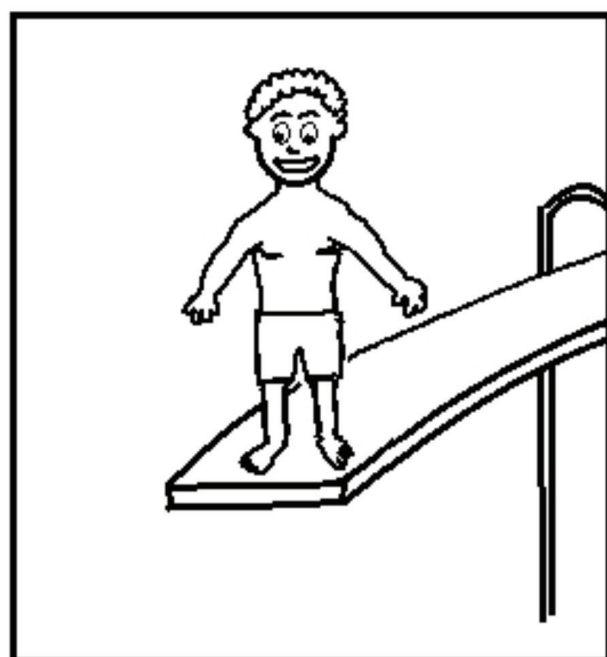
Справжні гриби в розумінні людини – це в першу чергу макроміцети. Плодові тіла макроміцетів настільки цінні, як харчові об'єкти, що у промисловості з'явилася окрема галузь – культивування грибів у спеціально створених умовах. Однак, у мікробіології вивчаються так звані мікроскопічні гриби.

**Гриби (*Mycetes, Fungi*)** – велика група нижчих безхлорофільних рослин, які відрізняються від бактерій більш досконалою будовою і складнішими методами розмноження. Вегетативне тіло (міцелій гриба) складається з окремих тонких переплетених ниток – гіфів, які можуть бути одно- і багатоклітинними. Якщо гіфи не мають перетинок (септ), то такі гриби належать до нижчих. У вищих грибів гіфи, як правило, з перетинками, багатоклітинні. Розмножуються гриби вегетативним, статевим і безстатевим способами.

Класифікація грибів заснована на способі їх розмноження:

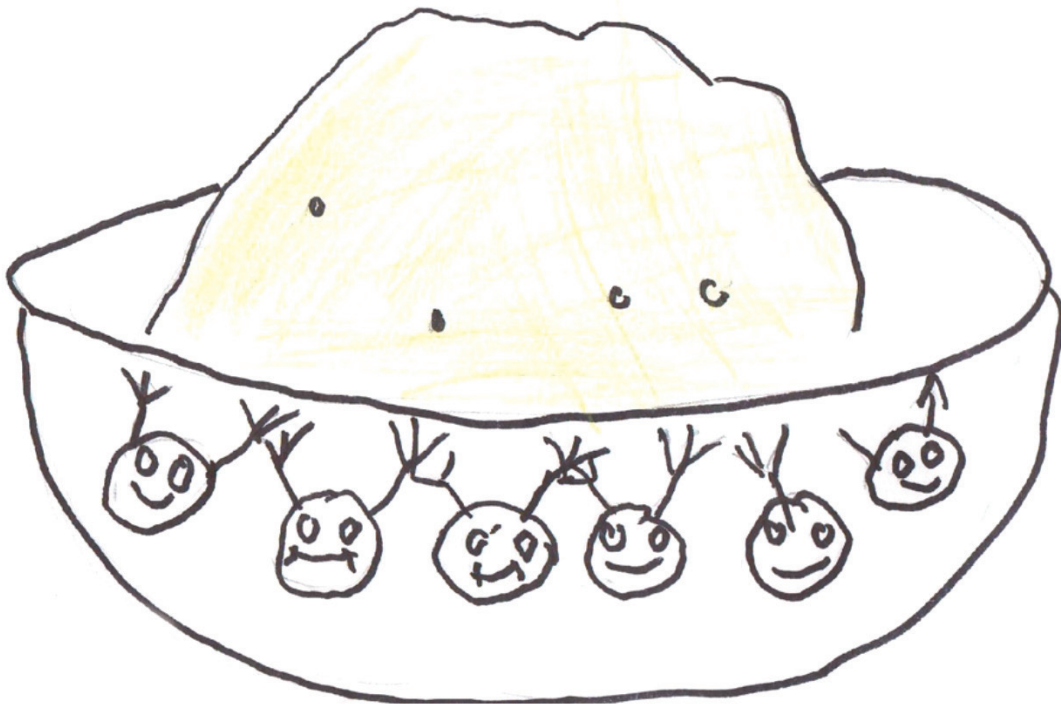
- *Ascomycetes*. Аскоміцети. Представник чорної цвілі – сапрофіт, який використовується для промислового видобутку лимонної кислоти. Сильний алерген, у людей викликає таке захворювання, як аспергільоз. Сюди ж відносять пеніцили, використовувані для виготовлення сирів і антибіотиків.
- *Basidiomycetes*. Базидіоміцети. Викликають захворювання злаків (іржаві та сажкові паразити).
- *Zygomycetes*. Представник мукор – сапрофіт (оселяється на неживому субстраті), викликає хлібну цвіль.
- *Chytridiomycota*. Представник *Synchytrium endobioticum* – картопляний паразит, що викликає гниття бульб.

Гриби ведуть сапрофітний, або паразитичний, спосіб життя на рослинах і їх рештках. Досить часто уражують зерно, при згодовуванні якого у тварин виникає фузарпіотоксикоз. У людей також може розвиватись інтоксикація при вживанні хліба з ураженого фузаріями зерна. Народна назва цієї хвороби – “п'яний хліб”.



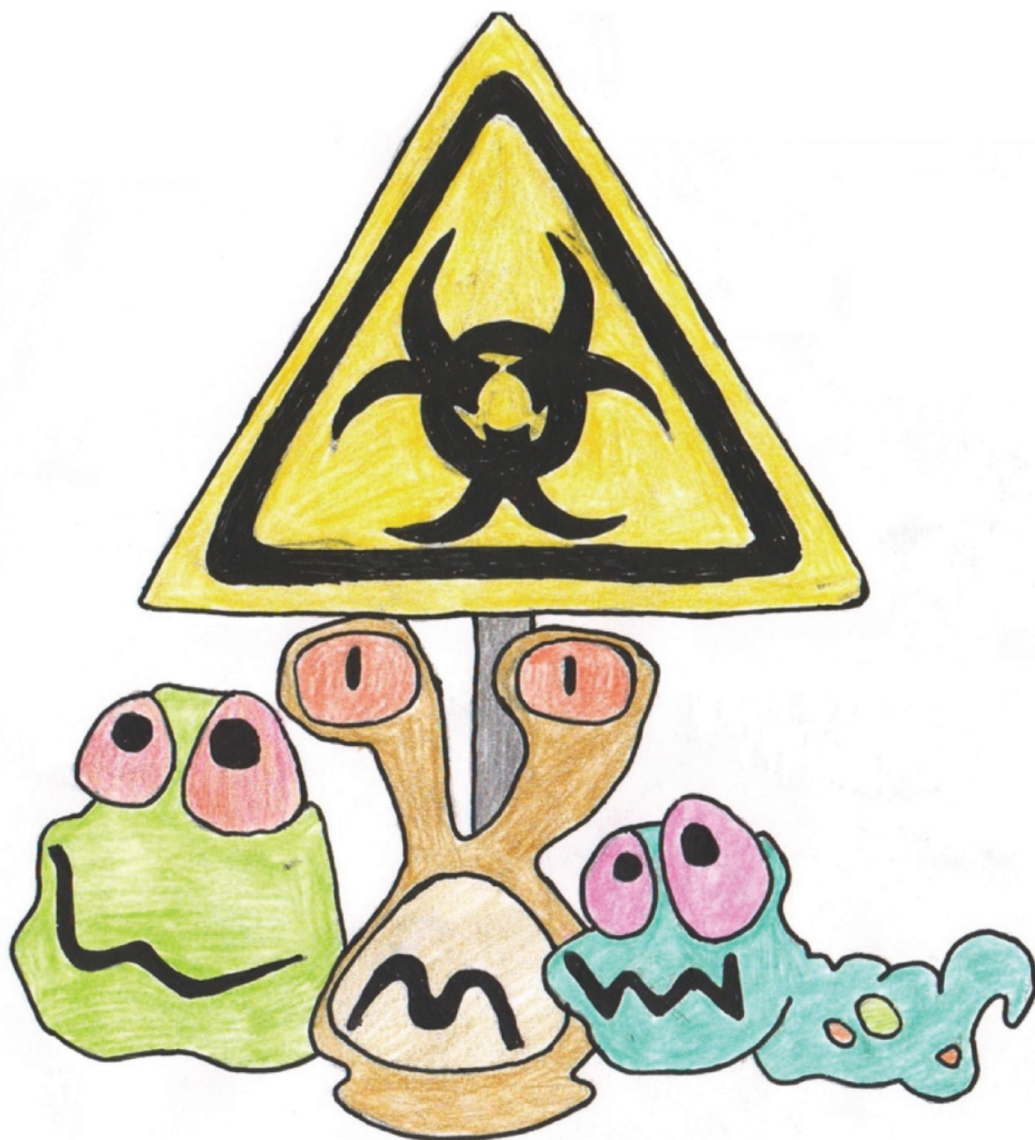


**Дріжджі** – одноклітинні гриби, що не утворюють справжнього міцелію. Дуже поширені у природі, переносяться дощем, вітром, комахами і найбільш часто зустрічаються на рослинах, де є цукристі речовини. Дріжджі граммпозитивні нерухомі організми. За типом живлення – хемогетеротрофи, за типом дихання – факультативні анаероби. Але є невелика група дріжджів, які розвиваються на поверхні субстратів і за типом дихання є аеробами. Рід *Candida* має клітини овальної і циліндричної форми. Вони є аспарогенні дріжджі. Рід *Candida* розмножується брунькуванням. Не викликають спиртового бродіння і тому є шкідниками бродильного виробництва. Існують патогенні види, які викликають кандидози, тобто уражають слизові оболонки ротової порожнини, а інколи шкіри.



## 8. Організація роботи бактеріологічної, серологічної та вірусологічної лабораторій

Велика увага приділялась проблемам інфекційної патології. У бактеріологічних лабораторіях виконувались фундаментальні і прикладні дослідження з основних напрямків інсектології, епідеміології, медичної мікробіології. Вони були спрямовані на вивчення еволюції інфекційних хвороб та біологічних особливостей їх збудників, велась розробка методів лабораторної діагностики. Розроблялись сучасні принципи та нові методи антимікробної терапії, теоретичні та прикладні основи специфічної профілактики інфекційних, гнійно-септичних захворювань, проводилось вивчення закономірностей розвитку епідемічного процесу в несприятливих екологічних, соціальних та економічних умовах, розробка наукових основ зниження та ліквідації інфекційних захворювань.

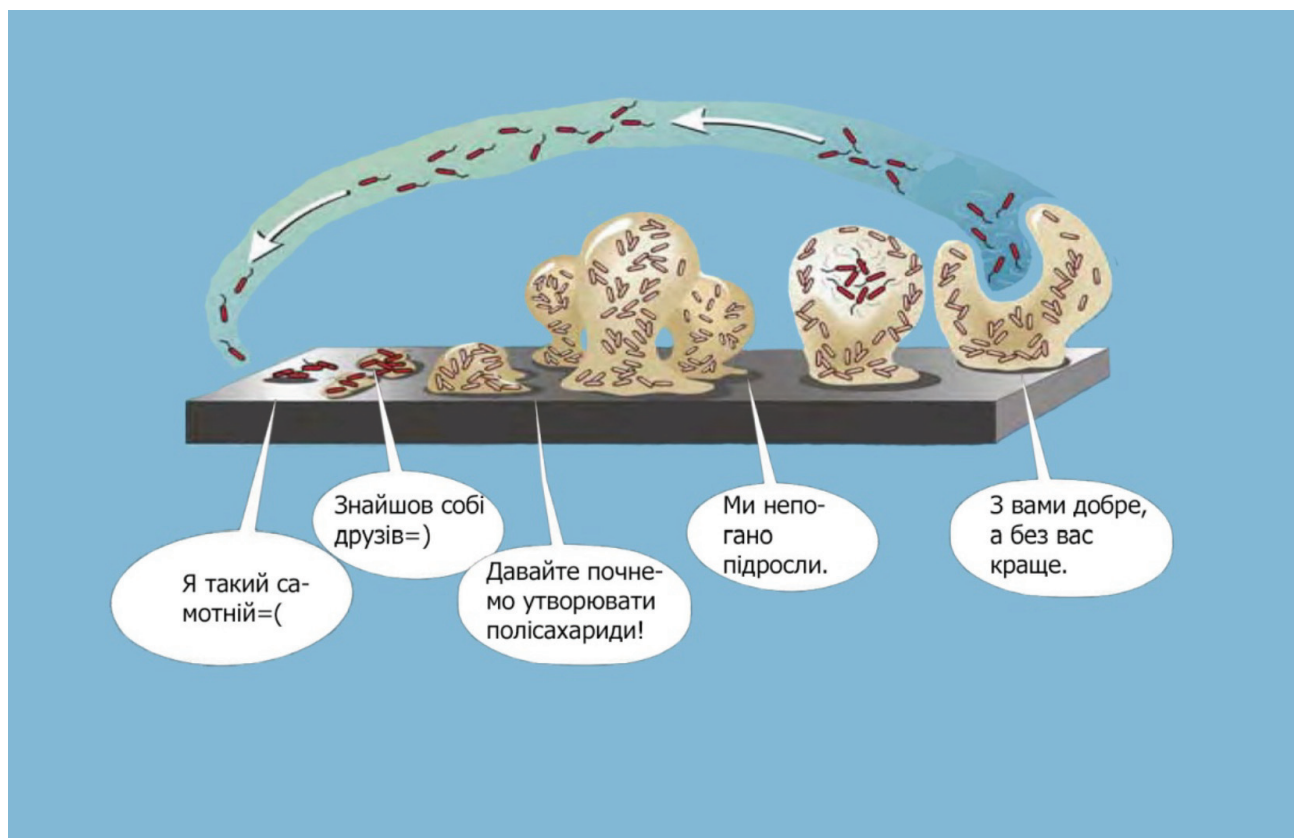


## 9. Біоплівка як форма існування мікроорганізмів

Біоплівка як така є мікробним співтовариством, яке характерне клітинами, прикріпленими до поверхні, або одна до одної. Ці клітини знаходяться всередині матриксу, утвореного самими клітинами. Бактерії біоплівки характерні зміною фенотипу, що виражається зміною параметрів росту та експресією специфічних генів. За цими параметрами біоплівки відрізняються від інших мікробних співтовариств, наприклад колонії бактерій на поверхні агару, якій не властива жодна з цих ознак.

Утворення біоплівок забезпечує виживання бактерій не лише у навколишньому середовищі, а й в організмі людини та тварин. Біоплівки можуть утворюватися не лише одним, а й кількома видами. Ключовим структурним компонентом біоплівок є матрикс (позаклітинна полімерна речовина), в той час, як самі бактерії складають лише 5 – 35% маси біоплівки.

До складу матриксу входять: ліпополісахариди, глікопротеїди, протеоглікани, нуклеїнові кислоти та речовини, аналогічні складу клітинних стінок бактерій. Через матрикс проходять канали, якими транспортуються поживні речовини, продукти метаболізму і кисень.



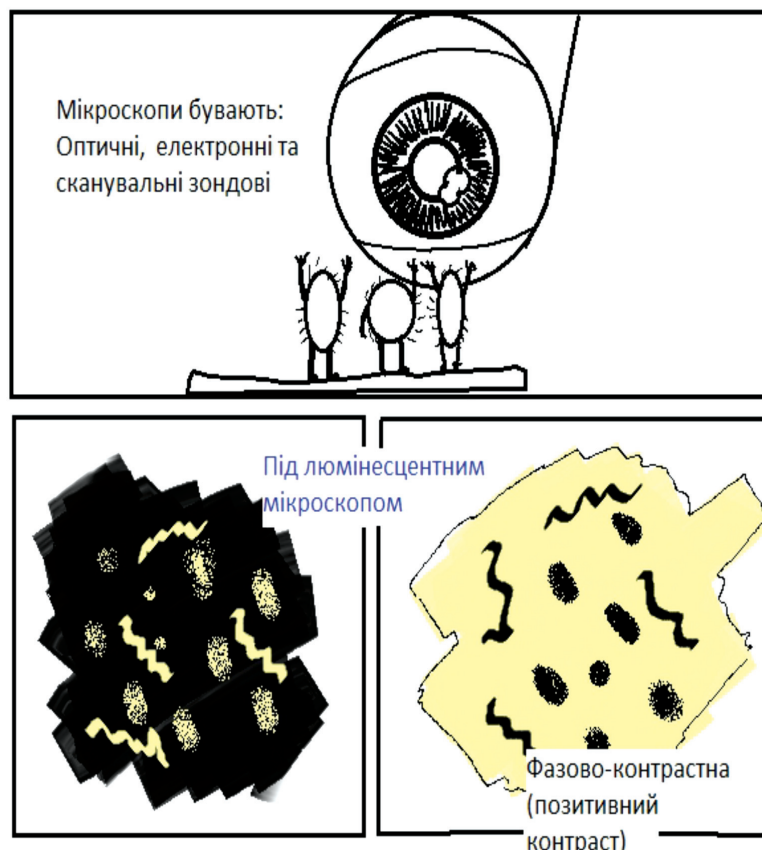
# 10. Методи мікроскопії

- *світлопольна* – різновид оптичної (світлової) мікроскопії, де візуалізація досліджуваного об'єкта ґрунтується на вибіркового поглинанні ним або елементами його структури світла з різною довжиною хвилі.

- *темнопольна* – заснована на розсіюванні світла мікроскопічними об'єктами. При темнопольній мікроскопії в об'єктив потрапляють тільки промені світла, розсіяного об'єктами при бічному висвітленні. Прямі промені від освітлювача в об'єктив не потрапляють. Застосовується темнопольна мікроскопія переважно для вивчення спірохет і виявлення (але не вивчення морфології) великих вірусів.

- *фазово-контрастна* – заснована на інтерференції світла: прозорі об'єкти, що відрізняються по показнику переломлення від навколишнього середовища, виглядають або як темні на світлому тлі (позитивний контраст), або як світлі на темному тлі (негативний контраст). Фазово-контрастна мікроскопія застосовується для вивчення живих мікроорганізмів і кліток у культурі тканини.

- *люмінесцентна* – в основі лежить явище люмінесценції, тобто здатності деяких речовин світитися при опроміненні їх короткохвильової (синьо-фіолетової) частини видимого світла або ультрафіолетовими променями з довжиною хвилі, близькою до видимого світла. Люмінесцентна мікроскопія використовується в діагностичних цілях для спостереження живих чи фіксованих мікроорганізмів, пофарбованих люмінесцентними барвниками (флюорохромами) у розчинах малих концентрацій, а також при виявленні різних антигенів і антитіл за допомогою імунофлюоресцентного методу.

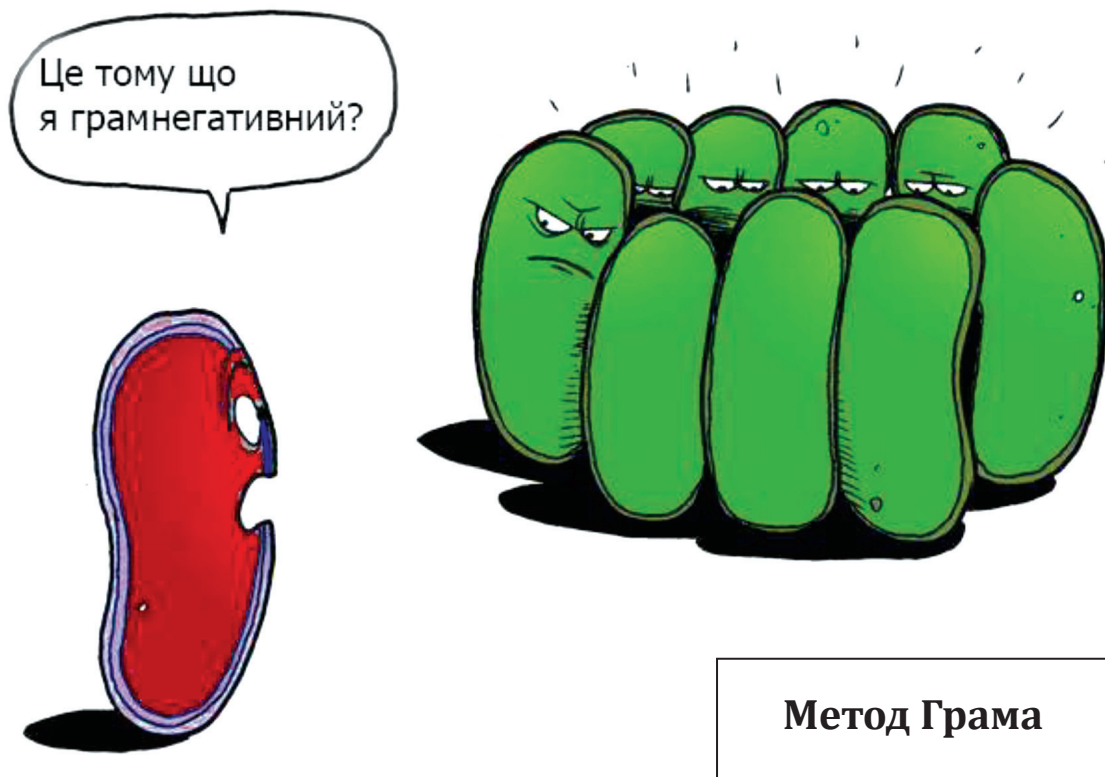




# 11. Виготовлення бактеріологічних препаратів. Барвники та допоміжні реактиви. Прості та складні методи фарбування

Метод Грама є універсальним методом забарвлення і рекомендується для фарбування прокаріотичних клітин. Фарбування за Грамом є важливим методом для диференціації різних видів мікроорганізмів за тинкторіальними властивостями (відношення до барвників). Фактори, які впливають на фарбування бактерій за Грамом:

- точне виконання правил приготування мазка, тривалості фарбування та знебарвлювання етиловим спиртом;
- крім того, мають значення вік культури та мінливість мікроорганізмів;
- для *грампозитивних* бактерій є спільне: чутливість до лізоциму, пеніциліну, йоду; нечутливість до дії пепсину панкреатину; слабо виражені імуногенні властивості; можуть бути кислотійкими; можуть утворювати ендоспори, екзотоксин; війки не виявлені;
- для *грамнегативних* бактерій є спільним: перетравлюються ферментами шлунково-кишкового тракту; мало чутливі до дії лізоциму, пеніциліну, йоду; імуногенні властивості добре виражені; чутливі до дії кислот; ендоспор не утворюють; рідко утворюють екзотоксин; можуть утворювати війки.



# 12. Бактеріоскопічний метод дослідження

У лабораторній практиці використовують такі типи мікроскопічних препаратів:

- висячу краплю;
- придавлену краплю;
- тонкий мазок крові, гною, мокротиння та ін.;
- товсту краплю;
- агар-мікроскопію;
- препарат-відбиток;
- **фіксований мазок.**

У Бактеріологічній практиці частіше застосовують останній тип препарату. Цінність бактеріоскопічного методу полягає в простоті, доступності методик і швидкості отримання результатів 30-60 хв і менше.

*Метод фарбування за Грамом*

- Фіксований мазок забарвлюють карболовим розчином – генціановий фіолетовий протягом 1-2 хвилин;
- Протягом 1 хвилини обробляють мазок розчином Люголя;
- Знебарвлюють спиртом 10-20 сек;
- Промивають водою;
- Дофарбовують мазок водним розчином фуксину 1-2 хвилини.



# 13. Поживні середовища в мікробіології: класифікація та вимоги до них

Для вирощування бактерій у лабораторних умовах, дослідження їх різноманітних властивостей, тривалого зберігання використовують поживні середовища. Вони повинні відповідати певним стандартам, створюючи оптимальні умови для росту, розмноження й життєдіяльності мікроорганізмів. У першу чергу бактерії потребують азоту, вуглецю та водню для побудови власних білків.

Отже, до складу середовищ повинні бути введені джерела живильних речовин і вода, а також ростові фактори (вітаміни групи В, ферменти). Універсальним джерелом їх слугують екстракти з білків тваринного й рослинного походження, білкові гідролізати. Для мікроорганізмів з більш складними харчовими потребами до складу середовищ включають нативні субстрати – кров, сироватку, асцитичну рідину, яєчний жовток, шматочки печінки, нирок, мозкової тканини та ін. Середовища повинні бути збалансованими за мікроелементним складом і містити іони заліза, міді, марганцю, цинку, кальцію, натрію, калію, мати у своєму складі неорганічні фосфати.

Залежно від потреб бактеріологів, поживні середовища поділяються на п'ять основних груп:

- універсальні (прості);
- спеціальні;
- елективні;
- селективні;
- диференціально-діагностичні.

При розмноженні на щільних поживних середовищах бактерії утворюють на поверхні середовища і всередині неї типові для кожного мікробного виду колонії. Колонії можуть бути опуклими або плоскими, з рівними або нерівними краями, з шорсткою або гладкою поверхнею і мати різне забарвлення: від білої до чорної. Всі ці особливості (культуральні властивості) враховують при ідентифікації бактерій, а також при відборі колоній для отримання чистих культур.





# 14. Ріст і розмноження бактерій: фази розмноження культури бактерій в стаціонарних умовах

Одним із проявів життєдіяльності мікроорганізмів є їх *ріст і розмноження*.

Ріст – це збільшення розмірів окремої особини.

Розмноження – здатність організму до відтворення.

Основним способом розмноження у бактерій є поперечний поділ, який відбувається в різних площинах з формуванням різноманітних поєднань, клітин (грона, ланцюжки, тюки і т. д.). У бактеріальних клітин діленню передують подвоєння материнської ДНК. Кожна дочірня клітина отримує копію материнської ДНК. Процес поділу вважається закінченим, коли цитоплазма дочірніх клітин розділена перегородкою. Клітини з перегородкою поділу розходяться в результаті дії ферментів, які руйнують серцевину перегородки.

Швидкість розмноження бактерій різна і залежить від виду мікроба, віку культури, живильного середовища, температури.

При вирощуванні бактерій у рідкому поживному середовищі спостерігається кілька фаз росту культур:

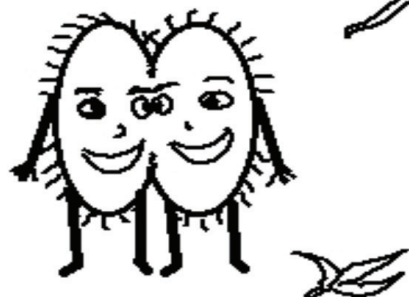
1. Фаза вихідна (латентна) – мікроби адаптуються до поживного середовища, збільшується розмір клітин. До кінця цієї фази починається розмноження бактерій.
2. Фаза логарифмічного інкубаційного росту – йде інтенсивний поділ клітин. Триває ця фаза близько 5 годин. За оптимальних умов бактеріальна клітина може ділитися кожні 15-30 хв.
3. Стаціонарна фаза – число бактерій, які щойно з'явилися дорівнює числу відмерлих. Тривалість цієї фази виражається в годинах і коливається залежно від виду мікроорганізмів.
4. Фаза відмирання – характеризується загибеллю клітин в умовах виснаження живильного середовища і накопичення в ній продуктів метаболізму мікроорганізмів.

Якщо поживне середовище, в якому культивуються мікроорганізми, буде оновлюватися, то можна підтримувати фазу логарифмічного зростання.

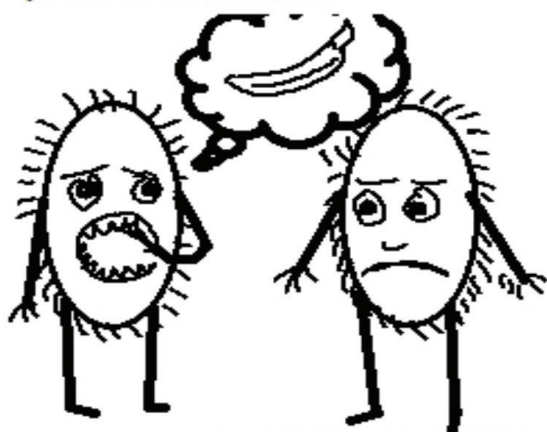
**Лаг-фаза** - бактерія  
приспосовується до  
умов існування



**Експоненціальна фаза** -  
число нових бактерій, що  
з'являються за одиницю  
часу.



**Стаціонарна фаза** -  
темп росту  
уповільнюється...



...за нестачі поживних  
речовин

**Фаза деградації** -  
бактерії без поживних  
речовин помирають



# 15. Принципи, методи та етапи виділення чистих культур бактерій та їх ідентифікація

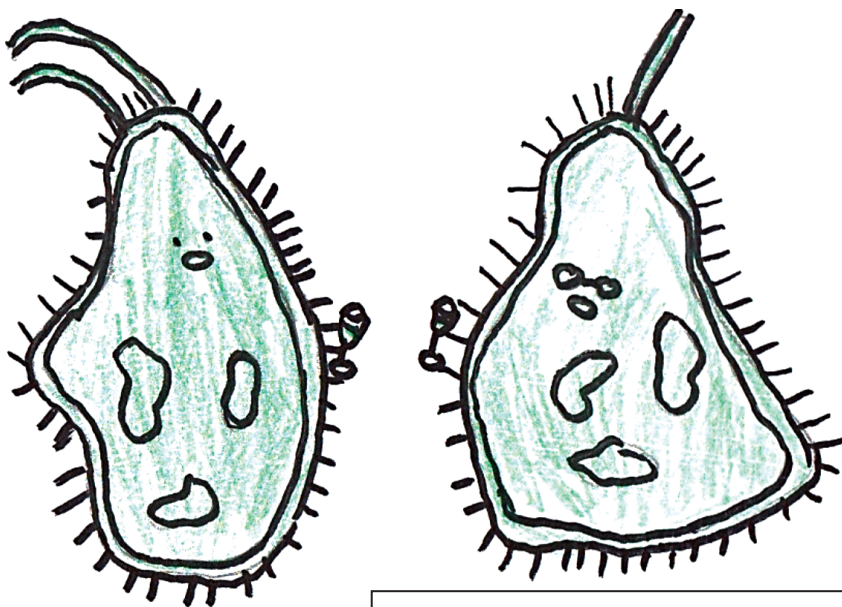
Бактеріологічний метод полягає у виділенні чистої культури збудника (популяції, що містить бактерії одного виду) та його ідентифікації. Вивчення властивостей мікроорганізмів у бактеріологічній лабораторії з метою встановлення належності до тієї чи іншої систематичної групи (виду, роду) і є їх ідентифікація. В цілому бактеріологічний метод дослідження являє собою багатоетапне бактеріологічне дослідження, яке триває 24 – 48 годин.

Основні етапи виділення чистої культури:

- 1) забір матеріалу;
- 2) розсів матеріалу на тверді поживні середовища;
- 3) вивчення колоній: вивчення культуральних ознак, мікроскопія препаратів виготовлених з колоній мікроорганізмів; відбір ізольованих характерних;
- 4) пересів та виділення чистої культури з вивченої колонії на чисте поживне середовище;
- 5) визначення культури до роду мікроорганізму: вивчення культуральних ознак, мікроскопія препаратів з чистої культури мікроорганізму.

Основні етапи ідентифікації чистої культури:

- 1) вивчення морфологічних і тинкторіальних властивостей;
- 2) визначення активної рухливості;
- 3) вивчення культуральних властивостей;
- 4) вивчення біохімічних (ферментативних) властивостей;
- 5) визначення антигенних властивостей;
- 6) визначення чутливості культури до специфічного фагу;
- 7) визначення патогенності;
- 8) визначення інших властивостей.



Культурні мікроорганізми

# 16. Вплив фізичних, хімічних та біологічних факторів на мікроорганізми

Умови довкілля мають велике значення для життєдіяльності мікроорганізмів. Чим сприятливіші вони, тим інтенсивніше розвиваються мікроби, і навпаки. Надлишок або брак вологи, низька або висока температура, освітлення, радіоактивне випромінювання, наявність поживних речовин тощо зумовлюють відповідний темп розвитку мікробної клітини. Усі чинники зовнішнього середовища, які впливають на розвиток мікроорганізмів, можна розподілити на три основні групи: фізичні, хімічні і біологічні.

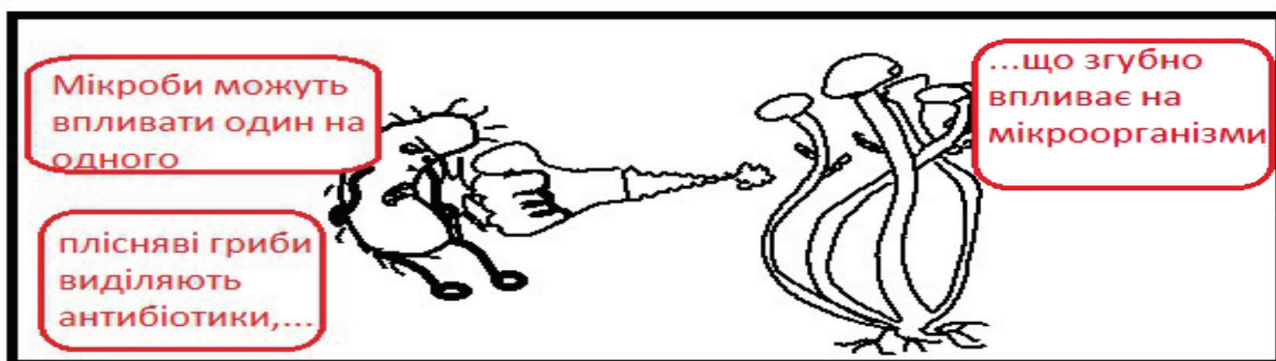
**Фізичні фактори.** До них відносяться: температура, вологість, тиск, світло, промениста енергія, характер живильного середовища.

*Температура.* Всі мікроби мають максимальну, оптимальну і мінімальну температуру свого розвитку. Оптимальна температура мікроорганізмів – (25–35°C). Тому продукти в цих умовах швидко псуються. Щодо температурних умов, усі мікроорганізми прийнято поділяти на три групи: психрофіли, мезофіли, термофіли. Психрофіли – холодолюбні мікроби. Мінімальні температури для них – у межах від -10 до 0°C, оптимальні – від 10 до 15°C і максимальні – близько 30°C. Психрофіли живуть у ґрунтах полярних країн, холодних морях і океанах, льодах, на заморожених продуктах тощо.

*Тиск.* Мікроорганізми, які добре розвиваються при нормальному тиску, дістали назву осмотолерантних. Мікроби, що краще розвиваються при підвищеному осмотичному тиску, називаються осмофільними.

**Хімічні чинники.** Хімічні сполуки згубно діють на мікроби і використовуються для їх знищення. Вони називаються антисептиками або дезінфікуючими речовинами. Так, хлорне вапно застосовують для дезінфекції рук, посуду і устаткування (0,2%), сорбінову кислоту – для збереження соків. Наявність бензойної кислоти в журавлині, брусниці охороняє їх від псування.

**Біологічні чинники.** Мікроби в процесі життєдіяльності можуть впливати один на одного, сприяючи розвитку або гнобленню. Багато бактерій, плісняві гриби виділяють у навколишнє середовище речовини – антибіотики, що згубно діють на розвиток інших мікробів, тобто надають бактерицидну дію. Іншими речовинами, близькими до антибіотиків за характером дії на мікроби, є фітонциди. Ці речовини, що виділяються багатьма рослинами (цибулею, часником, хроном, цитрусовими та ін), вбивають збудників дизентерії, гнильну паличку та ін.





# 17. Асептика. Антисептика. Стерилізація, методи, засоби та контроль стерилізації

**Асептика** (грец. а – без + *sēptikos* – що викликає нагноєння, гнильний) – комплекс заходів, спрямованих на запобігання проникненню мікроорганізмів у рану і в організм в цілому. Основний закон асептики: “Все, що контактує з раною, повинно бути вільним від бактерій”.

**Антисептика** (грец. *Anti* – проти і *септікос* – гнійний) – сукупність хімічних, фізичних і біологічних методів видалення, знищення або пригнічення життєдіяльності потенційно небезпечних для здоров'я людини і тварин мікроорганізмів (бактерій, спор, вірусів та віріонів, мікроскопічних грибів) в ранах, на шкірі, слизових оболонках і в порожнинах з метою лікування інфекційних процесів.

Асептика і антисептика є базовими правилами організації та роботи відділень хірургічного профілю. Також цими правилами користуються при виконанні медичних маніпуляцій.

**Хімічний метод стерилізації** використовується для виробів і речовин, які не можна піддавати дії високих температур, наприклад, термолабільних поживних середовищ, складної медичної апаратури або пластмасового лабораторного посуду. Інструменти для ендоскопії й автоматичні піпетки можна також стерилізувати спиртом.



**Дезінфекція** – знищення патогенних мікроорганізмів (бактерій, вірусів, грибів, найпростіших та їх токсинів) в оточуючому людину середовищі, знезараження об'єктів навколишнього середовища за допомогою методів: *механічних* (вологе прибирання, провітрювання), *термічних* (гаряче повітря, гаряча вода + миючі речовини, водяний пар, спалювання, пастеризація (до  $t 70-80^{\circ}\text{C}$  протягом 30 хв,  $90^{\circ}\text{C}$  15 хв), тиндалізація (багаторазова дія парою – апарат Коха, автоклав  $60-65^{\circ}\text{C}$  по 1 год 5 днів, сироватки, антибіотики, лікарські речовини), хімічних речовин, що мають антимікробну дію. Дезінфікуючі речовини:

хлорне вапно (0,1-10% розчин)

хлорамін (0,5-5% розчин)

лізол (3-5% розчин)

фенол або карболова кислота (3-5% розчин)

Методи стерилізації: *прожарювання* та *випалювання* (петлі, шпалери пінцети предметні скельця), *кип'ятіння* – стерилізатор  $100^{\circ}\text{C}$  30-50 хв (голки, шприци, хірургічні інструменти), *текучим паром* – апарат Коха, автоклав, водяні бані  $100^{\circ}\text{C}$  3 дні підряд до 30 хв (дробна стерилізація) (желатин, молоко, поживні середовища з вуглеводами). Контроль здійснюється за допомогою методу „батистових” тест-об'єктів. Дезінфекція і стерилізація розчинами хімічних засобів, незважаючи на ефективність процесу, ускладнюються необхідністю видалення слідів розчину з поверхні виробу, що може спричинити за собою вторинну контамінацію при недотриманні правил дезінфекції.



# 18. Походження та еволюція мікроорганізмів

Бактерії поряд з археями були одними з перших живих організмів на Землі, з'явившись близько 3,9–3,5 млрд років тому. Еволюційні взаємини між цими групами ще до кінця не вивчені, є як мінімум три основні гіпотези: Н. Пейс передбачає наявність у них спільного предка протобактерії. Г. А. Заварзін вважає архей тупиковою гілкою еволюції еубактерій, за третьою гіпотезою археї – перші живі організми, від яких походять бактерії.

Еукаріоти виникли в результаті симбіогенезу з бактеріальних клітин набагато пізніше: близько 1,9-1,3 млрд років тому. Для еволюції бактерій характерний яскраво виражений фізіо-біохімічний ухил: при відносній бідності життєвих форм і примітивній будові, вони освоїли практично всі відомі зараз біохімічні процеси.

Найбільш поширеною є класифікація Берджі, в якій царство Procarvate ділиться на 4 розділи:

- 1) Gracilicutes (тонка стінка)
- 2) Firmicutes (товста стінка)
- 3) Tenericutes (позбавлені стінки)
- 4) Mendosicutes (є дефекти клітинної стінки)



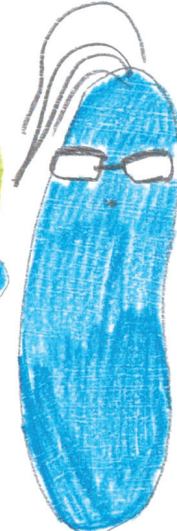
**Бактерія із 60-х**



**Бактерія із 2000-х**



**Хістерія**



**Достерія**

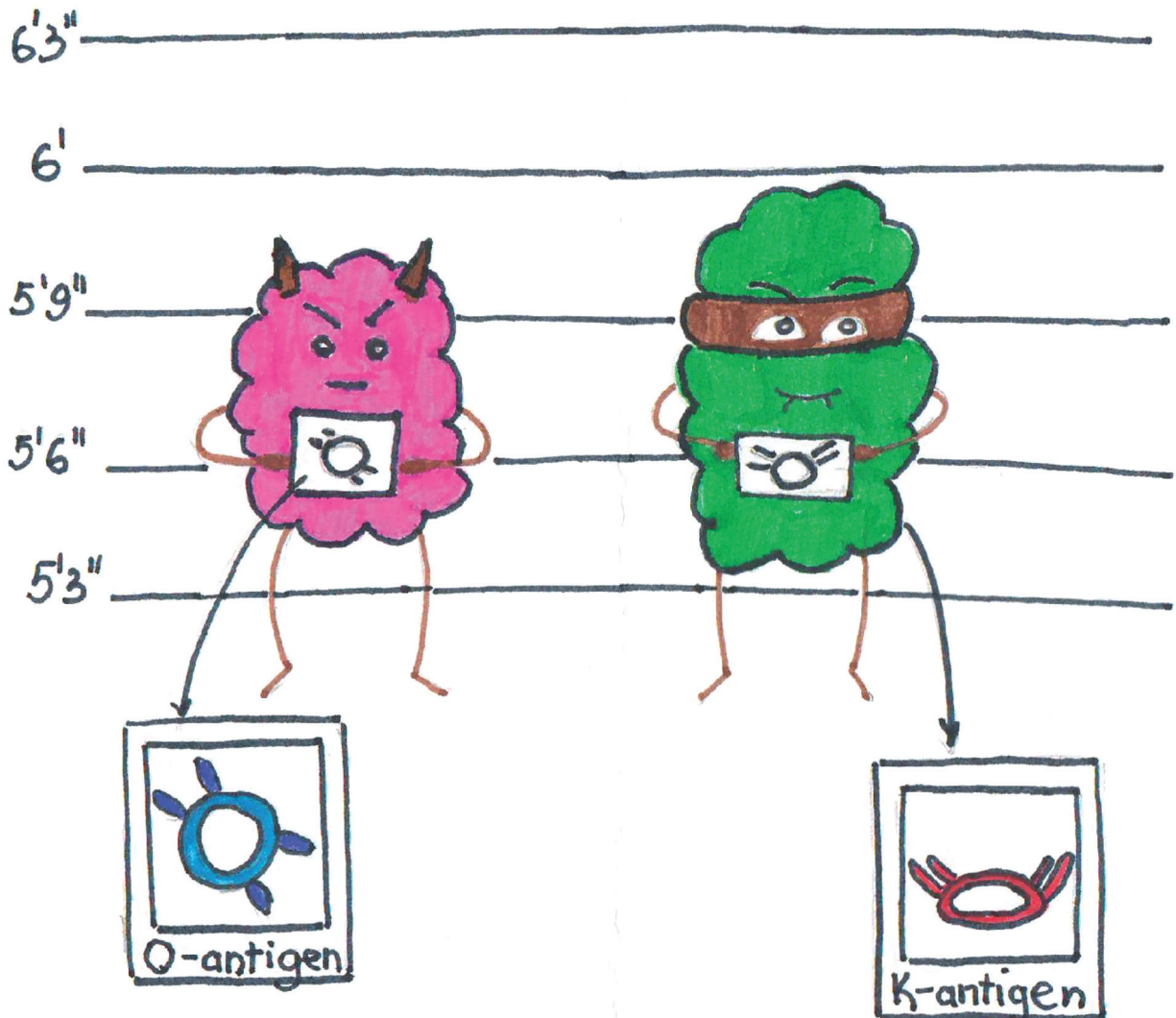


**Чубактерія**

# 19. Токсини мікроорганізмів: класифікація білкових токсинів, хімічний склад, одержання, вимірювання сили екзотоксинів

Токсини – фактори агресії. В залежності від зв'язку з клітинами виділяють: **екзотоксини** (зв'язані з клітинами, утворюються при руйнації), **ендотоксини** (виділяються живими патогенними мікроорганізмами як продукти життєдіяльності), **мезотоксини** (токсичні речовини, зв'язані тісно з клітинами, частково виділяються в середовище).

*Екзотоксини* – білки (9-19 амінокислот), виділяються в процесі життєдіяльності, термолабільні, дуже токсичні, діють після інкубації протягом 18-72 годин, виражена специфічність дії, чуттєві до спирту, кислоти, лугів, травних ферментів, при дії формаліну переходить в анатоксин, активні антигени.



**Ендотоксини** – ліпополісахариди із білком, виділяються при руйнуванні бактеріальної клітини, термостабільні, менш отрутні, діють досить швидко, малочуттєві до хімічних речовин, не переходять в анатоксини, слабкі антигени. За функціональною активністю токсини розділяють на типи: *цитотоксини* (нейротоксини, антиелонгатори – порушують синтез білка на етапі подовження поліпептидного ланцюга), *мембранотоксини* – підвищують проникність поверхневої мембрани еритроцитів (гемотоксин) і лейкоцитів (лейкоцидіни), руйнуючи їх, функціональні блокатори – блокують функції визначених тканинних систем (ентеро- і нейротоксини); *еритрогеніни* (ексфуліативні токсини, руйнують зв'язки між клітинами, викликають ексфуліацію (розшарування шкіри) або утворення червоних плям – висипки). Окремі частини цих токсинів імітують структури субодиниць гормонів, ферментів, нейромідиаторів макроорганізмів і блокують функціональну активність цих з'єднань. Ендотоксини гнітять фагоцитоз, викликають задишку, діарею, порушення серцевої діяльності, зміну температури тіла, активують компонент альтернативному шляху. Малі дози ендотоксину можуть викликати зворотний ефект.

**Одержання ендотоксинів:** мікроорганізми культивують на живильних середовищах і потім руйнують при обробці ультразвуком, температурою, спиртом, формаліном тощо.

**Одержання екзотоксинів:**

1. Вирощування мікроорганізмів на рідкому живильному середовищі. Мікроорганізми, що виділяють екзотоксини, називаються токсичними. Найчастіше гени токсичності знаходяться в клітинах у вигляді плазмід.

2. Фільтрування через бактеріальні фільтри – клітини залишаються на фільтрі, токсини – у фільтраті.

3. Концентрування екзотоксинів по методах осадження білка (додавання спирту, висмоктування сірчаноокислим амонієм).

4. Очищення білка токсинів.

5. Перевірка токсичності – на чутливих тваринах.

6. Визначення сили токсину в DLM – це кількість токсинів, яка викликає загибель 80-100% тварин певного виду, ваги за певний час.

## 20. Антигени: повноцінні і неповноцінні антигени. Характеристика

**Антиген** – це біополімер органічної природи, генетично чужорідний для макроорганізму, який при потраплянні в останній розпізнається його імунною системою і викликає імунні реакції, спрямовані на його усунення.

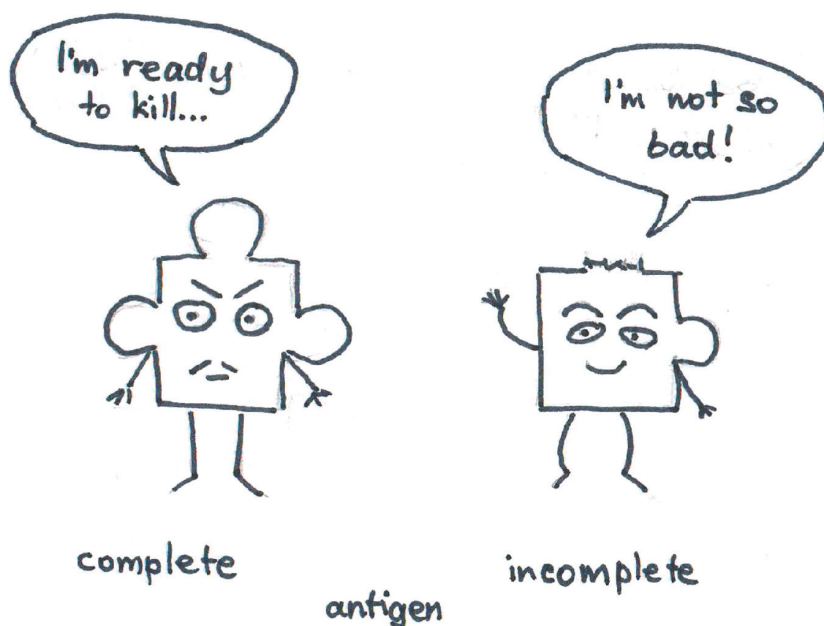
Антигени мають ряд характерних *властивостей*: антигенність, специфічність та імуногенність.

**Антигенність** – потенційна здатність молекули антигену активувати компоненти імунної системи і специфічно взаємодіяти з факторами імунітету (антитіла, клон ефektorних лімфоцитів). Іншими словами, антиген повинен виступати специфічним подразником відносно до імунокомпетентних клітин. При цьому взаємодія компонентів імунної системи відбувається не з усією молекулою одночасно, а тільки з її невеликою ділянкою, який отримав назву “антигенна детермінанта”, або “епітоп”.

**Специфічність** антигенів визначається структурними особливостями їхніх молекул. Під специфічністю антигенів розуміють здатність їх індукувати синтез антитіл і виникнення сенсibilізованих лімфоцитів, комплементарних до цього антигену, які активніше взаємодіють із цим антигеном порівняно зі спорідненим.

**Імунологічна специфічність** антигенів змінюється зі зміною їх хімічного складу та будови. Так, досить замінити одну-дві амінокислоти у складі поліпептидного ланцюга молекули білка або кінцеві амінокислоти – і такі молекули відрізняються за антигенністю. Інсулін вівці відрізняється від інсуліну коня, свині й бика лише однією амінокислотою, однак у деяких випадках він зумовлює індукцію слабкої імунної відповіді в цих тварин.

**Антигени бактеріальної клітини.** У структурі бактеріальної клітини розрізняють джгутикові, соматичні, капсульні та деякі інші антигени. Джгутикові, або Н-антигени, локалізуються в локомоторному апараті бактерій – їх джгутиками. Вони являють собою епітопи скорочувального білка флагеліну. При нагріванні, флагелін денатурує, і Н-антиген втрачає свою специфічність. Фенол не діє на цей антиген.





# 21. Антитіла, їх будова і властивості

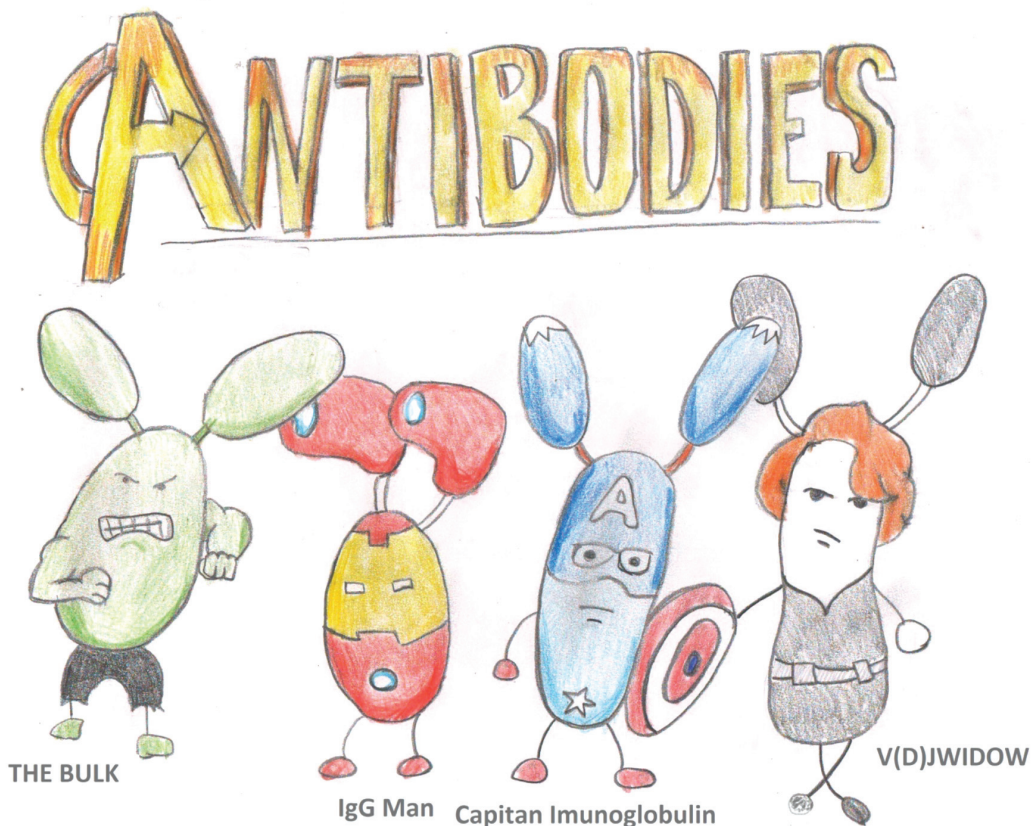
Наприкінці XIX ст. вже було встановлено, що у відповідь на введення в організм антигенів в сироватці крові, лімфі, екстрактах тканин накопичуються антитіла. У 1939 р. А. Тізеліусом та Е. Кеботом вони були ідентифіковані як  $\gamma$ -глобуліни.

Серед білків плазми крові імуноглобуліни складають 15 – 20%. До імуноглобулінів відносять білки тваринного походження, які здатні зв'язуватися з антигенами та мають активність антитіл.

**Антитіла** – це імуноглобуліни, які специфічно реагують з антигеном, що стимулює їх утворення. За хімічною природою вони є глікопротеїдами, тому що складаються з протеїну та олігосахариду, який містить гексозу, аміносахарозу та сіалову (нейрамінову) кислоту.

Імуноглобуліни виконують різноманітні біологічні функції. До первинних функцій антитіл відносять їх взаємодію з комплементарною структурою антигенів, до вторинних – фіксацію комплекта, участь у реакціях опсонізації, у прояві цитотоксичної дії, імунорегуляторний вплив на клітини імунної системи та виділення ними біологічно активних речовин тощо.

Таким чином, *основна функція* антитіл – ідентифікація антигену – зумовлена їх високою специфічністю, яка проявляється здатністю зв'язуватися з комплементарною в фізико-хімічному відношенні структурою антигену. Це сприяє руйнуванню антигену ферментними системами макроорганізму, тобто викликає його елімінацію.

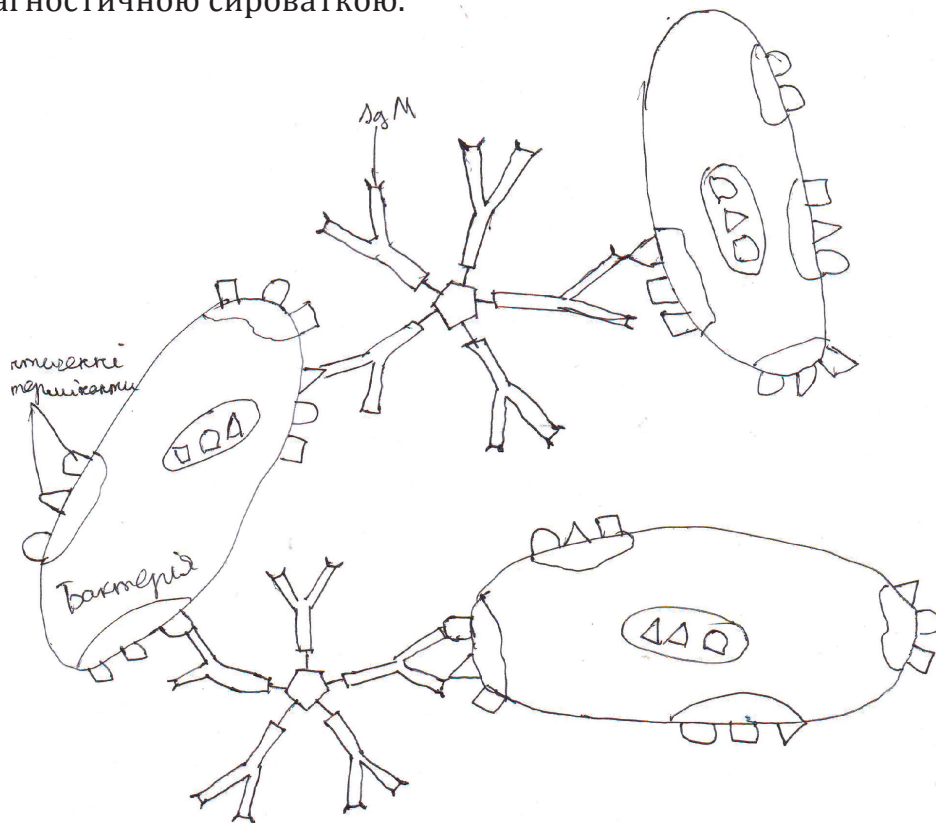


## 22. Реакція аглютинації, її механізм, різновиди

**Аглютинація** (від лат. *agglutinatio* – склеювання) – у біології – склеювання й зсідання завислих у рідині корпускул – бактерій, клітинних елементів крові тощо. Аглютинацію викликають специфічні антитіла білкової природи – аглютиніни. Реакцію аглютинації використовують для лабораторної діагностики деяких інфекційних хвороб, визначення групи крові тощо.

Розрізняють:

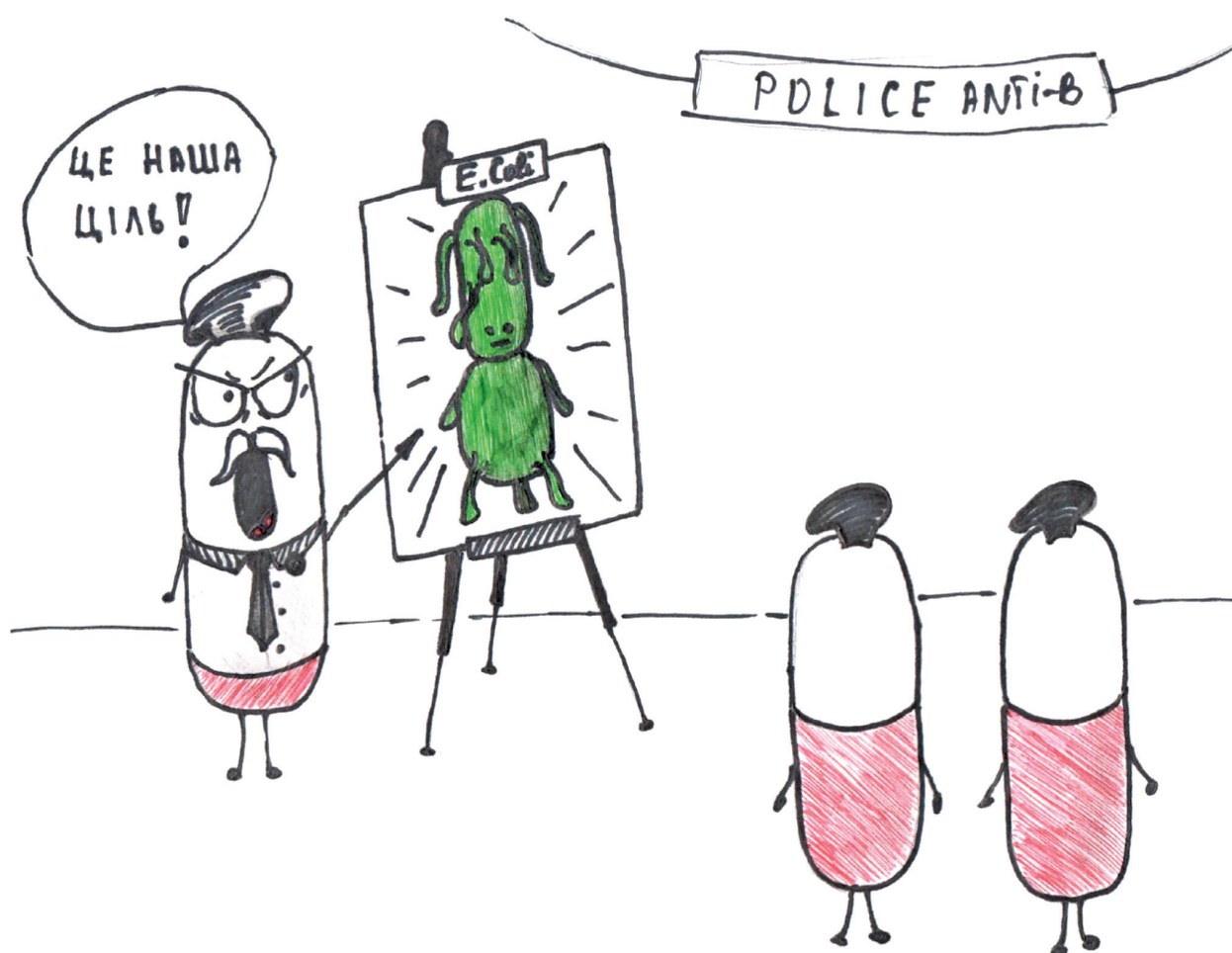
- прями реакції аглютинації, що використовують для виявлення антитіл у сироватці крові хворого. Додавання суспензії убитих мікробів до сироватки хворого викликає утворення пластівчастого осаду (позитивна реакція склеювання мікробів антитілами). Використовується для визначення черевного тифу, паратифу й ін.
- реакція пасивної, чи непрямой гемаглютинації заснована на використанні еритроцитів з адсорбованими на їхній поверхні антигенами, взаємодія яких з відповідними антитілами сироватки крові хворих зумовлює до утворення фестончатого осаду. Використовується для визначення вагітності, виявлення підвищеної чутливості хворих до лікарських препаратів і гормонів;
- реакція гальмування гемаглютинації заснована на здатності антитіл імунної сироватки нейтралізувати віруси, що у результаті утрачають властивість склеювати еритроцити. Використовується для діагностики вірусних хвороб;
- реакція коаглютинації – різновид реакції аглютинації, у якій антигени збудника визначають за допомогою стафілококів, попередньо оброблених імунною діагностичною сироваткою.



## 23. Антибактеріальні препарати: характеристика, принципи одержання, класифікація, одиниці виміру

Антибактеріальні препарати (антибіотики) є групою, яка найчастіше застосовується у медичній практиці. У світовій медичній практиці знайшли використання близько 200 препаратів.

Антибіотики (лат. *Anti* – проти і *bios* – життя) – це речовини мікробного, рослинного і тваринного походження, що мають високу протимікробну активність. Термінами антибактеріальні засоби, антибіотики, хіміотерапевтичні засоби поєднують усі лікарські препарати, які пригнічують життєдіяльність таких збудників інфекційних захворювань, як бактерії, гриби, віруси, найпростіші. Антибактеріальні засоби за походженням поділяють на: а) *природні* – які продукуються мікроорганізмами; б) *напівсинтетичні* – одержані в результаті модифікації структури природних; в) *синтетичні*. Характер дії препаратів може бути бактерицидним, під яким мають на увазі повне руйнування клітини інфекційного агента, і бактеріостатичним, що базується на припиненні поділу його клітин.





### **Загальні принципи раціональної антибактеріальної терапії:**

- 1) застосування антибактеріального препарату варто проводити на ранньому періоді захворювання, відразу після встановлення діагнозу;
- 2) перед початком лікування слід зібрати алергологічний анамнез і провести діагностичні алергологічні проби;
- 3) важливо призначити антибактеріальний препарат, до якого високочутлива патогенна клітина, тобто ріст і розмноження її припиняються при призначенні середньотерапевтичних доз;
- 4) за відсутності можливості швидкого проведення бактеріологічного дослідження слід починати емпіричне лікування препаратами широкого спектру дії, орієнтуючись на передбачуваних збудників захворювання;
- 5) необхідно в короткі терміни створити у тканинах терапевтичну концентрацію антибактеріального препарату, яка б перешкождала поділу та росту мікроорганізмів;
- 6) необхідно правильно використовувати способи застосування препарату (парентерально, всередину, місцево), його разову, добову та курсову дозу;
- 7) варто використовувати такі протимікробні препарати, що виключають чи максимально обмежують шкідливу дію бактерій;
- 8) для підвищення ефективності лікування слід використовувати синергоїдні комбінації протимікробних препаратів, але не призначати при цьому препарати з односпрямованою небажаною дією;
- 9) для покращення ефекту антибактеріальної терапії раціонально одночасно застосовувати лікарські препарати інших груп (антисептичні, ферментні, проти-запальні, антигістамінні, імуностимулюючі засоби, ін.);
- 10) профілактичне застосування антибіотиків допустиме тільки за певними показаннями (планові і невідкладні втручання в хірургічній практиці, проведення хірургічних маніпуляцій у групі імунокопрометованих хворих, проникаючі поранення черепа, профілактика сепсису в ослаблених хворих, контакт з хворими на особливо небезпечні інфекції, ін.).

## 24. ESKAPE-патогени – стійкі до протимікробних препаратів бактерії

В систематичному огляді встановлено, що фаготерапія ефективна та безпечна для лікування інфекцій, спричинених бактеріями ESKAPE – збудниками, що найчастіше демонструють стійкість до антибіотиків та є причиною більшості госпітальних інфекцій

ESKAPE – це не тільки аббревіатура назв бактерій:

1. *Enterococcus faecium*
2. *Staphylococcus aureus*
3. *Klebsiella pneumoniae*
4. *Acinetobacter baumannii*
5. *Pseudomonas aeruginosa*
6. Деяких інших представників родини Enterobacteriaceae, а й гра слів: *escape* з англ. – вислизати.

Отже, патогени ESKAPE відомі тим, що часто “вислизають” від впливу антибіотиків, причому не одного, а багатьох антибіотиків.

Поширення мультирезистентних штамів бактерій вимагає термінового пошуку засобів боротьби з ними. Перспективним напрямком лікування мультирезистентних інфекцій є використання бактеріофагів, специфічних до збудників, – фаготерапія.



# 25. Бактеріофаги

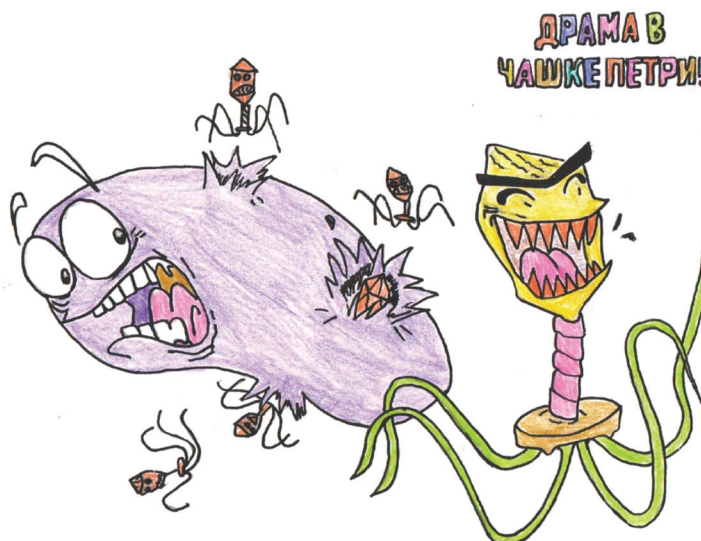
*Бактеріофаги* – це віруси, що мають здатність проникати в бактеріальні клітини, репродукуються в них і викликати їх лізис. Бактеріофаги складаються з голівки округлої гексагональної або паличкоподібної форми діаметром 45–140 нм і відростка завтовшки 10–40 і завдовжки 100–200 нм (деякі не мають відростка). Голівка бактеріофага складається переважно з дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) (довжина її нитки у багато разів перевищує розмір голівки і досягає 60–70 мкм, ця нитка щільно скручена в голівці) або рибонуклеїнової кислоти (РНК) і невеликої кількості (близько 3%) білка і деяких інших речовин.

Більшість фагів характеризуються видоспецифічністю, тобто діють лише на окремі види бактерій, а деякі навіть здатні руйнувати окремі варіанти одного і того ж виду. Тому їх використовують з метою діагностики – визначають, які саме бактерії переважають в людини у слизових чи які з них спричинили захворювання, для дослідження джерела збудника.

Вони є альтернативою антибіотиків та інших хіміотерапевтичних препаратів, іноді перевищують їх за ефективністю, не викликаючи побічних токсикоалергічних реакцій.

### *Практичне використання*

- для профілактики інфекційного захворювання (наприклад: холери, газової гангрені);
- для лікування інфекційного захворювань;
- для діагностики інфекційного захворювання – бактеріофаг часто виділяють в кінці захворювання (дизентерія);
- для ідентифікації виділених збудників – використовують чутливих до бактеріофагів, виділяють для виявлення джерела внутрішньої інфекції;
- бактеріофаги використовують для генної інженерії в ролі вектора;
- для створення вакцини (проти чуми);
- для контролю за забрудненням навколишнього середовища бактеріями і вірусами.



## 26. Інфекційний процес: фактори, що зумовлюють виникнення інфекційного процесу

Інфекція – зараження.

Інфекція відноситься до паразитичних взаємин. Мікроб-паразит, людина-хазяїн. Інфекція як *інфекційний процес* – історично сформований комплекс усіх біологічних явищ і процесів в організмі при проникненні і розмноженні в ньому патогенних мікроорганізмів чи генетичного матеріалу. Інфекційне захворювання – виражений ступінь прояву процесу в організмі. Розвиток інфекції залежить від трьох факторів: патогенність мікроорганізму, чутливість макроорганізму, умов навколишнього середовища.

**Тріада Коха.** Збудники повинні відповідати таким умовам:

1) збудник повинен знаходитись в організмі при даному захворюванні і не зустрічатись при інших або у здорової людини;

2) збудник повинен бути виділений в чистій культурі;

3) при введенні в організм тварин потрібно створити в них аналогічну хворобу.

*Значення* тріади: ці положення були важливі для відкриття і опису нових збудників, у теперішній час не усі положення тріади Коха вірні, деякі збудники можуть зустрічатись при різних захворюваннях (стафілокок), важко іноді виділити чисту культуру і не завжди є чутливі тварини.

*Резервуар інфекції* – біоценоз, в якому патогенний мікроорганізм існує як біологічний вид. За резервуарами розрізняють *антропонозні* інфекції, коли збудник циркулює серед людей; *зоонозні* інфекції, коли збудник циркулює серед тварин, від яких заражається людина; *сапронозні* інфекції, коли збудник існує як біологічний вид у довкіллі (вода, ґрунт) і для його існування, як біологічного виду, не потрібні організми людей чи тварин. *Джерело інфекції* – конкретний організм (ланка біоценозу) від якої настає зараження. *Носійство* – явище, коли мікроорганізм розмножується і виділяється з організму людини чи тварини без видимих ознак хвороби.





# 27. Імунітет: визначення, види і форми імунітету

*Імунітет* – це сукупність захисних механізмів організму, що спрямовані на підтримку його генетичної сталості. Імунітет допомагає організмові боротися з різними чужорідними чинниками: бактеріями, вірусами, отрутами, сторонніми тілами тощо. Імунні реакції є причиною відторгнення пересаджених тканин та органів.

Клітинний імунітет, або фагоцитоз, більшу роль відіграє у місцевих запальних процесах. У разі загальних інфекцій більшого значення набуває гуморальний імунітет. Його основним проявом є утворення певними видами лейкоцитів – лімфоцитами – антитіл на певні антигени (чужорідні для організму хімічні речовини, бактерії, віруси тощо).

Розрізняють природжений і набутий імунітет. За природженого імунітету антитіла присутні в організмі з народження, вони успадковуються від батьків. Наприклад, людина не хворіє на холеру чи ящур корів. Набутий імунітет виникає після того, як людина перехворіє на якийсь інфекційне захворювання. Так, перехворівши на коклюш, кір, вітрянку, віспу, людина, як правило, не хворіє на ці хвороби повторно, бо в організмі утворилися антитіла, що відновлюються впродовж усього життя.

## Види імунітету:

1) за походженням:

- видовий (притаманний певному виду);

- набутий:

а) природній: активний (коли людина перехворіла) та пасивний (через плаценту або молоко);

б) штучний: активний та пасивний.

2) за направленням дії:

а) антибактеріальний;

б) антивірусний;

с) антитоксичний.

3) за проявленням:

а) місцевий

б) загальний.



## 28. Клітини імунної системи: види (Т-, В-лімфоцити і макрофаги)

*Імунна система* – лімфоїдна тканина, яка взаємодіє з іншими системами і робить специфічний контроль сталості внутрішнього середовища і гомеостазу. Органи імунної системи.

1) центральні органи – тимус, кістковий мозок (сумка в птахів Bursa fabricii, bone marrow – кістковий мозок у людей та ссавців);

2) периферичні органи – пейєрові бляшки, лімфатичні вузли, селезінка, мигдалини і кола кровообігу.

Функції вилочкової залози: продукція класу імунних клітин-Т-лімфоцитами, синтез гормонів, що впливають на дозрівання імунних клітин, фактора росту і речовин подібних до інсуліну й кальцитоніну.

*Імунна пам'ять* – здатність імунної системи відповідати на повторне проникання антигенів швидким розвитком специфічних реакцій за типом повторної імунної відповіді. До клітин пам'яті відносять популяцію Т- і В-лімфоцитів, тривалість життя яких може становити місяці й роки.

**Імунокомпетентні клітини** – імуноцити: *Т-лімфоцити* (55-60%):

➤ Т-кілери – лімфоцити, які руйнують чужорідні клітки (пухлини, трансплантанти) без участі антитіл і комплемента

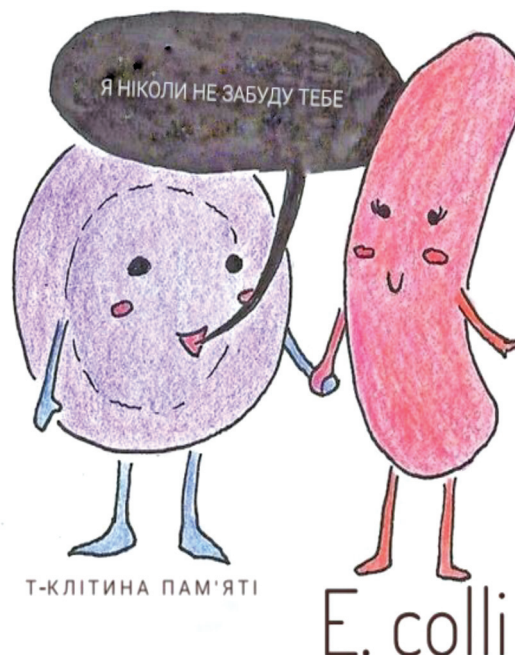
➤ Т-хелпери – взаємодіють з В-лімфоцитами, стимулюють їхню проліферацію і трансформацію в плазматичні клітки, які утворюють антитіла

➤ Т-супресори гнітять проліферацію В-лімфоцитів і продукцію антитіл. Сприяють розвитку імунологічної толерантності

➤ Т-ефектори – клітини, які відповідають за клітинні реакції імунітету, відторгнення трансплантанта, протипухлинний протівірусний імунітет.

➤ Т-ампіліфери – клітини підсилювачі функції Т-ефекторів і ін.

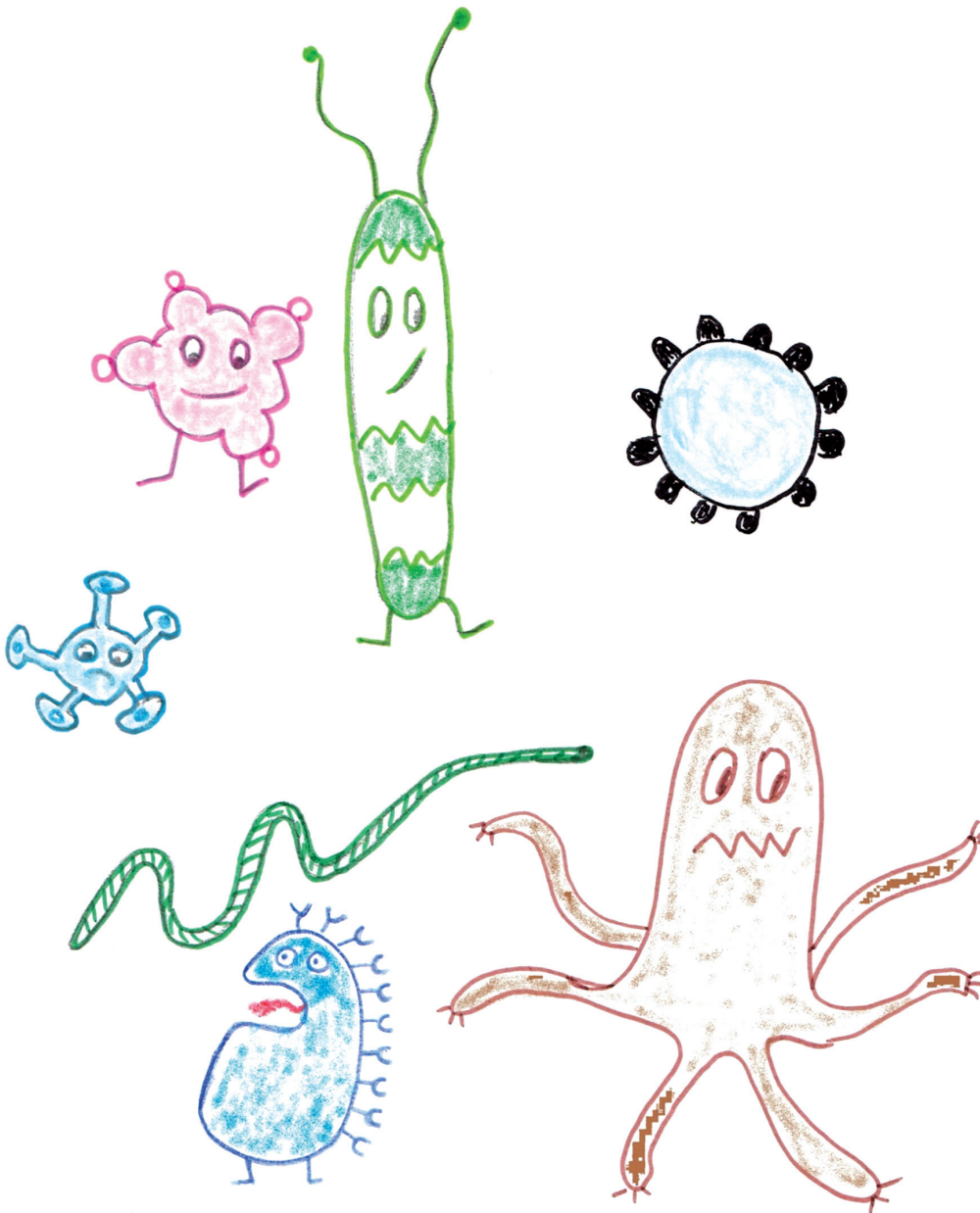
➤ Т-лімфоцити пам'яті – зберігають інформацію про антиген і передають її іншим клітинам.



## 29. Нормальна мікробіота тіла людини, її роль у фізіологічних процесах і виникненні патології людини

**Нормальна мікробіота** людини – це сукупність мікроорганізмів-симбіонтів (мутуалів і коменсалів), що заселяють поверхні та порожнини тіла, які сполучаються із зовнішнім середовищем. Мікробіота різноманітна і досить лабільна, її склад залежить від багатьох факторів: санітарно-гігієнічних умов проживання людини, особливостей її харчування, обміну речовин, стану здоров'я, гормонального статусу та ін. До складу мікробіоти входить понад 500 видів мікроорганізмів. Загальна кількість клітин бактерій – представників мікробіоти – становить близько  $10^{14}$ – $10^{15}$ , що на порядок перевищує кількість клітин в організмі людини.

За ознакою тривалості перебування в організмі розрізняють *резидентну*, *факультативну* та *транзиторну* мікробіоту.



**Індигенна** (головна, облігатна, власна) **мікробіота** складає 95-99% від загальної кількості бактерій в організмі. Це найбільш розповсюджені і корисні симбіонти людини – біфідобактерії, лактобацили, пропіоновокислі бактерії. Бактерії, що належать до індигенної мікрофлори, на епітелії порожнин та травного каналу утворюють захисний слизовий бар'єр – так звану *біоплівку* (див. п. 9), яка складається із шару слизу, молекул секреторного імуноглобуліну А, мікроколоній індигенних бактерій та їх метаболітів. Біфідобактерії, як найбільш строгі анаероби, колонізують найбільш близьку до епітелію зону, а лактобацили, серед яких окрім облігатних анаеробів зустрічаються і мікроаерофіли, заселяють більшу поверхню. До індигенної мікробіоти належать також умовно-патогенні мікроорганізми – бактероїди і фузобактерії, які при порушенні балансу в біоценозі можуть призводити до розвитку інфекційно-септичних процесів.

**Резидентна** (автохтонна) **мікробіота** присутня в організмі достатньо довгий час – до місяця і більше. У свою чергу, серед представників резидентної мікробіоти можна виділити індигенну і факультативну мікрофлору.

**Факультативна** (додаткова, супроводжувальна) **мікробіота** представлена факультативно-анаеробними бактеріями видів: *Escherichia coli* та *Enterococcus faecium*. У нормі концентрація цих бактерій не перевищує 5%.

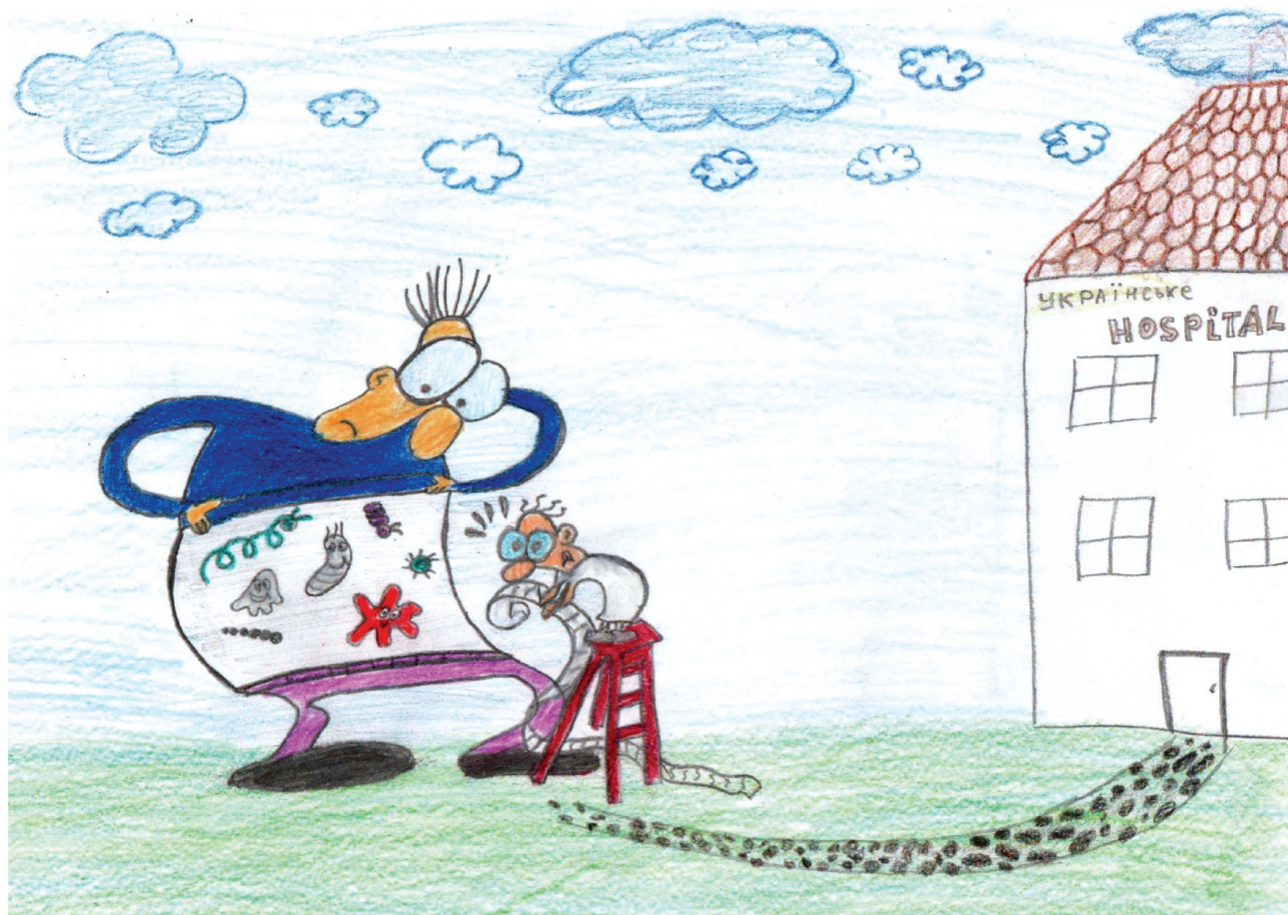
**Транзиторна** (залишкова, алохтонна) **мікробіота** потрапляє в організм із зовнішнього середовища і, як правило, через 2-3 дні виводиться. До алохтонної мікробіоти відносять умовно-патогенні види родів: *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, а також мікроскопічних грибів роду *Candida* тощо.



## 30. Дисбактеріоз і причини його виникнення

**Дисбактеріоз (дисбіоз)** – це порушення кількісного та якісного співвідношення у складі мікробіоти (в основному в товстому кишечнику), тобто порушення еубіоза. Дисбіози реєструються практично у всіх хворих з гострою та хронічною патологією, після перенесених кишкових інфекцій, тривалої антибактеріальної та гормональної терапії, у хворих на харчову алергію тощо. Ендогенними чинниками дисбіозу можуть бути захворювання шлунка (особливо при зниженій секреції соляної кислоти), підшлункової залози, печінки, нирок, В12-фолієводефіцитна анемія, резекція шлунку та тонкої кишки, новоутворення, цукровий діабет, імунодефіцити та аутоімунні хвороби, нераціональне харчування та голодування, похилий вік та ін. Дисбіоз може виникати в умовах агресивного зовнішнього середовища і зокрема під впливом таких екзогенних факторів, як промислові отрути, іонізуюче випромінювання, несприятливі санітарно-гігієнічні, екологічні та кліматогеографічні умови тощо.

Для лікування дисбіозу і корекції складу мікробіоти використовують пробіотики і пребіотики.



# 31. Пробиотики, пребіотики – препарати для відновлення нормальної мікробіоти тіла людини

**Пробиотики** – це препарати, які містять живі мікроорганізми (зазвичай ліофільно висушені). Вони застосовуються для відновлення нормального складу мікробіоти і витіснення умовно-патогенних штамів. У теперішній час в арсеналі лікарів є багато різноманітних за складом препаратів пробиотиків, які мають різну направленість дії. Далі надається *класифікація пробиотиків*:

**Препарати монокультур** нормобіоти кишечника: *Колібактерин* (ліофілізована культура *E. coli* M-17, вживають як антагоніст шигел), *Біфідумбактерин*, *Лактобактерин*, *Лактовіт* (препарат збагачений вітамінами);

**Комбіновані препарати**, які містять облігатну та факультативну нормобіоту: *Біфікол* (біфідобактерії та кишкова паличка), *Йогурт* (біфідобактерії, лактобацили, молочнокислі стрептококи), *Лінекс* (лакто-, біфідобактерії, *Enterococcus faecium*);

**Комплексні препарати** містять мікроорганізми та інші компоненти для посилення терапевтичного ефекту: *Біфіформ* (біфідобактерії, *Enterococcus faecium*, екстракт дріжджів, глюкоза, лактулоза), *Субалін* (генно-інженерний штам *Bacillus subtilis* здатний виробляти інтерферон завдяки вбудованому у хромосому гену інтерферона)

**Антагоністи** – це препарати бактерій і дріжджів, які не є представниками нормобіоти, але активно витісняють умовно-патогенні штами бактерій і згодом самоелімінуються (*Бактисубтил*, *Біоспорин*, *SL-бактерин*, *Споробактерин*, *A-бактерин*, *Ентерол*).

Друга група мікробних препаратів, які використовуються для корекції нормальної мікрофлори представлена пребіотиками.

**Пребіотики** – це препарати, які містять продукти мікробного метаболізму. Так, пребіотик *Хілак Форте* містить молочну кислоту та інші метаболіти молочнокислих бактерій. Він знижує *pH* середовища кишечника і тим самим перешкоджає розвитку патогенної, гнилісної та газоутворюючої мікробіоти. У медичній практиці використовуються й інші препарати пребіотиків – *Дуфалак*, *Нормазе*, *Портала*. Вони містять такі продукти метаболізму, як фруктоолігосахариди.



## 32. Мікробіота харчових продуктів

Основною метою будь-якого суспільства є поліпшення якості життя людей, важливою частиною складового якого є стан здоров'я людини, що значною мірою залежить від якості харчових продуктів. Харчові продукти, що особливо містять багато води (швидко псуються), є хорошим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Для запобігання мікробному псуванню продуктів при транспортуванні, зберіганні і реалізації необхідно знати мікробіоту продуктів і її походження, властивості окремих представників, їх біохімічну діяльність, умови розвитку. Проблема якості харчових продуктів настільки важлива, що у високорозвинених державах встановлюється правова основа гарантії якості та безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів. Тобто забезпечення якості харчових продуктів і їх безпека розглядається на державному рівні. Правові основи забезпечення якості харчових продуктів і здійснення їх контролю встановлює низка законів, що набули чинності в Україні. Закон України "Про захист прав споживачів" регламентує право споживачів на відповідну якість продукції, її безпеку та достовірну інформацію на неї. Тому вони мають бути якісними і не містити шкідливих речовин або інших відхилень, які можуть зашкодити здоров'ю людини.





## 33. Карієс зубів: причини та ознаки, профілактика

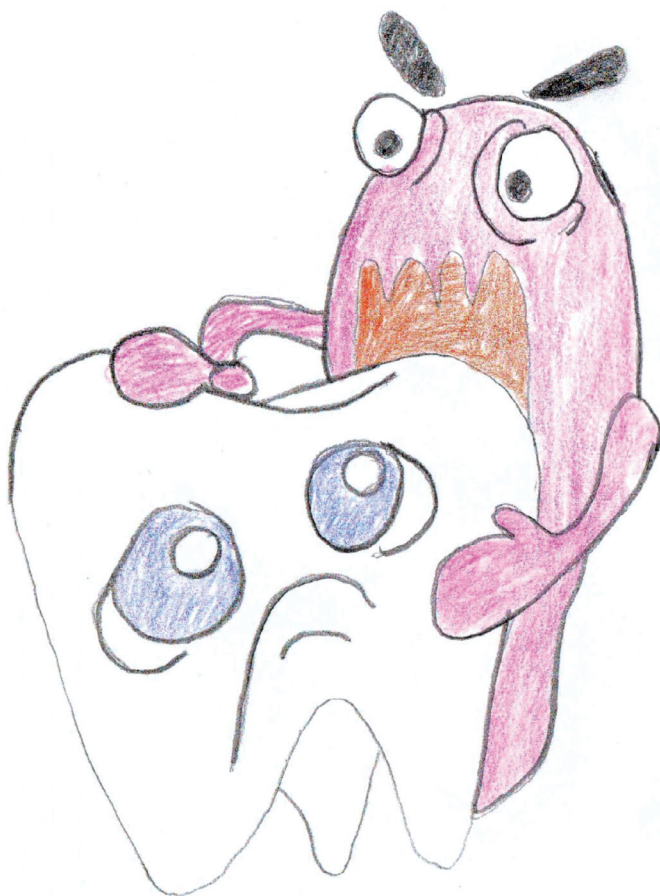
**Карієс** – це захворювання зуба, при якому відбувається руйнування емалі та дентину, в результаті на його поверхні утворюється пошкодження – “дірка”.

Стоматологи розрізняють дві стадії карієсу: ранню – стадію каріозної плями (білої і пігментованої), і пізню – стадію утворення дефекту твердих тканин зуба (поверхневий, середній і глибокий карієс).

Карієс розвивається в результаті життєдіяльності бактерій, які рясно містяться в м'якому зубному нальоті. Зубний наліт, в свою чергу, утворюється при споживанні “м'якої” термічно обробленої їжі, з великим вмістом вуглеводів. Також у формуванні зубного нальоту беруть участь в основному кислотоутворюючі стрептококи (*Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus salivarius*), для яких характерне анаеробне бродіння і лактобактерії (*Lactobacillus*).

А це саме та їжа, яка входить до основного раціону сучасної людини. Якщо зубний наліт вчасно не видаляти, бактерії починають посилено розмножуватися. Чим більше їх стає, тим більше вони виділяють кислоти, яка, фактично, вимиває фтор і кальцій із зубної емалі. Поступово емаль розм'якшується, а бактерії проникають все глибше і глибше в зуб, пошкоджуючи його.

У розвитку карієсу зубів також велику роль відіграють зовнішні фактори (гігієна зубів), спадковість і стан самого організму в цілому (імунної, травної системи тощо). Крім поганого очищення зубів від нальоту, причиною карієсу може стати неправильне харчування (нестача білків, вітамінів, мінеральних солей, фтору), надмірне вживання солодкого, а також стреси.



Ознаки карієсу:

- на зубах (зазвичай на жувальній поверхні) з'являються темні точки;
- поверхня зуба стає шорсткою;
- під час їжі зуби починають нити, реагувати на солодке і кисле, гаряче і холодне;
- може з'явитися неприємний запах з рота;
- зубочисткою або навіть язиком можна намацати порожнину в зубі.



➤ карієс може так сильно і глибоко пошкодити зуб, що виявиться порушеною його ніжна частина – пульпа, в якій проходять нерви і судини. Пацієнти мучаться від гострого болю, як раз ті нещасні, у яких карієс перейшов в пульпіт.

## Профілактика карієсу

*Профілактика* – це система соціальних, медичних, гігієнічних і виховних заходів, які направлені на запобігання захворювань шляхом усунення причин і умов їх виникнення і розвитку, а також на підвищення опірності організму до несприятливих факторів оточуючого природного, промислового і побутового середовища, які можуть викликати патологічні зміни.

З точністю діагностувати карієс може тільки стоматолог. Це пов'язано з тим, що карієсогенний процес починається нижче поверхневого шару емалі, де він є непомітним на перший погляд.

До процесу утворення карієсу найчастіше схильні поглиблення жувальних поверхонь молярів, міжзубні поверхні, та поверхні, що контактують із ясенним краєм. Незалежно від місця його виникнення, найкращий спосіб діагностики та лікування карієсу – це регулярне відвідування стоматолога для періодичного огляду, що допоможе запобігти переходу карієсогенного процесу у більш важкі стадії.

Краще попередити, ніж лікувати. Це актуально для всіх захворювань. Щоб звести до мінімуму можливість появи карієсу, необхідно:

- здійснювати регулярно догляд за порожниною рота;
- зменшити в раціоні кількість солодощів;
- застосовувати для догляду за ротовою порожниною фторвмісні зубні пасти;
- правильно чистити зуби;
- застосовувати для догляду за порожниною рота ополіскувачі;
- відвідувати стоматолога не менше двох разів на рік для профогляду.

Важливу роль відіграє загальне оздоровлення організму, дотримання гігієни рота, усунення деформацій зубів.

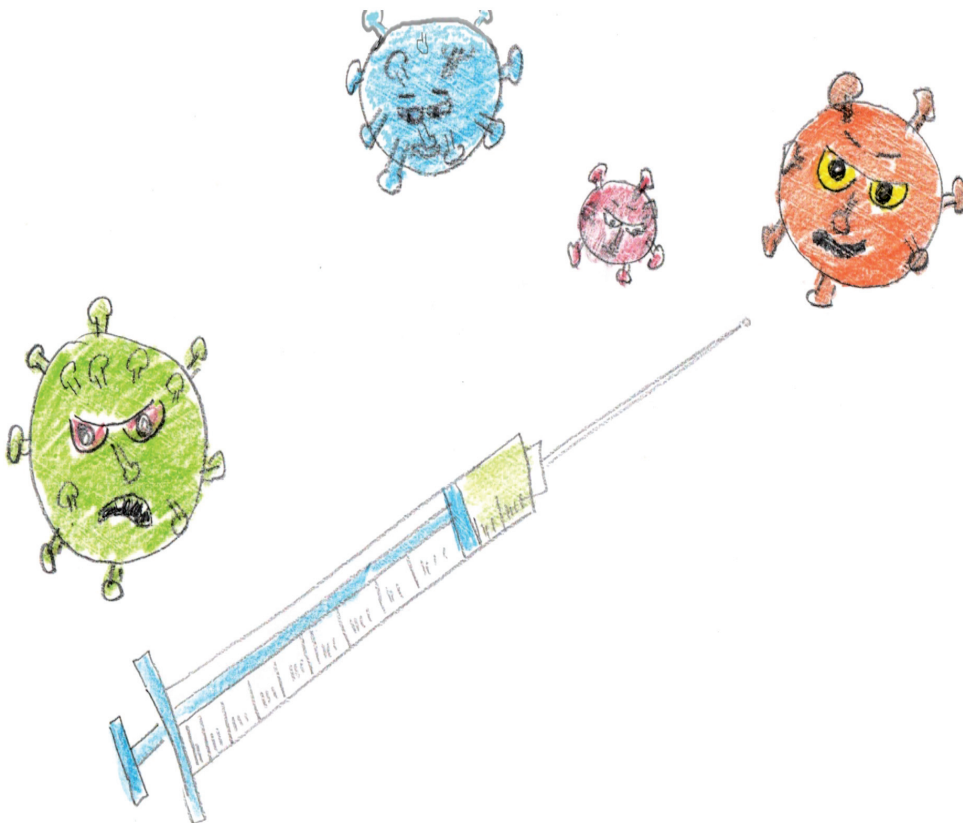


## 34. Живі вакцини: принципи одержання, контроль, практичне використання живих вакцин, оцінка ефективності

**Живі вакцини** – біологічні препарати, виготовлені з живих бактерій або вірусів із пониженою вірулентністю, але вираженими імуногенними властивостями. Вони нездатні в звичайних умовах викликати захворювання, але слабкий інфекційний процес при цьому має місце. Тому живі вакцини, як найбільш ефективні препарати для щеплення, індукують довготривалий і напружений поствакцинальний імунітет. Досить однократного введення препарату, щоб розвинулась несприйнятливість до збудника.

Для виготовлення живих вакцин використовували методи зниження вірулентності (атенуацію) бактерій, вірусів, створюючи несприятливі умови культивування. Серед живих вакцин найбільш широко використовується протитуберкульозна вакцина БЦЖ (BCG – Bacterium Calmette, Guerin).

При виготовленні деяких вакцин збудники культивують у курячому ембріоні (рикетсії висипного тифу, віруси грипу, кору, паротиту), вирощують вакцинні штами у культурах тканин (вакцини проти кору, жовтої гарячки, поліомієліту, сказу).



Крім атенуації, живі вакцини можна одержувати шляхом селекції (відбору) з існуючих у природі штамів таких варіантів, які мають найменшу вірулентність (вакцини проти бруцельозу, туляремії, віспи, поліомієліту).

У той же час, незважаючи на високу ефективність, живі вакцини мають ряд недоліків. Їх важко зберігати, стандартизувати, контролювати активність. У людей з імунodefіцитами живі вакцини можуть викликати захворювання.

На даний час знову набуває великого значення метод атенуації. Але докорінно змінились самі принципи атенуації – зниження вірулентності мікроорганізмів. З цією метою використовують генетично модифіковані мікроорганізми (бактерії, віруси). Такі вакцини містять або непатогенні мікроорганізми, які синтезують антигенні детермінанти певного патогенного збудника, або штами патогенних бактерій, у яких вилучені гени патогенності.

Наприклад, створено штам холерного вібриону, у якого вилучено ген, який кодує А1-пептид – відповідальний за синтез ентеротоксину. Ефективність імунізації таким штамом висока.

Інший сучасний спосіб одержання атенуєваних вакцин полягає у вилученні з геному патогенних бактерій ділянок генів, які відповідають за незалежні життєво важливі функції. Вважається, що такі штами будуть мати незначну здатність до розмноження і продукції факторів патогенності. Одержано протисальмонельозну вакцину, у бактерії якої внесені зміни в гени, що кодують синтез ароматичних сполук і метаболізм пуринів.

# 35. Апоптоз

*Старіння клітини* – закономірний не обернений руйнівний процес вікових змін, що призводить до порушень метаболізму клітини, її пристосувальних можливостей, підвищує вірогідність її смерті.

Найпоширенішими видами клітинної загибелі є апоптоз і некроз. Природна запрограмована смерть клітини називається **апоптозом**, на відміну від некрозу – пасивної загибелі клітин внаслідок інтенсивної дії шкідливих факторів навколишнього середовища (травм, нестачі кисню, високої температури тощо). Слід зазначити, що обидва процеси (апоптоз і некроз) можуть відбуватися незалежно один від одного, послідовно, і навіть одночасно.

На клітинному рівні смерть – процес нормальний і необхідний, відсутність якого порушила б певним чином функції організму. Розглядаючи смерть клітини як біологічну проблему, що не пов'язана зі смертю цілого організму, можна виділити дві категорії цього явища: смерть клітин внаслідок старіння, яка впродовж життя організму врівноважується відповідними новоутвореннями і заміщеннями молодих клітин; та смерть, яка настає у результаті нормальних процесів розвитку й диференціації, наприклад, під час ембріонального розвитку організмів, метаморфозу личинок тощо. Відомі усім випадки перетворення пуголовка на жабу, гусениці на метелика супроводжуються загибеллю великої кількості клітин. Цікаво, що шляхом апоптозу клітин шкірних перетинок між пальцями формуються п'ятипалі кінцівки наземного типу.



Апоптоз – клітинне харакірі



Отже, **апоптоз** – це нормальний генетично запрограмований процес загибелі клітин під час розвитку організму. Термін походить від грецького слова, що означає “листопад”. Подібно до того, як рослина звільняється від листя з метою оновлення і збереження цілісного організму, апоптоз має велике значення у видаленні дефектних чи непотрібних клітин з цією ж метою! Завдяки апоптозу здійснюються формоутворюючі процеси під час ембріонального розвитку; точно регулюється кількість клітин в тих чи інших органах і тканинах (підтримується тканинний гомеостаз); відбувається видалення старіючих клітин у зрілих тканинах, забезпечення важливих імунних реакцій, знищення генетично змінених чи потенційно небезпечних клітин (клітин пухлин, деяких лімфоцитів, пошкоджених, інфікованих бактеріями і вірусами клітин). Саме апоптоз називають запрограмованою клітинною загибеллю I типу.

## **Використана та рекомендована література для поглибленого вивчення курсу**

1. Климнюк С. І, Ситник І. О., Творко М. С., Широбоков В. П. Практична мікробіологія. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2004.
2. Данилейченко В. В., Федечко Й. М., Корнійчук О. П. Мікробіологія з основами імунології. – К.: Медицина, 2009.
3. Методичні розробки до практичних занять із загальної мікробіології для студентів стоматологічного факультету / за ред. Данилейченка В. В. – Л., 2004.
4. Посібник до практичних занять з спеціальної мікробіології та вірусології для студентів стоматологічного факультету / за ред. Данилейченка В. В. – Л., 2005.
5. Царев В. Н. Микробиология, вирусология и иммунология. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
6. Борисов Л. Б. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. – М.: МИА, 2005.
7. Воробьев А. А., Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. – М., 2006.
8. Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія: підручник для студ. ВНЗ / Андрианова Т. В., Бобир В. В., Виноград В. О. [та ін.]; за ред. В. П. Широбокова. – Вінниця: Нова книга, 2011. – 951 с.
9. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология : учебник для студ. высш. мед. учеб. заведений : пер. с укр. издания / [Андрианова Т. В., Бобырь В. В., Виноград Н. А. и др.] ; под ред. В. П. Широбокова. – Винница : Нова книга , 2015. – 856 с.
10. Борисов Л. Б. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология / Л. Б. Борисов. – 5-е изд., испр. – М.: ООО Медицинское информационное агентство, 2016. – 792 с.
11. Review of Medical Microbiology and Immunology, 12edition / Warren E. Levinson / McGraw-Hill Prof Med.-Tech., 2012. – 688 p.
12. Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology, 26th Edition, 2012, English. – 880 p.

## ЗМІСТ

До читачів .....	3
1. Мікробіологія як наука: галузі, предмет та завдання медичної мікробіології .....	4
2. Етапи розвитку мікробіології. Внесок Л. Пастера та Р. Коха в мікробіологію .....	5
3. Розвиток мікробіології в Україні .....	6
4. Прокаріоти та еукаріоти: основні відмінності .....	7
5. Морфологія бактерій. Роль окремих структур для життєдіяльності бактерій та у патогенезі інфекційних захворювань .....	8
6. Класифікація та морфологія найпростіших .....	9
7. Класифікація та морфологія грибів .....	10
8. Організація роботи бактеріологічної, серологічної та вірусологічної лабораторій .....	13
9. Біоплівка як форма існування мікроорганізмів .....	14
10. Методи мікроскопії .....	15
11. Виготовлення бактеріологічних препаратів. Барвники та допоміжні реактиви. Прості та складні методи фарбування .....	16
12. Бактеріоскопічний метод дослідження .....	17
13. Поживні середовища в мікробіології: класифікація та вимоги до них .....	18
14. Ріст і розмноження бактерій: фази розмноження культури бактерій в стаціонарних умовах .....	19
15. Принципи, методи та етапи виділення чистих культур бактерій та їх ідентифікації .....	21
16. Вплив фізичних, хімічних та біологічних факторів на мікроорганізми .....	22
17. Асептика. Антисептика. Стерилізація, методи, засоби та контроль стерилізації .....	24
18. Походження та еволюція мікроорганізмів .....	26
19. Токсини мікроорганізмів: класифікація білкових токсинів, хімічний склад, одержання, вимірювання сили екзотоксинів .....	27
20. Антигени: повноцінні і неповноцінні антигени. Характеристика .....	29
21. Антитіла, їх будова і властивості .....	30
22. Реакція аглютинації, її механізм, різновиди .....	31
23. Антибактеріальні препарати: характеристика, принципи одержання, класифікація, одиниці виміру .....	32
24. ESKAPE-патогени – стійкі до протимікробних препаратів бактерії .....	34
25. Бактеріофаги .....	35
26. Інфекційний процес: фактори, що зумовлюють виникнення інфекційного процесу .....	36
27. Імунітет: визначення, види і форми імунітету .....	37
28. Клітини імунної системи: види (Т-, В-лімфоцити і макрофаги) .....	38
29. Нормальна мікробіота тіла людини, її роль у фізіологічних процесах і виникненні патології людини .....	39
30. Дисбактеріоз і причини його виникнення .....	41
31. Пробіотики, пребіотики – препарати для відновлення нормальної мікробіоти тіла людини .....	42
32. Мікробіота харчових продуктів .....	43
33. Карієс зубів: причини та ознаки, профілактика .....	44
34. Живі вакцини: принципи одержання контроль, практичне ефективності .....	46
35. Апоптоз .....	48
Використана та рекомендована література для поглибленого вивчення курсу .....	50

*Навчальне видання*

**Бурмей Світлана Андріївна**  
**Мелешко Тамара Вадимівна**  
**Бойко Надія Володимирівна**

# **ДИВОВИЖНИЙ СВІТ: МІКРОБ і Я**

Навчально-наочний посібник

Коректор *У. Демчук*  
Комп'ютерна верстка *Ю. Гандери*  
Дизайн обкладинки *С. Бурмей*

Підписано до друку 08.12.2021. Формат 60x84/8.  
Умовн. друк. арк. 6,045. Обл.-вид. 5,12.  
Зам. № 20П.

Видавець і виготовлювач ТДВ "Патент"  
88006 м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
Тел.: (0312) 66-07-03; факс: (0312) 66-02-22  
e-mail: upatent@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 4078 від 31 травня 2011 р.