

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Кафедра екології, технології захисту навколишнього середовища  
та лісового господарства

**05-02-413М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи  
з навчальної дисципліни «**Мікробіологія**»  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійною програмою «Технології захисту  
навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту  
навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з  
якості ННІАЗ  
Протокол № 10 від 23.01.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни «**Мікробіологія**» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Борщевська І. М. – Рівне : НУВГП, 2024. – 52 с.

Укладач: Борщевська І. М. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск – Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Керівник групи забезпечення спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» – Статник І. І., к.с.-г.н., доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

© І. М. Борщевська, 2024

© НУВГП, 2024

## Зміст

Лабораторна робота №1.	Загальні правила роботи в мікробіологічній лабораторії	5
Лабораторна робота №2.	Будова мікроскопа і техніка мікроскопування	11
Лабораторна робота №3.	Методи виготовлення препаратів мікроорганізмів	18
Лабораторна робота №4.	Приготування поживних середовищ для культивування мікроорганізмів	23
Лабораторна робота №5.	Ультроструктура прокаріотичної клітини	27
Лабораторна робота №6.	Морфологія мікроорганізмів	31
Лабораторна робота №7.	Морфологія вірусів і бактеріофагів	36
Лабораторна робота №8.	Фарбування мікроорганізмів	41
Лабораторна робота №9.	Вивчення культуральних властивостей мікроорганізмів	43
Лабораторна робота №10.	Дослідження мікрофлори води	47
Питання для самостійної роботи		50
Література		52

## ВСТУП

Курс «Мікробіологія» є важливою дисципліною в системі підготовки інженерів-екологів. Утилізація відходів промисловості і сільського господарства, процеси, пов'язані з трансформацією органічних сполук, корозією металів, очищення стічних вод і газоповітряних викидів промислових підприємств від техногенних забруднень і ін. пов'язано безпосередньо з життєдіяльністю мікроорганізмів.

Метою викладання дисципліни є вивчення основ сучасної мікробіології, основних закономірностей життя і розвитку мікроорганізмів, їх ролі в природі, практичного їх використання. Особлива увага приділяється питанням розповсюдження мікроорганізмів в біосфері, їх ролі в кругообігу речовин в природі, участі в процесах самоочищення природних середовищ від техногенних чинників, утилізації відходів промислових підприємств та інше. На лабораторних заняттях студенти набувають навичок роботи в мікробіологічній лабораторії, освоюють основні методи експериментальної мікробіології на прикладах вивчення екологічно значущих мікробіологічних об'єктів і процесів.

Вивчення дисципліни «Мікробіологія» дозволяє фахівцям кваліфіковано оцінити активність мікробіологічних процесів в природних середовищах, на технологічних стадіях очищення промислових стоків, промислових відходів, здійснювати і аналізувати результати мікробіологічного контролю за санітарним станом техногенних потоків і природних середовищ.

## ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА РОБОТИ В МІКРОБІОЛОГІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

*Мета роботи:* Ознайомитись із загальними правилами роботи в мікробіологічній лабораторії

### **О с н о в н і   п о н я т т я**

Приміщення лабораторії або кабінету, де проводяться заняття з мікробіології, має бути сухим і світлим. У ньому треба дотримувати чистоти, оскільки в повітрі й на різних предметах завжди є велика кількість різних мікроорганізмів. Щоб приміщення лабораторії завжди було чистим, його необхідно провітрювати і щодня проводити в ньому вологе прибирання із використанням дезінфікуючих розчинів (найчастіше для цього використовують 3 %-й розчин соди) або опромінювання бактерицидними лампами, яке вбиває як вегетативні клітини бактерій, так і їх спори.

Лабораторія має бути обладнана витяжною шафою і стерилізаційним боксом.

Підлога і робочі столи доцільно вкрити лінолеумом або іншим покриттям, яке б дозволяло зручно проводити дезінфекцію. Із обладнання та приладів у навчальній мікробіологічній лабораторії повинні бути: автоклав, термостат, дистильатор, холодильники, сушильні шафи, водяні бані, апарат для виготовлення ватно-марлевих корків, центрифуги, мікроскопи, апаратура для фільтрування, терези (аналітичні, торсійні, технічні), набори інструментів тощо.

Робочі місця в лабораторіях перед початком і після роботи треба протирати ганчіркою, змоченою 0,5—1 %-м розчином хлораміну або 1 %-м розчином карболової кислоти.

Лабораторний посуд також має бути стерильним. Для цього після занять його заливають на 1—2 год теплою мильною водою, потім прополіскують, висушують і стерилізують. На робочих столах розміщують: мікроскопи, спиртівки (при відсутності газових горілок), кристалізатори, крапельниці з

дистильованою водою, пінцети, бактеріологічні петлі, шпатель, предметні й накривні скельця та інші інструменти (рис.1).

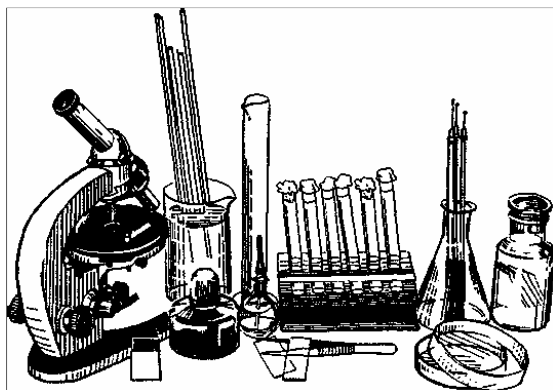


Рис. 1. Інвентар, необхідний для проведення лабораторних робіт.

Бактеріологічні голки, шпатель та петлі, за допомогою яких роблять посіви мікробів з колоній та суспензій досліджуваних культур, виготовляють із платинової дротини, яку закріплюють у спеціальних металевих держачках або впаюють у скляні палички (рис. 2).

Голки, петлі, шпатель та інші інструменти після роботи слід стерилізувати. Чисті знежирені предметні та накривні скельця необхідно закривати у банках з притертим корком. У мікробіологічних лабораторіях дозволяється працювати тільки в чистих халатах і шапочках. Забороняється швидко ходити, знімати одяг, їсти і курити. По закінченню занять поживні середовища з посівами вміщують у термостати, музейні культури — у холодильники, прибирають робочі місця, старанно миють руки, а при необхідності обробляють їх дезінфікуючим розчином.

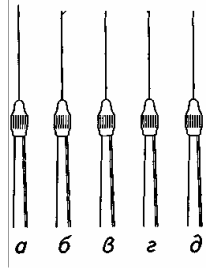


Рис. 2 Бактеріологічні голка, шпатель та петлі:

*а* — голка; *б* — шпатель; *в—д* — петлі (*в* — правильно зроблені; *г, д* — неправильно зроблені)

### МЕТОДИ СТЕРИЛІЗАЦІЇ СЕРЕДОВИЩ, ПОСУДУ ТА ІНСТРУМЕНТІВ

**Стерилізацією** називається повне знищення мікробів та їхніх спор у поживних середовищах, посуді, на інструментах тощо. Серед методів стерилізації розрізняють *фізичні, хімічні, механічні*. Фізичні ґрунтуються на дії високої температури і ультрафіолетового опромінювання, хімічні — на використанні хімічних антисептичних речовин. Фільтрування рідин через бактеріальні фільтри належить до механічних методів стерилізації. У мікробіологічній практиці найчастіше застосовують стерилізацію за допомогою високої температури (так звана *термічна стерилізація*).

**Прожарювання на полум'ї.** Цей метод дає добрі результати при стерилізації невеличких за розмірами лабораторних інструментів. Обпалюванням або прожарюванням на полум'ї спиртівки стерилізують бактеріологічні петлі, препарувальні голки, ланцети, пінцети, предметні та накривні скельця, скляні палички, ножиці, шпатель тощо.

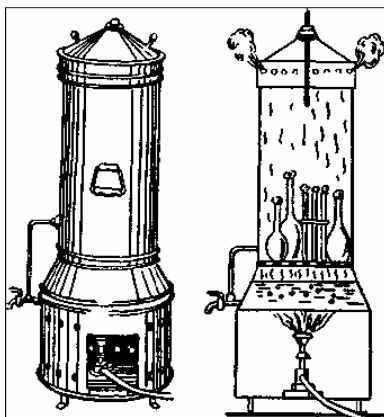


Рис. 3 Апарат Коха: А — зовнішній вигляд; Б — внутрішня будова

**Стерилізація сухим жаром.** Чисті колби, чашки Петрі, пробірки, піпетки, різний скляний посуд, загорнутий в папір, стерилізують у спеціальній сушильній шафі при температурі 160—170 °С протягом 2 год. Стерильні предмети виймають з сушильної шафи, коли температура знизиться до кімнатної.

**Стерилізація кип'ятінням.** Шприци, голки, гумові предмети, хірургічні інструменти стерилізують кип'ятінням у спеціальних стерилізаторах протягом 30 хв. Для зменшення жорсткості води та підвищення температури кипіння у стерилізатори додають 1—2 %-й розчин  $\text{NaHCO}_3$ .

**Стерилізація текучою парою, або тиндалізація.** Цей метод застосовується для стерилізації речовин, що руйнуються або змінюють властивості при нагріванні (деякі поживні середовища, сироватки, вітаміни тощо).

Стерилізацію текучою парою проводять в автоклаві з відкритим паровідвідним краном або використовують апарат Коха (рис.3). Вона проводиться при температурі 56—58°С по 30 хв протягом 5—6 днів поспіль.

**Стерилізація парою під тиском.** Найбільш надійним способом стерилізації поживних середовищ, посуду і матеріалів є стерилізація парою під тиском в автоклавах (рис. 4).



При звичайному атмосферному тиску температура водяної пари дорівнює 100 °С. При підвищенні тиску пари температура її. Значно підвищується (табл.1). Спільна дія високої температури і тиску пари спричинюють швидку загибель не тільки вегетативних клітин мікробів, а й їхніх спор.

*Таблиця 1*

Співвідношення між температурою, тиском і часом стерилізації в автоклаві

Тиск пари, атм.	Температура, °С	Час стерилізації, хв
0	100	30-60
0,5	111	20-30
1,0	121	15-20
1,5	127	15-20

***Пастеризація.*** Метод, запропонований Л. Пастером, застосовується для знезараження харчових продуктів: молока, соків, пива, вина тощо. При цьому матеріал нагрівається при температурі 50—65 °С протягом 15—30 хв або при 70—80 °С — 5—10 хв. Цей метод використовують для знищення не спороздатних мікробів. Він може проводитися в термостаті або на водяній бані. При роботі з автоклавом треба дотримуватися правил техніки безпеки.

***Стерилізація ультрафіолетовими променями.*** З цією метою використовують бактерицидні лампи. Метод застосовується для стерилізації повітря в мікробіологічних лабораторіях, боксах, операційних, а також деяких предметів і матеріалів. Час опромінення — 20 хв.

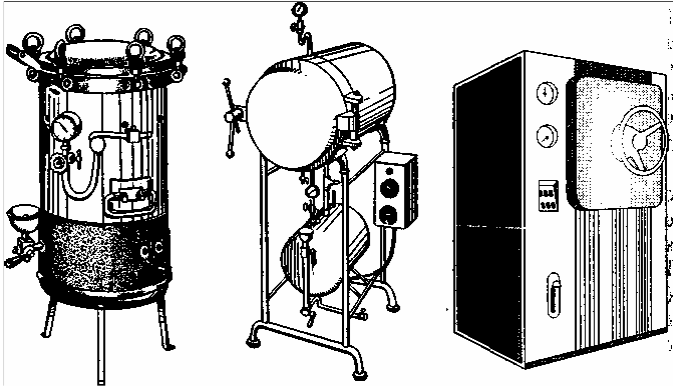


Рис. 4. Автоклави:

*A* — вертикальний АВ-1; *Б* — горизонтальний АГ-1; *В* — автоматичний АШ-250

Під *хімічною стерилізацією, або дезінфекцією* розуміють знезаражування матеріалів, предметів тощо за допомогою хімічних речовин. У мікробіологічних лабораторіях найчастіше використовують розчин *карболової кислоти* (3—5 %), *лізолу* (1—3 %), *формаліну* (4 %), *хлораміну* (1—5 %), *хлорного вапна* (10—20 %) та інші.

*Борну кислоту, гліцерин, фенол* та деякі інші хімічні речовини часто використовують як *консерванти* при виготовленні лікувальних і діагностичних сироваток, вакцин тощо.

До *механічної* стерилізації належить фільтрування. Найчастіше стерилізацію фільтруванням застосовують для рідин, що змінюють свої властивості при нагріванні (сироватки, деякі поживні середовища, що містять білки тощо).

*Фільтрування рідин* проводять через *спеціальні дрібнопористі фільтри* (свічки Шамберлана, що їх виготовляють із каоліну, піску і кварцу, фільтри Беркефельда — з інфузорної землі, фільтри Зейтца — із азбесту, а також мембранні фільтри ,виготовлені з нітроклітковини)

Пори таких фільтрів пропускають рідину, а бактерії затримують.

### **Питання для самоконтролю**

1. Назвіть обладнання мікробіологічної лабораторії.
2. Які прилади і обладнання розміщені на столах в мікробіологічній лабораторії?
3. Назвіть методи стерилізації середовищ, посуду та інструментів.
4. Що називають дезінфекцією?
5. За допомогою яких речовин здійснюють дезінфекцію?

Лабораторна робота № 2

## **БУДОВА МІКРОСКОПА І ТЕХНІКА МІКРОСКОПУВАННЯ**

*Мета роботи:* вивчити будову мікроскопа та ознайомитись із технікою мікроскопування.

*Матеріали та обладнання:* 1) мікроскоп; 2) предметні та накривні скельця; 3) кедрова олія.

### **О с н о в н і   п о н я т т я**

Серед різноманітних приладів, що використовуються в практиці мікробіологічних досліджень, найважливіше місце належить мікроскопу.

*Мікроскопом* називається прилад з певним розташуванням лінз у ньому, за допомогою яких досліджуваний об'єкт збільшується в сотні й тисячі разів. Мікроскопи, які дають можливість вивчати різні прозорі об'єкти у світлі, що проходить через лінзи, називаються *світловими* або *біологічними*.

Промисловість випускає чимало різних моделей біологічних мікроскопів, які відрізняються лише за конструкцією деяких деталей. З навчальними цілями широко використовуються біологічні мікроскопи серії «Біолам», які

виготовляються в різних варіантах. Мікроскоп цієї серії має механічну та оптичну системи. У *механічній* системі основними частинами є прямокутна основа (штатив), коробка з мікрометричним механізмом, предметний столик, тубусотримач з макрогвинтом, тубус, револьвер з отворами для об'єктивів (рис.1).

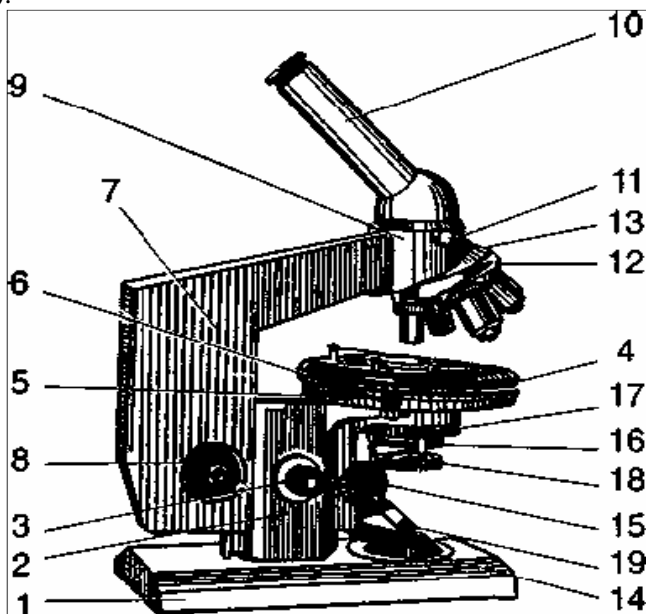


Рис. 1. Біологічний мікроскоп «БИОЛАМ»

1 — основа; 2 — коробка з механізмом мікрометричного фокусування; 3 — рукоятка мікрогвинта; 4 — предметний столик; 5 — гвинт для фіксування диска предметного столика; 6 — регулювальні гвинти; 7 — тубусотримач; 8 — рукоятка макрогвинта; 9 — головка; 10 — насадка; 11 — гвинт для закріплення насадки; 12 — револьвер; 13 — гвинт фіксування револьвера; 14 — кронштейн конденсора; 15 — рукоятка конденсора; 16 — циліндрична гільза конденсора; 17 — гвинт; 18 — додаткова лінза (відкидна); 19 — дзеркало.

Рух системи забезпечується обертанням макрометричного і мікрометричного гвинтів.

**Оптична** система, складається з об'єтивів, окулярів та освітлювального пристрою (конденсор, дзеркало, відкидна лінза, світлофільтр, освітлювач). Основною частиною оптичної системи є об'єтив, що характеризує *основні якості* мікроскопа: власне збільшення, роздільну здатність і чіткість зображення.

**Об'єктив** — це система лінз у металевій оправі. Передня, найголовніша лінза об'єктива, називається фронтальною. Вона дає зображення об'єкта, що розглядається, із сферичною і хроматичною аберациями. Останні усуваються розміщеними вище в об'єктиві корегуючими лінзами. Розрізняють *сухі та імерсійні* об'єктиви. У сухому об'єктиві між фронтальною лінзою і об'єктом міститься повітря. Найчастіше користуються сухими об'єктивами при збільшенні досліджуваного об'єкта від 56 до 600 разів. Імерсійні (ОИ-90 або МИ-90) об'єктиви застосовують при вивченні дуже дрібних об'єктів (бактерій, грибів тощо). В імерсійних об'єктивах між фронтальною лінзою і досліджуваним об'єктом міститься крапля імерсійної олії, найчастіше кедрової. У цій однорідній системі промені світла не заломлюються, а потрапляють в об'єktiv, не змінюючи свого напрямку, оскільки показники заломлення скла і кедрової олії майже однакові: 1,52 і 1,515 відповідно. Часто використовують також синтетичні продукти, які за оптичними властивостями не поступаються кедровій олії (рис.2).

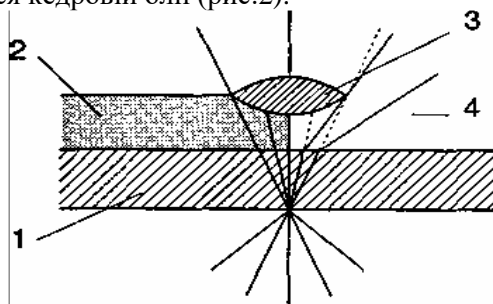


Рис. 2. Хід променів в імерсійній системі:

1 — предметне скельце,  $n=1,520$ ; 2 — імерсійна олія,  $n=1,515$ ;  
3 — фронтальна лінза імерсійного об'єктива; 4 — повітря,  $n=1,0$ .

Власне збільшення будь-якого об'єктива залежить від фокусної відстані його фронтальної лінзи. Його визначають за формулою:

$$V = \frac{L}{F},$$

де  $V$  — власне збільшення об'єктива;  $L$  — відстань між фокальною площиною об'єктива і площиною зображення (для різних об'єктивів вона становить 128—180 мм);  $F$  — фокусна відстань об'єктива. У найсильніших об'єктивах фокусна відстань фронтальної лінзи дорівнює 1—3 мм, а у найслабкіших — 50—60 мм.

До оптичної системи мікроскопа також належить окуляр, який складається з двох плоско-опуклих лінз: верхньої очної і нижньої — збірної. Очна лінза збільшує дійсне зображення, одержане об'єктивом, подібно до звичайної лупи. Цифри на металевій оправі окуляра (5x, 7x, 10x, 15x, 20x) вказують на його власне збільшення, яке визначається за такою формулою:

$$K = -\frac{L}{F},$$

де  $K$  — власне збільшення окуляра;  $L$ , — відстань найяснішого поля зору для нормального ока, яка дорівнює 25 см;  $F$  — фокусна відстань лінз окуляра.

Як і об'єктиви, окуляри також бувають різних типів. Вибір того чи іншого залежить від об'єктива. Наприклад, для роботи з ахроматичними об'єктивами малого і середнього збільшення найчастіше використовують окуляри Гюйгенса або ортоскопічні окуляри. Для роботи з апохроматичними, планахроматичними і ахроматичними об'єктивами великого збільшення використовують компенсаційні окуляри (АМ-27 15x та інші). У разі тривалої роботи з мікроскопом користуються бінокулярною насадкою, яка має власне збільшення близько 1,5x і обладнана корекційними лінзами. Праця з цими насадками зберігає зір.

**Загальне збільшення мікроскопа** дорівнює добутку збільшення об'єктива на збільшення окуляра. Наприклад, при

використанні окуляра 15х і об'єктива 90х матимемо збільшення зображення у 1350 разів.

Основними складовими частинами освітлювального пристрою, розміщеного під предметним столиком, є конденсор і дзеркало. Конденсор складається з двох лінз у металевій оправі та ірисової діафрагми. Він призначений для збирання пучка світла від дзеркала. Дзеркало має плоску і вгнуту поверхні. Воно спрямовує пучок променів на об'єкт, що досліджується. При денному освітленні користуються плоскою стороною дзеркала, при штучному освітленні (а також при відсутності конденсора) — вгнутою.

Оптичні якості мікроскопа визначаються такими основними показниками: власним збільшенням, роздільною здатністю і чіткістю зображення. Власне збільшення мікроскопа перебуває в оберненій залежності від фокусної відстані фронтальної лінзи об'єктива: чим більшою є фокусна відстань, тим меншим є збільшення фронтальної лінзи.

*Роздільна здатність мікроскопа* — це здатність об'єктива давати роздільне зображення двох близько розташованих на препараті точок. Іншими словами це та мінімальна відстань між двома точками, коли вони ще не зливаються в одну. Чим більша роздільна здатність мікроскопа, тим меншого розміру об'єкт можна побачити. Роздільна здатність мікроскопа є тим більшою, чим вищою є нумерична апертура об'єктива.

*Нумерична апертура* визначає здатність оптичної системи сприймати ту чи іншу кількість світла, її визначають за такою формулою:

$$A = \eta \cdot \sin \frac{\alpha}{2},$$

де  $A$  — нумерична апертура;  $\mu$  — показник заломлення світла у середовищі між об'єктом і об'єктивом;  $\frac{\alpha}{2}$  — половина отвірного кута, що утворюється двома крайніми променями, які потрапляють в об'єктив.

Величина роздільної здатності мікроскопа залежить від довжини хвилі світла і суми числових апертур об'єктива та конденсора:

$$L = \frac{\lambda}{A_1 + A_2},$$

де  $L$  - роздільна здатність;  $\lambda$  — довжина хвилі світла;  $A_1$  — нумерична апертура об'єктива;  $A_2$  — нумерична апертура конденсора. Наприклад, якщо у мікроскопі «Биолам 70-Р» нумерична апертура об'єктива 40х дорівнює 0,65, а конденсора — близько 1, то в цьому випадку роздільна здатність мікроскопа при використанні світла з довжиною хвилі 0,55 мкм дорівнюватиме  $L=0,33$  мкм.

Максимальна роздільна здатність світлового мікроскопа складає 0,2 мкм. Чим більшою є величина  $\lambda$ , тим вищою є числова апертура і роздільна здатність об'єктива. Щоб підвищити цю величину при використанні імерсійного об'єктива, необхідно максимально підвищити конденсор, оскільки цим визначається його світлозбиральна функція.

*Чіткість зображення.* Чітке зображення об'єкта під мікроскопом утворюється при загальному збільшенні об'єктива та окуляра, яке не перевищує нумеричну апертуру більш ніж у 500 разів. Чіткість зображення залежить від ступеня усунення в об'єктиві явищ сферичної і хроматичної абераций. З цією метою використовують планахроматичні і планapoхроматичні об'єктиви.

## **Хід роботи**

### ***Основні правила користування світловим мікроскопом***

1. Перед початком роботи вибирають місце подалі від прямого сонячного світла і встановлюють мікроскоп перед собою так, щоб було зручно дивитися в окуляр.

2. Револьвер треба перевести у таке положення, в Якому проти тубуса міститься об'єктив з найменшим збільшенням (8х). При роботі з бінокулярною насадкою спочатку необхідно відрегулювати віддаль між окулярами відповідно до відстані між очима спостерігача так, щоб поля зору обох окулярів злилися в одне.

3. Потім регулюють освітлення. Для цього, дивлячись лівим оком в окуляр, повертають плоску поверхню дзеркала, щоб світло сонця або електричної лампи, відбиваючись від



поверхні дзеркала, яскраво і рівномірно освітлювало все поле зору. Аби домогтися цього, треба повністю підняти конденсор, опустити об'єктив (8x) на відстань 0,5—1 см від предметного столика, вийняти окуляр і, дивлячись у тубус, повертанням дзеркала вловити зображення джерела світла. Після цього знову вставити окуляр і починати вивчення досліджуваного об'єкта.

4. Під час роботи з освітлювачем кращі результати отримують при встановленні освітлення за системою Келлера. Для цього освітлювачі типу ОИ-9, ОИ-19 (або інших марок) встановлюють на відстані 25—30 см від мікроскопа за допомогою спеціальної планки. На предметний столик вміщують препарат, встановлюють об'єктив малого збільшення (8x). Конденсор піднімають угору та повністю відкривають діафрагму. Користуються плоскою поверхнею дзеркала. Препарат у полі зору фокусують з відкритими діафрагмами освітлювача і конденсора. Потім прикривають діафрагму освітлювача. На дзеркало кладуть кружечок білого паперу і сфокусовують на нього різке зображення спіралі лампи освітлювача. Дивлячись в окуляр, легенько повертають дзеркалом, щоб знайти в полі зору зображення країв діафрагми освітлювача. Зображення матиме вигляд світлої плями з нечіткими краями. При такому освітленні фокусують препарат. Після цього повільно опускають конденсор до появи чіткого зображення країв діафрагми освітлювача у площині препарату. За допомогою дзеркала переводять зображення цієї світлої плями в центр поля зору. Коли освітлення встановлено, відкривають діафрагму освітлювача так, щоб світла пляма рівномірно зайняла все поле зору.

5. Препарат спочатку розглядають у сухій системі. Для цього, користуючись макрометричним гвинтом, регулюють чіткість зображення і вибирають потрібну для вивчення ділянку. Потім, не піднімаючи тубуса, повертаючи револьвер по осі, встановлюють об'єктив з великим збільшенням (40x), і легким рухом мікрогвинта в той чи інший бік домагаються найкращого зображення об'єкта.

### ***Користування імерсійною системою***

1. В мікробіологічній практиці найчастіше вивчення бактерій та інших мікроорганізмів здійснюють за допомогою імерсійних об'єктивів (ОІ-90X та інших). За цього випадку спочатку встановлюють дзеркало плоскою стороною і піднімають конденсор. Фіксований або живий препарат вміщують на предметний столик, на центральну ділянку препарату наносять краплину імерсійної олії. Після цього, під контролем зору, обережно опускають тубус у краплю так, щоб фронтальна лінза не торкалася препарату і, повільно обертаючи макрогвинт до себе, піднімають тубус до появи в полі зору зображення.

2. Останнє фокусують обертанням мікрогвинта, яким користуються протягом усього часу вивчення об'єкта. Після закінчення роботи треба підняти тубус, зняти препарат й обережно витерти фронтальну лінзу спочатку фільтрувальним папером, а потім злегка змоченою у бензині батистовою ганчіркою.

### **Питання для самоконтролю**

1. Який прилад називається мікроскопом?
2. Назвіть складові механічної та оптичної систем мікроскопа.
3. Дайте визначення об'єктива мікроскопа.
4. Назвіть основні показники оптичних якостей мікроскопа.
5. Яка речовина використовується у імерсійних об'єктивах мікроскопа?

Лабораторна робота № 3

## **МЕТОДИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРЕПАРАТІВ МІКРООРГАНІЗМІВ**

*Мета роботи:* ознайомитися з методами виготовлення препаратів мікроорганізмів.

Матеріали та обладнання: 1) мікроскоп; 2) предметні та накривні скельця; 3) мікробіологічні петлі; 4) спиртівка; 5) етиловий спирт; 6) метиленова синька (або генціан фіолетовий, еозин, фуксин); 7) дистильована вода; 8) досліджувана мікробна культура; 9) скальпель.

### **О с н о в н і   п о н я т т я**

Для вивчення мікроорганізмів за допомогою світлового мікроскопа виготовляють мікропрепарат з досліджуваного матеріалу (суспензії мікробних культур, культури, вирощені на твердих живильних середовищах тощо).

Готують мікропрепарати на предметних скельцях розмірами 76x26 мм, завтовшки 1,2—1,4 мм. Окрім предметних скельць для приготування препаратів живих мікробів необхідні й накривні (розмірами 14x14 або 18x18 мм).

Товщина накривних скельць не повинна перевищувати 0,15—0,17 мм.

Предметні та накривні скельця повинні бути старанно очищені й знежирені так, щоб крапля води рівномірно розтікалася по їхній поверхні. Найкраще знежирювати скельця хромовою сумішшю (біхромат калію — 50 г; сірчана кислота — 100 г; вода — 1000 мл), після чого їх промивають водою, кип'ятять у 1—2 %-му розчині соди протягом 15 хв, знову промивають дистильованою водою, висушують і зберігають у суміші спирту з ефіром у банках з притертими корками.

Перед виготовленням препарату предметне скельце старанно протирають марлею або стерилізують його на полум'ї спиртівки і після охолодження наносять краплину суспензії мікробної культури або виготовляють мазок.

### **Х і д   р о б о т и**

#### ***1. Виготовлення мазка.***

На предметне скельце наносять мікробіологічною петлею невеличку кількість досліджуваного матеріалу і розмазують його по склу тоненьким шаром. Скельце з виготовленим мазком розміщують на спеціальному штативі зі

скляних трубочок (рис.1) і висушують при кімнатній температурі.

**2. Фіксація мазка**— наступна операція, що проводиться з метою вбити мікробів, прикріпити їх до скла і зробити чутливішими до фарби. Найзручніше робити фіксацію мазка на полум'ї спиртівки. Для цього предметне скло тримають між великим і вказівним пальцями мазком догори і 3—4 рази проводять через полум'я.

Якщо рука при дотиканні до скла відчуває легкий опік, це свідчить, що мазок зафіксований.

Фіксувати препарати можна також і фіксуючими рідинами. У цьому випадку на мазок наливають фіксатор або препарат цілком занурюють у посудину з фіксуючою рідиною і витримують певний час. Наприклад, фіксацію мазка етиловим спиртом чи сумішшю Никифорова проводять протягом 10—15 хв. Усі рідкі фіксатори треба зберігати у банках з притертими корками, їх можна використовувати багато разів.

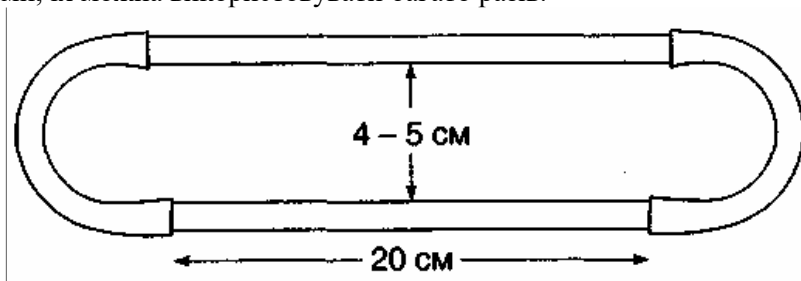


Рис. 1. Штатив для предметних скелець

### **3. Фарбування мазка.**

Зафіксований препарат відмивають, якщо фіксатором була рідина, і фарбують. Для цього препарат розміщують на штативі, і на мазок наносять кілька крапель розчину фарби, наприклад, метиленову синьку, генціан фіолетовий, еозин, фуксин (простий спосіб фарбування) та інші.

Залежно від фарби і мети досліджу тривалість фарбування становить від однієї до п'яти хвилин.

Після цього препарат промивають дистильованою водою, висушують і вивчають під мікроскопом. Крім простих існують і складні диференціальні методи фарбування (за Грамом тощо), які розглянемо далі.

Хороші фіксовані препарати можна використовувати як демонстраційний матеріал кілька років. Однак, щоб фіксовані й пофарбовані мікропрепарати можна було зберігати як музейний демонстраційний матеріал протягом тривалого часу, треба по краях накривного скельця обмазати препарат канадським бальзамом або покрити їх розчином плексигласу.

#### **4. Виготовлення препаратів живих мікроорганізмів.**

На препаратах мертвих мікроорганізмів під впливом висушування, фіксації та фарбування частково змінюються їхні морфологічні та інші ознаки. Цих недоліків позбавлені препарати живих мікроорганізмів. До того ж на живих препаратах можна спостерігати за рухом, розмноженням мікробів тощо.

Найчастіше мікроби в живому стані вивчають на таких препаратах: *«роздавлена крапля»*, *«висяча крапля»* та препаратах *«відбитків»*.

Для виготовлення препарату *«роздавлена крапля»* на середину стерильного предметного скла наносять бактеріологічною петлею краплю суспензії досліджуваної мікробної культури. Якщо мікроби ростуть на твердому поживному середовищі, то перед тим предметне скло змочують краплиною стерильної води, а тоді вже вносять бактеріальну масу. Краплю накривають накривним скельцем і вивчають під мікроскопом.

Препарат *«висяча крапля»* виготовляють на спеціальному предметному скельці з луночкою. Краї луночки обмазують вазеліном. На середину накривного скельця наносять бактеріологічною петлею невеличку краплю досліджуваного матеріалу, скельце швидко перевертають крапелькою вниз і накривають ним лунку так, щоб крапля була в центрі заглиблення і не торкалася його дна (рис. 2).

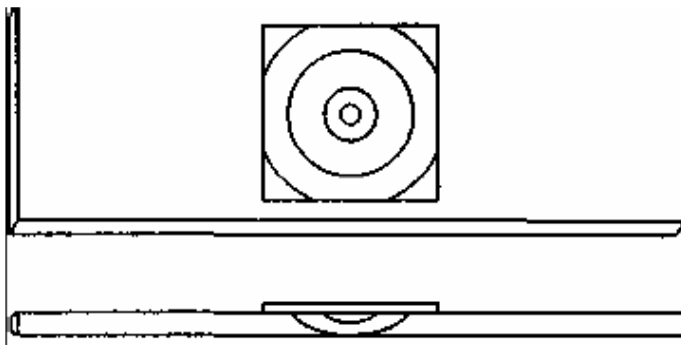


Рис. 2. Виготовлення препарату «висяча крапля»

Препарат «відбитків» найчастіше виготовляють з мікроорганізмів, які ростуть на агарових пластинках у чашках Петрі. Скальпелем вирізують шматочок агарової пластинки з колонією досліджуваних мікробів і вміщують його на предметне скло колонією догори. Зверху скляною паличкою або петлею легенько притискують чисте накривне скельце. Потім скельце обережно знімають і вміщують відбитком униз у краплину води на другому предметному склі. Виготовлений у такий спосіб препарат вивчають під мікроскопом у сухій та імерсійній системах.

##### ***5. Фарбування живих мікроорганізмів.***

Застосовуючи низькі концентрації фарб, можна також фарбувати різні мікроорганізми і на живих препаратах, що дає змогу краще визначати їхню справжню форму і розміри. З цією метою найчастіше використовують метиленову синьку, та деякі інші фарби в розведенні 1:1000, 1:10000, 1:100 000. Техніка приготування таких препаратів є дуже простою.

На предметному склі за допомогою петлі змішують краплю мікробної культури з краплиною розчину фарби, накривають накривним скельцем і вивчають під мікроскопом.

Для практичних занять у навчальних мікробіологічних лабораторіях необхідно мати невеличку колекцію чистих культур мікроорганізмів. У її складі можуть бути представники кулястої (*Micrococcus albus*, *Micrococcus aurantiacus*,

*Micrococcus agilis*, *Azotobacter chroococcum*, *Streptococcus lactis*, *Sarcina urea*, *Sarcina lutea*), паличкоподібної (*Protues vulgaris*, *Escherichia coli*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus mesentericus*, *B. subtilis*, *B. mycoides*, *B. megatherium*, *B. putrificus*, *Clostridium pasteurianum*, *Acetobacter aceti*, *Rhizobium leguminosarum*), звивистої форм бактерій (*Spirillum volutans*, *Phodospirillum rubrum*, *Spirochaeta plicatilis* та ін.), актиноміцети (*Actinomyces griseus*), дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*), представники родів (*Aspergillus*, *Penicillium*) тощо.

Колекцію чистих культур треба систематично пересівати на свіжі поживні середовища через кожні 1,5—2 місяці.

Методи виготовлення поживних середовищ, способи посіву і пересівання мікроорганізмів розглядатимуться далі. Зберігати колекцію чистих культур можна в холодильнику при температурі 2—4 °С.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Опишіть виготовлення мазка.
2. В чому полягає фіксація мазка?
3. Як проводять фарбування мазка?
4. Як виготовити препарат «роздавлена крапля», «висяча крапля»?
5. Назвіть чисті культури, які використовують в мікробіологічних лабораторіях.

#### **Лабораторна робота № 4**

### **ПРИГОТУВАННЯ ПОЖИВНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ**

*Мета роботи:* ознайомитися з інгредієнтами, що використовуються для поживних середовищ; навчитися готувати поживні середовища для культивування мікроорганізмів.

*Матеріали та обладнання:* 1) сухі поживні середовища, рідкі (МПБ, пептонна вода), щільні (МПА), напіврідкі

середовища, спеціальні, елективні; 2) спиртівка; 3) термостат з температурою 37<sup>0</sup>С; 4) фільтрувальний папір; 5) дистильована вода.

### **О с н о в н і   п о н я т т я**

Мікроорганізми культивують у лабораторних умовах на спеціально виготовлених поживних середовищах. За походженням їх поділяють на *природні* (молоко, картопля, морква, горох, пивне сушло тощо) та *штучні*, виготовлені за певними рецептами. Вони бувають рослинного і тваринного походження, за консистенцією – рідкі, тверді та напіврідкі, а за призначенням – *звичайні* або універсальні - м'ясо-пептонний бульйон (МПБ), м'ясо-пептонний агар (МПА), на яких ростуть різні види мікроорганізмів, та *спеціальні*. Останні поділяються на селективні, на яких ростуть тільки окремі види, диференційно-діагностичні – для визначення біохімічних, гемолітичних і редукуючих властивостей та збагачувальні (середовища нагромадження).

Поживні середовища повинні відповідати таким вимогам: бути стерильними, ізотонічними, мати достатню кількість азотистих речовин, вуглеводів та вітамінів, мати оптимальну рН. Рідкі середовища повинні бути прозорими (окрім молока), а тверді – мати достатню вологість.

### **Х і д   р о б о т и**

За рецептами приготувати деякі поживні середовища.

**1. М'ясо-пептонний бульйон.** Для виготовлення найуживаніших поживних середовищ — м'ясо-пептонного бульйону (МПБ), м'ясо-пептонного агару (МПА), м'ясо-пептонного желатину (МПЖ) та інших — насамперед треба приготувати м'ясну воду, оскільки вона є основою всіх цих середовищ. З цією метою свіжу телятину або яловичину звільняють від жиру, сухожилків і пропускають через м'ясорубку. До 0,5 кг фаршу додають у два рази більше води, розмішують і настоюють протягом 2 год при температурі 37—39 °С. Одержаний настій проціджують через марлю і кип'ятять 20 хв до зсідання білків. Потім його фільтрують через вату або



паперовий фільтр і стерилізують в автоклаві протягом 30 хв при температурі 120 °С і тискові 1 атм.

До 1 л м'ясної води додають 5 г кухонної солі, 10 г пептону і кип'ятять до повного розчинення пептону. Додають насичений розчин бікарбонату натрію до слабколужної реакції і знову піддають кип'ятінню протягом 20 хв. Потім доливають водою до початкового об'єму і фільтрують, розливають в колби і пробірки та стерилізують протягом 20 хв в автоклаві при температурі 120 °С. Готовий бульйон повинен бути прозорим і мати янтарно-жовтий колір. Для скорочення часу це середовище часто виготовляють із готових бульйонних кубиків.

**2. М'ясо-пептонний агар** виготовляють із м'ясо-пептонного бульйону, додаючи 2—2,5 % подрібненого промитого агару. Суміш кип'ятять до повного розчинення агару, помішуючи її. Потім гарячий розчин фільтрують через ватяно-марлевий фільтр і стерилізують протягом 5 хв при температурі 115 °С у колбах, закритих ватними пробками.

**3. М'ясо-пептонний желатин.** До 1 л м'ясо-пептонного бульйону додають 100—150 г желатину і залишають для розбухання, підігрівають до повного розчинення желатину. Встановлюють слабколужну реакцію і кип'ятять протягом 5 хв. Далі розчин охолоджують до 40—50 °С, додають змішаний з водою білок курячого яйця і знову підігрівають. При цьому білки випадають в осад і середовище стає прозорим. Його фільтрують гарячим і стерилізують текучою парою (метод тиндалізації).

**4. Бобовий агар.** 100 г білої квасолі або бобів заливають 1 л води і обережно кип'ятять, уникаючи розтріскування бобів і перетворення крохмалю на клейстер. Гарячий відвар фільтрують і додають 2 % агару. Агар розплавляють в автоклаві, осаджують колоїдні частинки. Одержане середовище фільтрують і стерилізують так само, як і при виготовленні інших агарових середовищ.

**5. Картопляне поживне середовище.** З неушкоджених бульб картоплі вирізають плоскі шматочки, поверхню яких натирають крейдою для нейтралізації кислої реакції клітинного соку, і розкладають їх у чашки Петрі на зволожений

фільтрувальний папір. У разі застосування пробірок краще вирізувати із бульб циліндричні шматочки за допомогою коркового свердла. Чашки і пробірки з картопляним середовищем стерилізують в автоклаві протягом 10 хв при тискові 0,5 атм. На цьому середовищі добре вирощуються картопляна паличка та інші гетеротрофні мікроорганізми.

**6. Сусло-агар.** До пивного сусла додають 2 %

Очищеного агару. Середовище розварюють в автоклаві з відкритим вентиляем і використовують для вирощування молочнокислих бактерій і дріжджів. Щоб приготувати поживне середовище із молока, збиране молоко розливають у пробірки приблизно по 10 мл, закривають ватними тампонами і стерилізують методом тиндалізації. В молочному середовищі містяться всі поживні речовини, необхідні для гетеротрофних мікроорганізмів.

**7. Сухий поживний агар.** У навчальних мікробіологічних лабораторіях найчастіше виготовляються поживні середовища з порошку сухого поживного агару або інших видів сухих поживних середовищ (залежно від мети занять), що випускаються мікробіологічною промисловістю. Для цього беруть 5 г порошку сухого поживного агару на 100 мл холодної дистильованої води, старанно розмішують і нагрівають, помішуючи, до повного розчинення агару. Якщо розчин мутний, його фільтрують, а потім розливають у пробірки і стерилізують в автоклаві протягом 20 хв при 120 °С.

Розливання поживних середовищ.

Для проведення лабораторних занять у навчальних лабораторіях поживні середовища виготовляють, як правило, про запас і зберігають у великих колбах. Перед або на початку заняття середовища розливають у пробірки або чашки Петрі (залежно від мети занять). Тверді поживні середовища перед розливанням необхідно розплавити в автоклаві з відкритим вентиляем або на водяній бані. Після розплавлення середовище розливають у чашки Петрі, пробірки або інший посуд (залежно від мети роботи), дотримуючись умов стерильності. Для цього на полум'ї спиртівки або газового пальника обпалюють горла

колб, пробірок, корки тощо. Посуд із середовищем піддають стерилізації за одним із методів стерилізації.

### Питання для самоконтролю

1. Назвіть природні та штучні поживні середовища.
2. Яким вимогам повинні відповідати поживні середовища?
3. Як приготувати м'ясо-пептонний бульйон?
4. Як приготувати м'ясо-пептонний желатин?
5. Опишіть рецепт приготування бобового агару.

### Лабораторна робота № 5

## УЛЬТРАСТРУКТУРА ПРОКАРІОТИЧНОЇ КЛІТИНИ

*Мета роботи:* вивчити будову прокаріотичної клітини.

*Матеріали та обладнання:* 1) мікроскоп; 2) предметні та накривні скельця; 3) кедрова олія; 4) бактеріологічні петлі.

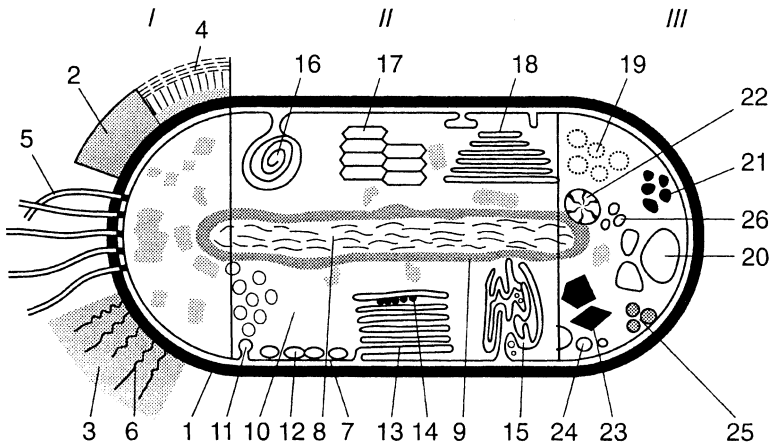


Рис.1. Будова прокаріотичної клітини

1 – клітинна стінка; 2 – капсула; 3 – слизові виділення; 4 – чохол; 5 – джгутики; 6 – ворсинки; 7 – цитоплазматична мембрана; 8 – нуклеоїд; 9 – рибосоми; 10 – цитоплазма; 11 – хроматофори; 12 – хлоросоми; 13 – пластинчасті тилакоїди; 14 – фікобілісоми; 15 – трубчасті тилакоїди; 16 – мезосома; 17 – аеросоми (газові вакуолі); 18 – ламелярні структури; 19 – полісахаридні гранули; 20 – гранули поліоксімасляної кислоти; 21 – гранули поліфосфату; 22 – ціанофіцінові гранули; 23 – карбоксосоми; 24 – включення сірки; 25 – жирові краплі; 26 – вуглецеві гранули.

## **О с н о в н і   п о н я т т я**

### **1. Капсули мікроорганізмів, їх склад та функції.**

Більшість мікроорганізмів мають капсулу, яка оточує мікробну клітину у вигляді слизистого шару. Капсули можуть бути різної величини та хімічного складу. Частіше вони складаються з високомолекулярних полісахаридів. Рідше до їх складу входять білки. Основна функція капсули – захисна. Капсули не сприймають фарбників при звичайних методах зафарбування.

### **2. Клітинна оболонка грамполозитивних та грамнегативних мікроорганізмів, будова, хімічний склад.**

Клітинна оболонка складає приблизно 20% всієї маси мікробної клітини. Характерними її особливостями є ригідність та складна хімічна будова. Міцність клітинної оболонки та наявність в ній таких високомолекулярних полімерів як різні полісахариди та глікон'югати (муреїн, тейхоеві кислоти), а у грамнегативних ліпідів – потребує спеціальних методів зафарбування із застосуванням протрав.

Якщо у мікробних клітин повністю видалити клітинну оболонку, то утворяться особливі структури, що називаються протопластами. При частковому порушенні клітинної оболонки, або порушенні її синтезу, говорять про утворення сферопласта. Під мікроскопом протопласти та сферопласти виглядають однаково, як крупні сферичні утворення.

Протопласти та сферопласти грамполозитивних мікроорганізмів при зафарбовуванні за Грамом стають грамнегативними.

### 3. Джгутики, їх будова та розташування.

Багато мікроорганізмів мають спеціальні органи руху – джгутики, довжина яких сягає 20 мкм, діаметр – 10-20 нм. Без спеціального зафарбування джгутики можна побачити лише в електронному мікроскопі. Якщо мікробна клітина має один джгутик, вона носить назву монотриха (рис. 2). Клітини з пучком джгутиків на кінці називаються лофотрихами. Амфітрихи мають джгутики на обох кінцях.

Якщо джгутики розташовані по всій поверхні тіла, то бактерії називаються перитрихами.

Наприклад, до монотрихів належить холерний вібріон, до перитрихів – більшість бацил та бактерій.

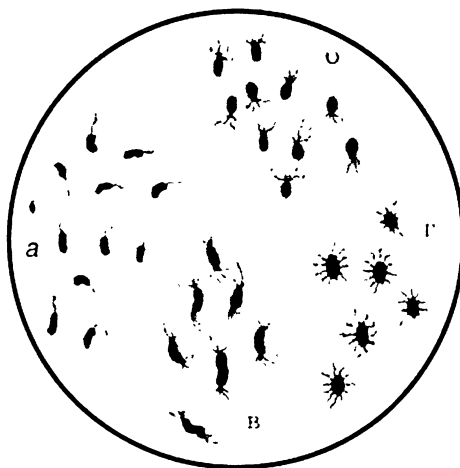


Рис.2. Джгутики в бактерій: а) монотрихи; б) лофотрихи; в) амфітрихи; г) перитрихи.

### 4. Ядро та ядерна субстанція мікроорганізмів.

Ядро у мікроорганізмів так само як ядра клітин інших живих організмів несе функції збереження та передавання спадкової інформації.

У еукаріот ядро сформоване, відокремлене від цитоплазми ядерною мембраною і має ядрце. Прокаріоти не мають

сформованого ядра. Ядерна речовина ДНК не відокремлена від цитоплазми і представлена так званим нуклеоїдом або ядерною субстанцією. Нуклеоїд у електронному мікроскопі має вигляд тяжа.

### **5. Мітохондрії та мезосоми, їх функції.**

Мітохондрії виконують енергетичну функцію у еукаріотичних організмів. Основний процес, що відбувається у мітохондріях – окисне фосфорування.

У прокаріот функції мітохондрій виконують цитоплазматична мембрана і мезосоми.

Мезосоми являють собою втягування внутрішнього шару цитоплазматичної мембрани (інвагінації).

### **6. Включення мікробної клітини, їх призначення та склад.**

У цитоплазмі мікробних клітин є ряд включень неорганічної та органічної природи: сірка, кальцій, оксалати, гранули волютину, жир, глікоген, гранульоза та інші. Звичайно, вони виконують функції резервних речовин.

Волютин – поліметафосфат, в клітинах часто міститься у вигляді зерен, діаметром близько 0,3 мкм, іноді у дисперсному стані. Дає явище метахромазин, на цьому заснована його окраска метиленовим синім. Зустрічається в клітинах багатьох бактерій та більшості дріжджів. Особливо характерне розташування зерен волютину на кінцях клітини у дифтерійної палички.

Глікоген – речовина вуглецевої природи, полімер глюкози, який виявляють за допомогою концентрованого розчину Люголя.

Гранульоза – крохмалеподібний полісахарид, який також може міститись у клітинах мікроорганізмів у вигляді гранул. Деякі бацили утворюють гранульозу у період спороутворення. Виявляють включення гранульози за допомогою розчину Люголя, з яким вона дає сіро-синє забарвлення.

Жирові включення або ліпідні гранули в клітинах мікроорганізмів можуть бути представлені нейтральними жирами і полібетаоксимаєсною кислотою.

### 7. Спори мікроорганізмів

Спори у бацил частіше утворюються у несприятливих умовах існування і слугують для збереження виду.

Спора у клітині може розташовуватись центрально, термінально та субтермінально.

Якщо спора у діаметрі більша вегетативної клітини та розташована у центрі, то клітина набуває веретеноподібну або кластридальну форму.

Утворення крупної спори на кінці призводить до появи форм, що нагадують барабанну паличку.

Бацили можуть утворювати капсули, більшість з них рухомі, позитивно зафарбовуються за грамами.

### **Питання для самоконтролю**

1. Яка основна функція капсули?
2. Назвіть характерні особливості клітинної оболонки.
3. Дайте визначення монотриха, лопотриха і амфотриха.
4. Яка складова клітини несе функції збереження та передавання спадкової інформації?
5. Назвіть включення мікробної клітини, їх призначення та склад.

Лабораторна робота № 6

## **МОРФОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ**

*Мета роботи:* ознайомитися із основними формами бактерій.

*Матеріали та обладнання:* 1) мікроскопи; 2) предметні та накривні скельця; 3) бактеріологічні петлі; 4) скляні палички; 5) спиртівки; 6) препарувальні голки; 7) кедрова олія; 8) розчин фарб метиленової синьки, фуксину тощо; 9) сінна настоянка та інші мікробні культури.

### **О с н о в н і п о н я т т я**

Об'єктами досліджень у мікробіології є еубактерії, ціанобактерії, актиноміцети, дріжджі, цвільові гриби, деякі

найпростіші тощо. Найчисленнішу й різноманітну, як за розмірами, так і за фізіологічними властивостями групу мікробів становлять бактерії. Це прокаріотні переважно одноклітинні організми. За формою клітин серед них розрізняють **кулясті (коки), паличкоподібні, звивисті, нитчасті** (рис.1), а також *незвичайні форми* бактерії (рис. 2).

Вивчення основних форм еубактерій, актиноміцетів, цвільових грибів (рис. 3), дріжджів (рис.4) та інших мікроорганізмів проводиться на живих і фіксованих мікропрепаратах, які виготовляють з настоїв м'яса, овочів, сіна, ґрунту, гною, молочнокислих продуктів тощо, а також з колекції чистих культур.

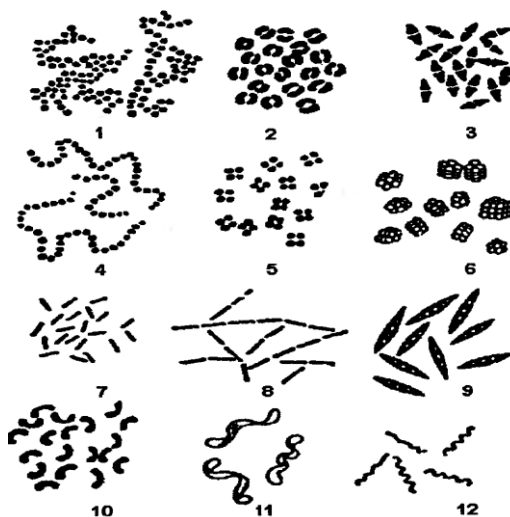


Рис.1. Основні форми бактерій:

1-6 — сферичної форми: 1 — стафілококи; 2-3 — диплококи; 4 — стрептококи; 5 — тетракоки; 6 — сарцини; 7-9 — паличкоподібні; 10-12 — спіралеподібні форми: 10 — вібріони; 11 — спірили; 12 — спірохети.



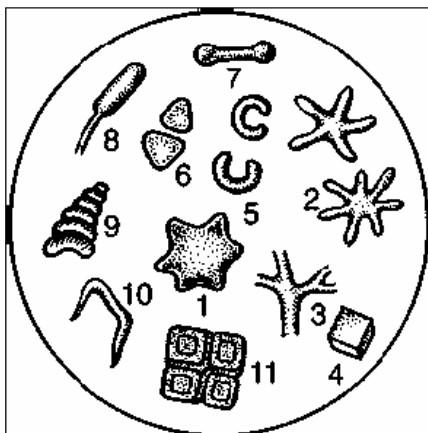


Рис.2. Нові форми бактерій:

1 — бактерії, подібні до шестикутної зірки; 2 — бактерії, які утворюють вирости (простеки); 3 — бактерії, які галузяться; 4 — пластинчасті клітини архебактерій; 5 — тороїди; 6 — трикутні; 7 — гантелеподібні бактерії; 8 — стебельцеві бактерії; 9 — трихоми нециліндричні; 10 — червоподібні бактерії; 11 — клітини, з'єднані в пластинки.

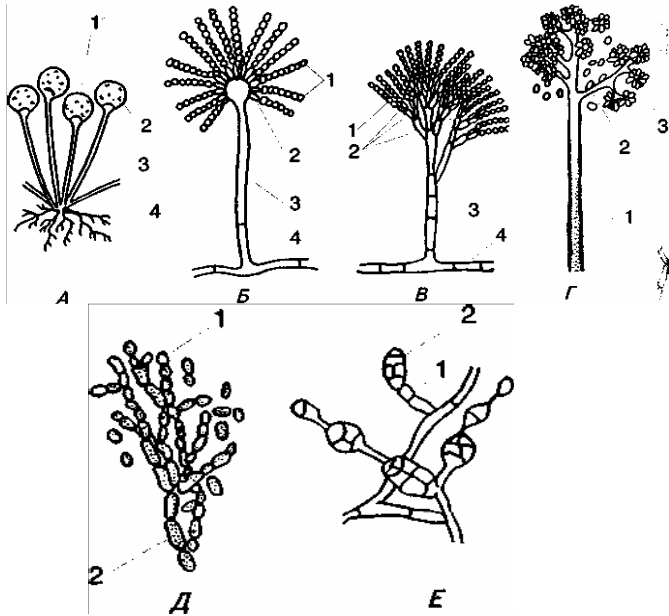


Рис. 3. Міцеліальні мікроскопічні гриби:

*A* — ризопус: 1 — спорангій; 2 — спори; 3 — спорангійносець; 4 — ризоїди; *B* — аспергіл: 1 — конідії; 2 — стеригми; 3 — конідійносець; 4 — вегетативні гіфи; *B* — пеніцил: 1 — конідії; 2 — стеригми; 3 — конідійносець; 4 — вегетативні гіфи; *Г* — ботритіс: 1, 2 — конідійносець; 3 — конідії; *Д* — ооспора молочна (оїдіум): 1 — оїдії; 2 — гіфа; *Е* — альтернарія: 1 — конідійносець; 2 — конідії.



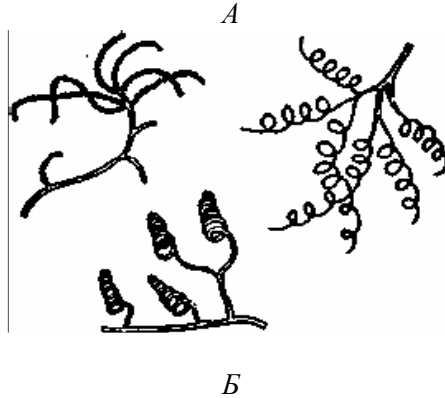


Рис. 4. Актиноміцети (за М. О. Красильниковим, 1974):  
 А - міцелій; Б – спороносці.

Морфологію і структуру мікробної клітини на фіксованих (вбитих) або живих препаратах вивчають за допомогою імерсійної системи мікроскопа.

Для виготовлення фіксованих, а також живих мікропрепаратів («висяча крапля»), («роздавлена крапля» тощо) зазвичай користуються культурами сінної і картопляної паличок (*Bacillus subtilis* і *Bacillus mesentericus*), які виготовляють за кілька днів до занятя.

### **Хід роботи**

1. Вивчення мікроорганізмів у живому стані найчастіше проводять на мікроскопічних препаратах («роздавлена крапля»). Для цього на стерильне предметне скло наносять бактеріологічною петлею крапельку суспензії досліджуваної культури.

2. Зверху накривають препарат накривним скельцем, розміщують на предметному столику мікроскопа і на поверхню накривного скельця наносять 1—2 краплини кедрової олії. У разі дослідження вбитих мікроорганізмів кедрову олію наносять безпосередньо на виготовлений і зафіксований мазок.

3. Потім обережно знижують імерсійний об'єктив до стикання з препаратом, дивляться в окуляр і, повільно

обертаючи макрогвинт на себе, піднімають тубус до появи в полі зору зображення.

4. Після цього, користуючись тільки мікрогвинтом, старанно вивчають досліджуваний об'єкт і зарисовують його.

5. По закінченні роботи піднімають тубус, знімають препарат і обережно витирають фронтальну лінзу об'єктива ганчіркою, змоченою чистим бензином. Відпрацьовані препарати складають у посудину з дезінфікуючим розчином.

### **Питання для самоконтролю**

1. Назвіть основні форми бактерій.
2. Назвіть групи, на які підрозділяються кокоподібні бактерії.
3. Охарактеризуйте паличкоподібні бактерії.
4. Охарактеризуйте звивисті бактерії.
5. Як проводиться вивчення морфології мікробної клітини?

Лабораторна робота № 7

## **МОРФОЛОГІЯ ВІРУСІВ ТА БАКТЕРІОФАГІВ**

*Мета роботи:* навчитися готувати живильні середовища для культивування мікроорганізмів.

*Матеріали та обладнання:* 1) мікроскоп; 2) предметні та накривні скельця; 3) кедрова олія.

### **О с н о в н і п о н я т т я**

**Віруси** – дрібні (діаметр 20-300 нм) невидимі у світловий мікроскоп частинки, які відрізняються облігатним паразитизмом. Вони репродукуються тільки в живих клітинах (людей, тварин, рослин і мікроорганізмів). Окрема вірусна частина називається *віріоном*. Кожний віріон складається з одного типу нуклеїнової кислоти (ДНК чи РНК), оточеної білковою оболонкою – *капсидом*, який складається з окремих мономерів – капсомерів. При вивченні вірусів використовують

електромікроскопи, ультрацентрифугування, бактерійні фільтри та інше. В тканинах, які заражені вірусами, часто формуються вірусні скупчення («тільця»), які значно більші за окремі вірусні частинки, добре зафарбовуються кислими барвниками (еозином) і видимі в світловий мікроскоп. Вони можуть розміщуватись в ядрі клітини (вірус герпесу), в цитоплазмі (вірус віспи) або в ядрі і цитоплазмі одночасно (вірус кору). Виявлення таких включень має діагностичне значення.

*Методи культивування вірусів.* Для культивування вірусів використовують курячі ембріони, культури тканин і лабораторних тварин. Курячі ембріони дуже практичні для культивування вірусів з ціллю виготовлення медичних препаратів і вакцин. Курячі зародки використовують у віці 8-12 днів. Перед зараженням шкаралупу обробляють 70% спиртом, обпалюють, змащують йодом і знову обробляють спиртом та обпалюють. Після зараження отвір заливають парафіном або накладають стерильне скло, краї якого заливають парафіном. Після інфікування ембріон поміщають в термостат при 37°C. Ознаки репродукції вірусу проявляються особливо чітко в місці зараження на хоріон-алантоїсній оболонці в вигляді точок ураження і гоморагій.

Культури тканин (клітин) беруть із тканин тварин і людини. Їх поділяють на первинні, які використовують тільки в процесі однієї генерації і перививальні, які підтримують шляхом пасажів (перевивок) довгий час. Репродукція вірусів в культурі клітин супроводжується, так званою цитопатичною дією (ЦПД), яка проявляється в зміні морфології клітин і їхнього загину. Характер і час проявлення ЦПД залежить від виду вірусу.

Віруси бактерій (бактеріофаги) заражують клітини бактерій. Під дією вірулентних бактеріофагів відбувається лізис бактерій, що супроводжується змінами культури мікроорганізмів.

***Бактеріофаги*** (від «бактерія» і грецьк. phagos – руйнівник, пожиратель) – віруси бактерій, які володіють здатністю специфічно проникати в клітини бактерій, репродукують і викликають лізис (розщеплення, руйнування) (рис. ).

Історія відкриття бактеріофагів пов'язана з ім'ям кан. вченого Ф. д'Ерля, який виявив «клітинний фактор» і назвав його бактеріофагом. В подальшому вияснили, що бактеріофаги широко розповсюджені в природі. Їх виявили у воді, ґрунті, харчових продуктах, різноманітних виділеннях із організму людей і тварин, тобто там, де зустрічаються бактерії. В даний час ці віруси виявлені у більшості бактерій, як хвороботворних, так і не хвороботворних, а також ряду інших мікроорганізмів (наприклад, грибів). Тому у широкому смислі їх стали називати просто *фагами*.

Фаги розрізняють за формою, структурною організацією, типонуклеїною кислотою і за характером взаємодії з бактеріальною клітиною.

Більшість фагів мають форму пуголка або сперматозоїда, деякі – кубічні чи ниткоподібні. Найбільш вивчені крупні бактеріофаги, які мають форм сперматозоїда. Вони складаються із витягнутої головки розміром 65-100 нм і хвостового відростку довжиною понад 100 нм. В середині хвостового відростка є циліндричний стержень з'єднаний з головкою, а зовні – чохол, здатний до скорочення. Хвостовий відросток закінчується шестикутною пластинкою з короткими колючками, від яких відходять ниткоподібні структури – фібрили. Існують також фаги, котрі мають довгий відросток, в якого чохол не скорочується, фаги з короткими відростками, аналогами відростків, без відростків.

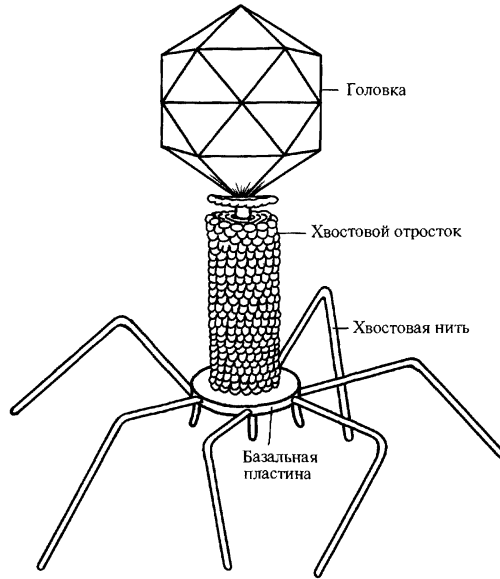


Рис.1. Бактеріофаг (схема будови).

Фаги складаються з двох основних хімічних компонентів – нуклеїнової кислоти (ДНК чи РНК) та білка. У фагів, які мають форму сперматозоїда, двохнитчаста ДНК тісно упакована в вигляді спіралі у середині головки. Білки входять до складу оболонки (капсиду), яка оточує нуклеїнову кислоту і у всі структурні елементи хвостового відростку. Структурні білки фага розрізняються за складом поліпептидів і представлені у вигляді чисельних ідентичних субодиниць укладених у вигляді кубічної чи спіральної симетрії.

Окрім структурних білків, у деяких фагів виявлені внутрішні (геномні) білки, зв'язані з нуклеїновою кислотою, і білки-ферменти (лізоцим, АТФ), які беруть участь у взаємодії фагів з клітиною. Фаги більш стійкі до дії фізичних і хімічних факторів, ніж бактерії. Ряд дезінфекційних речовин (фенол, етиловий спирт, ефір, хлороформ) суттєво не впливають на фаги. Фаги високочутливі до формаліну і кислот. Інактивація більшості фагів настає при температурі 65-70°C.

За взаємодією фагів з бактеріальною клітиною виділяють *вірулентні* і *помірні* фаги.

Вірулентні фаги, проникнувши в клітину, автономно репродукують в клітині і викликають лізис. Процес взаємодії фага з бактерією протікає у вигляді декількох стадій. Для фагів, які мають хвостовий відросток зі скоротливим чохлам він має особливості. Ці фаги адсорбуються на поверхні на поверхні клітини з допомогою фібрил відростка.

Біологічне явище симбіозу мікробної клітини з помірним фагом (профагом) називається *лізогенією*, а культура бактерій, які містять профага називається лізигенною. Ця назва відображає здатність профага самостійно, або під впливом ряду фізичних або хімічних факторів виділятися із хромосомної клітини і переходити в цитоплазму. Лізигенні культури за своїми основними властивостями не відрізняються від вихідних, але вони не підходять для повторного зараження гомологічним і близькорідним фагом.

Зміна властивостей мікроорганізмів під впливом профага називається фаговою конверсією. Вона зустрічається у багатьох видів мікроорганізмів і взаємодіє з різними їхніми властивостями: культуральними, біохімічними, токсигенними, антигенними, чутливістю до антибіотиків та ін. Крім цього, перейшовши із інтегрованого стану у вірулентну форму, помірний фаг може захопити частину хромосоми клітини і при лізисі перенести її у іншу клітину. Якщо мікробна клітина стає лізигенною, то вона набуває нових властивостей. Таким чином, ці фаги є потужним фактором зміни мікроорганізму. Вони можуть зашкодити мікробіологічному виробництву.

Практичне застосування фага:

1. Для фагодіагностики – визначення виду культури (чумний фаг).
2. Для фаготипування при визначенні джерел інфекції (черевнотифозні, стафілококові типові фаги).
3. Для виявлення патогенних мікроорганізмів у навколишньому середовищі за допомогою реакції наростання титру фага (РНТФ).



4. Для фаготерапії та фагопрофілактики (дизентерійний, сальмонельозний, стафілококовий фаги).
5. У генній інженерії.

### **Питання для самоконтролю**

1. Дайте визначення вірусу.
2. Назвіть середовище, де продукуються віруси.
3. Опишіть загальну будову вірусу.
4. Які методи культивування вірусів ви знаєте?
5. Дайте визначення бактеріофага та опишіть його будову.

### **Лабораторна робота № 8**

### **ФАРБУВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ**

*Мета роботи:* ознайомитися із основними методами фарбування мікроорганізмів.

*Матеріали та обладнання:* 1) мікроскопи; 2) предметні та накривні скельця; 3) спиртівка; 4) бактеріологічні петлі; 5) промивалки з дистильованою водою; 6) фільтрувальний папір; 7) метиленовий синій, 8) карболовий генціанвіолет; 9) розчин Люголя; 10) фуксин; 11) кедрова олія; 12) спирт; 13) досліджувані культури.

### **О с н о в н і п о н я т т я**

Мікроорганізми фарбують при вивченні внутрішньої будови клітини, а також з діагностичною метою. Фарбування мікробів — це складний фізико-хімічний процес, обумовлений механізмами електроадсорбції, капілярності, хімічної спорідненості між барвником і об'єктом. Просте фарбування мікробів здійснюється за допомогою якогось одного барвника: метиленового синього, фуксину тощо. При складних методах фарбування на препарат послідовно наносять барвники, які відрізняються як за хімічним складом, так і за кольором, що

дозволяє виявляти певні структури клітин і диференціювати види мікробів один від одного.

До складних методів належить фарбування мікроорганізмів за Грамом. Цей метод застосовується переважно з діагностичною метою. За цим методом фарбування всі мікроби поділяються на дві групи: *грампозитивні*, які набувають синьо-фіолетового кольору, і *грамнегативні*, які внаслідок того ж фарбування знебарвлюються при додаванні спирту, а при дофарбовуванні фуксином отримують рожевий колір.

Вважають, що здатність бактерій фарбуватися за Грамом пов'язана з молекулярною організацією і хімічним складом їхньої клітинної оболонки. Проте результати фарбування за Грамом теж залежать і від техніки виготовлення мазка (він повинен бути тонким), віку досліджуваної культури і тривалості фарбування.

Для фарбування за Грамом доцільно на одному предметному склі поряд з мазком із досліджуваної культури робити мазок із відомих грампозитивних або грамнегативних мікробів (для контролю). До найпоширеніших грампозитивних мікроорганізмів належать майже всі кулясті бактерії, молочнокислі бактерії, спороносні бацили, дріжджі та багато інших. До грамнегативних — азотобактер, оцтовокислі бактерії, кишкова паличка, протей, чудесна паличка, спірохети тощо.

### **Хід роботи**

На зафіксований мазок досліджуваної культури кладуть клаптик фільтрувального паперу і наносять на нього 2—3 краплі розчину карболового генціанвіолету. Витримують фарбу протягом 1—2 хв. Потім знімають папірець, на препарат діють 2—3 краплями розчину Люголя протягом 1—2 хв.

Зливають розчин Люголя, і обробляють мазок етиловим спиртом протягом 30 сек. Після цього препарат старанно промивають дистильованою водою, дофарбовують фуксином (1 хв), знову промивають водою і висушують. Виготовлений препарат вивчають під мікроскопом за допомогою імерсійної системи.

### Питання для самоконтролю

1. З якою метою фарбують мікроорганізми?
2. Які фарбники використовують при фарбуванні мікроорганізмів?
3. На які групи поділяють мікроорганізми за Грамом?
4. Як пояснити здатність бактерій фарбуватися за Грамом?
5. Дайте приклад грампозитивних та грамнегативних бактерій.

### Лабораторна робота № 9

## ВИВЧЕННЯ КУЛЬТУРАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІКРООРГАНІЗМІВ

*Мета роботи:* на прикладі колоній мікроорганізмів на різних поживних середовищах ознайомитися із їх культуральними властивостями.

*Матеріали та обладнання:* 1) термостат; 2) спиртівки; 3) стерильні чашки Петрі та пробірки; 4) скляні шпатель та бактеріологічні петлі; 5) стерильні поживні середовища МПА і МПЖ; 6) досліджувані культури; 7) олівці по склу.

### Основні поняття

До *культуральних* (або макроморфологічних) властивостей мікроорганізмів відносяться характерні особливості їх росту на щільних і рідких живильних середовищах.

### *Ріст на щільних живильних середовищах*

На поверхні щільних живильних середовищ в залежності від посіву мікроорганізми можуть рости у вигляді колонії, штриха або суцільного газону.

*Колонією* називають ізольоване скупчення клітин одного виду, що виростили у більшості випадків із однієї клітини.

В залежності від того, де росте мікроорганізм (на поверхні щільного живильного середовища, в товщі його або на дні посуду), розрізняють поверхневі, глибинні і донні колонії.

Колонії, що вирости на поверхні середовища, відрізняються великим різноманіттям і є найбільш суттєвою особливістю росту багатьох мікроорганізмів на щільному середовищі. При їх опису враховують наступні ознаки:

1. *Форму* колонії – кругла, амебовидна, неправильна, ризоїдна та ін. (рис.1).

2. *Розмір (діаметр)* колонії – вимірюють в міліметрах; якщо розміри колонії не перевищують 1 мм, то їх називають точковими.

3. *Поверхня* колонії – гладка, шершава, борозденчаста, складчаста, морщиниста, з концентричними колами або радіально окреслена.

4. *Профіль* колонії – плоский, випуклий, кратероподібний, конусовидний та ін. (рис.2).

5. *Блиск і прозорість* – колонія блискуча, матова, тьмяна, мучниста, прозора.

6. *Колір* колонії – безколірна або пігментована – біла, жовта, золотиста, оранжева, бузкова, червона, чорна.

7. *Край* колонії – рівний, хвилястий, зубчастий, бахромчастий і т.д. (рис.3).

8. *Структура* колонії – однорідна, дрібно- або крупнозерниста, струмінчаста і т.д. (рис.4).

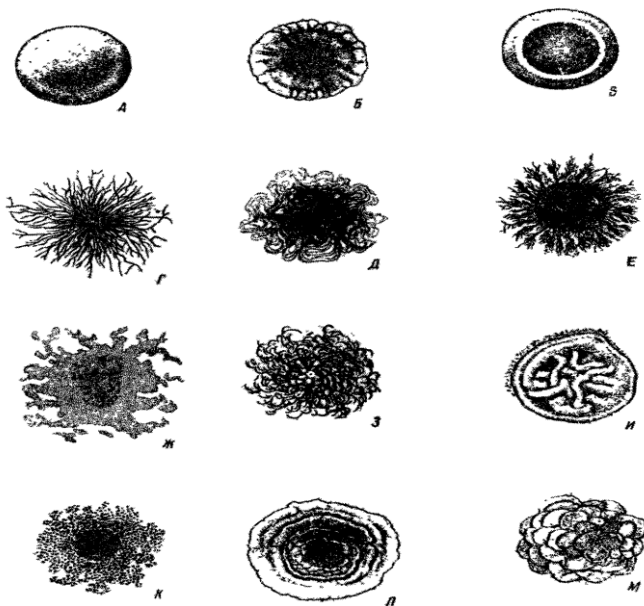
Край і структуру колонії визначають за допомогою лупи або при малому збільшенні мікроскопа.

9. *Консистенцію* колонії визначають, доторкуючись до її поверхні петлею. Колонія може легко зніматися з агара, бути щільною, м'якою або такою, що вросла в агар, слизистою (прилипає до петлі), тягучою, плівчастою (знімається повністю), крихкою (легко ламається при дотику петлі).

### ***Ріст в рідких живильних середовищах***

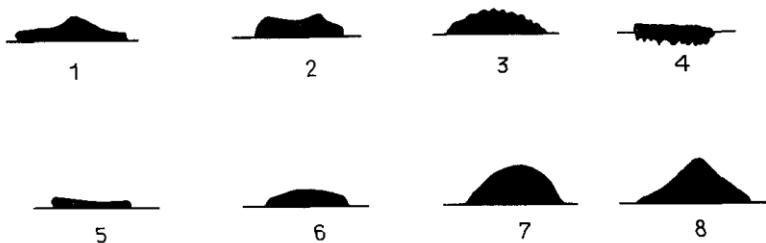
Ріст мікроорганізмів в рідких живильних середовищах більш одноманітний. Він супроводжується помутнінням середовища, утворенням плівки чи осаду.

Часто ріст мікроорганізмів супроводжується появою запаху, пігментації, виділення газу.



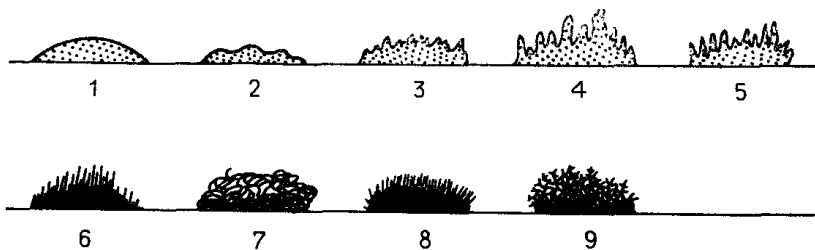
**Рис. 1. Форма колоній:**

*A* – кругла, *Б* – кругла з фестончастим краєм, *В* – кругла з валиком по краю; *Г*, *Д* – ризоїдні; *Е* – з ризоїдним краєм; *Ж* – амебовидна; *З* – нитковидна; *И* – складчаста; *К* – неправильна, *Л* – концентрична, *М* – складна.



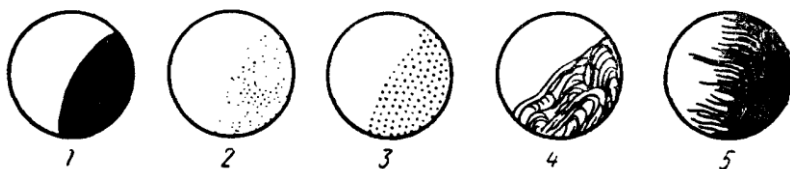
**Рис.2. Профіль колоній:**

*1* – вигнутий; *2* – кратероподібний; *3* – бугристий; *4* – вростаючий в субстрат; *5* – плоский; *6* – випуклий; *7* – краплевидний; *8* – конусовидний.



**Рис.3. Край колоній:**

1 – гладкий; 2 – хвилястий; 3 – зубчастий; 4 – лопастний; 5 – неправильний; 6 – війчастий; 7 – нитчастий; 8 – ворсинчастий; 9 – сіллястий.



**Рис.4. Структура колоній:**

1 – однорідна; 2 – дрібнозерниста; 3 – крупнозерниста; 4 – струмиська; 5 – волокниста.

### Хід роботи

1. За допомогою мікроскопа визначити культуральні ознаки обраної колонії мікроорганізмів.
2. За допомогою шкали кольорів визначити колір колонії.
3. Виготовити мазки мікроорганізмів та забарвити за Грамом.
4. Результати визначення культуральних ознак колоній мікроорганізмів та їх морфології занести до лабораторного журналу.

### Питання для самоконтролю

1. Які ознаки відносять до культуральних властивостей мікроорганізмів?
2. Дайте визначення колонії мікроорганізмів.
3. Назвіть ознаки росту колоній на щільних живильних середовищах.
4. Які форми колоній ви знаєте?
5. В чому особливість росту мікроорганізмів на рідких живильних середовищах?

### Лабораторна робота № 10

### ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОФЛОРИ ВОДИ

*Мета роботи:* дослідити зразки води з різноманітних джерел та визначити ступінь їх забруднення.

*Матеріали та обладнання:* 1) термостат; 2) мікроскопи; 3) предметні та накривні скельця; 4) стерильні чашки Петрі та пробірки; 5) спиртівки; 6) електроплитка; 7) конічні колби (300 мл); 8) фільтр Зейтца; 9) мембранні фільтри №3,9; 10) сухий поживний агар; 11) карболовий еритрозин; 12) канадський бальзам; 13) питна та забруднена вода.

### О с н о в н і п о н я т т я

У воді відкритих водойм міститься велика кількість мікроорганізмів: бактерії, гриби, водорості, найпростіші, а також віруси тощо. Їхній склад насамперед залежить від джерела, з якого взято пробу для дослідження, місця і пори року. Якщо вода забруднена, то в ній найчастіше виявляються такі гнильні бактерії: *Bacillus subtilis*, *B. Mesentericus*, *Proteus vulgaris*, *Ps. Fluorescens* та інші. Глибинні води і води артезіанських джерел містять мало мікробів. Водопровідна вода вважається чистою, якщо загальна кількість мікроорганізмів у 1 мл становить не більше 100.

Наявністю у воді представників кишкової мікрофлори людини (*Esherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium*

perfringens тощо) свідчить про фекальне забруднення, а також про можливість забруднення цієї води патогенними мікробами, а саме: сальмонелами, шигелами, холерними вібріонами, збудниками бруцельозу туляремії, чуми, а також вірусами – епідемічного гепатиту, поліомієліту тощо.

При стандартному санітарно-бактеріологічному аналізі води проводять два основних визначення: загальної кількості бактерій у воді та кількості бактерій групи кишкової палички. Ступінь забруднення води мікробами групи кишкової палички оцінюють за **к о л і - т и т р о м** або **к о л і - і н д е к с о м**.

Найменша кількість мілілітрів води, в якій виявляється хоча б одна клітина *E. Coli*, називається **к о л і - т и т р о м**. Кількість клітин *E. Coli*, виявлених у 1 л води, дістала назву **к о л і - і н д е к с у**.

## **Х і д р о б о т и**

### ***Визначення загальної кількості бактерій у воді***

1. Проби води відбирають у чисті стерильні пробірки.
2. Забруднену воду розбавляють стерильною водою у співвідношеннях: 1:10, 1:100, 1:1000 (чим більшою є забрудненість, тим більшим є розведення).
3. За допомогою стерильних піпеток по 1 мл досліджуваних проб вносять у стерильні чашки Петрі.
4. Заливають у чашку розплавлене і охолоджене до 45<sup>0</sup>C стерильне поживне середовище (МПА) та обережно нахиляють і обертають чашки для перемішування суміші.
5. Чашки позначають і розміщують у термостаті (після застигання середовища) при температурі 37<sup>0</sup>C; витримують протягом доби.
6. Підраховують кількість колоній при збільшенні у 2-5 разів.
7. За отриманими результатами визначити ступінь забруднення води користуючись даними табл.1.



Таблиця 1.

Ступінь забруднення води залежно від загальної кількості бактерій

Характеристика води	Кількість бактерій в 1мл
Дуже чиста	$a^* \cdot 10$
Чиста	$a \cdot 10^2$
Помірно забруднена	$a \cdot 10^3$
Забруднена	$a \cdot 10^4$
Брудна	$a \cdot 10^5$
Дуже брудна	$a \cdot 10^6$

$a^*$  - може мати значення від 1 до 9.

### ***Визначення кількості бактерій групи кишкової палички***

1. В сухі чисті колби відбирають проби води (300-500 мл). Якщо вода забруднена, то її перед тим розводять простерилізованою водою (залежно від забрудненості) у 100-1000 разів.

2. Підготовлені мембранні фільтри вміщують у простерилізований апарат Зейтца, з'єднаний з водоструминним насосом.

3. По закінченні фільтрування мембранний фільтр переносять стерильним пінцетом у чашку Петрі на поверхню середовища Ендо.

4. Чашку розміщують у термостаті при температурі 37<sup>0</sup>С і витримують протягом доби.

5. Розглядають колонії кишкової палички, які мають металевий блиск і червоне забарвлення.

6. Для визначення колі-індексу кількість бактерій групи кишкових паличок  $n$ , які вирости із досліджуваного об'єму води, множать на 1000 і ділять на цей же об'єм  $V$ :

$$\text{колi} - \text{iндекc} = \frac{n \cdot 1000}{V}.$$

7. Водогінна вода у великих містах і артезіанських свердловинах повинна мати колі-індекс не більше 2.

### Питання для самоконтролю

1. У якому випадку водопровідна вода вважається чистою?
2. Наявність яких мікроорганізм свідчить про фекальне забруднення води?
3. Дайте визначення колі-титру та колі-індексу.
4. Назвіть патогенні мікроорганізми, якими може бути забруднена вода.
5. Який колі-індекс повинна мати водогінна вода у великих містах і артезіанських свердловинах?

### Питання для самостійної роботи студентів

№ з.п	Тема самостійної роботи
1	2
1.	Вклад українських вчених у розвиток мікробіології.
2.	Механізм надходження поживних речовин у бактеріальну клітину.
3.	Поживні середовища і методи стерилізації. Чисті і елективні культури мікроорганізмів.
4.	Дихання мікроорганізмів. Енергетичний метаболізм прокариот.
5.	Морфологія і розміри вірусів.
6.	Будова і хімічний склад вірусів.
7.	Розмноження вірусів.
8.	Культивування вірусів, вплив фізичних і хімічних факторів на віруси та їх мінливість.
9.	Поширення вірусів. Вірусні хвороби і заходи боротьби з ними.
10.	Найбільш поширені інфекційні захворювання людини, тварин, рослин.
11.	Найбільш поширені вірусні хвороби рослин і заходи боротьби з ними.
12.	Види і механізм імунітету.
13.	Нормальна мікрофлора організму людини.
14.	Адаптивна мінливість мікроорганізмів.

15.	Використання мікроорганізмів для одержання харчових та кормових продуктів, хімічних та лікарських препаратів.
-----	---

### Теми рефератів

1. Роль мікробіології в науково-технічному прогресі суспільства.
2. Основні напрямки розвитку і проблеми, які стоять перед мікробіологією.
3. Відкриття мікроорганізмів А. Левенгуком.
4. Роль Л.Пастера у формуванні сучасної мікробіології.
5. Значення робіт Р. Коха, А. Флемінга, С. Виноградського, Мечнікова, Д. Заболотного.
6. Розвиток мікробіології і вірусології в Україні.
7. Розмноження бактерій, рух.
8. Коротка характеристика відділів та груп царства прокаріотів.
9. Фарбування бактерій за Грамом.
10. Використання на практиці досягнень генетики мікроорганізмів.
11. Реплікація ДНК.
12. Процеси енергетичного обміну.
13. Використання бактерій в господарській діяльності людини.
14. Мікрофлора повітря та методи її дослідження.
15. Мікрофлора води, очистка питних та стічних вод.
16. Чисті культури мікроорганізмів, методи їх одержання. Клон, штам.
17. Окислення етилового спирту та вуглеводнів.
18. Роль мікроорганізмів в утворенні торфу, кам'яного вугілля та інших корисних копалин.
19. Стійкість культур до УФ-променів та іонізуючого випромінювання. Фотореактивація.
20. Вплив факторів середовища на процес бродіння.
21. Патогенні мікроорганізми, інфекція.
22. Розклад мікроорганізмами білків нуклеїнових кислот, ліпідів, целюлози, крохмалю, пектину, хітину.
23. Трансформація, трансдукція, кон'югація. Принципи генно-інженерного конструювання мікроорганізмів.

24. Участь мікроорганізмів у переробці відходів і детоксикації отруйних речовин.

25. Віруси – збудники гострих респіраторних захворювань – віруси грипу А, В, С,

### Література

1. Климнюк С. І., Ситник І. О. та ін. Практична мікробіологія : посібник. Тернопіль : Укрмедкнига, 2004. 440 с.
2. Люта В. А., Заговора Г. І. Основи мікробіології, вірусології та імунології. К. : Здоров'я, 2001. 280 с.
3. Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології : підручник. К. : Либідь, 2001. 312 с.
4. Векірчик К. М. Практикум з мікробіології : навч. посібник. К. : Либідь, 2001. 144 с.
5. Антипчук А. Ф., Кіреєва І. Ю. Водна мікробіологія : навч. посібник. Київ : Кондор, 2005. 256 с.