

**В. Б. МОСКАЛЬОВ**

# **МІКРОБІОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ**



**МЕТОДИЧНІ НАСТАНОВИ**  
**до лабораторних та семінарських онлайн-занять**

**Харків, 2023**

**Міністерство освіти і науки України  
Департамент науки і освіти  
Харківської обласної державної адміністрації  
Комунальний заклад  
«Харківська гуманітарно-педагогічна академія»  
Харківської обласної ради**

**В. Б. Москальов**

# **МІКРОБІОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ**

**МЕТОДИЧНІ НАСТАНОВИ**  
**до лабораторних та семінарських онлайн-занять**

**Харків,  
2023**

УДК 378.016:579+578

ББК 28.3+28.4

**Укладач:**

**Москальов В. Б.**, викладач кафедри природничих дисциплін Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради

**Рецензенти:**

**Упатова І. П.**, доктор педагогічних наук, професор, в.о. завідувача кафедри природничих дисциплін Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради;

**Іонов І. А.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, професор кафедри анатомії і фізіології людини імені професора Я.Р. Синельникова Харківського національного педагогічного університету ім. Г. С. Сковороди.

**ББК 28.3+28.4** Мікробіологія та вірусологія: метод. настанови до лабораторних та семінарських онлайн-занять / укл. В. Б. Москальов. – Харків, 2023. – 48 с.

**Фото на обкладинці:** Thirdman, <https://www.pexels.com/photo/a-portable-burner-used-for-experimenting-8940351/>

Методичні настанови до лабораторних та семінарських онлайн-занять «Мікробіологія та вірусологія» призначено для здобувачів вищої або фахової передвищої освіти за біологічною, біотехнологічною та суміжними спеціальностями під час синхронного або асинхронного дистанційного навчання, а також для самоосвіти.

Мета цих матеріалів – сформуванню знання про будову клітин грампозитивних та грамнегативних бактерій, їх окремих органел, про екологічні, біохімічні та фізіологічні особливості мікроорганізмів, а також особливості досліджень різноманітних вірусів.

УДК 378.016:579+578

*Затверджено на засіданні науково-методичної Ради  
Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія»  
Харківської обласної ради;  
Протокол № 5 від 10.02.2023 р.*

© КЗ ХГПА, 2023  
© Москальов В. Б., 2023  
© Thirdman (фото на обкладинці)

## **ЗМІСТ**

Передмова	4
-----------	---

### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. МІКРОБІОЛОГІЯ**

Лабораторна робота № 1. Екологія мікроорганізмів	6
Лабораторна робота № 2. Морфологія бактерій. Фарбування за Грамом	9
Лабораторна робота № 3. Бродіння	18
Лабораторна робота № 4. Запасні речовини бактерій	23
Лабораторна робота № 5. Азотфіксація	28
Лабораторна робота № 6. Збудники захворювань людини та тварин (вивчення постійних препаратів)	32
Лабораторна робота № 7. Генетичний апарат мікроорганізмів	37

### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. ВІРУСОЛОГІЯ**

Вимоги до підготовки та презентації доповідей	41
Семінарське заняття № 1. Вірусологічна лабораторія	42
Семінарське заняття № 2. Методи дослідження вірусів	43
Семінарське заняття № 3. Механізми взаємодії вірусів та тварин	44
Семінарське заняття № 4. Віруси бактерій та рослин	45
Список рекомендованої літератури	46

## ПЕРЕДМОВА

Методичні настанови до лабораторних та семінарських онлайн-занять «Мікробіологія та вірусологія» будуть корисні здобувачам вищої або фахової передвищої освіти біологічного, біотехнологічного та аналогічного профілю під час синхронного або асинхронного дистанційного навчання, а також для самоосвіти. Метою цих матеріалів є формування знань про будову клітин грампозитивних та грамнегативних бактерій, їх окремих органел, про екологічні, біохімічні та фізіологічні особливості мікроорганізмів, а також особливості досліджень різноманітних вірусів.

Основне завдання цих методичних матеріалів – забезпечити ефективну організацію освітнього процесу для одержання практичних мікробіологічних навичок в умовах дистанційного навчання.

Вивчення мікробіології та вірусології є необхідним для засвоєння знань з імунології, фізіології людини та тварин, фізіології та біохімії рослин, біотехнології. Освітній компонент «Мікробіологія та вірусологія» необхідний для закладання фундаменту біологічної освіти та сприяє формуванню природничо-наукового світогляду, тому вкладання цих методичних настанов є актуальним.

Методичні настанови до лабораторних та семінарських онлайн-занять «Мікробіологія та вірусологія» містять матеріали до двох змістових модулів: ЗМ 1 «Мікробіологія», до якого наведені матеріали лабораторних робіт, та ЗМ 2 «Вірусологія», у якому передбачені семінарські заняття.

Мета освітнього компонента – формування сучасних теоретичних знань про мікроорганізми, включаючи віруси, напрацювання й удосконалення вмінь і навичок проведення лабораторних дослідів з мікроорганізмами.

Завдання освітнього компонента:

- Ознайомити здобувачів освіти з будовою та функціонуванням бактерій, архей та вірусів, метаболічними та молекулярно-генетичними процесами, що відбуваються у них.
- Сформувати цілісне уявлення про типи метаболізму у бактерій (матриця Львова).
- Сформувати поняття про гігієну, стерилізацію та дезінфекцію на виробництві, у закладах соціальної сфери та у побуті.
- Ознайомити здобувачів освіти з методиками мікробіологічних (культивування бактерій, виготовлення мікропрепаратів тощо) досліджень.
- Сформувати уявлення про мікробіологію, вірусологію як науку, яка є підґрунтям для вивчення основ асептики у виробництві та сучасних біотехнологій (харчова та фармацевтична).

Лабораторні заняття в основному містять коротку теоретичну довідку, опис методик, що засвоюються (хід роботи), посилання на відео, у якому показані мікробіологічні методичні прийоми, картку дистанційного навчання із фотографіями об'єктів та первинними даними для розрахунків, а також контрольні питання для самопідготовки.

Семінарські заняття призначені для презентації доповідей за вірусологічною тематикою. Перед початком блоку надані рекомендації щодо підготовки виступу. У кожному семінарському занятті надані орієнтовні теми доповідей та рекомендована література.

За результатами вивчення освітнього компоненту необхідно **знати:**

- предмет, об'єкт та методи дослідження мікробіології та вірусології;
- особливості організації та функціонування прокариотичної клітини та віріонів;
- типи метаболізму бактерій та архей (метаногенез, типи бродіння, види фотосинтезу тощо);
- механізми генетичної мінливості у прокариот;
- механізми проникнення вірусів у клітини, розмноження вірусів, наслідки проникнення вірусу;
- явище фіксації атмосферного азоту прокариотами.

За результатами вивчення освітнього компоненту необхідно **уміти:**

- виконувати дезінфекцію та знати, як проводять стерилізацію;
- культивувати непатогенні прокариотичні організми та аналізувати їх шляхом виготовлення мазків;
- проводити дослідження метаболітів мікроорганізмів;
- застосовувати набуті теоретичні знання в асептиці, біотехнології, діагностиці;
- застосовувати методи лабораторного практикуму мікробіології;
- формулювати наукову проблему, визначати тему, розробляти схему дослідів, обирати методи, проводити експеримент, аналізувати отримані результати.

Методичні настанови мають компіляційний характер, у ньому втілюється авторський підхід до викладання практичної складової освітнього компонента «Мікробіологія та вірусологія». Укладання завдань для організації освітнього процесу здобувачів освіти стало можливим завдяки використанню наукових розвідок багатьох вчених і науково-педагогічних фахівців. Перелік основних авторів подано в списку рекомендованої літератури. Основні методичні підходи та деякий обсяг матеріалу під час підготовки лабораторних робіт ЗМ1 було запозичено з методичних розробок кафедри фізіології та біохімії рослин та мікроорганізмів ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Укладач просить вибачення за відсутність посилань у тексті та висловлює вдячність усім фахівцям за їхні ідеї та творчі нароби покладені в основу цього видання.

## ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. МІКРОБІОЛОГІЯ

### Лабораторна робота № 1. Екологія мікроорганізмів

**Мета:** ознайомитися із загальними техніками роботи з мікроорганізмами, сформуванню уявлення про повітря та шкіру людини, як біотопи існування мікроорганізмів, навички виділення мікроорганізмів із зазначених середовищ.

**Обладнання:** чашки Петрі зі стерильним поживним середовищем (МПА – обов'язково та, за можливості – агаризовані середовища Чапека, Сабуро).

**Літературні джерела:** 1, 3, 9, 12.

#### Відеоілюстративний матеріал:

1 Загальна мікробіологічна техніка:

<https://www.youtube.com/watch?v=y8DxXsWmbkk&t=0s>

2 Техніка посіву мікробіоти шкіри на чашки Петрі методом відбитків:

<https://www.youtube.com/watch?v=nArV1eHM-3g>

3 Техніка посіву мікробіоти повітря на чашки Петрі:

[https://www.youtube.com/watch?v=eAFW7\\_3vM64](https://www.youtube.com/watch?v=eAFW7_3vM64)

#### Короткі теоретичні відомості:

##### *Шкіра людини – біотоп для мікроорганізмів*

На поверхні шкіри людини, на слизових оболонках, у відкритих порожнинах людини мешкає понад  $10^{13}$  клітин мікроорганізмів. Популяції цих організмів складають нормальну мікробіоту (аутобіоту) людського організму. Розрізняють автохтонну, постійну мікробіоту та транзиторну, випадкову - алохтонну. Мікроорганізми, завдяки взаємодії своїх поверхневих структур з протеїнами мембран макроорганізму, формують біоплівки й таким чином виконують функцію протиінфекційного захисту людини. Кожній частині організму людини притаманна своя мікробіота. Оскільки шкіра є відкритою екосистемою, саме тут можна знайти найбільшу кількість алохтонних мікроорганізмів. До складу постійної нормальної мікробіоти шкіри входять різні коки – *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus epidermidis*, *S. intermedius*, а також бревібактерії, коринебактерії та дифтероїди. Окрім того, на поверхні шкіри можна знайти аеробні спороутворювальні палички (р. *Acinetobacter*), які мешкають у повітрі, воді, ґрунті. Більша кількість мікроорганізмів трапляється в місцях концентрації сальних і потових залоз. Співвідношення груп мікроорганізмів залежить від віку, статі, стану імунної системи людини.

Мікрофлору поверхні шкіри людини можна дослідити методом змивів і методом відбитків.

*Метод відбитків* вважається експрес-методом, він достатньо простий у виконанні та не потребує певних навичок техніки мікробіологічних досліджень.

При використанні *методу змивів* стерильною ватою, змоченою стерильним фізіологічним розчином, протирають поверхню шкіри, нігті, потім вату переносять у пробірку з напіврідким живильним середовищем, ретельно перемішують, і через годину невеликий об'єм такої суспензії з додержанням умов стерильності переносять на тверде живильне середовище у чашках Петрі. Чашки витримують протягом доби у термостаті при температурі 36°C, а потім - іще 2-3 доби витримують при кімнатній температурі.

### **Атмосферне повітря – біотоп для мікроорганізмів**

Повітря є такою екологічною нішею для мікроорганізмів, в якій вони не розмножуються, а тільки підтримують своє існування деякий час. Це пов'язано з відсутністю у повітрі поживних речовин та постійною зміною складу повітряних мас. Склад мікрофлори повітря є достатньо динамічним, постійно змінюється та оновлюється. Мікрофлору повітря умовно поділяють на резидентну, яка формується переважно ґрунтовими мікроорганізмами і більш-менш постійно знаходиться у повітрі, та тимчасову, тобто таку, що висівається із повітря спорадично. До складу резидентної мікрофлори зазвичай входять бактерії *Micrococcus roseus*, *M. flavus*, *M. candidam*, *Sarcina flava*, *S. alba*, *S. rosea*, *Bacillus subtilis*, *B. mycoides*, *B. mesentericus*, види роду *Actinomyces*, мікроміцети родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* та ін. різні види дріжджів. Більшість цих мікроорганізмів мають ліпофільні властивості клітинних покривів та синтезують різні пігменти, які захищають їх від надмірної інсоляції.

Тимчасова мікрофлора повітря формується також за рахунок ґрунтових видів, але також до її складу входять мікроорганізми з водойм, з поверхні шкіри тварин, а у повітрі поблизу біовиробництв можуть траплятися види, які використовуються на цих виробництвах. До складу тимчасової мікрофлори повітря приміщень можуть входити умовно- патогенні та патогенні види мікроорганізмів та віруси, усі вони потрапляють туди з поверхні шкіри людини, а також при чханні, кашлі або просто під час розмови.

Санітарними службами постійно проводиться моніторинг мікрофлори як атмосферного повітря, так і повітря приміщень різного призначення. В першу чергу визначають загальне мікробне число (ЗМЧ, ОМЧ – рос.). В закритих приміщеннях повітря вважається чистим за умов вмісту в 1 м<sup>3</sup> не більше 1500 колоній-утворювальних одиниць (КУО, КОЕ - рос.). Регулярне провітрювання та вологе прибирання знижує чисельність мікроорганізмів у повітрі у 30 разів.

Для дослідження мікрофлори повітря використовують спеціальні прилади, через які пропускається певний об'єм повітря, а всі мікроорганізми осідають на фільтри (з них роблять змиви), або відразу на тверді поживні середовища у чашки Петрі. Також можна використовувати седиментаційний метод Коха.

## **ЗАВДАННЯ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОФЛОРИ ШКІРИ (МЕТОД ВІДБИТКІВ)**

### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита та ознайомитися з відео)

- 1.1. Із додержанням стерильності легко притиснути палець до поверхні агарової пластинки у чашці Петрі.



- 1.2. Засіяні таким чином чашки Петрі поставити у термостат при температурі 35-36 °С.
- 1.3. На наступному лабораторному занятті дослідити культурально-морфологічні ознаки колоній мікроорганізмів, які вирости на МПА у чашках Петрі.

## **ЗАВДАННЯ 2. МІКРОБІОТА ПОВІТРЯ (ПОСІВ НА ЧАШКИ ПЕТРІ)**

### **Перебіг роботи:**

*(занотувати до зошита та ознайомитися з відео)*

- 2.1. Використовувати чашки Петрі із застиглими поживними середовищами МПА, Чапека, Сабуро. Відкриті чашки Петрі витримати на поверхні стола, підлоги, або на полицях протягом 5 хв. Підраховано, що за цей час осідає стільки клітин мікроорганізмів, скільки міститься у 10 л повітря.
- 2.2. Чашки Петрі закрити кришками та поставити у термостати при температурі 37°С (для дослідження бактерій) і 22°С (для дослідження мікроміцетів) на 7 діб.
- 2.3. Через 7 діб підрахувати кількість колоній, що вирости за допомогою приладу для підрахунку колоній бактерій.
- 2.4. На наступному лабораторному занятті визначити число КУО у 1 м<sup>3</sup> повітря.
- 2.5. На наступному лабораторному занятті дослідити культурально-морфологічні ознаки колоній мікроорганізмів.

**ЗРОБИТИ ВИСНОВКИ** щодо особливостей повітря та поверхні шкіри як біотопів для мікроорганізмів, методи виділення бактерій із зазначених середовищ.

## **ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:**

1. Які мікроорганізми є представниками мікроценозу верхніх дихальних шляхів людини?
2. Які мікроорганізми є представниками мікроценозу травного тракту людини?
3. Які фактори впливають на чисельність та склад мікроорганізмів травного тракту людини?
4. Назвіть можливі причини дисбіозу. Які шляхи його подолання?
5. Які взаємовідносини складаються між людиною та мікроорганізмами? Наведіть приклади.
6. Чому у забрудненому повітрі чисельність мікроорганізмів значно більша, ніж у чистому?
7. Назвіть способи зменшення чисельності мікроорганізмів у повітрі.
8. Які мікроорганізми є найбільш небезпечними у повітрі лікарні?

## Лабораторна робота № 2. Морфологія бактерій. Фарбування за Грамом

**Мета:** ознайомитися із основними типами культуральних ознак та морфології бактерій, виділених із природніх біотопів; засвоїти техніку диференційованого фарбування за Грамом, відмінності у будові та грампозитивних та грамнегативних бактерій, у їх вигляді на препаратах.

**Обладнання:** чашки Петрі культурами виділених бактерій, мікробіологічна петля, предметне скло, пальник, фуксин, дистильована вода, вата, спирт етиловий, фільтрувальний папір, культури *Escherichia coli* (кишкова паличка) та *Bacillus mesentericus* (картопляна паличка), генціановий фіолетовий, розчин Люголя, мікроскоп з імерсійним об'єктивом, імерсійне масло.

**Літературні джерела:** 1, 3, 9, 12.

### Відеоілюстративний матеріал:

1 Техніка виготовлення мазків:

<https://www.youtube.com/watch?v=QjfmbrzaHcs>

<https://www.youtube.com/watch?v=Qy9IunJxtKU>

2 Техніка мікроскопіювання:

<https://www.youtube.com/watch?v=mpJmjd5YYMI&t=2s>

3 Техніка фарбування за Грамом:

<https://www.youtube.com/watch?v=PvNkAPSAB1I>

<https://www.youtube.com/watch?v=SUpRNcgBht8>

<https://www.youtube.com/watch?v=t31nWmqNWj4>

### Короткі теоретичні відомості:

*Опис колонії мікроорганізмів виконують за такими ознаками:*

**Морфологічні ознаки.** До них належать форма та розміри бактеріальної клітини, наявність чи відсутність капсул, слизу, джгутиків, забарвлення за Грамом, здатність до спороутворення.

**Культуральні ознаки.** До них належать здатність мікроорганізмів рости на тому чи іншому живильному середовищі, а також характеристика колоній, які виростили на твердому живильному середовищі (наприклад, МПА). Дослідження проводять за допомогою мікроскопа МБС-9.

**Форма колонії** – округла, ризоїдна, амебоїдна, нитковидна, складчаста, концентрична, неправильна.

**Розмір колонії** – вимірюється лінійкою, виражається в мм. Колонія діаметром 10 мм і більше – велика за розміром, діаметром 1–10 мм – середня, якщо колонія має розмір близько 1 мм, її вважають точечною. Розмір дуже дрібних колоній (менше 1 мм) визначають за допомогою окуляр-мікрометра.

**Колір колонії і колір оточуючого агару** – прозора, безкольорова, забарвлена. Забарвлення колоній визначають за допомогою шкали кольорів; якщо

мікроорганізми виділяють пігмент в середовище, визначають і його колір. Іноді мікроорганізми мають забарвлений в інший колір реверзум (зворотна сторона колонії).

**Поверхня колонії** – гладенька, шершава, складчаста, бугриста.

**Профіль колонії** – плоский; випуклий; кратеровидний; той, що вростає в агар; бугристий; краплевидний; конусовидний.

**Край колонії** – гладенький, хвилястий, зубчастий, лопатний, неправильний, війчастий, нитчастий, гілчастий.

**Структура колонії** – однорідна, мілкозерниста, крупнозерниста; волокниста (визначається за допомогою бактеріальної петлі).



### Фарбування за Грамом

Класичний спосіб забарвлення, запропонований Грамом, що допомагає віддеференціювати бактерії з різним типом клітинної стінки, був дороблений і модифікований багатьма вченими, існує навіть експрес-метод визначення грампозитивності в грамнегативності (жива культура грамнегативних бактерій утворює слиз при обробці 3 % КОН протягом 5-10 секунд).

## ЗАВДАННЯ 1. ОБЛІК МІКРОФЛОРИ ШКІРИ

### Перебіг роботи:

*(занотувати до зошита та ознайомитися з відео, замалювати та описати організми з картки відповідно до варіанта)*

1.1. Розглянути колонії мікроорганізмів, замалювати, пронумерувати та описати їх

*Культуральні ознаки:*

- Форма колонії
- Профіль колонії
- Край колонії
- Розмір колонії

- Колір колонії і колір оточуючого агару
  - Структура колонії
- 1.2. Виготовити мазки колоній, висушити, зафіксувати у полум'ї пальника та забарвити простим способом барвником фуксин (час контакту з клітинами – 1–2 хв.), промити водою та висушити. Розглянути мазки під мікроскопом. Замалювати та описати морфологічні ознаки. Біля рисунків проставити номер колонії, з якої взято мікроорганізм

*Морфологічні ознаки:*

- Форма клітини
- Агрегація клітин
- Розмір клітини
- Наявність ендоспор

## **ЗАВДАННЯ 2. ОБЛІК МІКРОБІОТИ ПОВІТРЯ**

### **Перебіг роботи:**

*(занотувати до зошита та ознайомитися з відео, замалювати та описати організми з картки відповідно до варіанта)*

- 2.1. Розглянути колонії мікроорганізмів, що вирости за кожного з двох режимів культивування, замалювати, пронумерувати та описати їх

*Культуральні ознаки:*

- Форма колонії
- Профіль колонії
- Край колонії
- Розмір колонії
- Колір колонії і колір оточуючого агару
- Структура колонії

- 2.2. Виготовити мазки колоній, висушити, зафіксувати у полум'ї пальника та забарвити простим способом барвником фуксин (час контакту з клітинами – 1-2 хв.), промити водою та висушити. Розглянути мазки під мікроскопом. Замалювати та описати морфологічні ознаки. Біля рисунків проставити номер колонії, з якої взято мікроорганізм

*Морфологічні ознаки:*

- Форма клітини
- Агрегація клітин
- Розмір клітини
- Наявність ендоспор

- 2.3. Визначити число КУО у 1 м<sup>3</sup> повітря за формулою:

$$X_2 = ((X_1 \times 100) / 78,5) \times 100$$

де  $X_1$  - число колоній, які вирости на чашці Петрі; 78,5 - площа чашки Петрі.

### **ЗАВДАННЯ 3. ФАРБУВАННЯ ЗА ГРАМОМ**

#### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита та ознайомитися з відео, замалювати організми з картки)

- 3.1. На одному предметному склі по черзі приготувати мазки *Escherichia coli* (кишкова паличка) та *Bacillus mesentericus* (картопляна паличка).
- 3.2. На зафіксовані у полум'ї пальника мазки покласти невеликі клаптики фільтрувального паперу та нанести на нього генціановий фіолетовий барвник так, щоб папір повністю був зволожений барвником. У разі нещільного прилягання паперу до скла легко натиснути на папір бактеріальною петлею.
- 3.3. Через 5-6 (7) хв пофарбований папір зняти та забарвити препарати розчином Люголя - 1 хв, при цьому препарати потемніють.
- 3.4. Розчин Люголя злити й обробити препарати 96 % етиловим спиртом – 30-60 с (нанести кілька крапель спирту, зачекати 10-15 с, злити, процедуру повторити 2-3 рази залежно від товщини мазків та інтенсивності попереднього фарбування).
- 3.5. Препарати промити до «чистої води».
- 3.6. Дофарбувати препарати фуксином протягом 1-2 хв.
- 3.7. Барвник змити водою, препарати висушити та мікроскопіювати з імерсійним маслом.
- 3.8. Визначити, яка із запропонованих культур є грампозитивною, а яка – грамнегативною, якщо відомо, що *Bacillus mesentericus* - спороутворювальна бактерія, тому у полі зору будуть спостерігатися слабозабарвлені овальні тільця – спори, також бактерія утворює довгі ланцюги клітин. Кишкова паличка спор не утворює, зрідка в полі зору можуть траплятися короткі ланцюжки по 2-3 клітини.
- 3.9. Зробити схематичні малюнки досліджених мікроорганізмів.

**ЗРОБИТИ ВИСНОВКИ** про культуральні ознаки та морфологію бактерій, що знаходяться у повітрі та на поверхні шкіри; сутність методу фарбування за Грамом, виходячи з будови клітинної стінки бактерій

#### **ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:**

1. Які основні морфологічні типи прокаріот вам відомі?
2. З якою метою використовується бактеріальна петля?
3. Вкажіть, яким чином видаляють залишки культури мікроорганізмів з бактеріальної петлі.
4. Чому під час роботи з пробіркою її потрібно тримати у горизонтально над полум'ям?

5. Дайте визначення поняттям «грампозитивні бактерії», «грамнегативні бактерії».
6. На якому етапі забарвлення за Грамом препарат промивають водою?
7. Коротко опишіть експрес-метод визначення типу клітинної оболонки бактерій.  
Зафарбуйте клітини у відповідний колір на кожному етапі фарбування препарату за Грамом.

<p>1. Генціанвіолет</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">+</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">-</div> </div>	<p>2. Розчин йоду</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">+</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">-</div> </div>
<p>3. Спирт</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">+</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">-</div> </div>	<p>4. Фуксин</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">+</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">-</div> </div>

8. «+» – грампозитивні, «-» – грамнегативні

## Лабораторна робота № 2

### КАРТКА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

#### ДО ЗАВДАНЬ 1-2. Облік мікрофлори шкіри / повітря

Варіант	До завдання 1	До завдання 2	X <sub>1</sub> =
1.	1	8	13
2.	2	7	12
3.	3	6	11
4.	4	5	10
5.	1	3	9
6.	2	4	8
7.	3	6	7
8.	8	2	6
9.	7	3	5
10.	6	1	4
11.	5	3	3
12.	4	2	2
13.	6	1	1

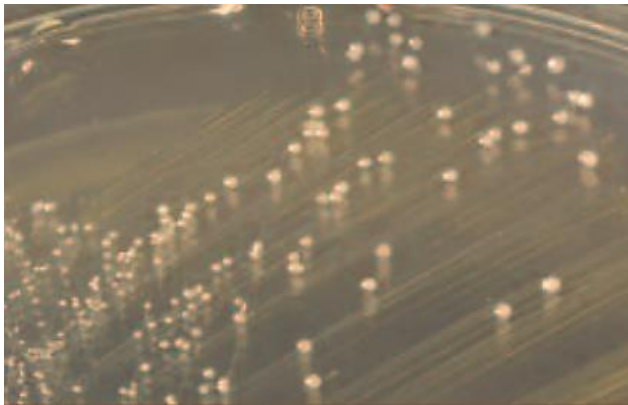
I. Алгоритм опису культуральних ознак:

1. Колір колонії –
2. Форма колонії –
3. Профіль колонії –
4. Поверхня колонії –
5. Край колонії –

II. Алгоритм опису морфології:

1. Форма клітини –
2. Агрегація клітин –
3. Наявність ендоспор –

I. Для опису культуральних ознак:



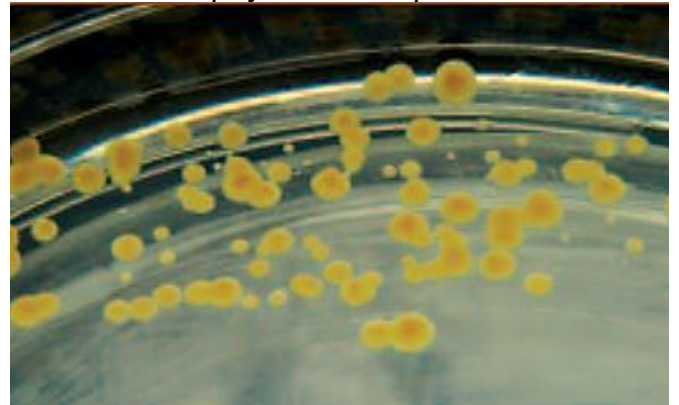
1 – *Enterococcus faecium*



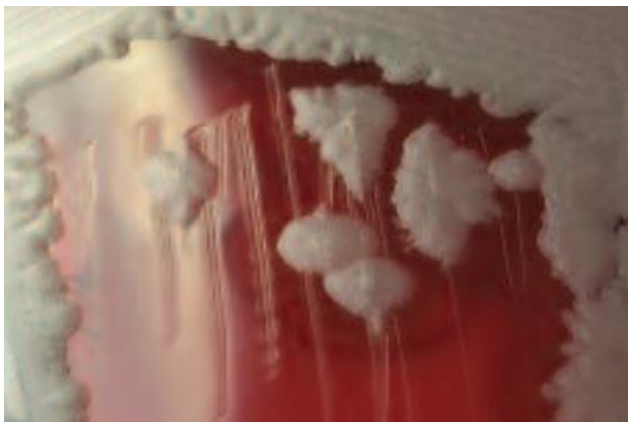
2 – *Staphylococcus epidermidis*



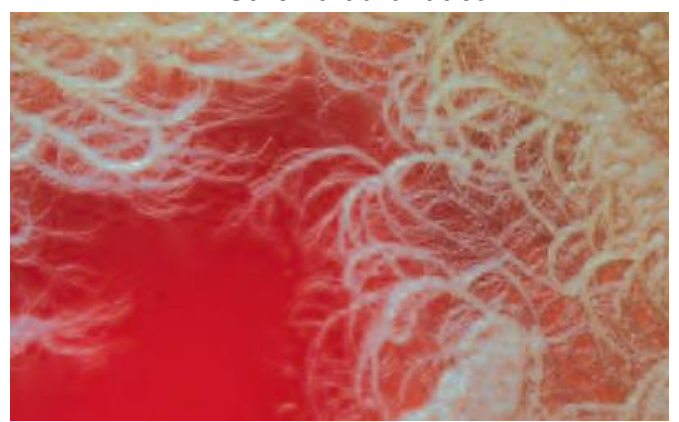
3 – *Micrococcus luteus*



4 – *Sarcina aurantiaca*



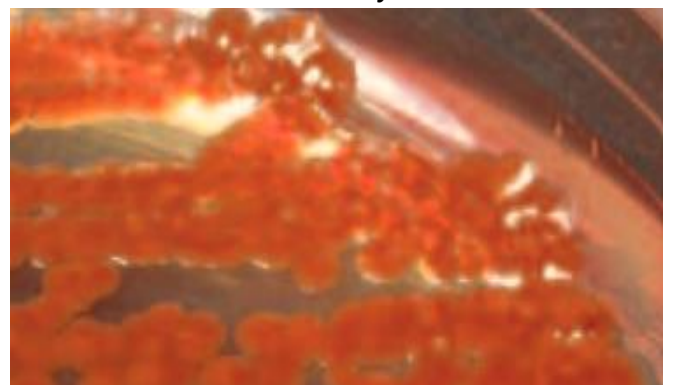
5 – *Bacillus cereus*



6 – *Bacillus mycoides*



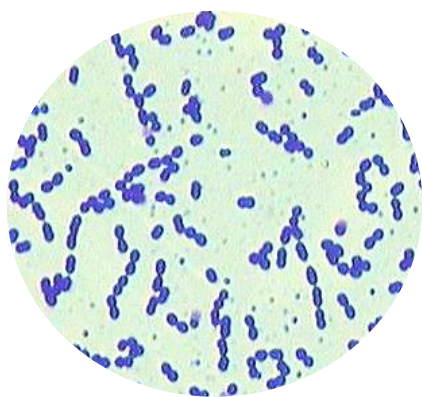
7 – *Chromobacterium violaceum*



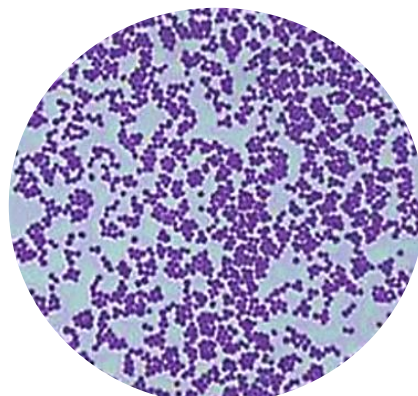
8 – *Serratia marcescens*



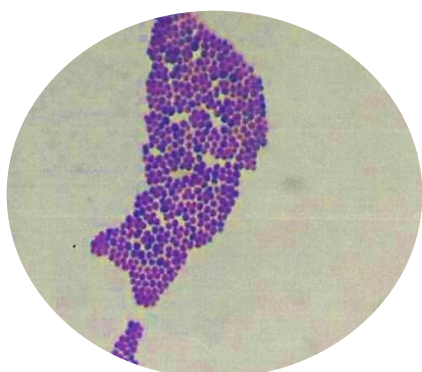
**II. Для опису морфологічних ознак:**



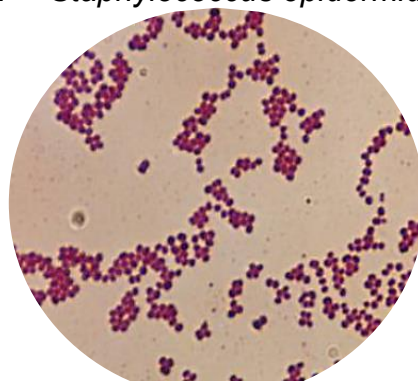
1 – *Enterococcus faecium*



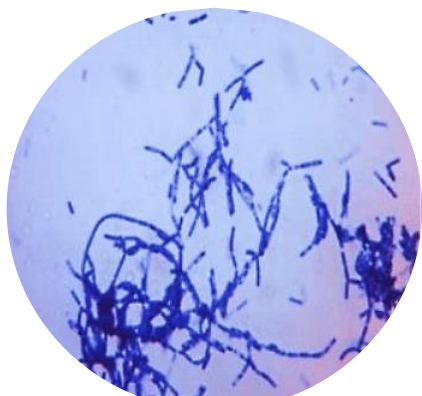
2 – *Staphylococcus epidermidis*



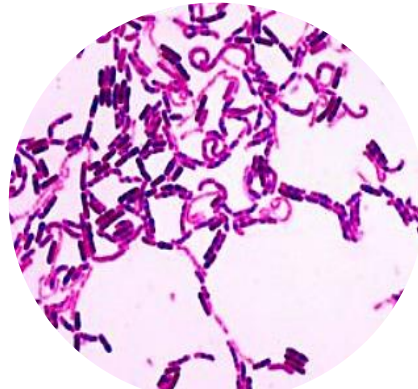
3 – *Micrococcus luteus*



4 – *Sarcina aurantiaca*



5 – *Bacillus cereus*



6 – *Bacillus mycoides*

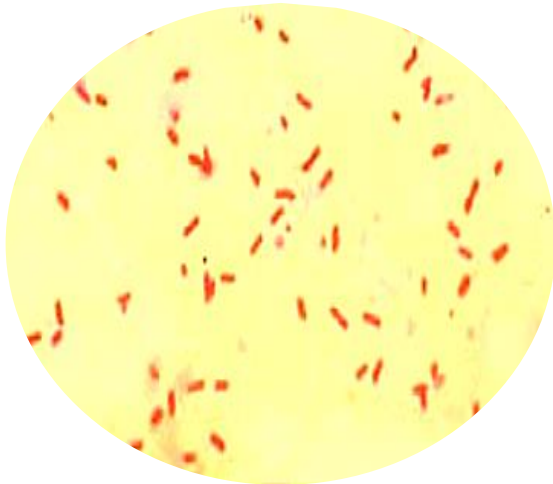


7 – *Chromobacterium violaceum*

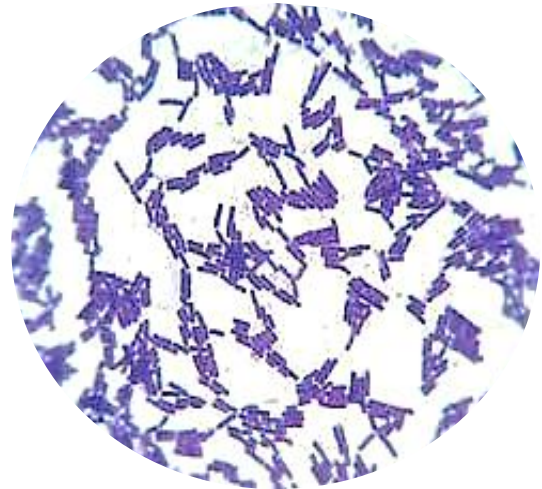


8 – *Serratia marcescens*

**ДО ЗАВДАННЯ 3. ФАРБУВАННЯ ЗА ГРАМОМ**



*Escherichia coli* (кишкова паличка)



*Bacillus mesentericus* (картопляна паличка)

### **Лабораторна робота № 3. Бродіння**

**Мета:** дослідити процеси анаеробного обміну в мікроорганізмів, визначити морфологічні та біохімічні властивості бактерій – збудників бродіння.

**Обладнання:** зразок бродильної рідини (кисломолочний продукт або розсол), мікробіологічна петля, предметне скло, пальник, суміш Карнуа, метиленовий синій, дистильована вода, вата, фільтрувальний папір, розчин Люголя, мікроскоп з імерсійним об'єктивом, імерсійне масло, фенолфталеїн, бюретка, колби

**Літературні джерела:** 1, 3, 9, 12.

#### **Відеоілюстративний матеріал:**

- 1 Техніка виготовлення мазків молочнокислих бактерій (time code – from 4:10):

<https://www.youtube.com/watch?v=xDVmtYt33wg>

- 2 Техніка титрування молочної кислоти (time code – from 2:25):

<https://www.youtube.com/watch?v=vMCNmX91TOc>

#### **Короткі теоретичні відомості:**

**Бродіння** – це ферментативний окиснювально-відновлюваний процес перетворення органічних речовин, який протікає в анаеробних умовах та супроводжується синтезом молекул АТФ. Види бродіння визначають за кінцевими продуктами.

#### ***Молочнокисле бродіння***

Молочнокислі бактерії – фізіологічна група хемоорганогетеротрофних, неспроутворювальних, нерухомих, факультативно анаеробних мікроорганізмів, збудників молочнокислого бродіння. Трапляються у молоці та кисломолочних продуктах, у соліннях, маринадах, у ґрунті, в філосфері та ризосфері рослин, в кишківнику хребетних. В результаті зброджування цукрів (глюкоза, фруктоза, маноза, сахароза, лактоза, мальтоза та ін.) утворюють молочну кислоту (гомоферментативне бродіння) або молочну, оцтову кислоти, етанол, CO<sub>2</sub> (гетероферментативне бродіння).

Особливою характеристикою молочнокислих бактерій є їхня вибагливість до середовища – дані мікроорганізми потребують певних екзогенних факторів росту (окремих амінокислот, вітамінів). Також представники групи молочнокислих бактерій виключно чутливі до кисню, вони добре розвиваються за умов відсутності або дуже низької концентрації кисню в середовищі.

Кількість молочної кислоти у бродильній рідині визначають за різницею 0,1 н NaOH, що було використано для титрування молока у кінці дослідження та на початку.

## Молочнокислі бактерії, згруповані за формою клітин та за типом бродіння

Коки	Палички
Гомоферментативне бродіння: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CH_3-CHOH-COOH$	
<i>Streptococcus lactis</i> <i>S. faecalis</i> <i>S. salivarius</i> <i>S. cremoris</i> <i>S. thermophilus</i> <i>S. diacetylactis</i> <i>Pediococcus cerevisiae</i>	Термобактерії (температурний оптимум 40°C, за 15 °C не ростуть) <i>Lactobacillus lactis</i> <i>L. acidophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> Стрептобактерії (температурний оптимум 30-37 °C; за 15 °C ростуть) <i>Lactobacillus casei</i> <i>L. plantarum</i> <i>Sporolactobacillus inulinus</i>
Гетероферментативне бродіння: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3-CHOH-COOH + CH_3CH_2OH + CO_2$ (або $CH_3-COOH$ )	
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>L. cremoris</i>	<i>Lactobacillus brevis</i> <i>L. fermentum</i> <i>Bifidobacterium bifidum</i>

### Оцтовокисле бродіння

До оцтовокислих бактерій належать роди хемоорганогетеротрофних, неспроутворювальних, зазвичай рухомих, облигатно аеробних мікроорганізмів, які отримують енергію завдяки окисненню первинних спиртів до карбонових кислот, зокрема, етанолу – до оцтової кислоти, а вторинних спиртів – до кетонів. Представники оцтовокислих бактерій - роди *Gluconobacter* (здатні окислювати етиловий спирт до оцтової кислоти, недоокиснювачі) і *Acetobacter* (швидко окиснюють етанол до оцтової кислоти, а потім кислоту повільно окиснюють далі, з виділенням  $CO_2$ , переокиснювачі).

В природі трапляються на поверхні стиглих ягід або у повітрі, виступають забрудниками бродильних рідин. Особливістю оцтовокислих бактерій є здатність формувати капсули, які складаються з різних вуглеводів - декстрану, левану, целюлози. Залежно від складу капсульної речовини, бактерії утворюють різні за характеристиками біоплівки. Окрім того, за однакових умов фарбування йодом, клітини мають різний колір. Наприклад, у *Acetobacter aceti* клітини фарбуються йодом в жовтий колір, плівка гладенька, у *A. pasteurianum* – в синій, а плівка має сухий зморшкуватий вигляд. За наявності в бродильній речовині *A. xylinum* клітини також фарбуються в синій колір, але в рідині утворюється плівка, яка осідає на дно колби.

## **ЗАВДАННЯ 1. МОЛОЧНОКИСЛЕ БРОДІННЯ – ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБУДНИКІВ**

### **Перебіг роботи:**

*(занотувати до зошита та ознайомитися з відео, замалювати організми з картки)*

- 1.1. На предметне скло нанести краплю кисломолочного продукту або розсолу, додати краплю дистильованої води та за допомогою бактеріальної петлі виготовити мазок.
- 1.2. Мазок висушити над полум'ям пальника та зафіксувати сумішшю Карнуа (6 частин абсолютного етилового спирту, 3 частини хлороформу та 1 частина оцтової кислоти) – кілька разів суміш нанести на мазок і злити.
- 1.3. На фіксований таким чином мазок нанести кілька крапель метиленового синього на 3-5 хв.
- 1.4. Препарат промити водою, висушити фільтрувальним папером і мікроскопіювати з імерсійним маслом.
- 1.5. Знайти в полі зору ланцюжки коків або паличок.
- 1.6. Зробити схематичний малюнок.

## **ЗАВДАННЯ 2. МОЛОЧНОКИСЛЕ БРОДІННЯ – ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ РЕАКЦІЇ**

### **Перебіг роботи:**

*(занотувати до зошита та ознайомитися з відео, обчислити за даними з картки відповідно до варіанта)*

- 2.1. У колбу внести 10 мл молока, додати 20 мл води та 2 краплі фенолфталеїну.
- 2.2. Титрувати 0,1 н NaOH до рожевого забарвлення (остання крапля має призвести до зміни кольору; якщо слабо-рожевий колір не зникає протягом 1 хвилини, припиняють додавати титрант та визначають його об'єм).

Кислотність виражають у процентах молочної кислоти, або у градусах Тернера.

10°Т – це 1 мл 0,1 н розчину лугу, який витрачено на титрування 100 мл молока.

- 2.3. Обчислюють вміст молочної кислоти:

- у градусах Тернера:  $T = V_{\text{NaOH}} \times 10$
- у процентах молочної кислоти:  $\text{лактат-\%} = V_{\text{NaOH}} \times 0,009$

### **ЗАВДАННЯ 3. ОЦТОВОКИСЛЕ БРОДІННЯ – ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБУДНИКІВ**

#### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)

- 3.1. На предметне скло нанести краплю води, в неї за допомогою бактеріальної петлі перенести шматочок плівки з накопичувальної культури бактерій і зробити мазок.
- 3.2. Додати розчин Люголя, накрити покривним склом і через 10 хв та мікроскопіювати з імерсійним маслом.
- 3.3. Знайти в полі зору забарвлені в жовтий або синій колір поодинокі палички, ланцюжки.
- 3.4. Зробити схематичний малюнок.

**ЗРОБИТИ ВИСНОВКИ** про значення процесу бродіння для організмів, що його збуджують, особливості їх морфології та біохімії.

#### **ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:**

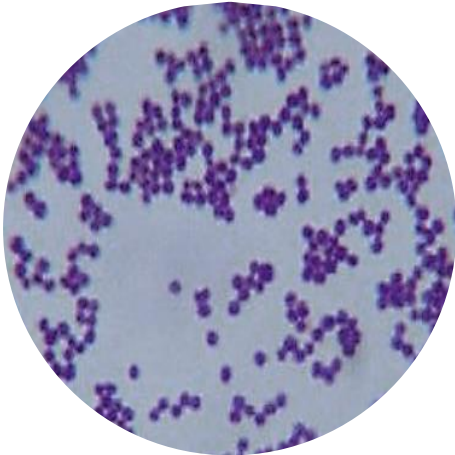
1. Які речовини зброджують гетероферментативні молочнокислі бактерії.
2. Використовуючи підручник, запишіть хімічні реакції анаеробного гліколізу від глюкози до молочної кислоти (11 реакцій), підпишіть назви сполук та ферментів.
3. Напишіть сумарне рівняння окислювання етилового спирту до оцтової кислоти.
4. Які існують основні способи виготовлення оцту?
5. Порівняйте метаболічні процеси у представників родів *Gluconobacter* та *Acetobacter*.
6. Назвіть способи синтезу АТФ (способи фосфорилування).



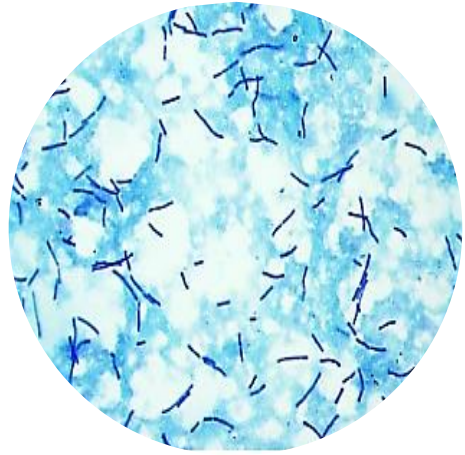
### Лабораторна робота № 3

#### КАРТКА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

#### ДО ЗАВДАННЯ 1. Дослідження збудників молочнокислого бродіння



*Lactococcus lactis*



*Lactobacillus acidophilus*

#### ДО ЗАВДАННЯ 2. Дослідження продуктів молочнокислого бродіння

Варіант	Об'єм титранту (натрій гідроксиду), мл
1.	0,70
2.	0,60
3.	0,50
4.	0,80
5.	0,55
6.	0,65
7.	0,75
8.	0,85
9.	0,90
10.	0,45
11.	0,40
12.	0,35
13.	0,95

#### ДО ЗАВДАННЯ 3. Дослідження збудників оцтовокислого бродіння



*Acetobacter sp.*

## Лабораторна робота № 4. Запасні речовини бактерій

**Мета:** дослідити різноманіття поживних речовин, що запасуються у клітинах мікроорганізмів та з'ясувати роль цих речовин у їх життєдіяльності.

**Обладнання:** чисті культури *Rhodotorula sp*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* (або опара), *Bacillus thuringiensis*, мікробіологічна петля, предметне скло, пальник, синька Леффлера, дистильована вода, вата, фільтрувальний папір, розчин Люголя, спирт етиловий, судан III, фуксин, мікроскоп з імерсійним об'єктивом, імерсійне масло

**Літературні джерела:** 1, 3, 9, 12.

### Відеоілюстративний матеріал:

- 1 Фарбування зерен волютину синькою Леффлера, або лужним метиленовим синім (time code – 0:00-0:30, далі інший спосіб):

<https://www.youtube.com/watch?v=eGi3EoMkLUs>

- 2 Спостереження за параспоральними тільцями:

[https://www.youtube.com/watch?v=zti5o7o2\\_RQ](https://www.youtube.com/watch?v=zti5o7o2_RQ)

### Короткі теоретичні відомості:

До **внутрішньоклітинних включень** мікроорганізмів належать запасні речовини (глікоген, крохмаль, гранульоза, волютин, білкові кристали, жири, сірка, ціанофіцинові гранули у ціанобактерій) та продукти метаболізму (зазвичай нерозчинні).

Гранули волютину – внутрішньоцитоплазматичні гранули, що складаються з неорганічних поліфосфатів, продукція яких використовується як диференційно-діагностичний критерій для виділення *Corynebacterium diphtheriae* (збудника дифтерії) на середовищі Леффлера. Гранули поліфосфату також називаються метахроматичними гранулами, оскільки при фарбуванні метиленовим синім набувають червоного забарвлення.

Глікоген (також відомий як «тваринний крохмаль», попри неточність цієї назви) – полісахарид, гомополімер  $\alpha$ -глюкози, основна форма її зберігання в клітинах тваринних організмів, більшості грибів, багатьох бактерій та архей.

Серед жироподібних (ліпідних) речовин мікроорганізми найчастіше запасують  $\beta$ -поліоксимаєляну кислоту –  $\beta$ -ПОМК та інші полігідрокси-алканоати

*Bacillus thuringiensis* виробляє "ендотоксин", кристалічне параспоральне тільце. Параспоральне тільце *B. thuringiensis* називається «ендотоксином» тому, що утворюється всередині бактеріальної клітини під час споруляції. Проте наявність кристала не є властивістю виключно даного виду. Інші бактерії також здатні утворювати



параспоральні тільця, наприклад *B. subtilis*, *B. laterosporus*, *B. popilliae*, *Clostridium cochlearium* та ін. Воно антигенне, причому в ньому можна розрізнити більше одного антигену. У світлі критеріїв, що використовуються для класифікації токсинів, кристал можна розглядати як токсин, але з вищенаведених причин краще не застосовувати тут термін «ендотоксин». Кристал, звичайно, утворюється всередині клітини, але токсин укладений не у всій клітині, і мало ймовірна його токсичність усередині клітини тому, щоб стати токсичним, він повинен не тільки звільнитися з клітини, але й активізуватися (аналогія з протоксином). Таким чином, він більше нагадує екзотоксин.

## **ЗАВДАННЯ 1. ЗАБАРВЛЕННЯ ВОЛЮТИНУ**

### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита та ознайомитися з відео, замалювати організми з картки)

- 1.1. Виготовити мазок *Rhodotorula sp*, висушити та зафіксувати в полум'ї пальника.
- 1.2. На фіксований мазок нанести синьку Леффлера на 5-6 хв.
- 1.3. Препарат промити водою, висушити фільтрувальним папером і мікроскопіювати.
- 1.4. Знайти в полі зору овальні клітини, в яких цитоплазма забарвлена в бузково-блакитний колір, а зерна волютину – в червоно-фіолетовий.
- 1.5. Зробити схематичний малюнок з позначенням зерен волютину.

## **ЗАВДАННЯ 2. ЗАБАРВЛЕННЯ ГЛІКОГЕНУ**

### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)

- 2.1. Виготовити мазок *Bacillus subtilis* і висушити при кімнатній температурі.
- 2.2. Мазок зафіксувати 96 % етиловим спиртом, для цього на сухий мазок нанести кілька крапель спирту та дочекатися повного його випаровування.
- 2.3. На фіксований спиртом мазок нанести 1-2 краплі розчину Люголя, накрити покривним склом, залишки рідини видалити фільтрувальним папером і через 10 хв. препарат мікроскопіювати з імерсією.
- 2.4. Знайти в полі зору забарвлені в жовтувато-зеленуватий колір палички, в середині яких знаходяться гранули глікогену, забарвлені в коричнево-бурий колір.
- 2.5. Зробити схематичний малюнок з позначенням гранул глікогену.

### **ЗАВДАННЯ 3. ЗАБАРВЛЕННЯ ЖИРІВ**

#### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)

- 3.1. На предметне скло нанести невелику краплю рідкої культури *Saccharomyces cerevisiae*, яка була вирощена в умовах надлишку вуглецю.
- 3.2. Додати краплю барвника судан III і перемішати бактеріальною петлею.
- 3.3. Краплю накрити покривним склом і через 10-15 хв мікроскопіювати з імерсією.
- 3.4. Знайти в полі зору кулясті клітини, в яких цитоплазма безбарвна, а овальні тільця ліпідів набули оранжево-червоного кольору.
- 3.5. Зробити схематичний малюнок з позначенням жирових включень.

### **ЗАВДАННЯ 4. ЗАБАРВЛЕННЯ БІЛКОВИХ КРИСТАЛІВ**

#### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита та ознайомитися з відео, замалювати організми з картки)

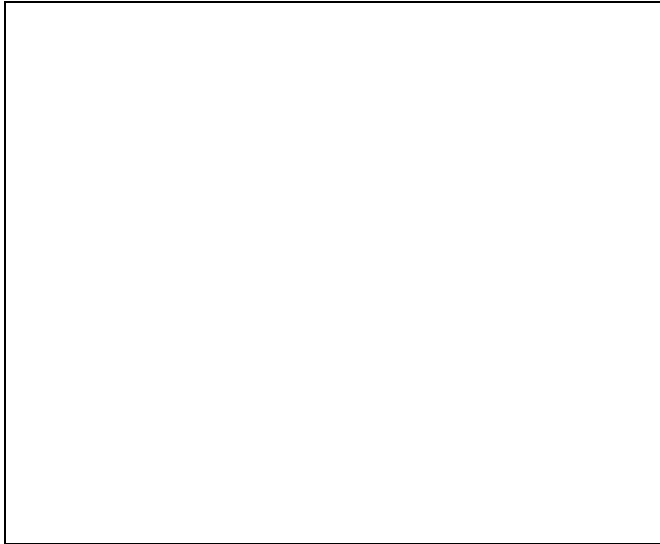
- 4.1. Виготовити мазок *Bacillus thuringiensis* і зафіксувати у полум'ї пальника.
- 4.2. Зафіксований мазок забарвити фуксином протягом 2-3 хв
- 4.3. Препарат промити водою, висушити фільтрувальним папером і мікроскопіювати з імерсією.
- 4.4. Зробити схематичний малюнок з позначенням параспоральних тілець.



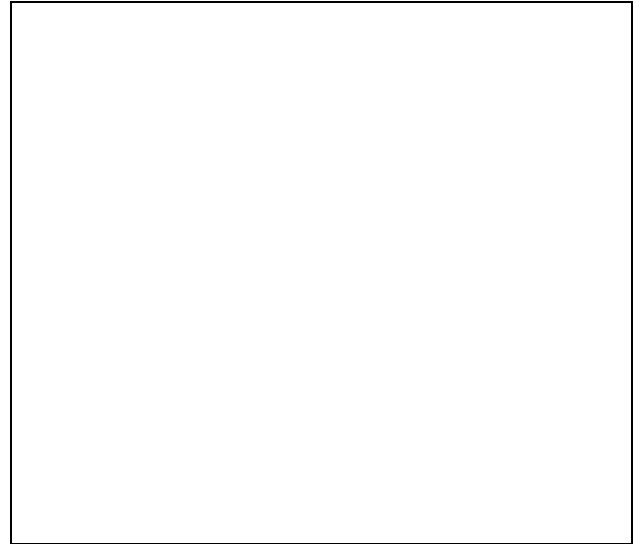
*Rhodotorula sp.*; 1 – волютин



*Bacillus subtilis.*; 1 – глікоген



*Saccharomyces cerevisiae.*; 1 – жири



*Bacillus thuringiensis.*; 1 – білкові кристали

**ЗРОБИТИ ВИСНОВКИ** про різноманіття поживних речовин, що запасуються у клітинах мікроорганізмів та роль цих речовин у їх життєдіяльності.

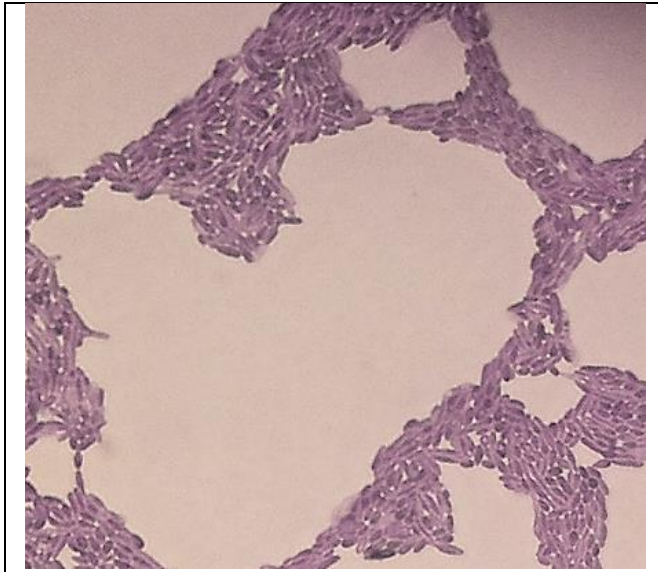
**ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:**

1. Назвіть шляхи використання поліфосфатів та мікроорганізмів, які їх утворюють.
2. Назвіть перспективні шляхи використання  $\beta$ -ПОМК та інших полігідроксиалканоатів.
3. У яких умовах дріжджі накопичують запаси ліпідів?
4. Які мікроорганізми утворюють параспоральні тільця? Яке значення цих білкових кристалів?

## Лабораторна робота № 4

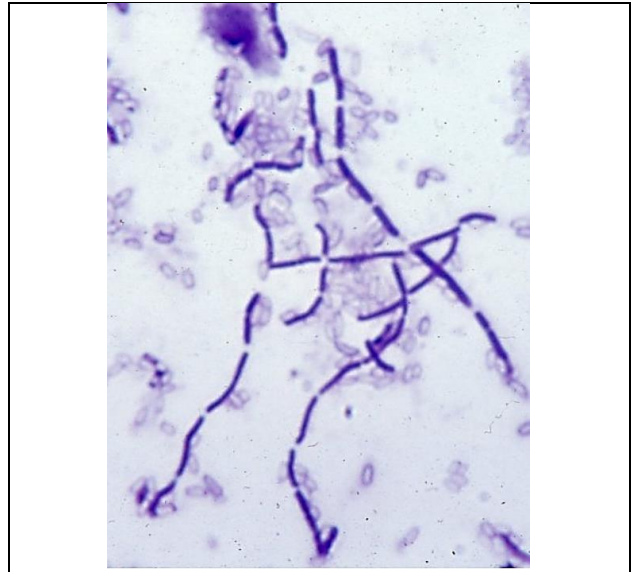
### КАРТКА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

#### ДО ЗАВДАННЯ 1-4



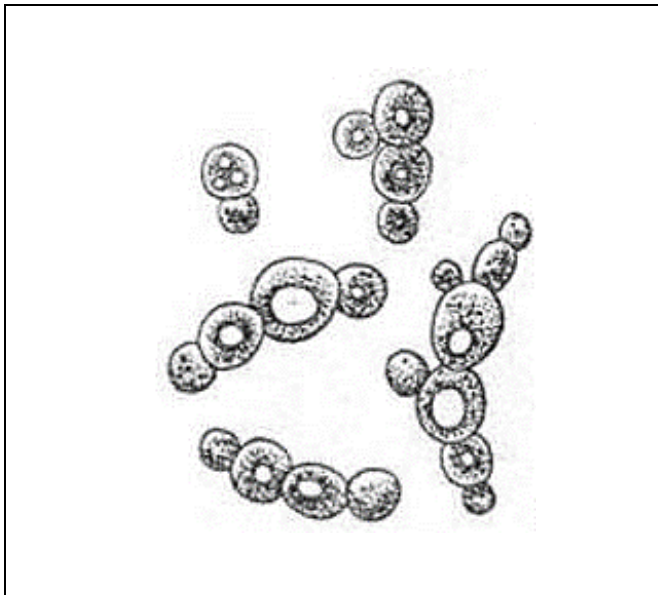
*Rhodotorula sp.*; 1 – волютин

Овальні клітини, в яких цитоплазма забарвлена в бузково-блакитний колір, а зерна волютину – в червоно-фіолетовий



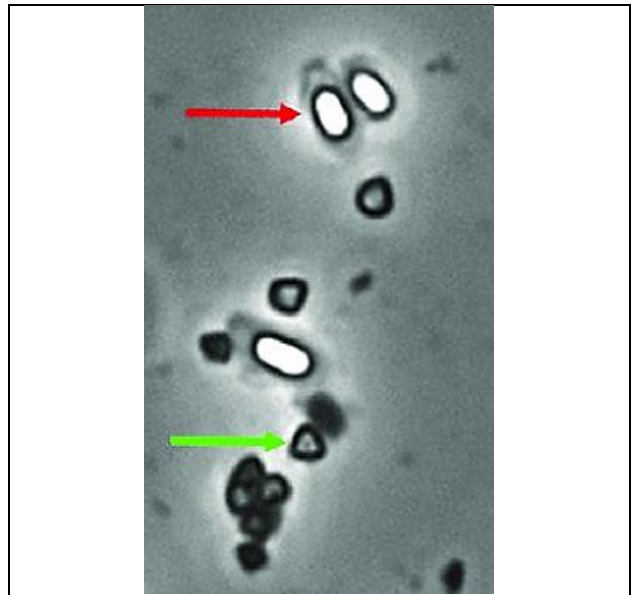
*Bacillus subtilis.*; 1 – глікоген

Палички забарвлені в жовтувато-зеленуватий колір палички; в середині них знаходяться гранули глікогену, забарвлені в коричнево-бурий колір



*Saccharomyces cerevisiae.*; 1 – жири

Краплі жиру забарвлені у жовтий колір, а клітини дріжджів безбарвні.



*Bacillus thuringiensis.*; 1 – білкові кристали

Параспоральні кристали (зелені стрілки) інсектицидного токсину, які менш яскраві, ніж спори (червоні стрілки)

## Лабораторна робота № 5. Азотфіксація

**Мета:** ознайомитися з явищем фіксації молекулярного азоту, його роллю у житті рослин та вивчити бактерії, що здатні до нього.

**Обладнання:** культури *Azotobacter sp.*, *Azospirillum brasilense*, *Bradyrhizobium japonicum*, мікробіологічна петля, предметне скло, пальник, метиленовий синій, фуксин, дистильована вода, вата, фільтрувальний папір, мікроскоп з імерсійним об'єктивом, імерсійне масло

**Літературні джерела:** 1, 3, 9, 12.

### Відеоілюстративний матеріал:

1 Одержання азобактерій з ґрунту на середовищі Ешбі:

<https://www.youtube.com/watch?v=jpuNYpvBmDM>

### Короткі теоретичні відомості:

Представники групи **азобактерій** (азотфіксатори, що вільно мешкають) – грамнегативні, хемоорганогетеротрофні, аеробні бактерії. Найбільш поширеними є види родів *Azotobacter* і *Azomonas*. Вони мають клітини паличкової або овальної форми, в основному рухомі - перитрихи, монотрихи. Деякі представники азобактерій здатні синтезувати полісахаридну капсулу, тому на твердих поживних середовищах формують слизові колонії. Бактерії роду *Azotobacter* можуть утворювати цисти (форми спокою) – структури, що виникають за рахунок появи додаткових слизових шарів навкруги клітин, і таким чином клітини стають стійкими до висушування. Трапляються азобактерії переважно у нейтральних і лужних ґрунтах, а також у водоймах.

Серед асоціативних азотфіксаторів найбільш поширеними вважаються представники роду *Azospirillum* – потовщені вібріони або прямі короткі палички, часто з загостреними кінцями, переважно рухомі завдяки полярному джгутику, грамнегативні або грамваріабельні, аероби.

**Бульбочкові бактерії** – представники групи *Rhizobium*, здатні проникати в клітини кореня вищих рослин і викликати розростання тканин останнього (нодуляція), при цьому формується бульбочка, всередині якої і розвиваються бактерії. В результаті симбіотичних відносин бактерії отримують поживні речовини, а рослина – азот у досяжній формі (у вигляді амінокислот). Ризобії мають форму палички, рухомі, не утворюють спор, облігатні аероби, не здатні фіксувати азот поза межами бульбочки. Коренева бульбочка утворюється корневими клітинами, поживні речовини доставляються бактеріям по транспортній системі, сформованій судинами рослини, а всередині бульбочки розвиваються клітини ризобіїв, при цьому вони змінюють форму – стають V-, Y-подібними, перетворюючись на бактероїди. Бульбочкові бактерії виключно видоспецифічні, тобто здатні утворювати симбіоз з певним видом бобових рослин.

## **ЗАВДАННЯ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ АЗОТОБАКТЕРІЙ**

### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита та ознайомитися з відео, замалювати організми з картки)

- 1.1. На добре знежирене предметне скло нанести невелику краплю метиленового синього барвника.
- 1.2. До барвника додати невелику кількість бактеріальної культури *Azotobacter sp.* та ретельно перемішати за допомогою бактеріальної петлі.
- 1.3. За допомогою покривного скельця рідину розподілити по поверхні предметного скла й утворити тонкий мазок.
- 1.4. Препарат висушити при кімнатній температурі та мікроскопіювати з імерсійною системою.
- 1.5. Під мікроскопом на темному полі знайти майже незабарвлені кулясті клітини або диплококи. Незабарвлений шар навколо клітин – капсульна речовина, яка затримує барвник.
- 1.6. Зробити схематичні малюнки.

## **ЗАВДАННЯ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ АЗОСПІРИЛ**

### **Перебіг роботи:**

(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)

- 2.1. Виготовити мазок *Azospirillum brasilense*, висушити при кімнатній температурі та зафіксувати в полум'ї пальника.
- 2.2. Мазок забарвити фуксином протягом 2-3 хвилин.
- 2.3. Препарат промити водою, висушити фільтрувальним папером і мікроскопіювати з імерсією.
- 2.4. Знайти в полі зору товсті зігнуті клітини рожевого або червоного кольору.
- 2.5. Зробити схематичний малюнок.

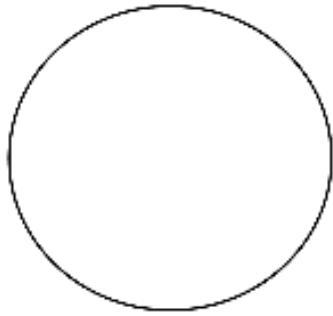
## **ЗАВДАННЯ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ СИМБІОТИЧНИХ АЗОТФІКСАТОРІВ**

### **Перебіг роботи:**

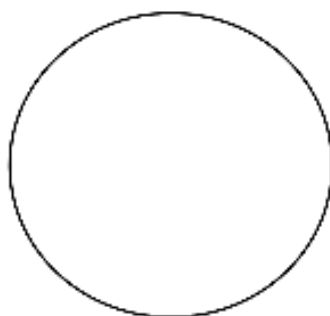
(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)

- 3.1. Виготовити мазок культури бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, висушити при кімнатній температурі та зафіксувати в полум'ї пальника.
- 3.2. Мазок забарвити метиленовим синім протягом 2-3 хвилин.

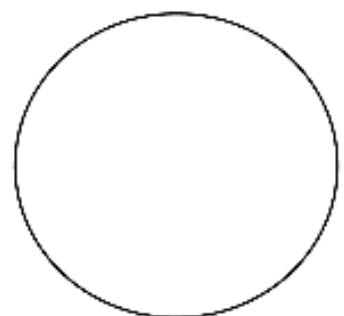
- 3.3. Препарат промити водою, висушити фільтрувальним папером і мікроскопіювати з імерсією.
- 3.4. Знайти в полі зору тонкі паличкоподібні клітини синьо-блакитного кольору.
- 3.5. Зробити схематичний малюнок.



*Azotobacter sp.*



*Azospirillum brasilense*



*Bradyrhizobium japonicum*

**ЗРОБИТИ ВИСНОВКИ** про механізм фіксації молекулярного азоту, його роль у житті рослин та морфологію бактерій, що здатні до нього.

### **ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:**

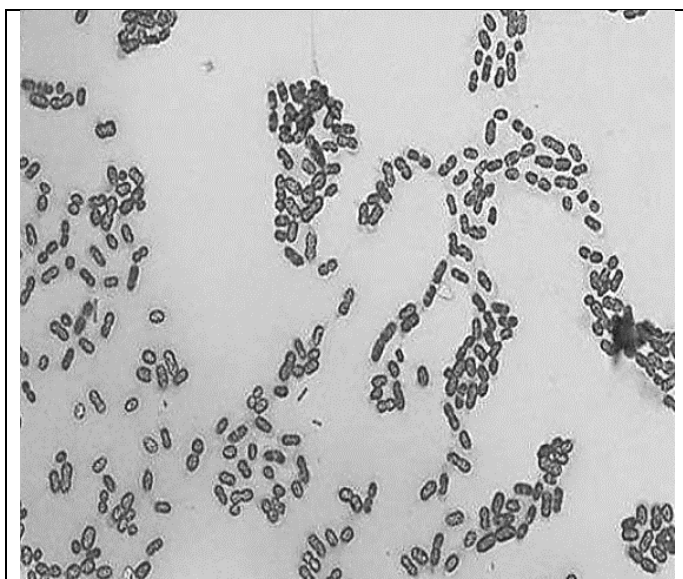
1. Які вчені виділили чисті культури досліджених вами діазотрофів?
2. Які процеси та речовини дають енергію для біологічної фіксації азоту?
3. Назвіть механізми захисту нітрогенази від окисної дії кисню.
4. Які форми азоту є доступними для рослин?
5. Який тип взаємовідносин формується між діазотрофами та рослинами? Чому?
6. Яким чином людина використовує діазотрофи у сільському господарстві?



## Лабораторна робота № 5

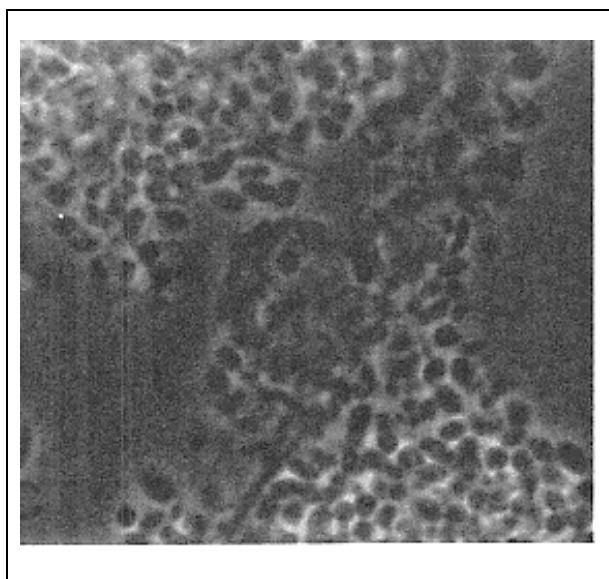
### КАРТКА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

#### ДО ЗАВДАННЯ 1-3



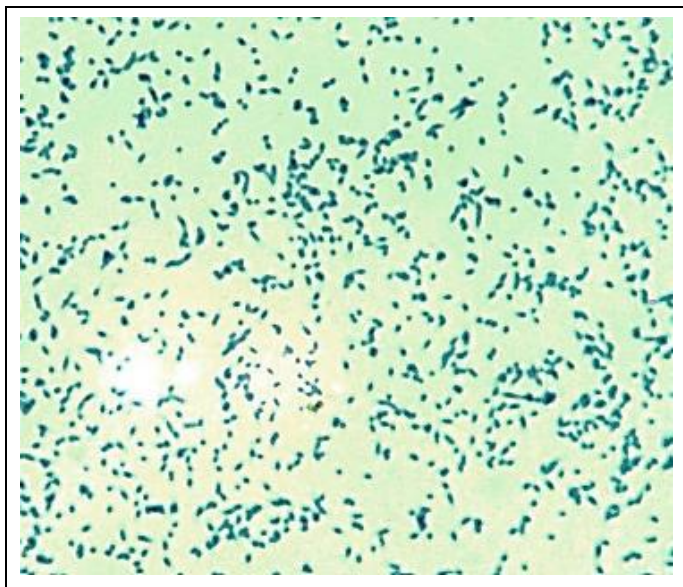
*Azotobacter sp.*

майже незабарвлені сині кулясті клітини або диплококи



*Azospirillum brasilense*

товсті зігнуті клітини рожевого або червоного кольору



*Bradyrhizobium japonicum*

Тонкі паличкоподібні клітини синьо-блакитного кольору



## **Лабораторна робота № 6. Збудники захворювань людини та тварин (вивчення постійних препаратів)**

**Мета:** ознайомитися з особливостями морфології патогенних бактерій, що збуджують хвороби людини та тварин.

**Обладнання:** постійні препарати патогенних бактерій, мікроскоп з імерсійним об'єктивом, імерсійне масло

**Літературні джерела:** 1, 3, 9, 10.

### **ЗАВДАННЯ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАМНЕГАТИВНИХ ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ**

#### **Перебіг роботи:**

*(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)*

- 1.1. Розглянути запропоновані вам викладачем постійні препарати грамнегативних патогенних бактерій під мікроскопом.
- 1.2. Зробити схематичні малюнки.

### **ЗАВДАННЯ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАМПОЗИТИВНИХ ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ**

#### **Перебіг роботи:**

*(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)*

- 2.1. Розглянути запропоновані вам викладачем постійні препарати грампозитивних патогенних бактерій під мікроскопом.
- 2.2. Зробити схематичні малюнки.

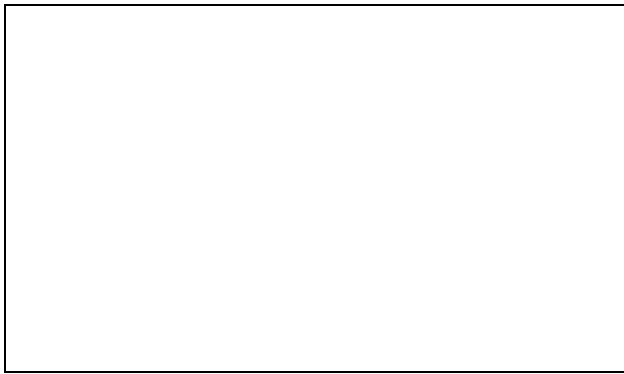
#### **ГРАМНЕГАТИВНІ**



*Borrelia recurrentis*



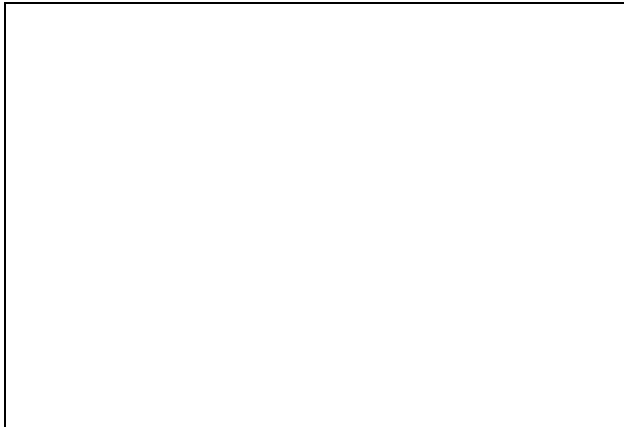
*Salmonella typhi*



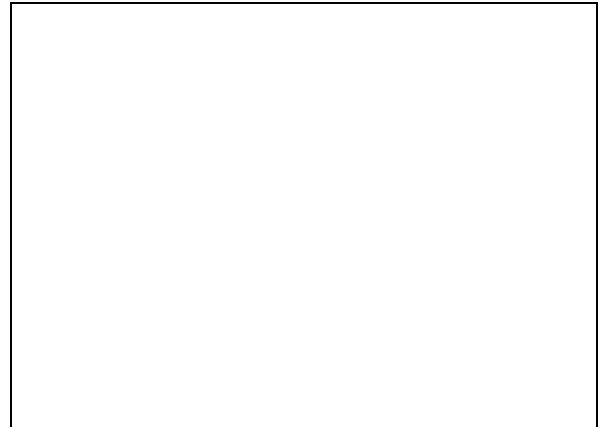
*Rickettsia prowazekii*



*Pseudomonas aeruginosa*



*Treponema pallidum*



*Chlamydia psittaci*

**ГРАМПОЗИТИВНІ**



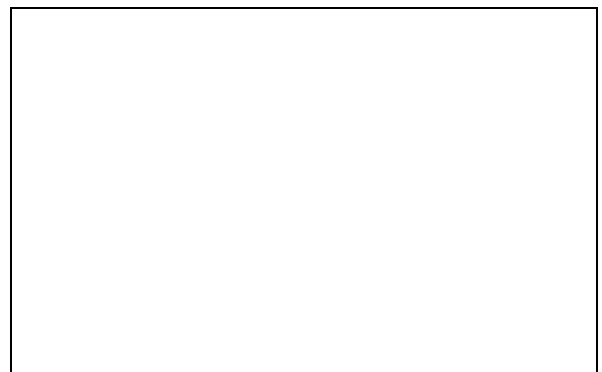
*Clostridium botulinum*



*Corynebacterium diphtheriae*



*Mycobacterium tuberculosis*



*Staphylococcus aureus*

**ЗРОБИТИ ВИСНОВКИ** про особливості морфології різних патогенних бактерій, що збуджують хвороби людини та тварин.

**ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:**

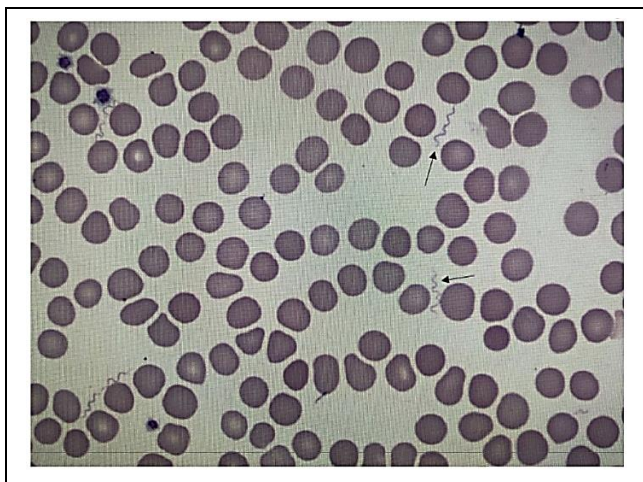
1. Охарактеризуйте збудника поворотного тифу та шляхи його проникнення до організму.
2. Причинами яких хвороб є *Pseudomonas aeruginosa* та чому?
3. Чому збудника чуми відносять до особливо небезпечних? Охарактеризуйте збудника та форми чуми.
4. Які захворювання викликаються *Treponema pallidum* та *Neisseria gonorrhoeae*?
5. Як розвивається захворювання на холеру? Основні фактори патогенності.
6. Охарактеризуйте поширені токсикоінфекції (ботулізм, правець, газова гангрена) та їх збудників.
7. Які особливості *Corynebacterium diphtheriae*?
8. Охарактеризуйте збудника туберкульозу. В чому складність боротьби з ним?
9. Яку хворобу викликає *Mycobacterium leprae*? Що ви знаєте про історію цієї хвороби?
10. Які захворювання викликають стафілококи? В чому основна причина їх патогенності?

Лабораторна робота № 6

КАРТКА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

ДО ЗАВДАННЯ 1-2

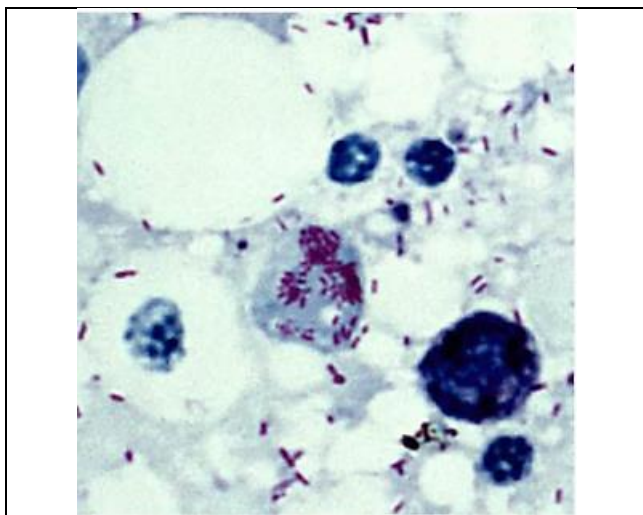
ГРАМНЕГАТИВНІ



*Borrelia recurrentis*



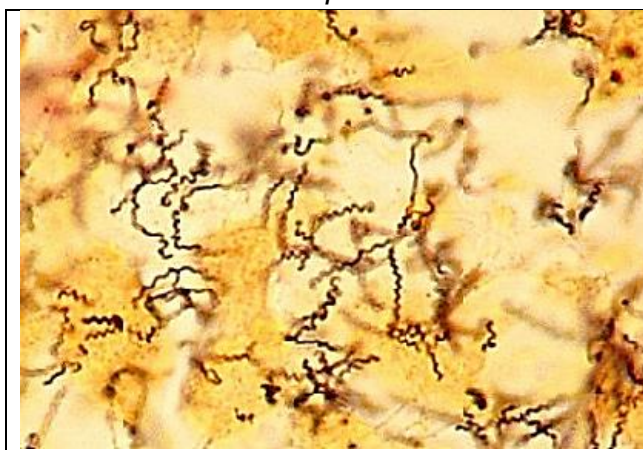
*Salmonella typhi*



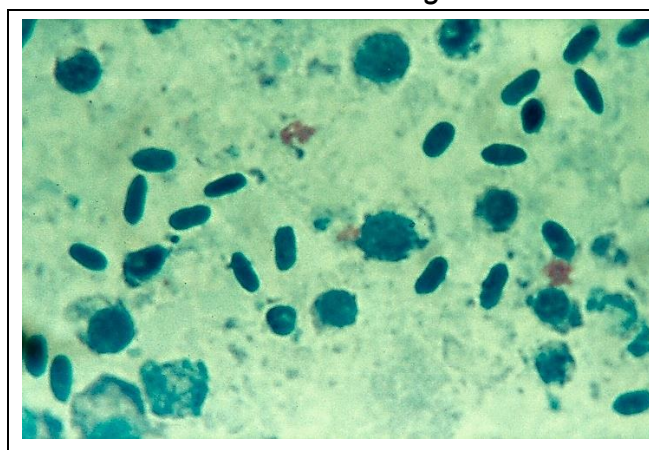
*Rickettsia prowazekii*



*Pseudomonas aeruginosa*



*Treponema pallidum*



*Chlamydia psittaci*



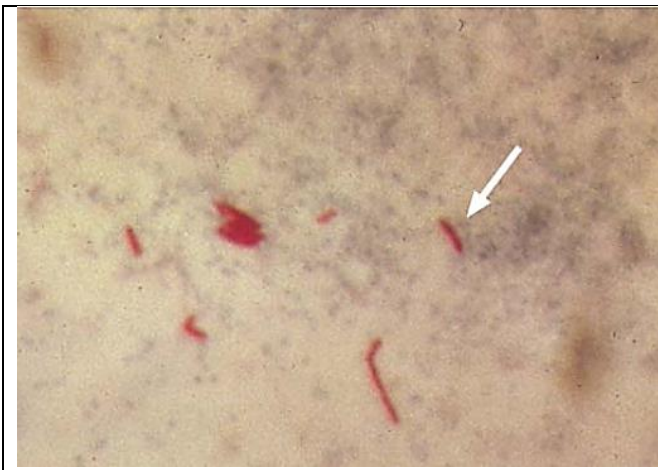
## ГРАМПОЗИТИВНІ



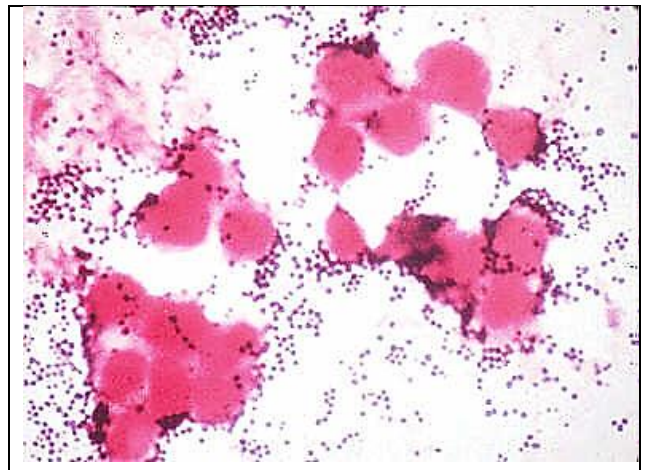
*Clostridium botulinum*



*Corynebacterium diphtheriae*



*Mycobacterium tuberculosis*



*Staphylococcus aureus*

## **Лабораторна робота № 7. Генетичний апарат мікроорганізмів**

**Мета:** ознайомитися з методами дослідження морфології спадкового матеріалу та морфометричними техніками.

**Обладнання:** культура *Saccharomyces cerevisiae* (або опара), мікробіологічна петля, предметне скло, пальник, рідина Карнуа, барвник Романовського-Гімза, термостат, дистильована вода, вата, фільтрувальний папір, мікроскоп з імерсійним об'єктивом, імерсійне масло, об'єкт-мікрометр, окуляр-мікрометр.

**Літературні джерела:** 1, 3, 9, 12.

### **Короткі теоретичні відомості:**

Як відомо, головна відмінність прокаріотних організмів від еукаріотів – відсутність оформленого ядра, але генетичний матеріал обох груп представлений ДНК. Структура, яка у прокаріот виконує функцію носія генетичної інформації, отримала назву нуклеоїда та зазвичай складається із замкненої в кільце молекули ДНК (бактеріальна хромосома), хоча інколи трапляються лінійні хромосоми. Бактеріальна хромосома компактно упакована, в ній можна виділити як суперспіралізовані, так і деспіралізовані ділянки ДНК; стабільність такої упаковки підтримується білками та молекулами РНК. В одній бактеріальній клітині може налічуватися до 9 копій хромосоми, але нуклеоїд в клітині один.

Окрім нуклеоїда, в клітинах прокаріот можна спостерігати не обов'язкові структури, бактеріальні плазмідні – невеликі, замкнені в кільце, рідше – лінійні, ділянки ДНК. Плазмідні не зв'язані з нуклеоїдом та несуть інформацію про додаткові властивості організму й при діленні бактерій передаються до однієї з дочірніх клітин. Найбільш поширеними у прокаріот є плазмідні стійкості до антибіотиків та інших хімічних речовин (F-плазмідні, R-плазмідні, Col-плазмідні, D-плазмідні, Ti-плазмідні, плазмідні-фаги).

Оскільки прокаріотні клітини мають достатньо малі розміри, для полегшення процедури мікроскопіювання генетичного матеріалу рекомендується забарвлювати ядерний матеріал еукаріотного мікроорганізму, наприклад, дріжджів.

**Для визначення розмірів клітини** використовують об'єкт-мікрометр та окуляр-мікрометр.

**Окуляр-мікрометр.** Окуляр-мікрометр є круглою скляною пластинкою, в центрі якої знаходиться лінійка довжиною 5 мм. Лінійка розділена на 50 частин. Окулярний мікрометр вставляють в окуляр.

**Об'єкт-мікрометр.** Об'єкт-мікрометр – це металічна пластина зі склом, на якому нанесено лінійку довжиною 1 мм. Вона розділена на 100 частин, тобто поділка об'єкт-мікрометра складає 0,01 мм, або 10 мкм. Для визначення ціни поділки окулярного мікрометра об'єктивний мікрометр поміщають на столик мікроскопу й фокусують при малому збільшенні (рис. 3). Зображення лінійки переміщують в центр поля зору і тільки після цього змінюють об'єктив на той, при якому будуть визначатися розміри клітин. Переміщуючи столик мікроскопу і повертаючи окуляр, встановлюють мікрометри так, щоб

їх шкали були паралельні і одна перекривала іншу. Для визначення ціни поділки окулярного мікрометра суміщають одну поділку шкали окулярного і об'єктивного мікрометрів і знаходять наступну їх поділку, що співпадає (рис. 4).

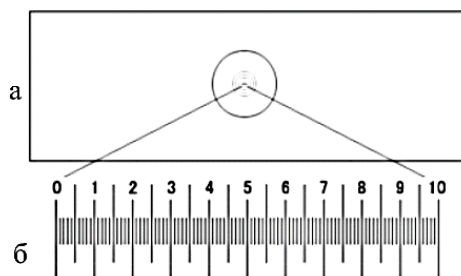


Рис. 3. Об'єкт-мікрометр.  
а – загальний вид;  
б – вид під мікроскопом

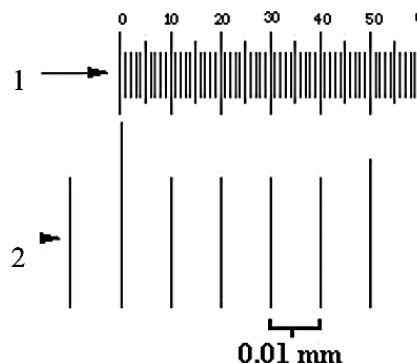


Рис. 4. Визначення ціни поділки окуляр-мікрометра.  
1 – об'єкт-мікрометр;  
2 – окуляр-мікрометр

Встановлюють, скільком поділкам об'єкт-мікрометра відповідає одна поділка окуляр-мікрометра. Наприклад, дві поділки об'єкт-мікрометра (20 мкм) відповідають п'яти поділкам окуляр-мікрометра, тобто, одна поділка окуляр-мікрометра дорівнює 4 мкм (20:5). Якщо тепер на предметний столик мікроскопа помістити препарат з клітинами мікроорганізму і роздивлятися його при тому ж збільшенні, то можна визначити розміри клітини. Для цього визначають, якому числу поділок окулярної лінійки відповідає величина об'єкта, що вимірюється, і помножують це число на ціну поділки окулярного мікрометра.

## ЗАВДАННЯ 1. ФАРБУВАННЯ ЯДЕРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДОМ РОМАНОВСЬКОГО-ГІМЗА

### Перебіг роботи:

(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)

- 1.1. Виготовити мазок *Saccharomyces cerevisiae* та висушити при кімнатній температурі.
- 1.2. Зафіксувати мазок у рідині Карнуа протягом 15 хв.
- 1.3. На висушений фіксований мазок нанести барвник Романовського-Гімза та витримати 40–45 хв. в термостаті при температурі 37°C.
- 1.4. Препарат промити водою, висушити фільтрувальним папером і мікроскопіювати з імерсійним маслом.
- 1.5. Знайти в полі зору овальні клітини, в яких цитоплазма забарвлена у рожевий колір, а ядерний матеріал – у фіолетовий.
- 1.6. Зробити схематичний малюнок з позначенням ядерного матеріалу.

## ЗАВДАННЯ 2. ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ КЛІТИН

### Перебіг роботи:

(занотувати до зошита, замалювати організми з картки)

- 2.1. Виготовити мазок *Saccharomyces cerevisiae* та висушити при кімнатній температурі.
- 2.2. Встановити на мікроскоп окуляр—мікрометр та об'єкт-мікрометр.
- 2.3. Визначити ціну поділки окуляр-мікрометра, зіставивши зі шкалою об'єкт-мікрометра.
- 2.4. Мікроскопіювати висушений фіксований мазок, визначити розміри клітин (довжину,  $l$ , та ширину,  $d$ ).

*Saccharomyces cerevisiae*:

1 – ядро

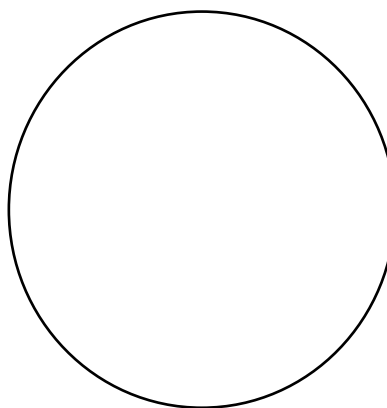
2 – цитоплазма

3 – клітинна стінка

Розміри клітини:

$l =$

$d =$



**ЗРОБИТИ ВИСНОВКИ** про морфологію ядерного матеріалу дріжджів та спадкового матеріалу прокариот (за підручником), а також розміри клітин дріжджів та прокариот (за підручником).

### ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:

1. Які відмінності набору ферментів, що беруть участь у реплікації ДНК у бактерій, архей та еукаріот?
2. Які відмінності набору ферментів, які беруть участь у транскрипції РНК у бактерій, архей та еукаріот?
3. Що таке «бактеріальна хромосома», яка вона може бути за структурою?
4. Скільки копій бактеріальної хромосоми може налічуватися в клітині?
5. Порівняйте будову рибосом бактерій, архей та еукаріот за такими ознаками: коефіцієнт седиментації, велика субодиниця (L), маленька субодиниця (S), типи РНК, кількість білків, локалізація.



## Лабораторна робота № 7

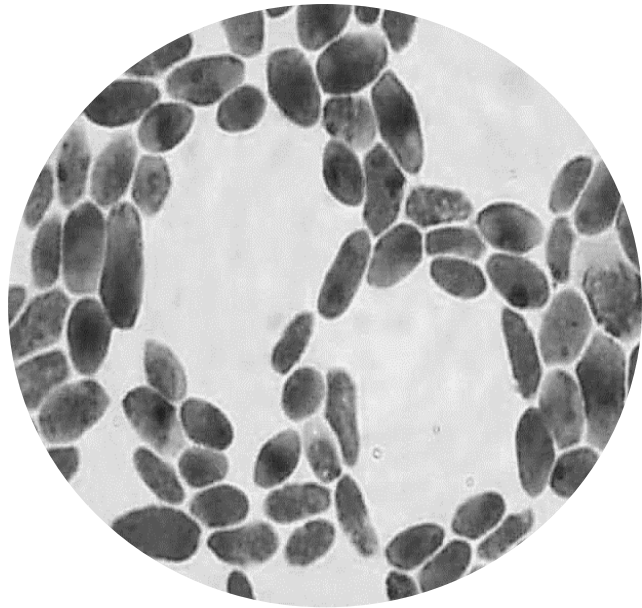
### КАРТКА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

#### ДО ЗАВДАННЯ 1-2

*Saccharomyces cerevisiae*:

- 1 – ядро
- 2 – цитоплазма
- 3 – клітинна стінка

*Овальні клітини, в яких цитоплазма забарвлена у рожевий колір, а ядерний матеріал – у фіолетовий*

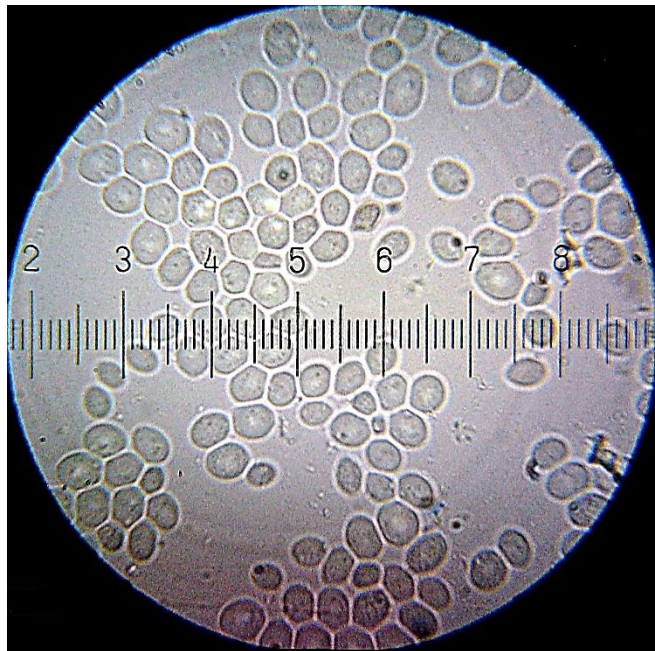


*Ціна поділки між двома цифрами складає 11 мкм*

Розміри клітини:

$l =$

$d =$



## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. ВІРУСОЛОГІЯ**

### **Вимоги до підготовки та презентації доповідей для семінарів**

Під час підготовки доповідей варто використовувати рекомендовану літературу, наведену в матеріалах семінарського заняття. Дуже бажано знаходити та опрацьовувати додаткові джерела (2–5). Пошук наукової інформації найбільш доцільно проводити в Академії Google за посиланням: <https://scholar.google.com/> за ключовими словами, відповідно до теми доповіді. Наукові джерела мають бути новими (останні 10 років) та написані українською, англійською, німецькою, французькою, іспанською або польською мовою.

Доповідь має супроводжуватися власним оригінальним ілюстративним матеріалом. Ілюстрації можуть бути у вигляді мультимедійної презентації або у формі схем, фотоколажів з обов'язковим посилання на джерело інформації та фотоматеріалів. Презентація має містити титульний слайд, де зазначено виконавця, тему доповіді та освітній компонент. Слайди окрім першого мають бути пронумеровані та містити назву. При виконанні презентації рекомендується використовувати шрифти без засічок (наприклад, Arial, Calibri, але не Times New Roman). Фон презентації бажано робити світлим (найкраще – білий з кольоровими акцентами). Слід уникати слайдів-«газеток» (багато тексту, одна або декілька дрібних ілюстрацій) або картинок без підписів (окрім схем, що будуть прокоментовані у доповіді). У наукових презентаціях недоречні зайві непотрібні анімаційні ефекти.

Час доповіді – до 5 хвилин, якщо у групі 15 студентів, та до 7 хвилин, якщо – 10 осіб. Стиль доповіді – науковий, слід уникати жаргонізмів та експресивно забарвленої лексики. Після кожної доповіді відбувається обговорення (мінімум 3 питання). Бажано, щоб у дискусії брали активну участь здобувачі освіти; за це можуть бути нараховані додаткові бали у межах максимальної кількості балів за цей вид роботи, передбачений силабусом курсу.

## **Семінарське заняття № 1. Вірусологічна лабораторія**

### **Рекомендовані джерела**

Для підготовки можна використовувати теми 1 – 4 у:

Вірусологія: навчальний посібник для лабораторних занять / В.П. Поліщук, І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко, О.М. Андрійчук, Т.А. Компанець, О.А. Кондратюк, Г.В. Коротеєва, О.В. Молчанець, А.В. Харіна, О.В. Шевченко. К.: ЦП «Компринт», 2017. 242 с.

### **Перелік рекомендованих тем:**

1. Принципи організації та завдання вірусологічних лабораторій.
2. Обладнання вірусологічних лабораторій.
3. Дезінфекція та стерилізація у вірусологічних лабораторіях.
4. Джерела, причини та шляхи зараження персоналу вірусологічних лабораторій.
5. Правила роботи в базових вірусологічних лабораторіях.
6. Особливості роботи в режимних лабораторіях.
7. Види лабораторних тварин у вірусологічному дослідженні. Загальні етичні вимоги до використання хребетних тварин (концепція 3R)
8. Основні правила утримання тварин та догляду за ними.
9. Етапи роботи з тваринами при виконанні вірусологічного експерименту.
10. Застережні заходи при роботі з інфікованими лабораторними тваринами
11. Курячі ембріони та їх використання у вірусології
12. Клітинні культури у вірусології: Умови культивування клітин *in vitro*.
13. Класифікація тваринних культур клітин: порівняння первинних, диплоїдних та перещеплених культур, їх значення у вірусології.
14. Контамінація культур клітин.
15. Взаємодія вірусів із клітинами.

## **Семінарське заняття № 2. Методи дослідження вірусів**

### **Рекомендовані джерела**

Для підготовки можна використовувати теми 5, 9 – 12 у:

Вірусологія: навчальний посібник для лабораторних занять / В.П. Поліщук, І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко, О.М. Андрійчук, Т.А. Компанець, О.А. Кондратюк, Г.В. Коротеєва, О.В. Молчанець, А.В. Харіна, О.В. Шевченко. К.: ЦП «Компринт», 2017. 242 с.

### **Перелік рекомендованих тем:**

1. Титрування вірусів за інфекційною дією зі статистично оцінюваним ефектом.
2. Визначення титру вірусу за інфекційною дією, що оцінюється за одиничним ефектом.
3. Реакція гемаглютинації.
4. Метод електронної мікроскопії в вірусологічних дослідженнях, методи контрастування.
5. Метод ультратонких зрізів ц електронній мікроскопії.
6. Кріоелектронна мікроскопія.
7. Серологічні методи дослідження вірусів.
8. Рестрикційний аналіз вірусів.
9. Використання ДНК-чипів у вірусології.
10. Загальна характеристика ПЛР (обладнання, параметри, аналіз результатів).
11. ПЛР у реальному часі.
12. Шпилько-опосередкована ізотермічна ампліфікація
13. Ампліфікація на основі послідовності нуклеїнової кислоти.
14. Робота у базах молекулярних баз даних. Використання у вірусології.
15. Основи молекулярного дизайну. Використання у вірусології.

## **Семінарське заняття № 3. Механізми взаємодії вірусів та тварин**

### **Рекомендовані джерела**

Для підготовки можна використовувати:

Шамрай С. М., Леонтьєв Д.В. Вірусологія: підручник. Харків: Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, 2019. 244 с.

### **Перелік рекомендованих тем:**

1. Механізми розпізнавання рецептору та вірусу: просторова структура та міжмолекулярні взаємодії.
2. Мембранний транспорт віріона до клітини та з клітини: опис процесів та механізми.
3. Чинники, що обумовлюють "роздягання" вірусу.
4. Принцип самозбирання віріона: просторові передумови та міжмолекулярні взаємодії.
5. Механізми реплікації геному у ДНК- та РНК-місних вірусів, що належать до різних типів за Балтимором. Опис процесів та ферментативні системи.
6. Механізми біосинтезу білку ДНК- та РНК-місних вірусів.
7. Дефектні віріони. Причини та наслідки помилок при збиранні.
8. Стереохімічні передумови до утворення морфологій різних типів.
9. Механізми передачі вірусів. Шляхи проникнення вірусів до організму тварин.
10. Порівняльна характеристика наслідків зараження клітини вірусом (абортивна, латентна, продуктивна інфекція та апоптоз).
11. Роль РНК-інтерференції в елімінації РНК-місних вірусів.
12. Причини виникнення та механізми продуктивної вірусної інфекції. Фактори патогенності.
13. Механізми апоптозу, пов'язаного із зараженням вірусом.
14. Механізми інтеграції вірусів до геному тварин. Наслідки такої інтеграції.
15. Порівняння мобільних генетичні елементів людини та інтегровальних вірусів.

## **Семінарське заняття № 4. Віруси бактерій та рослин**

### **Рекомендовані джерела**

Для підготовки можна використовувати теми 6 – 8 у:

Вірусологія: навчальний посібник для лабораторних занять / В.П. Поліщук, І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко, О.М. Андрійчук, Т.А. Компанець, О.А. Кондратюк, Г.В. Коротєєва, О.В. Молчанець, А.В. Харіна, О.В. Шевченко. К.: ЦП «Компринт», 2017. 242 с.

Шамрай С. М., Леонтьєв Д.В. Вірусологія: підручник. Харків: Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, 2019. 244 с.

### **Перелік рекомендованих тем:**

1. Особливості будови вірусів рослин.
2. Механізми передачі та патогенезу вірусів рослин.
3. Методи виділення, очищення та концентрування вірусів рослин.
4. Хвороби рослин, викликані вірусами.
5. Механізми вродженої стійкості до вірусів у рослин.
6. Механізми набутої стійкості до вірусів у рослин.
7. Віроїди. Загальна характеристика, механізми патогенезу.
8. Віроїдні хвороби рослин.
9. Життєві цикли бактеріофагів.
10. Методи виділення та титрування бактеріофагів.
11. Загальна характеристика вірофагів.
12. Життєві цикли вірофагів.
13. Електронна мікроскопія вірусів рослин.
14. Пріони. Загальна характеристика, механізми патогенезу.
15. Пріонні хвороби людини, тварин та грибів.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Cornelissen C.N., Fisher B.D., Harvey R.A. Microbiology. Third Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2013. 450 p.
2. Dimmock N.J., Easton A.J., Leppard K.N. Introduction to Modern Virology. John Wiley & Sons, Ltd, 2016. 543 p.
3. Kumar S. Essentials of Microbiology. McGraw-Hill Educat., 2016. 647 p.
4. Levinson W. Medical Microbiology and Immunology. McGraw-Hill Education, 2016. 831 p.
5. Moskalov V.B., Palchuk O.O. Strengthening the practical component of the training of biology students through scientific work in the microbiological laboratory. IV International scientific conference "*Microbiology and immunology – development prospects in the 21st century*". Kyiv, 2022. P. 84
6. Будзанівська І.П., Шевченко Т.П., Коротеєва Г.В. та ін. Вірусологія: підручник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. 351 с.
7. Вірусологія: навчальний посібник для лабораторних занять / В.П. Поліщук, І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко, О.М. Андрійчук, Т.А. Компанець, О.А. Кондратюк, Г.В. Коротеєва, О.В. Молчанець, А.В. Харіна, О.В. Шевченко. К.: ЦП «Компринт», 2017. 242 с.
8. Гудзь С.П., Гнатуш С.О., Білінська І.С. Мікробіологія: підручник. Львів: Вид-во ЛНУ ім. Франка, 2009. 360 с.
9. Дикий І.Д., Холупяк І.Ю., Шевельова Н.Ю. та ін. Мікробіологія: підручник. Харків: Видавництво НФаУ, 2006. 432 с.
10. Москальов В.Б., Пальчик О.О. Формування фахових компетентностей студентів-біологів у процесі науково-дослідної роботи в мікробіологічній лабораторії. *Підвищення якості національної освіти у контексті викликів сьогодення*: матеріали регіональної науково-практичної конференції. Харків, 2022. С. 184-186.
11. Практикум з мікробіології: методичні рекомендації для студентів 2 курсу денного відділення біологічного факультету / уклад. О. І. Віннікова, І. М. Раєвська. 4-те вид., доп. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 66 с.
12. Шамрай С. М., Леонт'єв Д.В. Вірусологія: підручник. Харків: Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, 2019. 244 с.
13. Шевченко О.В., Іутинська О.А. Електронна мікроскопія цитопатології вірусних інфекцій рослин на моделі «тютюн – вірус тютюнової мозаїки»: методичні рекомендації. Київ, 2009. 31 с.
14. Шевченко Т.П., Будзанівська І.Г., Поліщук В.П. Віруси мікроорганізмів. Курс лекцій: навч. пос. К.: Глобус, 2013. 150 с.

**Навчальне видання**

# **МІКРОБІОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ**

**МЕТОДИЧНІ НАСТАНОВИ**

**до лабораторних та семінарських онлайн-занять**

**Укладач:**

**Москальов Віталій Борисович**



