

Мікроскопічні методи дослідження в мікробіології

Аліна Синюта
Національний Авіаційний Університет
Київ, Україна

Анотація. Для кожного з нас важливо отримувати якісну медичну допомогу. Людина створіння не досконале. Тому, коли постійно знаходиться під впливом, неякісного харчування, забруднення навколишнього середовища, а також постійних атак мікробів на нашу імунну систему, організм не витримує та часто хворіє. У світі все взаємопов'язано між собою. Тому саме завдяки відкриттям в науці мікробіологія, людству вдалося зробити досконалішою медицину. Медичні працівники сьогодні можуть поставити точний діагноз та професійно підійти до лікування того чи іншого захворювання. Тому що мають сучасне технічно досконале обладнання, а зокрема і мікроскопи.

Мікробіологія відкрила нам новий світ, з мешканцями якого потрібно рахуватися.

В науковій роботі ми розглянули методи мікроскопічного дослідження у мікробіології, які мікроорганізми впливають на життя людини. Види мікробів які є частиною нашого життя. Ми визначили яку небезпеку і користь несе нам мікроскопічні живі створіння.

Ключові слова: мікробіологія, мікроскопія, мікроскоп, мікроорганізми, дослідження.

Microscopic research methods in microbiology

Alina Syniuta
National Aviation University
Kyiv, Ukraine

Abstract. It is important for each of us to receive qualitative medical care. Human is not a perfect creature. Therefore, when our body is constantly under influence of poor-quality nutrition, environmental pollution, as well as constant attacks of microbes on our immune system, it cannot withstand and often gets sick. Everything is interconnected in the world. Therefore, thanks to the discovery in science of microbiology, mankind has been able to improve medicine. Today, medical workers can put the exact diagnosis and professionally approach the treatment of a particular disease because they have modern technically advanced equipment, including microscopes.

Microbiology has opened a new world for us, the inhabitants of which must be considered.

In the scientific work, we examined the methods of microscopic research in microbiology, microorganisms that affect human life, types of microbes that are part of our lives. We have identified the danger and benefit of the microscopic living creatures.

Key words: microbiology, microscopy, microscope, microorganisms, research.

Вступ

Мікробіологія – це відносно молода наука, що вивчає світ мікроорганізмів недоступних для неозброєного людського ока. Саме тому поява та розвиток

мікробіології як науки став можливим тільки після того як розвинулися такі галузі як:

- географія,
- астрономія,
- механіка,
- мореплавство,
- торгівля,

та активно став вивчатися тваринний і рослинний світ планети. Потреба у різноманітних інструментах для астрономічних спостережень та мореплавства, дала поштовх у розвитку оптики, що стало першим кроком до створення мікроскопа (American Society For Microbiology).

Мікробіологічні дослідження неможливо уявити без збільшувального пристрою, який дає можливість бачити найменших істот(бактерії, віруси, гельмінти, найпростіші та ін)

Первый микроскоп Левенгука



Мал 1. Перший мікроскоп Левенгука (1695)

Перші кроки до винайдення світлового сучасного мікроскопа

• У 1590 р. в Голландії в м. Міддельбурзі на підприємстві Ханс і Захарій Янсені створили прилад, у якому за основу взяли збільшувальне скло.

• 1610 р. Г. Галілей сконструював перший в світі найпримітивніший мікроскоп.

• У 1619 р. з'явився мікроскоп з двома лінзами, створений фізиком з Голандії - Корнелієм Дреббелем. Це був перший прототип сучасного мікроскопа.

• У 1673 вперше зміг побачити і описати мікроорганізми (бактерії, інфузорію), вчений голландського походження Антоні ван Левенгук (1632-1723) – він став “батьком” мікроскопічного методу дослідження. Відкриття геніального голландського натураліста дали початок для розвитку науки мікробіології, та викликали великий інтерес до вивчення її об'єктів.

В наш час, електронна та світлова мікроскопія створюють основу мікроскопічного методу дослідження. Світлова мікроскопія підрозділяється на:

- фазово-контрастну,
- ультрафіолетову,
- інтерференційну,
- стереоскопічну,

- поляризаційну,
- інфрачервону мікроскопію.
- люмінесцентну.

Електронний метод базується на створенні зображення піддослідного об'єкта с допомогою спрямованого потоку електронів (Ananthanarayan and Paniker, 2008).

Ціль. В цій науковій праці ми повинні розглянути та вивчити принцип роботи сучасних мікроскопічних приладів. Існує багато різновидів мікроскопів, але найчастіше використовуються світловий або оптичний. Він легкий у використанні, входить в доступну для багатьох цінову категорію. Ось на уроках шкільної біології обов'язково всі його бачили, та вміють користуватися.

Ціль цієї роботи, розглянути більш детально мікроскопію в цілому, а також який внесок зроблено в науку мікробіологію завдяки цим пристроям.

Тема. Мікроскопічні методи дослідження та прорив відкриттів, який став можливим в науці мікробіологія в наші дні.

Нове. На сьогодні про світ мікроорганізмів вже досить багато відомо, але також залишається безліч питань. Попереду ще багато геніальних відкриттів для людства, що зроблять медицину більш досконалою..

Завдання нашої наукової роботи будуть такі.

1. Мікроскопи, що існують в наш час, та які можливості завдяки їм ми маємо.
2. Види мікроорганізмів.
3. Структура бактеріологічної лабораторії, правила дослідження мікроорганізмів, методика готування препаратів.
4. Медичні препарати, лікування інфекції

Огляд літератури

Мікроскопічні дослідження – це копіткий процес який вимагає наявності спеціальної апаратури, а також спеціальної освіти та навичок для роботи с цим обладнанням. Великий внесок в мікроскопію як науку зробила не одна людина, а ціла група і відкриття кожного з них були значними та важливими. Інформацію, про історію походження та створення мікроскопів, опис та принципи роботи всіх видів світлового мікроскопа, електронного, рентгенівського, а також можливості які відкриваються перед нами завдяки переліченим винаходам мікроскопії, надали такі джерела:

- Практикум з мікробіології (Гудзь та ін., 2014);
- Тер-Арутюнян Юрій. Сучасні мікроскопи (2016);
- Microscope.com Education center – освітній портал з мікроскопічного обладнання і технології (2018).

За допомогою науки мікроскопії ми багато знаємо про світ мікроорганізмів. Вони співіснують з нами, одні допомагають, а інші викликають небезпечні хвороби. На жаль не всі захворювання ми навчилися лікувати. Але наука не стоїть на місці, а науковці-фармацевти не залишать це так. А більш докладну інформацію ми знайшли у підручнику «Основи медичних знань», автора Валецька Р.О. (2011).

Детальну інформацію, про роботу і структуру бактеріологічної лабораторії, правила безпеки, як працівники повинні захищати себе, щоб ризик зараження був мінімальним при роботі з зараженим матеріалом, більш детально написано у Наказі МОЗ України, Правила №812 от 17.10.2012, Про затвердження Правил виробництва (виготовлення) препаратів.

Мікроскопи, які бувають, можливості, що вони надають

Сучасні підприємства випускають багато різновидів мікроскопів в залежності від специфіки галузі їх використання. Бактеріологічні лабораторії, які в наш час мають не аби який попит, найчастіше використовують такі моделі світлових мікроскопів як МБР-1, МБР-3.

Світловий або оптичний мікроскоп призначений для дослідження на предметних стеклах, різних препаратів. За допомогою оптичного мікроскопа можна побачити рухливість мікроорганізмів. Для таких досліджень існує метод краплі, що висить.

Мікроскоп має оптичну, механічну і освітлювальну частини.

До механічної відносяться:

- штатив,
- макро- і мікрогвинти.
- предметний стілець,
- револьвер,
- тубус,

До оптичної:

- окуляри,
- об'єктиви.

До освітлювальної:

- дзеркало,
- конденсор.

Найкоштовнішою частиною мікроскопу є об'єктив, який може складатися з кількох лінз. Поділяються на

- сухі (x8, x40)
- імерсійні (x90 x120)

Об'єктиви мають таку важливу характеристику як роздільна здатність. Це такий найменший проміжок між двома частинками, при якому вони не зливаються та видимі окремо.

Темнопольна мікроскопія або ультромікроскопія – мікроскопія у темному полі зору заснована на наступному принципі. Промені світла падають на об'єкт не знизу, а з боків і не потрапляють в око лаборанту що спостерігає, тобто поле зору залишається темним, а об'єкт на його фоні світиться.

Люмінесцентний(флуоресцентний) мікроскоп – збільшене зображення отримується завдяки здатності атомів і молекул до люмінесценції.

Тринокулярний мікроскоп – представляють собою суміш цифрового та оптичного мікроскопів. Мають три окуляри, два з яких стандартні, а третій це камера для фіксування процесу і передачі зображення на екран

Цифровий мікроскоп – це мікроскопія, в якій зображення отримується завдяки вбудованій відеокамері. Як правило окуляри не передбачені. Тому що зображення виводиться на екран (Nikon MicroscopyU).

Стеріомікроскоп – такий тип мікроскопа, який дає об'ємне зображення об'єкта, що досліджується. Стеріомікроскопія дає змогу більш точно визначити форму і розміри піддослідного тіла. Можуть бути цифровими та аналоговими.

Електронний мікроскоп – це найпотужніший мікроскоп нашого часу, його роздільна здатність може бути вища за 1000-10000 разів. Відрізняється від світлових мікроскопів тим що застосовує пучок електронів, а не світла.

Ренгенівський мікроскоп – пристрій, який надає можливість дослідження зовсім маленьких об'єктів, розмір яких не перевищує довжину ренгенівської хвилі (Антонюк та ін., 2013).

Види мікроорганізмів

Зароджуватися наука мікробіологія почала ще у стародавні часи. Саме тоді люди стали помічати, що хвороба, можливо за допомогою живих істот, передається від людини до людини. З розвитком природничих наук, вчені підтвердили це припущення, застосовуючі спеціальні методи досліджень.

Саме завдяки видатним вченим-мікробіологам, таким як Р. Кох, Л. Пастер, І. Мечников, Д. Івановський, ми сьогодні знаємо достатньо про патогенні мікроорганізми. А як кажуть в народі попереджений значить озброєний.

Мікроорганізми завжди поруч з нами ми їх не бачимо, але вони частина нашого життя (Eliceiri, 2004).

Патогенні мікроорганізми

Існують види мікроорганізмів які викликають різноманітні захворювання у людини, а як наслідок страждають системи і органи людини, порушується гомеостаз організму, що часто призводить до інвалідності або смерті.



Мал. 2. Паличковидні патогенні бактерії

Класифікація збудників інфекційних хвороб виглядає так:

1. *Віруси* – найменші неклітинні живі істоти які відомі на сьогодні. Вони складаються з нуклеїнової кислоти та білкової оболонки, потрапляючи в клітину господаря програмує її на продукцію зрілих вірусних частинок. Є збудниками таких захворювань: грип, кір, вітряна оспа, СПІД (хвороба, яку людство ще не навчилася лікувати), хвороба Боткіна (Гепатит А) і ще багато інших.

2. *Бактерії* – це живі одноклітинні, переважно, організми, які значно більші за віруси, та мають складнішу будову. Бувають різної форми, та мають тропність до найрізноманітнішим тканинам організму людини та

тварини. Є збудниками таких захворювань: скарлатина, сифіліс, запалення легень, гангрена та ін.

3. *Гриби* – одноклітинні або багатоклітинні мікроорганізми, які викликають захворювання – рубромікоз, трихомікоз, епідермомікоз та ін.

4. *Найпростіші* – одноклітинні тварини або мікроорганізми, деякі форми (інфузорії) досягають розмірів в декілька міліметрів. Є збудниками таких захворювань: токсоплазмоз, лямбліоз, амебна дизентерія та ін.

5. *Гельмінти* – багатоклітинні мікроорганізми, які паразитують в організмі тварин і людей. Спричиняють такі захворювання: аскаридоз, опістрохоз, остриці, бичачій цепінь, печінковий сисун та ін. (Валецька, 2011).

Бактерії бувають не тільки патогенні, а ще й корисні. У нормі в організмі людини налічується близько кількох мільйонів бактерій, і хвороботворних в тому числі. Співвідношення мікроорганізмів та їх кількість контролює імунна система. Як тільки імунна система стає слабшою (причиною може стати переохолодження, вакцинація у дітей, хронічне вогнище інфекції, стрес, перевтома та багато ін) патогенна інфекція бере верх та людина занедужує.

Мікроорганізми живуть скрізь – всередині нас, на нашій шкірі, навколо нас, у повітрі та ґрунті. Бактерії приймають участь у процесах гниття та розкладення трупів тварин та людей, рослин та дерев. Саме завдяки їм наш ґрунт такий родючий (Гудзь і Гнатуш, 2016).



Мал. 3. Різноманітні форми клітин бактерій

Структура бактеріологічної лабораторії, правила дослідження мікроорганізмів, методика готування препаратів

Всі мікробіологічні, біохімічні, молекулярно-біологічні дослідження мікроорганізмів проводяться в спеціалізованих лабораторіях, структура і обладнання яких залежить від об'єктів дослідження, та від мети що переслідується (наукове дослідження, діагностика захворювань, вивчення імунної відповіді та серодіагностика захворювань людини або тварин). Обов'язково працівники кожної лабораторії повинні суворо дотримуватися правил безпеки, тому що мають ризик інфікування, в процесі дослідження, небезпечними мікроорганізмами.

Вимоги, які повинні виконувати бактеріологічні лабораторії:

1. Всі бактеріологічні лабораторії повинні мати дозвіл на роботу з БПА.
2. Лабораторія повинна розміщуватись в окремому будинку або в ізольованій частині будівлі.
3. Лабораторія повинна мати 2 входи: для співробітників і для доставки патологічного матеріалу.
4. Виходячи з вимог бактеріологічної безпеки, лабораторія повинна мати: водопровід, каналізацію, вентиляцію, освітлення (природне, штучне), опалення.

5. Всі приміщення лабораторії діляться на дві зони: «заразна» і «чиста» де не проводяться роботи з БПА (Книпович і Якобзон, 1890-1907).

«Чиста» зона повинна включати:

Гардероб, кімнату для роботи з документами, кімнату відпочинку, підсобні приміщення, кімнату для приготування поживних середовищ, кабінет завідувача, стерилізаційну кімнату та кімнату для зберігання препаратів.,

«Заразна» зона повинна включати: приміщення для прийому, реєстрації, сортування матеріалу, боксовані приміщення, кімнату для проведення бактеріологічних досліджень, бокси біологічної безпеки, кімнату для проведення серологічних досліджень, кімнату для проведення досліджень матеріалу з гелмінтами, кімната з автоклавами (Герхардт, 1984).

Різниця між боксованими приміщеннями та боксами біологічної небезпеки

Боксовані приміщення виконують функцію захисту, матеріалу що досліджується від вторинного інфікування, бокси призначені для захисту від ПБА співробітників і навколишнього середовища, через що вони мають автономні системи комунікацій.

Бактеріологічне дослідження біологічного матеріалу, в якому присутні патогенні збудники інфекційних хвороб – є найпоширенішим дослідженням в лабораторній діагностиці. В таких випадках матеріал досліджується у вигляді фіксованого забарвленого мазка або нативних препаратів у вигляді висячої або надавленої крапельі. Дані препарати повинні бути виготовлені на заздалегідь підготовленому робочому місті.

Нативні препарати не вимагають спеціального, важкого приготування, це матеріал який залишається в своєму природньому вигляді (Данилейченко та ін., 2009).

Стандартний набір матеріалів, пристроїв і інструментів, що можуть знадобитися для приготування препарату:

- біологічний матеріал(кров, гній та ін);
- бактеріологічні петлі;
- газовий пальник;
- фільтрувальний папір;
- пінцети та піпетки;
- штатив;
- предметне скло;
- хлорид натрій його ізотонічний розчин;
- чаша Петрі;
- розчини барвників;
- промивка з водою, баночка з дезінфікуючим розчином для знежирення використаного матеріалу.

Бажано щоб в лабораторії для приготування препарату був окремий стіл.

Препарати – це мазки, з матеріалом для обстеження, товщина яких не повинна перевищувати 1-1,2 мм. Предметні стекла перед застосуванням повинні бути ретельно знежирені. Тому напередодні їх кип'ятять у суміші сірчаної кислоти та 6 % розчину двохромого калію, а потім ретельно промивають водою, переміщують у банку де знаходиться 96° спирт, там матеріал зберігається до вживання. Є і інші методи знежирення. Крапля води, яка попадає на знежирене охолоджене скло, в нормі повинна рівномірно стікати, якщо це не трапляється і

вода збирається у маленькі крапельки - знежирення не проведене належним чином (Тейлор, 2016).

Приготування мазків на рідкому середовищі або з рідкого клінічного матеріалу

Стерильною бактеріологічною петлею набирають матеріал, що досліджується, і наносять його на предметне скло рівномірним тоненьким мазком. Коли для забору матеріалу використовують стерильну піпетку. Перед зануренням в пробірку з досліджувальним матеріалом, піпетку проводять через полум'я, а потім чекають поки охолоне. Після забору в піпетку матеріалу його капають на предметне скло, а відпрацьований матеріал занурюють у дезрозчин. Стерильною бактеріологічною петлею готується мазок.

Приготування мазка с крові чи харкотиння

Це матеріал, який має властивість погано розтиратися, тому знадобляться два предметних скла. Робиться забір матеріалу піпеткою під назвою пастерівська чи бактеріологічною петлею, наноситься на середину стерильного скла, а верху накривається іншим склом на 1/3 краї залишаються вільними. Обидва скла сильно затискаються між собою, та за вільній край стекла ростягують досліджувальний матеріал. Таким чином виходить два однакових маска (Kaplin, 2014).

Приготування мазків з крові

Спеціальною голкою(стерильною звісно) роблять прокол четвертого пальця на лівій руці. Коли виступає крапля крові, наносимо її на край знежиреного скла. Другим склом, яке менше за розміром та більше відшліфоване, під кутом проводять до дальнього краю, роблячи мазок, який просвічується. Також із крові готують препарат під назвою "товста крапля" (Широбоков, 2015).

Як проходить процес висушування препаратів та їх фіксування.

Найчастіше тоненькі мазки висушують в термостаті або при кімнатній температурі. Товсті мазки сушать над полум'ям, міцно тримаючи ребра предметного скла. Але при висушуванні важливо не перегріти препарат тому що може розпочатися процес денатурації білків мікроорганізмів, це нам не потрібно. Процес висушування і фіксації не повинен тривати більше ніж 5 секунд. Фіксація препарату необхідна для того, що при висиханні мікроорганізми стають небезпечними, можливе зараження. Фламбування – це найпростіший метод фіксації мазків, іншими словами фіксація за допомогою полум'я (Мейнел и Мейнел, 1967).

Фіксацію проводять також і препаратами такими як:

- метанол,
- етанол,
- осмієва кислота,
- ацетон та ін.

Післяфіксації за потребою роблять забарвлення мазка. Найбільш придатними для забарвлення мікробів є основні і нейтральні анілінові барвники. Пофарбований препарат промивають водою і висушують. На висушений мазок наносять краплю іммерсійного масла і проводять мікроскопію.

Способи забарвлення бувають прості і складні. Прості дозволяють швидко вивчити будову мікроорганізмів, але часу на вивчення мало до 5 хвилин.

Серед складних методів забарвлення розрізняють диференціальні методи і методи, призначені для виявлення окремих структур клітини (Большая медицинская энциклопедия, 2001).

Метод забарвлення за Грамом – найбільш поширений складний спосіб забарвлення. Бактерії в залежності від того, піддаються вони забарвленню за цим методом чи ні, поділяють на дві групи:

- грампозитивні,
- грамнегативні.

Різниця в забарвленні обумовлена різною будовою клітинної стінки грампозитивних і грамнегативних бактерій (Климнюк та ін., 2004.).

Медичні препарати, лікування інфекції

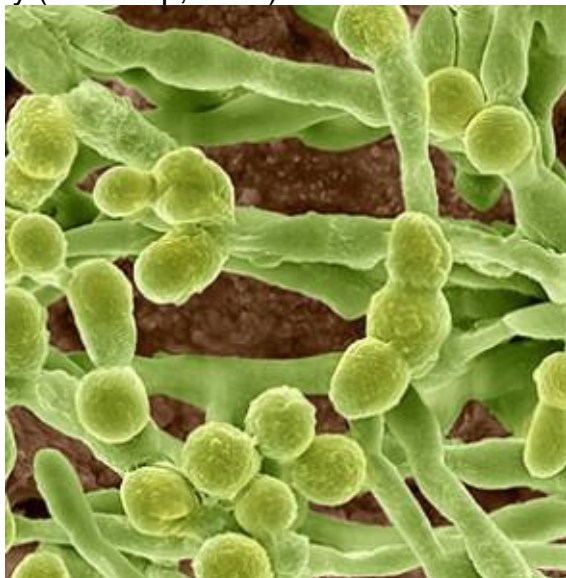
Завдяки досягненням в галузі фармацевтики та мікробіології існує безліч препаратів які допомагають людському організму чинити опір проти мікроскопічних нападників.

Сьогодні легко можна здати аналізи та ідентифікувати з якими організмами маємо справу. За допомогою антибіотикограми підбирається ефективне лікування.

Антибіотики – це такі речовини, що в природі синтезуються мікроорганізмами для захисту від інтервенції інших мікроорганізмів. У фармацевтичному виробництві антибіотики виділяють з мікробів чи грибів. Останнім часом все частіше використовуються напівсинтетичні антибіотики, які мають більший спектр дії. До таких модифікованих сполук бактерії практично не виробляють резистентність (Microbe World – науково-популярний сайт про світ мікробів, 2018).

До антибіотиків мають чутливість тільки бактерії.

Віруси дуже швидко вміють пристосовуватись до ліків. Вірусні захворювання лікують препаратами групи інтерферонів. Вони діють на віруси, таким чином, що вони перестають розмножуватися, а далі вже імунна система людини робить свою справу (Селибер, 1962).



Мал. 4. Дріжджові гриби

Гриби можуть вражати як шкірні покриви людини там і травний тракт, статеву систему. Часто, при лікуванні антибіотиками, які вбивають всі бактерії, а не тільки патогенні, гриби займають “вільне” місце, та спричиняють різного роду захворювання (Кузнецова та ін., 2013).

Гельмінти бувають різних видів і специфіка лікування кожного може виділятися.

Найпоширеніші захворювання

- цистицеркоз и альвеококкоз,
- аскаридоз и тріхинельоз,
- эхинококкози шистосома.

Найпростіші – одноклітинні організми, якими інфікування відбувається часто через неякісну воду – лямблїї, дизентерійна амеба (Люта і Кононов, 2011).

Висновок

Отже, в ході даної наукової роботи ми з'ясували принцип роботи всіх видів мікроскопів. Ознайомилися з історією заснування мікроскопії як науки, видатними науковцями-мікробіологами давнини.

Мікроскоп – це найцінніший винахід людства. Завдяки цим збільшувальним пристроям, стало можливим дослідження світу мікробіології, а як наслідок винахід ліків від багатьох збудників небезпечних хвороб.

Ми розглянули структуру бактеріологічної лабораторії зовні та зсередини. Зрозуміли принцип роботи лаборантів та ризик який існує, коли не виконуються правила безпеки при роботі з біологічним матеріалом.

Навчилися готувати мазки, препарати, з різним біологічним матеріалом, дотримуючись правил асептики і антисептики.

Список використаної літератури:

- American Society For Microbiology (ASM)*. Retrieved from: <https://www.asm.org/>
- Ananthanarayan, R., Paniker, J. (2008). *Textbook of microbiology, seventh edition*. Hyderabad: Universities Press.
- Eliceiri, K.W. (2004). *Molecular Expressions: Exploring the World of Optics and Microscopy*. Florida State University. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0248490004000802>
- Kaplin, M.M. (2014). *Guide to the practical lessons in microbiology, virology and immunology: study guide*. Sumy: Sumy State University.
- Microbe World – науково-популярний сайт про світ мікробів* (2018). Режим доступу: <http://www.edu.pe.ca/southernkings/microbe.htm>
- Nikon MicroscopyU, tutorials from Nikon. Retrieved from: <https://www.microscopyu.com/>
- Антонюк, В.С., Тимчик, Г.С., Бондаренко, Ю.Ю. (2013). *Методи та засоби мікроскопії*. К.: НТУУ «КПІ», 336 с.
- Большая медицинская энциклопедия* (2001). М.: Астрель.
- Валецька, Р.О. (2011). *Основи медичних знань*. Луцьк: Волинська книга.
- Герхардт, П. (1984). *Методы общей бактериологии*. М.: Мир.
- Гудзь, С. П., Гнатуш, С. О. (2016). *Санітарна мікробіологія: підручник*. Серія "Біологічні Студії". Львів: Видавництво ЛНУ ім. Івана Франка, 347 с.
- Гудзь, С.П., Гнатуш, С.О., Яворська, Г.В., Білінська, І.С., Борсукевич, Б.М. (2014). *Практикум з мікробіології*. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка.
- Данилейченко, В.В., Федечко, Й.М., Корнійчук, О.П. (2009). *Мікробіологія з основами імунології: підруч. для вищ. мед. навч. закл. 3-4-го рівнів акред. 2-е вид., перероб. та допов.* К.: Медицина, 392 с.
- Климнюк, С.І., Ситник, І.О., Творко, М.С., Широбоков, В.П. (2004). *Практична мікробіологія: Навч. посіб. для студ. вищ. мед. навч. закл.* Тернопіль: Укрмедкнига.

Книпович, Н.М., Якобзон, Л.Я. (1890-1907). *Вены. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.)*. СПб..

Кузнецова, Л.В., Бабаджан, В.Д., Харченко Н.В. та ін. (2013). *Імунологія: підручник*; за ред. Л.В.Кузнецова, В.Д.Бабаджан, Н.В.Харченко. Вінниця: ТОВ «Меркьюрі Поділля».

Левенгук, А. (1695). *Таємниці природи, відкриті А. Левенгуком* («Areana nature detecte ab Antonio van Leeuwenhock»). Лейден.

Люта, В.А., Кононов, О.В. (2011). *Практикум з мікробіології: навч. посіб.* К.: Медицина, 184 с.

Мейнел, Дж., Мейнел, Э. (1967). *Экспериментальная микробиология*. М.: Изд-во «Мир».

Методи мікробіологічної діагностики. (2018). Режим доступу: <https://goo.gl/YEMtsa>

Освітній портал з мікроскопічного обладнання і технології (2018). Режим доступу: Microscope.com

Селибер, Г.Ф. (1962). *Большой практикум по микробиологии*. М.: Высшая школа, 491 с.

Тейлор, Дж. (2016). *Здоровье по Дарвину: Почему мы боеем и как это связано с эволюцией*. М.: Альпина Паблшер.

Тер-Арутюнян, Ю. (2016). *Сучасні мікроскопи*. Режим доступу: <https://masteram.com.ua/ru/articles-and-video/microscopes/>

Широбоков, В.П. (2015). *Медична мікробіологія, вірусологія, імунологія*. Вінниця.