

Національна академія наук України  
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного  
(ІМВ НАНУ)

03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 154  
тел.: +380445261179  
факс.: +380445262379



## СИЛАБУС З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### **ДВА07 «ЦИТОПАТОЛОГІЯ ВІРУСІВ»**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

що викладається в межах освітньо-наукової програми  
за спеціальністю 091 Біологія та біохімія  
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобувачів

Силабус обговорено та ухвалено на засіданні Вченої ради Інституту  
мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України  
(протокол № 9 від 3 жовтня 2022 р.)  
зі змінами, обговореними і внесеними на засіданні Вченої ради  
від 27 серпня 2024 р., протокол № 9

Київ 2024



**Силабус навчальної дисципліни  
«ЦИТОПАТОЛОГІЯ ВІРУСІВ»**

<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій (доктор філософії) освітньо-науковий
<b>Статус дисципліни</b>	Навчальна дисципліна вибіркової компоненти з циклу професійної підготовки
<b>Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС / загальна кількість годин</b>	2 кредити / 60 годин
<b>Галузь знань, шифр, назва спеціальності та спеціалізації</b>	09 Біологія, 091 Біологія, 03.00.07 - Мікробіологія
<b>Час і місце проведення навчальної дисципліни Адреса викладання курсу</b>	3-й рік навчання, 5-й семестр Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАНУ, актова зала ІМВ НАНУ, вул. академіка Заболотного, 154, 03143, м. Київ
<b>Відділ, за яким закріплена навчальна дисципліна</b>	Відділ проблем інтерферону і імуномодуляторів ІМВ НАНУ
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Що буде вивчатися (предмет навчання)</b>	Механізми пошкодження клітин під впливом вірусної інфекції, структурно-функціональні зміни, що виникають у клітинах і тканинах. Курс охоплює цитопатогенну дію вірусів, механізми вірус-індукованої загибелі клітин (апоптоз, некроз, аутофагію, піроптоз), адаптаційні реакції, молекулярні основи вірусної реплікації, порушення клітинного метаболізму та імунну відповідь. Розглядаються сучасні методи оцінки цитопатогенності, роль цитопатології у вірусних інфекціях людини, тварин і рослин, а також її застосування в діагностиці та вірусологічних дослідженнях.
<b>Чому це цікаво / потрібно вивчати (мета)</b>	Курс спрямовано на формування у здобувачів вищої освіти системи компетентностей з питаннями, що стосуються теоретичних базових знань, здатності до аналізу питань, пов'язаних з особливостями репродукції вірусів, теоретичним та практичним значенням прояву ознак змін морфології вірус інфікованих клітин, їх метаболізму в умовах розвитку цитопатологічних змін, застосуванням вказаних методів у науково-дослідній

	роботі, а також визначенні біологічних засад вказаних явищ та процесів.
<p><b>Чому можна навчитися (результати навчання)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>освоїти знання про основні проблеми біології</b> і тенденції розвитку сучасної біології та мати уявлення про основні шляхи їх вирішення;</li> <li>- <b>теоретичні основи цитопатології вірусів:</b> розуміти фундаментальні принципи вірусології, зокрема механізми взаємодії вірусів із клітинами-хазяїнами; знати класифікацію вірусів, їхню морфологію, генетичні особливості та основні типи реплікації; оволодіти поняттями цитопатичного ефекту (ЦПЕ), його механізмами та особливостями для різних груп вірусів.</li> <li>- <b>молекулярні механізми вірус-індукованих змін у клітинах:</b> знати основні молекулярні механізми вірусної патогенності та способи взаємодії вірусів із клітинними сигнальними шляхами; розуміти процеси апоптозу, аутофагії, некроптозу та інших форм клітинної загибелі під впливом вірусної інфекції; аналізувати механізми імунної відповіді на рівні клітин і способи уникнення імунного контролю вірусами.</li> <li>- <b>методи дослідження цитопатологічних змін:</b> оволодіти методами світлової та електронної мікроскопії для виявлення ЦПЕ; розуміти принципи імуногістохімічних, молекулярно-біологічних (ПЛР, секвенування, NGS), цитогенетичних та спектроскопічних методів у вивченні цитопатології вірусів; вміти інтерпретувати результати лабораторних досліджень щодо цитопатологічних змін у клітинах.</li> <li>- <b>вплив вірусів на клітинні органели та їх функції:</b> розуміти механізми ураження ядра, мітохондрій, ендоплазматичного ретикулуму, апарату Гольджі та інших клітинних структур під впливом вірусних інфекцій; аналізувати порушення клітинного метаболізму, що спричинені вірусами;</li> <li>- <b>біотехнологічні та терапевтичні аспекти:</b> знати підходи до розробки антивірусних терапій на основі вивчення цитопатологічних змін; оцінювати потенціал використання цитопатологічних ефектів у діагностиці вірусних інфекцій; розуміти принципи створення модельних систем для дослідження вірус-індукованих змін у клітинах.</li> <li>- <b>епідеміологічні та екологічні аспекти цитопатології вірусів:</b> володіти знаннями про механізми поширення вірусних інфекцій та їхній вплив на популяції клітин у організмі; аналізувати особливості вірусної цитопатології у природних і штучних умовах (культура клітин, модельні організми).</li> <li>- <b>етичні та безпекові аспекти роботи з вірусами:</b> дотримуватися правил біобезпеки при роботі з патогенними вірусами.</li> </ul>

**Як можна користуватися  
набутими знаннями і  
вміннями (компетентності)**

- **оформити протокол дослідження;** обробити та узагальнити отримані результати; зробити висновки і практичні рекомендації;
- **аналізувати** потенційні прикладні аспекти застосування досягнень сучасної біології;
- **діагностувати та аналізувати цитопатичні зміни:** визначати цитопатичний ефект (ЦПЕ) у культурах клітин, спричинений різними вірусами; використовувати світлову, фазово-контрастну та електронну мікроскопію для оцінки змін у клітинах під дією вірусів; інтерпретувати результати морфологічного аналізу клітинних ушкоджень, спричинених вірусними інфекціями.
- **використовувати молекулярно-біологічні методи:** проводити виділення нуклеїнових кислот (ДНК, РНК) із клітин, інфікованих вірусами; виконувати ПЛР (звичайну, у реальному часі, цифрову), секвенування, NGS для ідентифікації вірусних агентів; застосовувати методи вестерн-блоту, імунофлуоресценції, імуногістохімії для виявлення вірусних білків у клітинах; аналізувати рівень експресії вірусних і клітинних генів за допомогою qPCR та інших методів транскриптомного аналізу.
- **досліджувати вірус-клітинні взаємодії:** оцінювати вплив вірусних білків на сигнальні шляхи клітини; визначати механізми загибелі клітин (апоптоз, некроптоз, аутофагія) під впливом вірусів; досліджувати порушення клітинного циклу, спричинені вірусами; використовувати флуоресцентні маркери для візуалізації клітинних органел та їх змін при вірусній інфекції.
- **працювати з культурами клітин та вірусами:** працювати з культурами клітин різного походження (первинні, іморталізовані) для дослідження цитопатичних ефектів; здійснювати інфікування клітин вірусами та оцінювати їх життєздатність після інфекції; використовувати методи титрування вірусів у культурі клітин (TCID50, plaque assay).
- **застосовувати біоінформатичний аналіз вірусних патернів:** використовувати програмне забезпечення для аналізу послідовностей вірусних геномів; проводити біоінформатичний аналіз змін у клітинному транскриптомі та протеомі після вірусної інфекції; інтерпретувати великі масиви даних, отримані методами метагеномного аналізу.
- **розробляти антивірусні стратегії:** оцінювати ефективність антивірусних препаратів шляхом тестування *in vitro*; досліджувати вплив вірусних інгібіторів на клітинні процеси та цитопатичні ефекти; використовувати методи генетичної інженерії для створення модифікованих клітинних моделей вірусних інфекцій.
- **експериментально моделювати вірусні інфекції:** працювати з модельними системами (органіди, *in vitro*

	<p>3D-культури) для вивчення цитопатології вірусів; використовувати CRISPR/Cas9 та інші генетичні методи для модифікації клітин та аналізу їхньої стійкості до вірусних інфекцій.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>дотримуватись вимог з біобезпеки та етичних стандартів:</b> виконувати лабораторні роботи відповідно до правил біобезпеки (Biosafety Level 2-3); дотримуватися етичних норм роботи з вірусами, клітинними культурами та експериментальними тваринами; розробляти стратегії мінімізації ризиків при роботі з патогенними вірусами.</li> <li>- розробляти для впровадження безпечні технології, проектувати зразки продуктів на основі сучасних технологічних та наукових досягнень в галузі біології.</li> </ul>
<p><b>Навчальна логістика</b></p>	<p><b>Зміст дисципліни:</b>  <b>Змістовний модуль 1. «Загальні поняття цитопатології вірусів»</b>  <b>Тема № 1.</b> Засади біології клітин та предмет цитопатології вірусів, основні поняття  Принципові особливості будови клітин на різних стадіях організації живого. Особливості реагування та прояву відповіді організму, органу, тканини, клітини на контакт з вірусом. Предмет, об'єкт, методи та задачі цитопатології вірусів.  <b>Тема 2.</b> Зв'язок типу вірусної інфекції та викликаних цитопатичних змін.  Тип прояву процесу вірус-клітинної взаємодії. Основні результати вірус-клітинної взаємодії. Цитопатогенність вірусу як наслідок генетично закріплених особливостей фізіології клітин.  <b>Тема 3.</b> Роль середовища в процесі вірус-клітинної взаємодії.  Фактори розвитку інфекційного процесу. Вклад вірусу, клітини та середовища у результат процесу вірус-клітинної взаємодії. Періодизм вірус-клітинної взаємодії.  <b>Практичні заняття:</b>  Заняття 1. Зв'язок організм-орган-тканина-клітина. Особливості відповіді на контакт з вірусом живого різних рівнів організації.  Заняття 2. Вивчення впливу тропності вірусів та сприйнятливості клітин.  Заняття 3. Вивчення впливу фізичних/хімічних факторів на реалізацію цитопатичного прояву та застосування таких підходів у практичній вірусології  <b>Самостійні заняття</b>  Заняття 1. Молекулярно-біологічні засади класифікації вірусів за типом хазяїна: фаги, віруси рослин, тварин.  Заняття 2. Понятійний аналіз тріади: середовище-клітина-вірус.  Заняття 3. Фізико-хімічні фактори навколишнього середовища як механізм еволюційного відбору форм вірусів з новими властивостями.</p>

## **Змістовний модуль 2. «Методи цитопатології»**

### **Тема 4.** Методи цитопатології

Вивчення зумовлених вірусами патологічних змін клітин включає комплекс методів: цитологічні, цитохімічні, методи електронної мікроскопії. Межа чутливості методик. Причини розвитку цитопатичних змін у клітинах. Диференціація специфічних та неспецифічних цитопатичних змін. Просторова динаміка процесу розвитку вірусного враження клітини. Типи цитопатичної дії вірусів. Вплив вірусного інфекційного процесу на клітинний цикл, транскрипцію, трансляцію, морфологічні зміни цитоплазми, ядра та інших органел.

#### Практичні заняття:

Заняття 4. Методи мікроскопії

Заняття 5. Методи візуалізації цитопатичних змін.

Заняття 6. Особливості прояву цитопатичних змін *in vitro* та *in vivo*.

#### Самостійні заняття

Заняття 4. Безсимптомні вірусні інфекції, що діагностуються за наявністю включень.

Заняття 5. Комpartmentалізація вірусного процесу в клітині.

## **Змістовний модуль 3. «Прикладна цитопатологія».**

### **Тема 5.** Прикладна цитопатологія.

Структурні та функціональні зміни клітин під впливом вірусної інфекції, а також розробляє методи їхнього виявлення та використання в діагностиці, біотехнологіях і медицині. Морфологічні прояви цитопатичного ефекту (ЦПЕ), молекулярні механізми цитопатичних змін та їх діагностичне значення цитопатичних змін, роль цитопатології у розробці антивірусних препаратів, застосування цитопатології у біотехнологіях, біобезпека та етичні аспекти

#### Практичні заняття:

Заняття 7. Цитопатологія прокаріот.

Заняття 8. Цитопатологія еукаріот.

Заняття 9. Значення та зміст аналізу цитопатологічних змін для ідентифікації та діагностики вірусів (підсумкове заняття).

#### Самостійні заняття

Заняття 6. Методи приготування препаратів вірус інфікованих прокаріот

Заняття 7. Методи приготування препаратів уражених вірусами клітин рослин.

Заняття 8. Методи приготування препаратів уражених вірусами клітин тварин.

Заняття 9. Розробка алгоритмів та застосування універсальних наборів для оптимізації аналізу цитопатичних змін, викликаних вірусами.

- Види занять: лекції, практичні заняття, семінари.
- Методи навчання: мультимедійні презентації.
- Форми навчання: денна

<b>Передреквізити</b>	Загальні та фахові знання з Мікробіології, Вірусології, Мікробної біотехнології «Вірусологія», «Віруси рослин», «Віруси бактерій», «Віруси людини та тварин», «Основи біобезпеки при вірусних інфекціях»
<b>Постреквізити</b>	Знання та вміння є базовими для вивчення навчальних дисциплін «Емерджентні віруси», «Сучасні противірусні агенти та віротерапія», «Вірусоподібні частки та їх значення для сучасної медицини»
<b>Інформаційне забезпечення з бібліотеки ІМВ НАНУ та електронних ресурсів</b>	<p><b>Бібліотека:</b>  <u>Базові джерела:</u>          Flint J., Racaniello V.R., Rall G.F., Hatzioannou T., Skalka A.M. 2020. Principles of Virology, Multi-Volume, 5th Edition. – ASM Press. – 1136 p. – ISBN: 978-1-683-67358- 3.          Howley P.M., Knipe D.M., Enquist L.W. 2023. Fields Virology: Fundamentals. – Walters Klumer. – 667 p. ISBN 9781975112516.          Norkin L.C. 2010. Virology: Molecular Biology and Pathogenesis. – ASM Press. – 734 p. – ISBN: 978-1-555-81453-3.          Smith, R.D., Kubat A. 2009. The Cytopathology of Virus Infection. Ch/4. Book Editor(s):S. Specter, R.L. Hodinka, S.A. Young, D.L. Wiedbrauk  <a href="https://doi.org/10.1128/9781555815974.ch4">https://doi.org/10.1128/9781555815974.ch4</a>          Bui, M.M. L. Pantanowitz Modern Techniques in Cytopathology  <a href="https://www.perlego.com/book/1366156/modern-techniques-in-cytopathology-pdf">https://www.perlego.com/book/1366156/modern-techniques-in-cytopathology-pdf</a>          Suvarna K.S., Layton C., Bancroft J.D. 2019 Bancroft’s THEORY and PRACTICE of HISTOLOGICAL TECHNIQUES, Elsevier. – 560 p.          Pranab Dey. 2018. Basic and Advanced Laboratory Techniques in Histopathology and Cytology. Springer Nature Singapore Pte Ltd. – 275 p. <a href="https://doi.org/10.1007/978-981-10-8252-8">https://doi.org/10.1007/978-981-10-8252-8</a>  <u>Допоміжні джерела:</u>          Люта В. А. Мікробіологія з технікою мікробіологічних досліджень, вірусологія та імунологія : підручник / В. А. Люта, О. В. Кононов. – Київ : Медицина, 2018. – 576 с          Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія. — 3-тє вид., оновл. та допов. // Ширококов В. П. за ред.) – Вінниця, Нова книга, 2021. – 920 с.          Carter J. 2013. Virology. – John Wiley &amp; Sons Inc. – 394 p. ISBN: 9781119991434.          Bats and Viruses: Current Research and Future Trends. 2020. Edited by: Eugenia Corrales, Aguilar and Martin Schwemmler. Book: 978-1-912530-14-4.          Bacterial Viruses: Exploitation for Biocontrol and Therapeutics. 2020. Edited by: Aidan Coffey and Colin Buttimer. Book: 978-1-913652-51-7.</p>

	<p>Veterinary Vaccines: Current Innovations and Future Trends. 2020. Edited by: Laurel J. Gershwin and Amelia R. Woolums. Book: 978-1-913652-59-3.</p> <p><b>Нормативна база:</b></p> <p><b>Національний класифікатор України (НКУ):</b> Містить рубрикатор науково-технічної інформації, включаючи розділи, присвячені вірусології та цитопатології. <a href="http://dnu.dp.ua">dnu.dp.ua</a></p> <p><b>Універсальна десяткова класифікація (УДК):</b> Система класифікації, що використовується для систематизації наукових матеріалів у галузі вірусології та цитопатології.</p> <p><b>Інтернет-джерела:</b></p> <p><b>PubMed:</b> База даних наукових статей з біомедичних дисциплін, де можна знайти сучасні дослідження з цитопатології вірусів.</p> <p><b>ScienceDirect:</b> Онлайн-бібліотека наукових статей та книг, що охоплюють різні аспекти вірусології та клітинної біології.</p> <p><b>Веб-сайт ВООЗ:</b> Офіційний сайт Всесвітньої організації охорони здоров'я, де публікуються рекомендації та дослідження щодо вірусних інфекцій.</p> <p><b>Адреси бібліотек:</b></p> <p><b>Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського:</b> Найбільша наукова бібліотека України, що володіє обширною колекцією матеріалів з біології та медицини.</p> <p><b>Бібліотека Національного медичного університету імені О. О. Богомольця:</b> Спеціалізується на медичній літературі, включаючи вірусологію та цитопатологію.</p>
<p><b>Локація та матеріально-технічне забезпечення</b></p>	<p>Навчальні та мультимедійні аудиторії, проектор Відділ проблем інтерферону і імуномодуляторів</p>
<p><b>Семестровий контроль</b></p>	<p>Іспит, білети</p>
<p><b>Викладач(і)</b></p>	<div data-bbox="689 1440 1018 1805" data-label="Image"> </div> <p><b>Жолобак Надія Михайлівна</b>  <b>Посада:</b> старший науковий співробітник  <b>Науковий ступінь:</b> кандидат біологічних наук  <b>Вчене звання:</b> старший дослідник  <b>Профайл викладача:</b>  <a href="https://orcid.org/0000-0003-2792-9787">https://orcid.org/0000-0003-2792-9787</a>  <b>Тел.:</b> +380442946949  <b>E-mail:</b>  <a href="mailto:n.zholobak2018@gmail.com">n.zholobak2018@gmail.com</a>  <a href="https://zholobak.com">https://zholobak.com</a></p>
<p><b>Оригінальність навчальної дисципліни</b></p>	<p>Авторський курс</p>



