

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»

Кафедра мікробіології та імунології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора

з науково-педагогічної роботи

Компанець Т.А.

2020 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МОЛЕКУЛЯРНА ГЕНЕТИКА БАКТЕРІЙ**

для студентів

галузь знань 09 Біологія

спеціальність 091 Біологія

освітній рівень «Магістр»

освітня програма «Біологія»

вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>заочна</u>
Навчальний рік	<u>2020/2021</u>
Семестр	<u>2</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>5</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Файдюк Ю.В.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ ) «\_\_»\_\_ 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ ) «\_\_»\_\_ 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

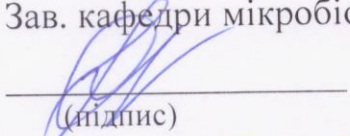
КИЇВ – 2020

**Розробники:**

Файдюк Ю.В., к.б.н., асистент кафедри мікробіології та імунології

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри мікробіології та імунології

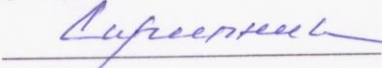
 (Сківка Л.М.)

(підпис)

Протокол №15 від «03» червня 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією  
ННЦ «Інститут біології та медицини»  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «18» 06 2020 року № 6

Голова науково-методичної комісії  (Скрипник Н.В.)

«18» 06 2020 року

**Мета дисципліни** – сформувати чітке уявлення про механізми передачі та реалізації генетичної інформації у прокаріот, окреслити поняття бактеріальних геномів та пангеномів, охарактеризувати нестабільність і еволюцію бактеріальних геномів і популяцій та роль мобільних генетичних елементів у цих процесах. Ознайомити із молекулярно-генетичними методами дослідження: від класичних до сучасних.

### **Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Знати: основи загальної мікробіології, молекулярної біології, генетики. Опанування спецкурсів «Філогенетичний аналіз у мікробіології» та «Біоінформатика».
2. Вміти самостійно застосовувати знання з молекулярної біології, генетики орієнтуватися в сучасних методах молекулярної біології та біоінформатики.
3. Володіти елементарними навичками опрацювання наукової літератури, вирішення задач, біоінформатичного аналізу та аналізу даних, роботи з матеріалами та обладнанням, що використовуються в молекулярно-біологічній лабораторії.

### **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Предметом вивчення дисципліни є основні властивості бактеріальних геномів: їх структура, механізми передачі та реалізації інформації, пластичність, нестабільність, механізми еволюції. Увага приділяється як основам генетики та молекулярної біології, так і «омікам» та рівням, які вони досліджують. Значна частина спецкурсу присвячена мобільним генетичним елементам бактерій від інсерційних послідовностей та CRISPR/Cas систем до плазмідних репліконів та профагів, особливостям їх функціонування, передачі, взаємодії з клітиною та між собою. Розглядається застосування бактеріальних генетичних елементів та ферментів як інструментів молекулярно-генетичних досліджень, від рестрикційного аналізу та сиквенування до редагування геномів та епігеномів.

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- 1) сформувати чітке уявлення про механізми передачі та реалізації генетичного матеріалу у бактерій, основні елементи бактеріальних геномів, рівні геномів, пагеномів та метагеномів та сучасні методи дослідження відповідних рівнів;
- 2) сформувати уявлення про нестабільність бактеріального геному, участь мобільних генетичних елементів у еволюції геномів та популяцій бактерій, окреслити механізми взаємодії мобільних елементів та клітин-хазяїв;
- 3) сформувати вміння планувати, моделювати, виконувати молекулярно-генетичний експеримент, на основі теоретичних знань про механізми передачі та реалізації генетичної інформації у бактерій та мобільні генетичні елементи прогнозувати наслідки взаємодії клітин-хазяїв з мобільними елементами, взаємодії мобільних елементів між собою, а також відслідковувати еволюційні події;
- 4) сформувати уявлення про сучасні інструменти молекулярної генетики на основі бактеріальних ферментів та генетичних елементів

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти (восьмий рівень НРК України), галузь знань 09 «Біологія», спеціальність 091 «Біологія») дисципліна забезпечує набуття студентами таких *компетентностей*:

*інтегральна:*

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

*загальна:*

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

*спеціальні (фахові, предметні):*

СК3. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.

СК4. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.

СК5. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи з використанням сучасних методів та обладнання.

СК8. Здатність презентувати та обговорювати результати наукових і прикладних досліджень, готувати наукові публікації, брати участь у наукових конференціях та інших заходах.

СК10. Здатність використовувати результати наукового пошуку в практичній діяльності

СК38. Поглиблене розуміння структури та функціонування мікроорганізмів та їхньої ролі у біосферних процесах.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати усі основні елементи бактеріального генома; орієнтуватись в поняттях бактеріальна хромосома-геном-пангеном- метагеном	Лекції, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	15
1.2	Знати основні процеси передачі та реалізації генетичної інформації у бактерій	Лекції, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	15
1.3	Знати типи мобільних генетичних елементів бактерій, їх участь у еволюції геномів та популяцій.	Лекції, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	15
1.4	Знати особливості взаємодії мобільних генетичних елементів із бактерією-	Лекції,	Модульні контрольні	15

	хазяїном та між собою. Поняття егоїстичних генів, пост-сегрегаційного вбивства, абортивної інфекції, гомологічного та гетерологічного виключення	самостійна робота	роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	
1.5	Знати особливості застосування бактеріальних генетичних елементів та ферментів у молекулярно-генетичних дослідженнях, редагуванні геномів та епігеномів.	Лекції, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	15
2.1	Вміти на основі теоретичних знань про нестабільність бактеріального генома, механізми мінливості, рекомбінації прогнозувати наслідки взаємодії мобільних генетичних елементів із клітиною-хазяїном та між собою та відслідковувати еволюційні події	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
2.2	Вміти підбирати та застосовувати молекулярно-генетичні інструменти відповідно до поставленої біологічної задачі	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
2.3	Вміти планувати, моделювати та виконувати молекулярно-генетичний експеримент	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
3.1	Здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію у професійній діяльності	Лабораторні роботи, самостійна робота	Оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
4.1	Самостійно вивчати наукову літературу та публікації у періодичних виданнях щодо молекулярної генетики бактерій та застосовувати мікробіологічні та молекулярно-генетичні методи у власних дослідженнях	Самостійна робота	Підсумкова модульна контрольна робота	5

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>										
ПР1. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для спілкування з професійних питань та презентації результатів власних досліджень.	+	+	+	+	+				+	+
ПР11. Проводити статистичну обробку, аналіз та узагальнення отриманих експериментальних даних із використанням програмних засобів та сучасних інформаційних технологій.			+	+	+	+	+	+	+	+
ПР16. Критично осмислювати теорії, принципи, методи з різних галузей біології для				+	+	+	+	+	+	+

**7. Схема формування оцінки.****7.1 Форми оцінювання студентів:****- семестрове оцінювання:**

**1. Модульна контрольна робота 1 (дистанційно) – РН 1.1 – 2.3 – 10 балів / 5 балів**

**2. Модульна контрольна робота 2 (дистанційно) – РН 1.1 – 2.3 – 10 балів / 5 балів**

**3. Підсумкова модульна контрольна робота – РН 1.1. – 4.1. – 20 балів / 10 балів**

**4. Лабораторні роботи (2 роботи): РН 2.1, 2.2, 2.3, 3.1 – 10 балів/5 бали за кожну.**

**- підсумкове оцінювання: у формі іспиту**

*Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання (дистанційно та під час проведення аудиторних занять; оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.*

*Форма проведення іспиту - письмово-усна, вид письмових завдань - тестові. Результатами навчання, які оцінюються під час проведення іспиту, є РН 1.1-1.5. Максимальна кількість балів, яка може бути отримана здобувачем освіти під час іспиту, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.*

*Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.*

**- умови допуску до підсумкового іспиту:**

*Обов'язковою умовою допуску до іспиту є написання 2 модульних контрольних робіт, виконання лабораторних робіт та написання підсумкової модульної контрольної роботи. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.*

**7.2 Організація оцінювання:**

*Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться дистанційно, підсумкова модульна контрольна робота – по завершенню лекційного курсу, оцінювання лабораторних робіт здійснюється протягом проведення аудиторного навчання.*

**7.3 Шкала відповідності оцінок**

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	лабораторні роботи	Самостійна робота
<i>Розділ 1 Бактеріальний геном: від коротких регуляторних послідовностей до пангенома</i>				
1	<b>ТЕМА 1 Молекулярна генетика бактерій. Гени та геноми. Структури та процеси.</b>	2	4	50
2	<i>Лекція 1 Молекулярна генетика бактерій та бактеріофагів. Класичні та сучасні методи. Структурна, функціональна та еволюційна геноміка. Метагеноміка. Мультиомний підхід.</i>	2		
3	<b>Самостійна робота</b> <i>Молекулярно-генетичні методи. Клонування генів. Оміки.</i>			10
4	<b>Самостійна робота</b> <i>Відкриті рамки зчитування. Гени. Концепція оперона. Бактеріальна хромосома. Геном. Транскриптом. Протеом. Метаболом. Феном. Пангеном.</i>			10
5	<b>Самостійна робота</b> <i>Регуляторні елементи. Структура та функція бактеріального промотора, термінатора, сайту зв'язування рибосоми, сайту зв'язування факторів транскрипції. ТАТА-бокс, послідовність Шайна-Дальгарно. Термінатори. Регулон, глобальні регуляторні мережі, інтеїни, малі молекули РНК, шаперони малих РНК</i>			10
6	<b>Самостійна робота</b> <i>Реплікація. Транскрипція. Трансляція. Генетичний код.</i>			10
7	<b>Самостійна робота</b> <i>Мутації. Мутагени. Репарація. Рекомбінація.</i>			10
8	<b>Лабораторна робота 1</b> <i>Виділення плазмідної ДНК із клітин бактерій</i>		2	
9	<b>Лабораторна робота 2</b> <i>Рестрикційний аналіз ДНК</i>		2	
<i>Розділ 2 Нестабільність бактеріального генома. Генетичні елементи бактерій як інструменти</i>				
10	<b>ТЕМА 2. Нестабільність бактеріального генома</b>	2	0	60
11	<i>Лекція 2 Причини, механізми та наслідки нестабільності бактеріального генома</i>	2		
12	<b>Самостійна робота</b> <i>Горизонтальний переніс генів. Механізм та агенти. Фазова варіація у бактерії.</i>			5

13	<b>Самостійна робота</b> Мобільні генетичні елементи мікроорганізмів. Транспозони, інтегрони, інсерційні послідовності, геномні острівці, острови патогенності, хоумінг ендонуклеази. Участь у горизонтальному переносі генів, поширенні генів резистентності у популяціях. Молекулярне піратство.			5
14	<b>Самостійна робота</b> Системи пост-сегрегаційного вбивства: РМ та ТА-системи. Участь у клітинній відповіді на стрес. Токсин-Антитоксинові (ТА) системи. Типи, будова, природа. Функція для клітини-хазяїна.			10
15	<b>Самостійна робота</b> Системи рестрикції-модифікації: I, II, III, IV типу: особливості будови, розпізнавання таргетних сайтів. РМ системи як інструменти епігенетичних модифікацій у прокаріот. Дат-метиلاза. Значення РМ-систем для клітини-хазяїна. Поняття «егоїстичних генів».			10
16	<b>Самостійна робота</b> CRISPR-Cas системи імунітету бактерій. CRISPR-локуси. Повтори, спейсери, протоспейсери, CRISPR-асоційовані білки Cas. Етапи імунної відповіді бактерії. Типи та класи систем. Типи анти-CRISPR механізмів, використовуваних інвазуючими фагами.			10
17	<b>Самостійна робота</b> Молекулярна біологія плазмід. Групи несумісності, контроль копійності. Кон'югативні та некон'югативні плазміді. F-плазміді. Ті-плазміді. R-фактори. Криптичні плазміді. Взаємодія з клітиною-хазяїном.			10
18	<b>Самостійна робота</b> Профагові та дефектні профагові послідовності у геномах бактерій Фаги та профагові послідовності як мобільні генетичні елементи бактерій. Участь фагів у еволюції бактеріального генома та бактеріальних популяцій. Фагова лізогенна конверсія як передумова виникнення нових патогенів. Біобезпека. «Гонка озброєнь» між фагом та бактерією. Рецептори бактерій та рецептор-зв'язуючі білки фагів. Стратегії уникання інфікування фагом на рівні адсорбції та внутрішньоклітинному рівні. Фагове виключення. Абортивна інфекція.			10



19	<b>Тема 3. Бактеріальні ферменти та мобільні генетичні елементи як інструменти молекулярної біології та генетики.</b>	2	0	30
20	<b>Лекція 3 Використання бактеріальних ферментів та генетичних елементів: від сиквенування до редагування епігенома</b>	2		
21	<b>Самостійна робота</b> Бактеріфаги як модельні генетичні системи. Перемикання генів. Бактеріальні білки як інструменти молекулярної біології. Фагові білки як інструменти молекулярної біології. Фаги як вектори. Фаговий дисплей.			14
22	<b>Самостійна робота</b> Застосування CRISPR-систем. Інструмент CRISPR Cas9. Редагування генома. Редагування епігенома			14
23	<b>Модульна контрольна робота 1</b>			1
24	<b>Модульна контрольна робота 2</b>			1
	<b>ВСЬОГО</b>	6	4	140

**Загальний обсяг 150 год, в тому числі:**

Лекції – 6 год.

Лабораторні заняття – 4 год.

Самостійна робота – 140 год.

## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основні: (Базові)*

1. Сергійчук М. Г. Сківка Л. М., Сергійчук Т. М., Радченко О. С., Степура Л. Г., Сенчило Н. В., Юмина Ю. М., Домбровська І. В., Рудик М. П., Моложава О. С., Позур В. В., Файдюк Ю. В. Мікробіологія. Том 1 : підручник / Сергійчук М. Г., Сківка Л. М., Сергійчук Т. М. та ін. — К. : ФОП Маслаков, 2020. — 496 с.

2. Clokie M.R., Kropinski A., Lavigne R. Bacteriophages (Eds.), Methods and Protocols, Volume IV. – 2019. – 369 pp.

3. Методичні рекомендації до лабораторних занять зі спецкурсу «Генетика мікроорганізмів». Сенчило Н.В., Файдюк Ю.В., Зелена П.П. Київ. Видавництво «Сталь», 2018. – 51 с.

4.

5. Сиволоб, А. В. Молекулярна біологія. — К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008, 384 с.

6. Birge E. A. Bacterial and Bacteriophage Genetics Fifth Edition. –NY.: Springer, 2006. – 577 pp.

7. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. – М.:Мир. 2002.

8. Sambrook I., Russell D.W. Molecular cloning : a laboratory manual, 3rd ed. by Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York – Vol. 1, 2222 pp. 2001.

### ***Додаткові:***

1. Epigenome Editing. Methods and Protocols. ed by A. Jeltsch and M. G. Rots. 1<sup>st</sup> ed. Humana Press, 482 p. 2018.
2. Darmon E, Leach DR. Bacterial genome instability. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2014;78(1):1-39. doi:10.1128/MMBR.00035-13
3. Товкач Ф.И., Горб Т.Е., Романюк Л.В., Кушкина А.И., Остапчук А.Н., Иваница Т.В., Король Н.А., Файдюк Ю.В. Трубчастые чехлы хвостовых отростков дефектных бактериофагов *Erwinia carotovora* как потенциальные нанодозаторы антимикробных веществ // В монографії «Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине», Киев.:Академ-периодика, – 2014. – С. 569-574.
4. Lehnherr H. Bacteriophage P1// in *The Bacteriophages*, 2nd edition, R. Calendar (Ed.). Oxford University Press. – New York. – 2006. – P. 350–364.

### **Додаткові ресурси:**

<https://molbiol-tools.ca/>