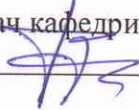


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра генетики та біотехнології

Затверджено
на засіданні кафедри генетики та біотехнології
біологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка

(протокол № 17 від «29» серпня 2025 р.)

Завідувач кафедри



Віктор ФЕДОРЕНКО

Силабус з навчальної дисципліни

«Молекулярна генетика»,

що викладається в межах ОПП Біотехнології та біоінженерія
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів
зі спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія

Львів 2025

Назва курсу	Молекулярна генетика
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів.
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Біологічний факультет, кафедра генетики і біотехнології.
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	16 Хімічна і біоінженерія, 162 Біотехнології та біоінженерія.
Викладачі курсу	Завідувач кафедри генетики і біотехнології, доктор біологічних наук, професор Федоренко Віктор Олександрович, доцент кафедри генетики і біотехнології, к.б.н Голуб Наталія Ярославівна.
Контактна інформація викладачів	viktor.fedorenko@lnu.edu.ua http://bioweb.lnu.edu.ua/employee/fedorenko-v-o natalieholub@gmail.com https://bioweb.lnu.edu.ua/employee/holub-n-ya
Консультації по курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://bioweb.lnu.edu.ua/course/henetyka
Інформація про курс	Курс розроблено так, щоб студенти набули фахові знання, які ґрунтуються на розумінні закономірностей і механізмів спадковості та мінливості живих організмів. У курсі розглядаються основні закономірності будови і функціонування генів і геномів, методи їх вивчення і маніпулювання ними з метою вирішення практичних завдань. Курс включає теоретичний матеріал у вигляді лекцій, виконання лабораторних занять, передбачене розв'язання і виконання генетичних задач і вправ.
Коротка анотація курсу	Дисципліна «Молекулярна генетика» є нормативною дисципліною зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» для освітньої програми бакалавра, яка викладається в 4 семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: 1. Організація геномів вірусів, прокаріотичних і еукаріотичних організмів. 2. Будова та експресія генів. Молекулярні механізми генетичної рекомбінації. 3. Мінливість вірусів, прокаріотичних і еукаріотичних організмів. Популяційна та еволюційна генетика. У першому модулі зосереджено увагу на особливостях організації і функціонування геномів вірусів, прокаріотів і еукаріотів. У другому модулі подано сучасні уявлення про структуру і експресію генів, механізми регулювання генної експресії, шляхи і механізми генетичної рекомбінації, основи інженерії генів і геномів. У третьому модулі вивчаються молекулярні механізми мінливості живих організмів, мутагенезу і репарації, характеризується генетична структура популяцій, фактори її динаміки, а також генетичні механізми еволюції живої природи.
Мета та цілі курсу	Мета навчальної дисципліни «Молекулярна генетика» – ознайомити

	<p>студентів із основними молекулярними механізмами спадковості і мінливості живих організмів, зі структурною організацією та функціонуванням геномів вірусів, прокаріотичних і еукаріотичних організмів; з логікою розвитку генетичного пізнання на молекулярному рівні організації і функціонування геномів живих організмів – від ідентифікації і вивчення генів до розробки і застосування методів маніпулювання генами і геномами в конструюванні і селекції рослин, тварин і мікроорганізмів; навчити студентів застосовувати на практиці генетичні знання, вміти скласти програму молекулярно-генетичного дослідження і вибрати методи його проведення.</p>
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Тоцький В.М.</i> Генетика. – Одеса: Астропринт, 2008. – 712 с. 2. Генетика : підручник / А.В. Сиволоб, С.Р. Рушковський, С.С. Кир'яченко та ін. ; за ред. А.В.Сиволоба. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 320 с. 3. <i>Федоренко В.О., Черник Я.І., Максимів Д.В., Боднар Л.С.</i> Задачі та вправи з генетики – Львів: Оріяна-Нова, 2008. – 598 с. <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальна і молекулярна генетика. Практикум / С.В. Демидов, Безруков В.Ф., А.В. Сиволоб та ін.; за ред. С.В. Демидова. – Київ: Фітосоціоцентр, 2005. – 240 с. 2. <i>Сіддгартха Мукерджі.</i> Ген. Надзвичайна історія. – Харків. Книжковий клуб, 2017. – 768 с. 3. <i>Федоренко В.О., Остап Б.О., Гончар М.В., Ребець М.В.</i> Великий практикум з генетики, генетичної інженерії та аналітичної біотехнології мікроорганізмів. – Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 279 с. 4. <i>Alberts B., Heald R., Johnson A., Morgan D., Raff M., Roberts K., Walter P.</i> Molecular biology of the cell. – N.Y. : W. W. Norton & Company, Inc., 2022 – 1555 p. 5. <i>Hartl D.L.</i> Essential genetics and genomics. – Burlington : 2020. – 665 p. 6. <i>Glick B.R., Patten C.L.</i> Molecular biotechnology. Principles and applications of recombinant DNA. – N.Y.:ASM Press, 2022. – 899 p. 7. <i>Goldberg M.L., Fischer J.A., Hood L., Hartwell L.H.</i> Genetics. From genes to genomes. – NY : McGraw Hill, 2021. – 878 p. 8. <i>Griffiths A.J.F., Doebley J., Peichel C., Wassarman D.A.</i> Introduction to genetic analysis. – N.Y. : W. H. Freeman and Company, 2020. – 819 p. 9. <i>Klug W.S., Cummings M.R., Spencer C.A., Palladino M.A., D. J. Killian.</i> Essentials of genetics. – Hoboken : Pearson, 2019. - 609 p. 10. <i>Passarge E.</i> Color atlas of genetics. – Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2007. – 497 p. 11. <i>Slack J.</i> Genes. A very short introduction. – Oxford : Oxford University Press, 2023. – 177 p.

	<p>12. <i>Thomas A. Thrive in genetics.</i> – Oxford : Oxford University Press, 2013 – 340 p.</p> <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. https://www.qmul.ac.uk/library/library-skills/resource-guides-by-subject/biological-sciences/useful-websites/genetics---useful-websites/ 2. https://learn.genetics.utah.edu/ 3. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/ 4. https://omim.org/home/ 5. https://omia.org/home/ 6. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/browse#!/overview/ 7. https://genome.jgi.doe.gov/portal/ 8. https://www.yourgenome.org/ 9. https://www.genome.gov/GenomeEd/resources
Тривалість курсу	Один семестр.
Обсяг курсу	90 годин, з яких 64 години аудиторних занять, з них 32 години лекцій, 32 години лабораторних занять та 26 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Курс спрямований на формування у студентів таких загальних і фахових компетентностей:</p> <p>ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК02. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування).</p> <p>ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ФК2. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.</p> <p>ФК4. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).</p> <p>ФК5. Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів.</p> <p>ФК16. Здатність використовувати бази даних про геноми живих організмів, їхні протеоми, транскриптоми тощо при плануванні, проведенні та оптимізації біотехнологічних досліджень.</p> <p>ФК17. Здатність планувати і проводити дослідження з конструювання і вивчення трансгенних організмів за допомогою методів клітинної і генетичної інженерії, аналізувати їхні результати, а також опрацьовувати способи використання трансгенних організмів у біотехнологіях.</p> <p>У процесі вивчення дисципліни досягаються такі програмні результати навчання:</p> <p>ПР10. Вміти проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів</p>

	<p>зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів.</p> <p>ПР11. Вміти здійснювати базові генетичні та цитологічні дослідження з вдосконалення і підвищення біосинтетичної здатності біологічних агентів з урахуванням принципів біобезпеки, біозахисту та біоетики (індукований мутагенез з використанням фізичних і хімічних мутагенних факторів, відбір та накопичення ауксотрофних мутантів, перенесення генетичної інформації тощо).</p> <p>ПР24. Вміти користуватися базами даних, в яких зберігається інформація про геноми живих організмів, їхні протеоми, транскриптоми тощо при плануванні, проведенні та оптимізації біотехнологічних досліджень. —</p> <p>ПР25. Вміти планувати і проводити досліди з конструювання і вивчення трансгенних організмів за допомогою методів клітинної і генетичної інженерії, аналізувати їхні результати, а також опрацьовувати способи використання трансгенних організмів у біотехнологіях.</p> <p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p>знати:</p> <p>основи молекулярно-генетичного аналізу мікроорганізмів, рослин і тварин, методи ідентифікації генів і вивчення будови, функціонування генетичного апарату вірусів, прокаріотів і еукаріотів, а також маніпулювання генами і геномами; будову і закономірності експресії геномів живих організмів; способи отримання і вивчення мутантів живих організмів; закономірності генетичної рекомбінації, генетичних процесів у популяціях живих організмів, а також генетичні основи еволюційного процесу.</p> <p>вміти:</p> <p>планувати і проводити молекулярно-генетичні дослідження з рослинами, тваринами і мікроорганізмами, а також описувати і аналізувати їх результати; складати схеми генетичного конструювання і селекції живих організмів; отримувати і аналізувати мутанти вірусів, прокаріотів і еукаріотів, використовувати їх на практиці; розв'язувати задачі з молекулярної генетики.</p>
Ключові слова	Спадковість, мінливість, генетичний аналіз, геном, ген, хромосоми, мутації, популяції, рекомбінація, репарація, експресія генів.
Формат курсу	Очний.
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого засвоєння тем.
Теми	Наведено у табл.1.
Підсумковий контроль, форма	Іспит в кінці семестру, усний.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Біологія рослин і грибів», «Біологія тварин», «Математичні методи в біотехнології», «Біохімія», «Мікробіологія з основами вірусології», «Клітинна біологія», «Загальна генетика» достатніх для сприйняття категоріального апарату.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під	Презентації, лекції, розв'язок задач, складання і написання схем генетичних експериментів.

час викладання курсу	
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні/самостійні тощо: 30% семестрової оцінки: виконання і захист лабораторних робіт – 20 балів; розв'язування задач з молекулярної генетики – 5 балів; контрольні опитування – 5 балів; максимальна кількість балів 30; • контрольні заміри (модулі): 20% семестрової оцінки; модуль 1: відповідь на теоретичне питання – 5 балів, задача з молекулярною генетики – 5 балів; модуль 2: відповідь на теоретичне питання – 5 балів, задача з молекулярною генетики – 5 балів; максимальна кількість балів 20; • іспит: 50% семестрової оцінки: 3 теоретичних питання по 10 балів (30 балів), задача з молекулярною генетики – 20 балів. Максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p>
Питання до екзамену	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет і основні методи молекулярної генетики. Пізнавальне і практичне значення молекулярної генетики. 2. Основні етапи розвитку молекулярної генетики. 3. Основні характеристики організації генома. Геноміка. 4. Докази генетичної ролі нуклеїнових кислот. 5. Основні молекулярні методи вивчення структури генома: клонування і секвенування ДНК, полімеразна ланцюгова реакція. 6. Розміри і структурні компоненти геномів вірусів, прокариотичних та еукаріотичних організмів. 7. Нуклеоїд бактерій. Організація хромосомної ДНК у нуклеоїді. Кількість, форма і розміри хромосом прокариотів. 8. Організація генів у хромосомах прокариотів. 9. Послідовності генома прокариотів, що повторюються. Оперони генів рРНК. CRISPR-Cas модулі бактерій. 10. Мобільні генетичні елементи бактерій: плазміди, IS-елементи, транспозони, генні касети та інтегрони, інтегративні і кон'югативні елементи (ICE). 11. Основні особливості організації геномів бактеріофагів. 12. РНК-геноми бактеріофагів. Життєвий цикл бактеріофага MS2. 13. Життєвий цикл і будова генома бактеріофага лямбда. 14. Функціонування генів бактеріофага лямбда при його літичному розвитку в клітині і розвитку по шляху лізогенізації. 15. Відкриття кон'югації. Дослід Д. Ледерберга і Е. Тейтума. 16. Статеві полярність у <i>E.coli</i>. Характеристика різних типів кон'югаційних схрещувань в <i>E.coli</i>. 17. Взаємодія F-фактора та хромосоми <i>E.coli</i>. F'- фактори. Сексдукція. 18. Побудова кільцевої генетичної карти <i>E. coli</i>.

19. Використання кон'югації для картування генів і генетичного конструювання бактерій.
20. Відкриття трансдукції. Дослід Д. Ледерберга і Н. Циндера.
21. Абортивна, неспецифічна (загальна) і специфічна трансдукція. Використання трансдукції в генетичному аналізі та конструюванні бактерій.
22. Компетентність клітин бактерій. Перетворення ДНК, яка зумовлює генетичну трансформацію, в клітині – реципієнті.
23. Використання трансформації для генетичного картування та конструювання штамів.
24. Компоненти генома еукаріотичних організмів.
25. Хімічний склад і структура хроматину. Рівні просторової організації хроматину.
26. Політенні хромосоми. Цитологічні карти хромосом.
27. Повторення нуклеотидних послідовностей в геномах еукаріотів. Сателітна ДНК.
28. Гени рРНК, тРНК, малих ядерних і ядерцевих РНК, мікроРНК, довгих некодувальних РНК. Функції цих РНК.
29. Гени еукаріотів, які кодують білки. Родини генів. Гени гістонів. Родина глобінових генів людини.
30. Геноми мітохондрій і хлоропластів.
31. Транспозони еукаріотів: Ac/Ds-елементи кукурудзи, P-елементи дрозофіли, транспозони родини родини ITm.
32. Ретротранспозони і ретрогени еукаріотів.
33. Віруси з одонитковою лінійною РНК (з «позитивним» геномом). Будова геномів коронавірусів.
34. Віруси з одонитковою несеgmentованою і segmentованою лінійною РНК (з «негативним» геномом). Будова генома вірусу грипу.
35. Віруси з одонитковою лінійною РНК і двонитковою ДНК як проміжним продуктом реплікації генома. Будова геномів ретровірусів.
36. Віруси з двонитковою ДНК. Будова геномів аденовірусів.
37. Віруси з одонитковою лінійною і кільцевою ДНК.
38. Еволюція уявлень про ген. Теорія гена Т. Моргана.
39. Комплементарний аналіз мутантів. Критерії алелізму. Ідентифікація гена.
40. Роботи С. Бензера з вивчення тонкої структури гена на прикладі локусу *rII* бактеріофага Т4.
41. Концепція «Один ген – один фермент». Роботи Д. Бібла та Е. Тейтума.
42. Колінеарність гена і його білкового продукту. Роботи Ч. Яновські з аналізу мутацій гена триптофансинтази *E. coli*.
43. Докази триплетності генетичного коду. Досліди Ф. Кріка та С.

Бреннера.

44. Розшифрування генетичного коду.
45. Властивості генетичного коду.
46. РНК-полімерази і промотори прокариотів.
47. Регулювання експресії генів прокариотичних організмів.
48. РНК-полімерази і промотори еукаріотів.
49. Регулювання експресії генів еукаріотичних організмів.
50. Типи мінливості. Неспадкова (модифікаційна) мінливість.
51. Основні особливості модифікацій. Норма реакції генотипу.
52. Класифікація мутацій.
53. Методи виявлення мутацій.
54. Хромосомні аберації.
55. Основні механізми виникнення спонтанних мутацій.
56. Пошкодження ДНК і мутації, які викликані іонізуючим випромінюванням.
57. Пошкодження ДНК і мутації, які викликані ультрафіолетовим випромінюванням.
58. Механізми мутагенної дії хімічних речовин, які алкілюють ДНК.
59. Механізми мутагенної дії азотистої кислоти і аналогів азотистих основ.
60. Механізми мутагенної дії мутагенів довкілля.
61. Фотореактивація.
62. Ексцизійна репарація азотистих основ і нуклеотидів.
63. Репарація помилково спарених нуклеотидів.
64. Постреплікативна рекомбінаційна репарація.
65. SOS-репарація.
66. Групи генів, які контролюють онтогенез живих організмів.
Гомеозисні гени.
67. Організація і експресія *Нох*-генів дрозофіли.
68. Закономірності регуляції експресії генів у ході онтогенезу.
69. Молекулярно-генетичні методи вивчення генетичного поліморфізму популяцій.
70. Молекулярно-генетичні механізми еволюції.
71. Використання даних молекулярно-генетичного аналізу у технологіях збереження генофонду культурних та диких форм рослин і тварин.
72. Завдання генетичної інженерії. Основні етапи експериментів у галузі генетичної інженерії.
73. Методи конструювання та селекції рекомбінантних молекул ДНК.
74. Способи отримання і використання трансгенних організмів.
75. Характеристика систем редагування геномів.
76. Методи молекулярної генетики людини.
77. Основні характеристики організації генома людини.

	78. Хромосомні та генні хвороби людини, їхні причини і методи діагностики. Генна терапія.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Молекулярна генетика»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
Модуль 1				
1	Предмет, основні етапи розвитку і значення молекулярної генетики.	Лекції – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
2, 3	Основні характеристики організації генома та методи її вивчення.	Лекції – 4 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 2 год		1 тиждень
4	Організація геномів прокариотичних організмів.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень
5	Організація геномів вірусів прокариотів.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень
6	Організація геномів еукаріотичних організмів.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 4 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень
7	Організація геномів вірусів еукаріотів.	Лекції – 2 год, лабор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень
Модуль 2				
8, 9	Теорія гена.	Лекції – 4 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 2 год.		2 тижні
10	Структура та експресія генів.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
11, 12	Шляхи генетичної рекомбінації у прокариотів та вірусів.	Лекції – 4 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 2 год.		2 тижні
13	Модифікаційна і мутаційна мінливість. Методи	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень

	вивчення мінливості.			
14	Механізми спонтанного та індукованого мутагенезу.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
15	Репарація ДНК.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
16	Генетичні механізми еволюції.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень

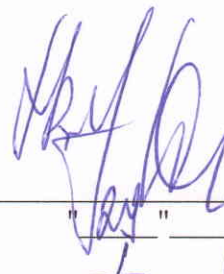
Автор



Віктор ФЕДОРЕНКО

"Погоджено"

Голова методичної ради
біологічного факультету



Віталій ГОНЧАРЕНКО

" 29 " 2025 р.



Гарант ОНП

Віктор ФЕДОРЕНКО

" 29 " 2025 р.