

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 № 18 від «30» серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри


Віктор ФЕДОРЕНКО

Силабус з навчальної дисципліни

«Генетика»,

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

Львів 2023

Назва курсу	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, доцент кафедри генетики і біотехнології, к.б.н Боднар Лідія Степанівна,
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 lidia.bodnar@lnu.edu.ua https://bioweb.lnu.edu.ua/employee/bodnar-l-s
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 «Генетика» є нормативною дисципліною зі спеціальності 162 – Біотехнології та біоінженерія для освітньої програми бакалавра, яка викладається в 3 і 4 семестрах в обсязі 7 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: 1. Вільне комбінування та зчеплене спадкування генів. 2. Організація геномів вірусів, прокаріотичних і еукаріотичних організмів. 3. Будова та експресія генів. Молекулярні механізми генетичної рекомбінації. 4. Мінливість вірусів, прокаріотичних і еукаріотичних організмів. Популяційна та еволюційна генетика. У першому модулі розглядаються закономірності моно- та полігібридних схрещувань, зчеплене зі статтю спадкування, взаємодія неалельних генів, зчеплене спадкування генів та способи побудови генетичних карт хромосом. У другому модулі зосереджено увагу на особливостях організації і

	<p>функціонування геномів вірусів, прокаріотів і еукаріотів. У третьому модулі подано сучасні уявлення про структуру і експресію генів, механізми регулювання генної експресії, шляхи і механізми генетичної рекомбінації, основи інженерії генів і геномів. У четвертому модулі вивчаються закономірності мінливості живих організмів, мутагенезу і репарації, характеризується генетична структура популяцій, фактори її динаміки, а також генетичні механізми еволюції живої природи, розглядаються генетичні основи селекції.</p>
<p>Мета та цілі курсу</p>	<p>Мета навчальної дисципліни “Генетика” - ознайомити студентів із основними закономірностями спадковості і мінливості, зі структурною організацією та функціонуванням геномів вірусів, прокаріотичних і еукаріотичних організмів; з логікою розвитку генетичного пізнання – від ідентифікації і вивчення генів за їх фенотиповими проявами до встановлення природи генетичного матеріалу живих організмів і розробки методів генетичної інженерії та селекції рослин, тварин і мікроорганізмів; навчити студентів застосовувати на практиці генетичні знання, вміти скласти програму 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. – Bulington : 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

	<p>Company, 2020. – 819 p.</p> <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.</p> <p>10. <i>Passarge E.</i> Color atlas of genetics. – Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2007. – 497 p.</p> <p>11. <i>Slack J.</i> Genes. A very short introduction. – Oxford : Oxford University Press, 2023. – 177 p.</p> <p>12. <i>Thomas A.</i> Thrive in genetics. – Oxford : Oxford University Press, 2013 – 340 p.</p> <p>Інформаційні ресурси:</p> <p>1. https://www.qmul.ac.uk/library/library-skills/resource-guides-by-subject/biological-sciences/useful-websites/genetics---useful-websites/</p> <p>2. https://learn.genetics.utah.edu/</p> <p>3. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/</p> <p>4. https://omim.org/home/</p> <p>5. https://omia.org/home/</p> <p>6. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/browse#!/overview/</p> <p>7. https://genome.jgi.doe.gov/portal/</p> <p>8. https://www.yourgenome.org/</p> <p>9. https://www.genome.gov/GenomeEd/resources</p>
Тривалість курсу	Два семестри.
Обсяг курсу	210 годин, з яких 128 години аудиторних занять, з них 64 години лекцій, 64 години лабораторних занять та 82 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p>знати:</p> <p>основи генетичного аналізу мікроорганізмів, рослин і тварин, методи ідентифікації генів і вивчення будови, функціонування генетичного апарату вірусів, прокариотів і еукаріотів, а також маніпулювання генами і геномами;</p> <p>будову і закономірності експресії геномів живих організмів;</p> <p>способи отримання і вивчення мутантів живих організмів;</p> <p>закономірності генетичної рекомбінації, генетичних процесів у популяціях живих організмів, а також генетичні основи еволюційного процесу.</p> <p>вміти:</p> <p>планувати і проводити генетичні дослідження з рослинами, тваринами і мікроорганізмами, а також описувати і аналізувати їх результати;</p> <p>складати схеми генетичного конструювання і селекції живих організмів;</p> <p>отримувати і аналізувати мутанти вірусів, прокариотів і еукаріотів, використовувати їх на практиці;</p> <p>розв'язувати генетичні задачі.</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 «Загальна цитологія і гістологія», «Біологія індивідуального розвитку тварин», «Математичні методи в біології з основами інформатики», «Біохімія», «Мікробіологія», достатніх для сприйняття категоріального апарату.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, розв'язок задач, складання і написання схем генетичних експериментів.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, загальнонавчівані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні/самостійні тощо: 30% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30; • контрольні заміри (модулі): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20; • іспит: 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 50. Підсумкова максимальна кількість балів 100.
Питання до екзамену	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет генетики. Поняття про спадковість та мінливість. Місце генетики серед природничих наук. Пізнавальне і практичне значення генетики. 2. Основні етапи розвитку генетики. 3. Гібридологічний метод вивчення спадковості. Особливості гібридологічного методу Г. Менделя. 4. Закономірності успадкування в моногібридному схрещуванні. 5. Закон розщеплення (сегрегації). Цитологічний механізм моногенного успадкування. 6. Поворотні та аналітичне схрещування. 7. Алелі, їх взаємодія: повне і неповне домінування, кодомінування. Множинний алелізм. 8. Менделівське успадкування у людини. Генеалогічний метод вивчення спадковості людини. 9. Закономірності успадкування в дигібридному схрещуванні. Закон незалежного успадкування генів. 10. Закономірності успадкування в полігібридному схрещуванні. Цитологічний механізм дигенного та полігенного успадкування. 11. Аналітичне схрещування дигетерозигот і полігетерозигот. 12. Гаметичне розщеплення. Тетрадний аналіз. 13. Умови прояву законів розщеплення і незалежного успадкування генів. Розщеплення при нерегулярних типах статевого

	<p>розмноження.</p> <p>14. Вплив умов довкілля на фенотиповий прояв генів. Пенетрантність і експресивність генів. Плейотропний вплив генів. Дія летальних і сублетальних генів.</p> <p>15. Комплементарна взаємодія генів. Біохімічний механізм комплементарності неалельних генів.</p> <p>16. Епістатична дія генів.</p> <p>17. Кумулятивна і некумулятивна полімерія.</p> <p>18. Негенетичне визначення статі.</p> <p>19. Прогамне та епігамне визначення статі.</p> <p>20. Системи хромосомного визначення статі.</p> <p>21. Генетичний механізм визначення статі у дрозоді.</p> <p>22. Гаплодиплоїдний механізм визначення статі. Балансове визначення статі у нематиди <i>Caenorhabditis elegans</i>.</p> <p>23. Механізм визначення статі у ссавців.</p> <p>24. Компенсація дози генів X – хромосоми. Статевий хроматин.</p> <p>25. Зчеплене із статтю успадкування при гетерогаметності чоловічої або жіночої статі.</p> <p>26. Первинне і вторинне нерозходження статевих хромосом у дрозоді та його наслідки.</p> <p>27. Зчеплене зі статтю успадкування у людини.</p> <p>28. Хвороби людини, зумовлені мутаціями генів X-хромосоми.</p> <p>29. Нерозходження статевих хромосом у людини та його наслідки.</p> <p>30. Групи зчеплення генів. Використання аналітичного схрещування для вивчення зчеплення генів.</p> <p>31. Кросинговер. Визначення частоти кросинговеру.</p> <p>32. Принципи побудови генетичних карт.</p> <p>33. Локалізація гена в групі зчеплення.</p> <p>34. Подвійні і множинні кросинговери. Інтерференція. Вплив множинних кросинговерів та інтерференції на визначення віддалі між генами.</p> <p>35. Цитологічні докази кросинговеру. Вивчення кросинговеру і картування генів при тетрадном аналізі.</p> <p>36. Мітотичний кросинговер.</p> <p>37. Основні характеристики організації генома. Геноміка.</p> <p>38. Докази генетичної ролі нуклеїнових кислот.</p> <p>39. Основні молекулярні методи вивчення структури генома: клонування і секвенування ДНК, полімеразна ланцюгова реакція.</p> <p>40. Розміри і структурні компоненти геномів вірусів, прокаріотичних та еукаріотичних організмів.</p> <p>41. Нуклеоїд бактерій. Організація хромосомної ДНК у нуклеоїді. Кількість, форма і розміри хромосом прокаріотів.</p> <p>42. Організація генів у хромосомах прокаріотів.</p>
--	---

43. Послідовності генома прокариотів, що повторюються. Оперони генів рРНК. CRISPR-Cas модулі бактерій.
44. Мобільні генетичні елементи бактерій: плазміди, IS-елементи, транспозони, генні касети та інтегриони, інтегративні і кон'югативні елементи (ICE).
45. Основні особливості організації геномів бактеріофагів.
46. РНК-геноми бактеріофагів. Життєвий цикл бактеріофага MS2.
47. Життєвий цикл і будова генома бактеріофага лямбда (λ).
48. Функціонування генів бактеріофага λ при його літичному розвитку в клітині і розвитку по шляху лізогенізації.
49. Відкриття кон'югації. Дослід Д. Ледерберга і Е. Тейтума.
50. Статева полярність у *E.coli*. Характеристика різних типів кон'югаційних схрещувань в *E.coli*.
51. Взаємодія F-фактора та хромосоми *E.coli*. F'- фактори. Сексдукція.
52. Побудова кільцевої генетичної карти *E. coli*.
53. Використання кон'югації для картування генів і генетичного конструювання бактерій.
54. Відкриття трансдукції. Дослід Д. Ледерберга і Н. Циндера.
55. Абортивна, неспецифічна (загальна) і специфічна трансдукція. Використання трансдукції в генетичному аналізі та конструюванні бактерій.
56. Компетентність клітин бактерій. Перетворення ДНК, яка зумовлює генетичну трансформацію, в клітині – реципієнті.
57. Використання трансформації для генетичного картування та конструювання штамів.
58. Компоненти генома еукаріотичних організмів.
59. Хімічний склад і структура хроматину. Рівні просторової організації хроматину.
60. Політенні хромосоми. Цитологічні карти хромосом.
61. Повторення нуклеотидних послідовностей в геномах еукаріотів. Сателітна ДНК.
62. Гени рРНК, тРНК, малих РНК.
63. Гени еукаріотів, які кодують білки. Родини генів гістонів, родина глобінових генів людини.
64. Геноми мітохондрій і хлоропластів.
65. Транспозони еукаріотів.
66. Ретротранспозони і ретрогени.
67. Віруси з одонитковою лінійною РНК – з позитивним геномом. Будова геномів коронавірусів.
68. Віруси з одонитковою несеgmentованою і segmentованою лінійною РНК – негативним геномом. Будова генома вірусу грипу.
69. Віруси з одонитковою лінійною РНК і двонитковою ДНК як проміжним продуктом реплікації генома. Будова геномів

ретровірусів.

70. Віруси з двонитковою ДНК. Будова геномів аденовірусів.
71. Віруси з одонитковою лінійною і кільцевою ДНК.
72. Еволюція уявлень про ген. Теорія гена Т. Моргана.
73. Комплементарний аналіз мутантів. Критерії алелізму
Ідентифікація гена.
74. Роботи С. Бензера з вивчення тонкої структури гена на прикладі локусу *rII* бактеріофага T4.
75. Концепція “Один ген – один фермент”. Роботи Д. Бідла та Е. Тейтума.
76. Колінеарність гена і його білкового продукту. Роботи Ч. Яновські з аналізу мутацій гена триптофансинтази *E. coli*.
77. Докази триплетності генетичного коду. Досліди Ф. Кріка та С. Бреннера.
78. Розшифрування генетичного коду.
79. Властивості генетичного коду.
80. РНК-полімерази і промотори прокариотів.
81. Регулювання експресії генів прокариотичних організмів.
82. РНК-полімерази і промотори еукаріотів.
83. Регулювання експресії генів еукаріотичних організмів.
84. Типи мінливості. Неспадкова (модифікаційна) мінливість.
85. Основні особливості модифікацій. Норма реакції генотипу.
86. Класифікація мутацій.
87. Методи виявлення мутацій.
88. Хромосомні аберації.
89. Основні механізми виникнення спонтанних мутацій.
90. Пошкодження ДНК і мутації, які викликані іонізуючими випромінюваннями.
91. Пошкодження ДНК і мутації, які викликані ультрафіолетовим випромінюванням.
92. Механізми мутагенної дії хімічних речовин, які алкілюють ДНК.
93. Механізми мутагенної дії азотистої кислоти і аналогів азотистих основ.
94. Механізми мутагенної дії мутагенів довкілля.
95. Фотореактивація.
96. Екцизійна репарація азотистих основ і нуклеотидів.
97. Репарація помилково спарених нуклеотидів.
98. Постреплікативна рекомбінаційна репарація.
99. SOS-репарація.
100. Групи генів, які контролюють онтогенез живих організмів.
Гомеозисні гени.
101. Організація і експресія *Hox*-генів дрозофіли.
102. Закономірності регуляції експресії генів у ході онтогенезу.

	<p>103. Предмет і значення генетики популяцій. Популяція – елементарна одиниця еволюційного процесу.</p> <p>104. Методи вивчення генетичного поліморфізму популяцій.</p> <p>105. Частоти генів і генотипів у популяції.</p> <p>106. Закон Харді-Вайнберга та його застосування.</p> <p>107. Фактори динаміки генетичної структури популяцій.</p> <p>108. Збереження генофонду культурних та диких форм рослин і тварин.</p> <p>109. Завдання генетичної інженерії. Основні етапи експериментів у галузі генетичної інженерії.</p> <p>110. Методи конструювання та селекції рекомбінантних молекул ДНК.</p> <p>111. Способи отримання і використання трансгенних організмів.</p> <p>112. Методи генетики людини.</p> <p>113. Основні характеристики організації генома людини.</p> <p>114. Хромосомні та генні хвороби людини, їхні причини і методи діагностики. Генна терапія.</p> <p>115. Системи схрещувань у селекції рослин та тварин. Використання комбінативної мінливості в селекції рослин, тварин і мікроорганізмів.</p> <p>116. Явище гетерозису та його генетичні механізми.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «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 генетики.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень
2, 3	Закономірності моногенного спадкування.	Лекції – 4 год, лаборат. заняття – 4 год, самостійна робота – 4 год		2 тижні
4	Закономірності дигенного і полігенного спадкування.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 4 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень
5	Відхилення від типових чисельних співвідношень при розщепленнях та	Лекції – 2 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень

	їхні причини.			
6	Взаємодія неалельних генів.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 4 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
7	Генетика статі.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
8	Спадкування, зчеплене зі статтю.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 4 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
9, 10	Зчеплене спадкування генів і кросинговер.	Лекції – 4 год, лабор. заняття – 4 год, самостійна робота – 4 год		2 тижні
Модуль 2				
11	Основні характеристики організації генома та методи її вивчення.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень
12	Організація геномів прокариотичних організмів.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
13	Організація геномів вірусів прокариотів.	Лекції – 2 год, лаборат. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
14,15	Організація геномів еукаріотичних організмів.	Лекції – 4 год, лаборат. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год		1 тиждень
16	Організація геномів вірусів еукаріотів.	Лекції – 2 год, лабор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год		1 тиждень
Модуль 3				
1, 2	Теорія гена.	Лекції – 4 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 4 год.		2 тижні
3	Структура та експресія генів.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
4	Молекулярні механізми генетичної рекомбінації.	Лекції – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
5, 6	Шляхи генетичної рекомбінації у прокариотів та вірусів.	Лекції – 4 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 4 год.		2 тижні
7	Генетична інженерія.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень

8	Генетика розвитку.	Лекції – 2 год., самостійна робота – 2 год		1 тиждень
Модуль 4				
9	Мінливість. Методи вивчення мінливості.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
10	Хромосомні мутації.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
11	Механізми спонтанного та індукованого мутагенезу.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 4 год.		1 тиждень
12	Репарація ДНК.	Лекції – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
13	Генетична структура популяцій.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 4 год.		1 тиждень
14	Фактори динаміки генетичної структури популяцій.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 4 год., самостійна робота – 4 год.		1 тиждень
15	Генетичні механізми еволюції.	Лекції – 2 год., лаборат. заняття – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
16	Генетичні основи селекції.	Лекції – 2 год., самостійна робота – 2 год.		1 тиждень

Автор

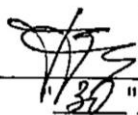


Віктор ФЕДОРЕНКО



"Погоджено"
Голова методичної ради
біологічного факультету

Віталій ГОНЧАРЕНКО
"31" вересня 2023 р.



Гарант ОНП
Віктор ФЕДОРЕНКО
"30" вересня 2023 р.