


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 № 5 від «4» березня 2025 р.)

Завідувач кафедри



Віктор ФЕДОРЕНКО

Силабус з навчальної дисципліни  
**«Основи генетичної інженерії»,**  
що викладається в межах ОПП «Біотехнології та біоінженерія»  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів  
зі спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія

<b>Назва курсу</b>	<b>Основи генетичної інженерії</b>
<b>Адреса викладання курсу</b>	вул. Грушевського 4, 79005 Львів.
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Біологічний факультет, кафедра генетики і біотехнології.
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	16 – Хімічна інженерія та біоінженерія, 162 Біотехнології та біоінженерія.
<b>Викладачі курсу</b>	Завідувач кафедри генетики і біотехнології, доктор біологічних наук, професор Федоренко Віктор Олександрович.
<b>Контактна інформація викладачів</b>	viktor.fedorenko@lnu.edu.ua <a href="http://bioweb.lnu.edu.ua/employee/fedorenko-v-o">http://bioweb.lnu.edu.ua/employee/fedorenko-v-o</a>
<b>Консультації по курсу відбуваються</b>	Консультації за графіком, а також в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="http://bioweb.lnu.edu.ua/course/henetychna-inzheneriya">http://bioweb.lnu.edu.ua/course/henetychna-inzheneriya</a>
<b>Інформація про курс</b>	Курс розроблено з метою надати здобувачам освіти відповідні загальні та фахові компетентності, які ґрунтуються на розумінні закономірностей будови і функціонування генів і геномів живих організмів і дають змогу оволодіти методологією та технологією конструювання генів і геномів рослин, тварин та мікроорганізмів, а також маніпулювання ними, на якій ґрунтується сучасна біотехнологія. У курсі представлені відповідні теоретичні дані та передбачене розв'язання практичних задач у галузі біотехнології; які вирішуються методами генетичної інженерії. Розглядаються етичні проблеми, пов'язані з практичним застосуванням методів генетичної інженерії. Знання і навички, отримані при вивченні цієї дисципліни можуть бути корисними під час виконання дипломних робіт бакалаврів і в дальшій їх практичній діяльності.
<b>Коротка анотація курсу</b>	Дисципліна «Основи генетичної інженерії» є дисципліною вільного вибору зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» для освітньої програми першого (бакалаврського) рівня освіти, яка викладається в 8 семестрі в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ензими генетичної інженерії: будова, властивості і способи використання.</li> <li>2. Методи конструювання трансгенних організмів.</li> </ol> У першому модулі розглядаються будова, властивості та способи використання у генетичній інженерії низки ензимів: ендонуклеаз рестрикції та інших нуклеаз, ДНК- та РНК-полімераз, прогамованих нуклеаз ZFN, TALEN, CRIS-Cas, принципи молекулярної гібридизації нуклеїнових кислот, маніпулювання окремими генами і групами генів. Розглядаються особливості будови ферментів, які застосовуються як інструменти генетичної інженерії, а також методи їхнього використання для конструювання векторних та рекомбінантних молекул ДНК.

	У другому модулі зосереджено увагу на будові і використанні в генетичній інженерії різних векторних систем, сконструйованих на основі плазмід, вірусних геномів, штучних хромосом, принципи конструювання рекомбінантних молекул ДНК і маніпулювання генами і геномами, особливості отримання трансгенних рослин і тварин, принципи генної терапії.
<b>Мета та цілі курсу</b>	Метою викладання навчальної дисципліни “Основи генетичної інженерії” є ознайомлення студентів із основами генної та геномної інженерії.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<p><b>Основна література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Федоренко В.О., Остап Б.О., Гончар М.В., Ребець Ю.В. Великий практикум з генетики, генетичної інженерії та аналітичної біотехнології мікроорганізмів. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 279 с.</li> <li>2. Федоренко В.О., Черник Я.І., Максимів Д.В., Боднар Л.С. Задачі та вправи з генетики. - Львів: Оріяна-Нова, 2008. – 598 с.</li> <li>3. Brown T.A. Gene cloning and DNA analysis. An introduction. - Chichester : John Wiley &amp; Sons Ltd, 2016.– 320 p.</li> <li>4. Dale J.W., von Schantz M., Plant N. From gene to genomes. – Chichester : Wiley-Blackwell, 2012. – 402 p.</li> <li>5. Glick B.R., Patten C.L. Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA. – Washington : ASM Press, 2017. – 740 p.</li> <li>6. Green M.R., Sambrook J. Molecular cloning. A laboratory manual. – NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, V, 2012. – 2028</li> <li>7. Patil N., Sivaram A. A complete guide to gene cloning: from basic to advanced – Springer Nature Switzerland AG, 2022. – 177 p.</li> </ol> <p><b>Допоміжна література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дудна Д., Стернберг С. Зламати ДНК. Редагування генома та контроль над еволюцією – К.: Наш формат, 2019. – 296 с.</li> <li>2. Сіддгартха Мукерджі. Ген. Надзвичайна історія. – Харків. Книжковий клуб, 2017. – 768 с.</li> <li>3. CRISPR. Biology and application. Ed. by Barrangou R., Sontheimer E.J., Marraffini L.A. – Washington, DC : ASM Press, Wiley, 2022. – 293 p.</li> <li>4. TALENs. Methods and Protocols. Ed. by Kuhn R., Wurst W., Wefers B. – NY: Humana Press, 2016. – 287 p.</li> <li>5. Viral Vectors for Gene Therapy. Methods and Protocols. Ed. by Merten O.-W. and Al-Rubeai M. – NY: Humana Press, 2011. – 463 p.</li> <li>6. Watson J.D., Berry A., Davies K. DNA: The story of the genetic revolution - NY: Knopf Doubleday Publishing Group, 2017.- 512 p.</li> </ol> <p><b>Інформаційні ресурси:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/</a></li> </ol>

	<p>2. <a href="https://genomebiology.biomedcentral.com/">https://genomebiology.biomedcentral.com/</a>  3. <a href="https://www.genscript.com/gene_news.html">https://www.genscript.com/gene_news.html</a>  4. <a href="https://redrecombineering.ncifcrf.gov/">https://redrecombineering.ncifcrf.gov/</a>  5. <a href="https://www.frontiersin.org/journals/genome-editing">https://www.frontiersin.org/journals/genome-editing</a>  6. <a href="https://www.journals.elsevier.com/gene-and-genome-editing/">https://www.journals.elsevier.com/gene-and-genome-editing/</a>  7. <a href="https://home.liebertpub.com/publications/genetic-engineering-and-biotechnology-news">https://home.liebertpub.com/publications/genetic-engineering-and-biotechnology-news</a>  8. <a href="https://home.liebertpub.com/publications/the-crispr-journal">https://home.liebertpub.com/publications/the-crispr-journal</a>  9. <a href="https://www.qmul.ac.uk/library/library-skills/resource-guides-by-subject/biological-sciences/useful-websites/genetics---useful-websites/">https://www.qmul.ac.uk/library/library-skills/resource-guides-by-subject/biological-sciences/useful-websites/genetics---useful-websites/</a></p>
<b>Тривалість курсу</b>	один семестр
<b>Обсяг курсу</b>	180 годин, з яких 60 годин аудиторних занять, з них 30 годин лекцій, 30 годин практичних занять та 120 годин самостійної роботи.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p><b>знати:</b> теоретичні основи генетичної інженерії; властивості і способи використання генно-інженерних ферментів; способи створення та методи аналізу рекомбінантних ДНК; способи створення та методи аналізу трансгенних організмів; підходи до редагування геномів і методи генної терапії; теоретичні основи методологічних підходів до генетичної інженерії прокариотичних і еукаріотичних організмів, способів конструювання і використання мікроорганізмів, рослин і тварин за допомогою методів генетичної інженерії; правила безпеки в конструюванні і використанні трансгенних організмів.</p> <p><b>вміти:</b> планувати експерименти з молекулярного клонування генів, створення трансгенних організмів; проводити рестрикційний аналіз та будувати фізичні карти молекул ДНК; планувати і аналізувати результати дослідів з гібридизації нуклеїнових кислот, полімеразної ланцюгової реакції, з використанням плазмідних і вірусних векторів, штучних хромосом, систем генетичної інженерії, які ґрунтуються на використанні програмованих нуклеаз, оцінювати ефективність експресії клонуваних генів; розв'язувати задачі з генетичної інженерії.</p>
<b>Ключові слова</b>	Ген, геном, гenna інженерія, геномна інженерія, вектор, трансгенний організм, гenna терапія.
<b>Формат курсу</b>	Очний /заочний
	Проведення лекцій, практичних робіт та консультації для кращого засвоєння тем.
<b>Теми</b>	Наведено у табл.1.
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік в кінці семестру. Усний.
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Генетика», «Загальна біотехнологія», «Біохімія», «Мікробіологія з основами вірусології», «Клітинна біологія», «Біоінформатика», «Молекулярна генетика», «Практична ензимологія», достатніх для сприйняття категоріального апарату.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентація, лекції, дискусія, розв'язок задач, підготовка доповідей.

<b>Необхідне обладнання</b>	Персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практичні заняття: 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20;</li> <li>• Контрольні заміри (модулі): 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 30, у тому числі: <ul style="list-style-type: none"> <li>- за змістовим модулем 1 (теми 1 – 5): за відповідь на теоретичне питання – 5 балів; за розв'язування генетичної задачі – 5 балів; за складання схем дослідів – 5 балів; усього -15 балів.</li> <li>- за змістовим модулем 2 (теми 6 – 16): за відповідь на теоретичне питання – 5 балів; за розв'язування генетичної задачі – 5 балів; за складання схем дослідів – 5 балів; усього – 15 балів.</li> </ul> </li> <li>• Залік: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50, у тому числі: <ul style="list-style-type: none"> <li>- за відповіді на теоретичні питання – 30 балів,</li> <li>- за розв'язування задачі з генетичної інженерії – 10 балів,</li> <li>- за складання і пояснення схем проведення досліджень з генетичної інженерії – 10 балів.</li> </ul> </li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p>
<b>Питання до заліку</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предмет генетичної інженерії. Генна, геномна та клітинна інженерія. Передумови виникнення і основні етапи розвитку генетичної інженерії.</li> <li>2. Пізнавальне і практичне значення генетичної інженерії. Суспільне сприйняття генетичної інженерії, етичні і правові проблеми її використання.</li> <li>3. Явище рестрикції-модифікації. Номенклатура систем рестрикції-модифікації.</li> <li>4. Системи рестрикції-модифікації Типу I, III і IV.</li> <li>5. Системи рестрикції-модифікації Типу II. Поділ ензимів рестрикції-модифікації Типу II на підтипи.</li> <li>6. Генетичний контроль ензимів рестрикції-модифікації Типу II.</li> <li>7. Принципи використання ендонуклеаз рестрикції Типу II у генетичній інженерії.</li> <li>8. Умови розщеплення ДНК ендонуклеазами рестрикції. Фракціонування фрагментів ДНК за допомогою електрофорезу.</li> <li>9. Методи побудови рестрикційних карт. Побудова фізичних карт хромосом (PFGE-карт).</li> <li>10. Властивості і використання в генетичній інженерії ДНК-ази I, екзонуклеаз I і III, екзонуклеази фага λ, нуклеаз S1 і Bal31.</li> <li>11. Властивості і використання в генетичній інженерії рибонуклеаз A, T1 і H.</li> </ol>

12. Властивості ДНК-полімераз і способи їх використання у генетичній інженерії. ДНК-полімераза I *E. coli* та її Кленов-фрагмент.
13. ДНК-полімерази бактеріофагів T4 і T7.
14. РНК-залежні ДНК-полімерази (зворотні транскриптази). Синтез кДНК за допомогою зворотної транскриптази.
15. Властивості РНК-полімераз та способи їх використання у генетичній інженерії.
16. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР). Принцип ПЛР. Цикли ПЛР.
17. Характеристика ДНК-полімераз, які використовуються у ПЛР.
18. Різновиди ПЛР та особливості їх застосування. ПЛР в реальному часі.
19. Принципи проведення молекулярної гібридизації нуклеїнових кислот. Умови денатурації та реасоціації ланцюгів нуклеїнових кислот.
20. Радіоактивні і нерадіоактивні мітки ДНК та методи їх внесення і виявлення.
21. Варіанти гібридизації нуклеїнових кислот. ДНК-ДНК гібридизація за Саузерном. Northern-блот-гібридизація.
22. Гібридизація нуклеїнових кислот *in situ*. Технологія ДНК-мікроматриць.
23. Основні властивості векторних молекул. Класифікація векторних молекул.
24. Способи конструювання плазмідних векторів. Вектори на основі репліконів плазмід ColE1 і рМВ1.
25. Способи конструювання і селекції рекомбінантних ДНК на основі плазмідних векторів.
26. Штучні дріжджові та бактерійні хромосоми.
27. Основні особливості, переваги і недоліки вірусних векторів.
28. Особливості генома бактеріофага  $\lambda$  як основи для конструювання векторів. Типові вектори на основі бактеріофага  $\lambda$ . Способи селекції рекомбінантних  $\lambda$ -фагів.
29. Косміди. Створення космідних бібліотек геномів. Системи пакування  $\lambda$ -ДНК *in vitro*.
30. Будова генома і цикл розвитку бактеріофага M13. Будова і використання фагмід.
31. Порівняння пост-Коен-Бойер методів конструювання рекомбінантних ДНК.
32. Порівняльна характеристика векторів на основі вірусів тварин і рослин.
33. Принцип використання програмованих нуклеаз в геномній інженерії.

	<p>34. Нуклеази на основі ZFP – ZFN. Використання ZFN у генетичній інженерії.</p> <p>35. Будова і властивості і використання нуклеаз на основі TAL-ефекторних білків (TALEN).</p> <p>36. Будова і функціонування систем CRISPR-Cas. Принципи і використання систем CRISPR-Cas в генетичній інженерії.</p> <p>37. Основні підходи для забезпечення ефективною експресії трансгенів. Будова векторів експресії.</p> <p>38. Методи вивчення гетерологічної експресії генів.</p> <p>39. Методи отримання трансгенних рослин.</p> <p>40. Методи отримання трансгенних тварин.</p> <p>41. Принципи генної терапії, геномне редагування і проблема охорони генофонду людини.</p> <p>42. Правила безпеки при конструюванні і використанні трансгенних організмів.</p> <p>43. Трансгенні організми і проблема збереження і відновлення біологічного різноманіття. Використання генетичної інженерії у природоохоронному менеджменті.</p> <p>44. Етичні проблеми використання генетичної інженерії.</p>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

## Схема курсу «Основи генетичної інженерія»

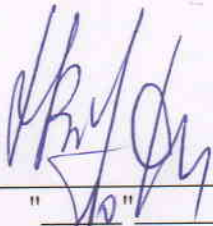
Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
Модуль 1. Ензими генетичної інженерії: будова, властивості і способи використання.				
1	Предмет, етапи розвитку і значення генетичної інженерії.	Лекції – 2 год, практич. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		1 тиждень
2	Властивості нуклеаз та способи їх використання у генетичній інженерії.	Лекції – 2 год, практич. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
3	Властивості ДНК- і РНК-полімераз та способи їх використання у	Лекції – 2 год, практич. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень


	генетичній інженерії.			
4	Молекулярна гібридизація нуклеїнових кислот.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
5	Будова і використання в генетичній інженерії програмованих нуклеаз ZFN і TALEN.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
6	Генетична інженерія за допомогою систем CRISPR-Cas	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
Модуль 2. Методи конструювання трансгенних організмів.				
7	Векторні молекули ДНК. Принципи конструювання і селекції рекомбінантних молекул ДНК.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
8	Плазмідні вектори.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
9	Пост-Коен-Бойер методи конструювання рекомбінантних ДНК.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
10	Вірусні векторні системи. Вектори на основі бактеріофагів.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
11	Вірусні векторні системи. Вектори на основі вірусів тварин.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
12	Експресія трансгенів.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
13	Генетична інженерія рослин.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
14	Генетична інженерія тварин.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень

15	Генна терапія.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год самостійна робота – 10 год		1 тиждень
----	----------------	--	--	-----------

Автор

Віктор ФЕДОРЕНКО

"Погоджено"  
Голова методичної ради  
біологічного факультету  
  
Віталій ГОНЧАРЕНКО  
" 10 " 11/2020 2025 р.

Гарант ОПП  
Віктор ФЕДОРЕНКО  
  
" 4 " 03 2025 р.