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 № 14 від 31 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри._____
проф. Федоренко В.О

Силабус з навчальної дисципліни
«Біотехнологія»
що викладається в межах ОПП Біологія
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів
за спеціальністю 091 Біологія

Львів 2022

Назва курсу	Біотехнологія
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	09 Біологія 091 Біологія.
Викладачі курсу	Доцент кафедри генетики і біотехнології, к.б.н Голуб Наталія Ярославівна. Доцент кафедри генетики і біотехнології, к.б.н Сирватка Василь Ярославович.
Контактна інформація викладачів	natalieholub@gmail.com; nataliia.holub@lnu.edu.ua vasyl.syrvatka@gmail.com; vasyl.syrvatka@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації на платформі ZOOM.
Сторінка курсу	
Інформація про курс	Курс покликаний сформувати у студентів теоретичні уявлення про основні напрямки розвитку біотехнології як науки і галузі виробництва, її роль у вирішенні глобальних проблем людства, а також практичні навики проведення експериментів і опрацювання технологій у галузях промислової мікробіології, інженерної ензимології, екобіотехнології молекулярної та імунобіотехнології, генетичної і клітинної інженерії. У курсі розглядаються основні мікробіологічні виробництва та підходи до конструювання і селекції біотехнологічних продуцентів, отримання та застосування іммобілізованих ферментів і клітин, біосенсорів та імунологічних препаратів, методи генетичної і клітинної інженерії, а також генної терапії. Курс включає теоретичний матеріал у вигляді лекцій та проведення практичних занять.
Коротка анотація курсу	Дисципліна «Біотехнологія» є нормативною дисципліною зі спеціальності 091 – Біологія для освітньої програми бакалавра, яка викладається в VII семестрі в обсязі 3,5 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS) для очної форми навчання та в VI - VII семестрах в обсязі 3,5 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS) для заочної форми навчання. Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: 1. Основи промислової мікробіології, інженерної ензимології та імунобіотехнології. 2. Основи генетичної та клітинної інженерії. У першому модулі розглядаються основні промислові мікробіологічні виробництва, методи конструювання і селекції промислових штамів мікроорганізмів, способи отримання і практичного застосування ферментних препаратів, іммобілізованих ферментів і клітин, імунобіологічних препаратів, зокрема, вакцин, принципи і використання імуноферментного аналізу. У другому модулі розглядаються основні принципи генетичної та клітинної інженерії, будова і властивості ферментів, які застосовуються

	як знаряддя генетичної інженерії, методи конструювання і способи використання векторних і рекомбінантних молекул ДНК, методи створення трансгенних мікроорганізмів, рослин і тварин, переваги і можливі небезпеки їх практичного використання, звертається увага на застосування у редагуванні геномів систем CRISPR-Cas, методи генної терапії людини *ex vivo* та *in vivo,* етичні і правові аспекти сучасної біотехнології.
Мета та цілі курсу	Мета навчальної дисципліни "Біотехнологія" - дати студентам знання про основні об'єкти біотехнології і біотехнологічні процеси, принципи та способи конструювання об'єктів біотехнології і опрацювання біотехнологій, їх використання в промисловості і сільському господарстві, для охорони здоров'я, забезпечення людства харчовими та енергетичними ресурсами, збереження і відновлення довкілля, навчити студенів застосовувати на практиці набуті біотехнологічні знання.
Література для вивчення дисципліни	**Основна література:** 1. Божков А.И. Биотехнология. Фундаментальные и промышленные аспекты. – Харьков, 2008. – 363 с. 2. Мельничук М.Д., Новак Т.В., Кунах В.А. Біотехнологія рослин. – Київ: ПолігрфКонсалтінг, 2003.- 520 с. 3. Швед О., Миколів О., Комаровська-Порохнявець О., Новіков В. Екологічна біотехнологія: навч. посібник. У 2 кн. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 421 с. 4. Яворська Г.В., Ґудзь С.П., Гнатуш С.О. Промислова мікробіологія. – Львів, вид. центр Львів. нац. ун-ту ім. І Франка, 2008. – 256с. 5. Thieman W., Palladino M.. Introduction to biotechnology (What's New in Biology).– Pearson., – 4 ed., 2018. – 448 p. 6. Byong H. Lee. Fundamentals of food biotechnology. - John Wiley &Sons, Ltd, UK, 2015. 664 p. 7. Clark D., Pazdernik N. Biotechnology. - Elsevier Inc., 2012. – 767 p. 8. From genes to genomes : concepts and applications of DNA technology / Dale J., von Schantz M., Plant N. – 3rd ed. - John Wiley &Sons, Ltd, UK, 2012. - 402 p. 9. Glick B.R., Delovitch T.L., Patten C.L. Medical biotechnology.– ASM Press: Washington DC, 2014. – 758 p. 10. Glick B.R., Pasternak J.J., Patten C.L. Molecular biotechnology. Principles and applications of recombinant DNA – ASM Press: Washington DC, 2010. – 1020 p. 11. McNeil B., Harvey L. Practical fermentation technology. - John Wiley & Sons, Ltd., 2008. – 396 p. 12. Nair A.J. Introduction to biotechnology and genetic engineering. - Infinity science press llc, 2008. – 812 p. 13. Thieman W., Palladino M. Introduction to biotechnology (What's new in biology). - Pearson Education Limited, 2019.-449p. **Додаткова література:** 1. Дудна Д., Стернберг С. Зламати ДНК. Редагування генома та контроль над еволюцією / пер. з англ. Литвиненко Г. – К.: Наш формат,

2019. – 296 с.
2. Федоренко В.О., Осташ 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.
3. Bhattacharya A., Parkhi V., Char B. Crispr/cas genome editing: strategies and potential for crop improvement. - Springer Nature Switzerland, 2020. - 232p.
4. Berenjian A. Essentials in fermentation technology. - Springer Nature Switzerland AG. 2020. - 320 p. .
5. Dale J., von Schantz M., Plant N. From genes to genomes : concepts and applications of DNA technology. 3rd ed. - John Wiley &Sons, Ltd, UK, 2012. - 402 p.
6. Desmond S.T.Nicholl. An introduction to genetic engineering. 3rh ed. - Cambridge University Press, 2008. - 349 p.
7. Joshi S., Deshmukh A., Sarma H. Biotechnology for sustainable environment. - Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2021. - 417 P. ISBN 978-981-16-1955-7 (eBook).
8. Hesham A.L., Opadhyay R.S., Sharma G.D., Manoharachary C., Gupta V.K. Fungal biotechnonlgy and bioengineering. - Springer Nature Switzerland AG. 2020. - 493p. ISBN 978-3-030-41870-0 (eBook).
9. Hu W.-S. Engineering principles in biotechnology. - JohnWiley & Sons Ltd, 2018. - 490 p. LCCN 2017018764 (ebook).
10. Kaushal M., Prasad R. Microbial biotechnology in crop protection. - Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2021. - 453 p. ISBN 978-981-16-0049-4 (eBook) .
11. Patra J.K., Das J., Das S.K., Thatoi H. A practical guide to environmental biotechnology. – Springer Nature Singapore Pre Ltd, 2020. – 182 p.
12. Pessoa A., Vitolo M., Long P.F. Pharmaceutical biotechnology. A Focus on industrial application. 1st ed. - CRC Press, 2021. - 401 p..
13. Portner R. Animal cell biotechnonlogy: methods and protocols. 4th edition. - Springer Nature. 2020. - 396 p. - ISBN 978-1-0716-0191-4 (eBook).
14. Sarvazyan N. Tissue engineering: principles, protocols and practical exercises. - Springer Nature Switzerland AG, 2020. - 173 p. ISBN 978-3-030-39698-5 (eBook).
15. Singh V. Microbial cell factories engineering for production of biomolecules. - Elsevier Inc., 2021. - 464 p. eBook ISBN: 9780128214787..
16. Singh V., Dhar P.K. Genome engineering via CRISPR-Cas9 System. - Elsevier Inc., 2020. - 357 p..
17. Sharma N., Sodhi A.S., Batra N. Basic concepts in environmental biotechnology: 1st ed.. - CRC Press, 2021. - 300 p.
18. Varjani S., Pandey A., Gnansounou E., Khanal S.K., Raveendran S. Current developments in biotechnology and bioengineering. - Elsevier, 2020. - 474 p.
19. Yadav M., Kumar V., Sehrawat N. Industrial biotechnology:plant

	systems, resources and products. - Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston, 2019. - 236 p. e-ISBN (PDF) 978-3-11-056333-7. **Інформаційні ресурси:** 1. https://www.qmul.ac.uk/library/library-skills/resource-guides-by-subject/biological-sciences/useful-websites/genetics---useful-websites/ 2. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/ 3. https://omim.org/home/ 4. https://omia.org/home/
Тривалість курсу	Один семестр на очній формі навчання. 2 семестри – на заочній.
Обсяг курсу	**На очній формі навчання:** 105 годин, з яких 48 години аудиторних занять, з них 32 години лекцій, 16 годин практичних занять та 57 години самостійної роботи . **На заочній формі навчання:** - згідно навчального плану 2019 р. 105 годин, з яких 16 годин аудиторних занять: у VI семестрі 2 кредити - 4 години лекцій, 2 годин практичних занять та 54 години самостійної роботи та у VII семестрі 1,5 кредити - 6 години лекцій, 4 години практичних занять та 35 години самостійної роботи; - згідно навчального плану 2020 р. 105 годин, . 105 годин, з яких 16 годин аудиторних занять: у VI семестрі 1 кредит - 10 години лекцій, 6 годин практичних занять та 14 години самостійної роботи та у VII семестрі 2,5 кредити -75 години самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде: **знати:** • біологічні основи створення біотехнологій, основні характеристики організмів і біологічних процесів, які використовуються в біотехнології; • характеристики основних біотехнологічних виробництв і їх продуктів, а також технологій і процедур у медицині, ветеринарії та інших галузях, в яких застосовуються біотехнології; • підходи і методи конструювання, селекції, культивування, вивчення і збереження організмів – біотехнологічних продуцентів, а також способи модифікації і використання в біотехнології біологічних явищ і процесів, зокрема, методи клітинної, генетичної та метаболічної інженерії; • способи практичного використання біотехнологічних процесів і продуцентів, їхні переваги і можливі небезпеки, які вони можуть становити; • екологічні, економічні, етичні та правові аспекти біотехнологій. **вміти:** • використавши знання з біології та інших дисциплін, здійснювати вибір біологічних об'єктів і процесів, які можуть бути застосовані у біотехнологіях;

	• складати схеми досліджень з конструювання і вдосконалення об'єктів біотехнології, зокрема, з використанням методів клітинної, генетичної і метаболічної інженерії, а також описувати і аналізувати їх результати; • здійснювати вибір продуктів біотехнології для їх застосування у різних сферах діяльності людини; • оцінювати практичне значення біотехнологій, їхні екологічні, економічні, етичні та правові аспекти.
Ключові слова	Біотехнологія, промислова мікробіологія, інженерна ензимологія, екобіотехнологія, імунобіотехнологія, генетична інженерія, клітинна інженерія, метаболічна інженерія, генна терапія, біотехнологічний продуцент, біосенсор, рекомбінантна молекула ДНК, трансгенний організм.
Формат курсу	Очний, заочний.
	Проведення лекцій, практичних занять та консультацій для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл.1
Підсумковий контроль, форма	Усний іспит в кінці семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Біохімія», «Генетика», «Молекулярна біологія», «Мікробіологія», «Вірусологія», «Імунологія», достатніх для сприйняття категоріального апарату.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, семінари на задані теми.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, загальновживані 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: • практичні/самостійні тощо: максимальна кількість балів 25: виступ з доповіддю на семінарі – 10 балів, участь у підготовці та представлені проєкту – 7 балів, участь у роботі семінару – 8 балів: • контрольні заміри (модулі): максимальна кількість балів 25: дати визначення термінам – 5 балів, дати розширену відповідь на 2 запитання – 20 балів. • іспит: максимальна кількість балів 50: дати визначення термінам – 10 балів, дати розширену відповідь на 2 запитання – 30 балів, вирішення задачі – 10 балів. Підсумкова максимальна кількість балів 100
Питання до екзамену	1. Основні складові частини біотехнології. 2. Об'єкти біотехнології. 3. Вимоги до промислових штамів мікроорганізмів. 4. Отримання продуцентів з природних джерел. 5. Як в промисловості отримують та використовують етанол?

	6. Напишіть та поясніть схему виробництва пива. 7. Промислове отримання оцтової та лимонної кислот. 8. Промислове отримання амінокислот, ферментів. 9. Промислове одержання антибіотиків. 10. Механізми дії антибіотиків на клітини. 11. Механізми стійкості бактерій до антибіотиків. 12. Біотехнологічне отримання вітамінів. 13. Охарактеризуйте процес отримання в промисловості мікробних полісахаридів. Для чого їх використовують? 14. Способи отримання ароматизаторів. 15. Промислове отримання продуктів з ферментованого м'яса та риби. 16. Способи збереження промислових штамів мікроорганізмів. 17. Способи культивування промислових штамів мікроорганізмів. 18. Будова ферментера для промислового вирощування мікроорганізмів. 19. Охарактеризуйте основні стадії промислового мікробіологічного виробництва. 20. Методи стерилізації у промисловій мікробіології. 21. Субстрати, які використовуються для культивування мікроорганізмів. 22. Підготовка промислової культури мікроорганізмів до виробничого процесу. 23. Порівняйте особливості ферментаційних процесів, продуктами яких є: 1) біомаса мікроорганізмів; 2) продукти метаболізму мікроорганізмів. 24. Як обробляють культуру промислового мікроорганізму після закінчення ферментації? 25. Які переваги та недоліки періодичних та неперервних ферментаційних процесів? 26. Як досягається підвищений синтез лізину та глутамінової кислоти у промислових продуцентів цих амінокислот? 27. Які переваги та недоліки використання іммобілізованих ферментів в біотехнологічних процесах? 28. Носії для іммобілізації ферментів та клітин. 29. Охарактеризуйте способи іммобілізації ферментів та клітин. 30. Охарактеризуйте процеси з використанням іммобілізованих ферментів та клітин (отримання глюзоко-фруктозних сиропів, L-амінокислот, аспарагінової та яблучної кислот, 6-АПК, 7-АДЦК, безлактозного молока) . 31. Будова та принципи функціонування біосенсорів. Класифікація біосенсорів. 32. Опишіть етапи проведення ELISA-процедури.

	33. Опишіть етапи проведення імуноблотингу. Для чого його використовують? 34. Застосування моноклональних антитіл у медицині. 35. Що таке гуманізовані антитіла? Наведіть приклади їхнього застосування. 36. Охарактеризуйте різні типи вакцин. 37. Основні етапи генно-інженерного експерименту. 38. Охарактеризуйте ендонуклеази рестрикції II типу. 39. Використання ендонуклеаз рестрикції для побудови фізичних карт. 40. Порівняйте ДНК-полімерази, які використовуються в генетичній інженерії. 41. Типи міток, які використовуються в генетичній інженерії, та способи їх детекції. 42. Методи ДНК-ДНК та ДНК-РНК гібридизації (Саузерн-та Нозерн-блоттинг). Дот-слот-гібридизація. Метод гібридизації колоній. 43. Напишіть та поясніть схему проведення полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР). В чому її переваги та недоліки? Застосування ПЛР, наведіть приклади. 44. Зворотня транскриптаза. Напишіть та поясніть схему отримання кДНК. 45. Метод секвенування ДНК за Сенджером. 46. Методи конструювання рекомбінантних ДНК. 47. Будова та функціонування плазмідного вектора *pBR322*. 48. Будова та функціонування плазмідного вектора *pUC19*. 49. Будова та функціонування векторів на основі бактеріофага **λ**. 50. Будова та функціонування космід. 51. Створення клонотеки. 52. Методи селекції рекомбінантних ДНК (фенотипова селекція, імунологічні методи, гібридизація нуклеїнових кислот, ПЛР). 53. Рівні оптимізації експресії клонованих генів. Типи промоторів, які використовуються у генетичній інженерії. 54. Підходи до стабілізації гетерологічних білків. 55. Основні цілі отримання трансгенних рослин. 56. Селективні маркери в трансгенозі рослин. 57. Будова *Ti*-плазміди та її роль у генетичній трансформації рослин. 58. Методи введення рекДНК у клітини рослин. 59. Отримання трансгенних рослин, стійких до комах, гербіцидів. 60. Отримання трансгенних рослин, стійких до вірусних, бактерійних, грибкових захворювань.

	61. Отримання трансгенних рослин, стійких до передчасного дозрівання та старіння. 62. Основні цілі отримання трансгенних тварин. 63. Селективні маркери в трансгенозі тварин. 64. Метод отримання трансгенних тварин шляхом мікроін'єкції в пронуклеус. 65. Метод отримання трансгенних тварин з використанням ЕСК. Позитивно-негативна селекція. 66. Отримання трансгенних тварин методом ядерного переносу. 67. Метод створення нокаутних тварин. 68. Наведіть приклади створення трансгенних тварин. 69. Експресія гетерологічних генів в клітинах комах та ссавців. 70. Генна терапія людини *ex vivo* (на прикладі недостатності аденозин дезамінази та родинної гіперхолестеринемії). 71. Генна терапія людини *in vivo*. Наведіть приклади. 72. Принципи функціонування систем CRISPR-Cas. Перспективи їх застосування у редагуванні геномів і генній терапії людини. 73. Типи моніторингу довкілля. 74. Моніторинг стану водних ресурсів. 75. Показники забруднення водних ресурсів. 76. Аеробні способи очищення стічних вод. 77. Анаеробні способи очищення стічних вод. 78. Моніторинг стану ґрунтів. 79. Підходи до біоочищення ґрунтів. 80. Біобезпека лабораторних досліджень. 81. Системи безпеки харчових продуктів. 82. Міжнародна система забезпечення якості харчових продуктів НАССР. 83. Принципи міжнародної екологічної сертифікації генетично модифікованих продуктів. 84. Генетично модифіковані фармацевтичні препарати. 85. Біологічна зброя. 86. Засоби захисту від біологічної зброї. 87. Антитерористичні програми протистояння біотероризму. 88. Напрямки розвитку нанотехнологій. 89. Вплив наночастинок на здоров'я людини та стан довкілля.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Біотехнологія»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс	Термін виконання

					для виконання завдань (за потреби)	
		очна форма	заочна форма			очна форма
			згідно плану 2019 р	згідно плану 2020 р		
1	Предмет, завдання та розділи біотехнології. Історія розвитку біотехнології. Місце біотехнології в системі біологічних наук. Основні біотехнологічні наукові центри. Розвиток біотехнологічного виробництва в Україні.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 4 год	Лекції – 0,5 год, самостійна робота – 4 год	Лекції – 0,5 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
2	Промислова мікробіологія.	Лекції – 6 год, практичні заняття – 3 год, самостійна робота – 7 год	Лекції – 1 год, практичні заняття – 1 год, самостійна робота – 8 год	Лекції – 1 год, практичні заняття – 1 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
3	Конструювання та селекція промислових штамів мікроорганізмів	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год	Самостійна робота – 8 год	Самостійна робота – 8 год		1 тиждень
4	Інженерна ензимологія.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год	Лекції – 0,5 год, практ. заняття – 0,5 год, самостійна робота – 7 год	Лекції – 0,5 год, практ. заняття – 0,5 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
5	Імунобіотехнологія	Лекції –2 год,	Лекції – 0,5 год, практ. заняття – 0,5 год,	Лекції – 0,5 год, практ. заняття – 0,5 год,		1 тиждень

		самостійна робота – 5 год	самостійна робота – 7 год	самостійна робота – 7 год		
6 -7	Ферменти генетичної інженерії. Маніпуляції з молекулами нуклеїнових кислот *in vitro*.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 3 год, самостійна робота – 9 год	Лекції – 2,5 год., практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 8 год	Лекції – 2,5 год., практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 8 год		2 тижні
8-10	Конструювання та селекція рекомбінантних молекул ДНК.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 3 год, самостійна робота – 9 год	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 9 год	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 9 год		3 тижні
11	Генетична і клітинна інженерія рослин.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 3 год	Лекції – 1 год, практ. заняття – 0,5 год, самостійна робота – 9 год	Лекції – 1 год, практ. заняття – 0,5 год, самостійна робота – 9 год		1 тиждень
12	Генетична і клітинна інженерія тварин.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4 год	Лекції – 1 год, практ. заняття – 0,5 год, самостійна робота – 8 год	Лекції – 1 год, практ. заняття – 0,5 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
13	Генна терапія	Лекції – 2 год, самостійна робота – 3 год	Лекції – 0,5 год., практ. заняття – 0,5 год, самостійна робота – 7 год	Лекції – 0,5 год., практ. заняття – 0,5 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
14-15	Екологічна біотехнологія	Лекції –4 год, практ. заняття - 2 самостійна робота – 4 год	Практ. заняття – 0,5 год., самостійна робота – 7 год	Практ. заняття – 0,5 год., самостійна робота – 7 год		2 тижні

16	Біотехнології і біобезпека.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 3 год	Лекції – 0,5 год., самостійна робота – 7 год	Лекції – 0,5 год., самостійна робота – 7 год		1 тиждень

Автори: Наталія ГОЛУБ

Василь СИРВАТКА

"Погоджено"
Голова методичної ради
біологічного факультету

_____ Віталій ГОНЧАРЕНКО
"31" _____ 2022 р.

Гарант ОПП

_____ Ігор ХАМАР
"31" _____ 08 _____ 2022 р.