


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра мікробіології

Затверджено на засіданні кафедри мікробіології
біологічного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 4 від 18.03.2025 р.)
Завідувачка кафедри  проф. Світлана ГНАТУШ

**Силабус з навчальної дисципліни
“Бактерії як медичний продукт”,
що викладається в межах ОПШ Біотехнології та біоінженерія
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів спеціальності 162 “Біотехнології та біоінженерія”**

Назва дисципліни	Бактерії як медичний продукт
Адреса викладання дисципліни	вул. Грушевського 4, Львів, 79005
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	біологічний факультет, кафедра мікробіології
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	16 Хімічна та біоінженерія / 162 Біотехнології та біоінженерія
Викладачі дисципліни	асистент каф. мікробіології, д.ф. Комплікевич Соломія Ярославівна
Контактна інформація викладачів	solomiia.komplikevych@lnu.edu.ua https://bioweb.lnu.edu.ua/employee/komplikevych-s-ya
Консультації по дисципліні відбуваються	Консультації за попередньою домовленістю. За умов аудиторного навчання консультації відбуваються в аудиторії, яка визначена розкладом. Онлайн консультації відбуваються з використанням платформи zoom. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на e-mail або дзвонити.
Сторінка дисципліни	
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Бактерії як медичний продукт” є вибірковою дисципліною, яку викладають у VIII семестрі в обсязі 6 кредитів (за ECTS). Ця дисципліна є необхідною для розуміння способів застосування бактерій, їхніх компонентів та продуктів життєдіяльності з діагностичною, профілактичною чи терапевтичною метою.
Коротка анотація дисципліни	Зміст дисципліни розроблено так, щоб надати учасникам необхідні знання про застосування бактерій та синтезованих ними продуктів у медицині. У змісті дисципліни представлено процеси виробництва ліків, вакцин та гормонів, терапевтичне застосування пробіотиків, генну терапію, біоелектроніку, а також етичні та регуляторні аспекти. Це дозволяє студентам отримати глибокі знання про роль мікроорганізмів у лікуванні та діагностиці захворювань, а також про перспективні напрямки розвитку біотехнології.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни “Бактерії як медичний продукт” є надати студентам ґрунтовні знання та практичні навички щодо використання бактерій та продуктів їхньої життєдіяльності як медичних засобів. Завдання (навчальні цілі): 1. Опанувати принципи використання бактерій як "фабрик" для виробництва біологічно активних речовин (антибіотиків, гормонів, вакцин). 2. Охарактеризувати різні форми бактерійної терапії. 3. Розвинути навички аналізу та порівняння сучасних бактеріальних систем доставки ліків. 4. Зрозуміти біоетичні та регуляторні аспекти, пов'язані з розробкою та застосуванням бактеріальних медичних продуктів. 5. Сформулювати уявлення про роль бактерій у персоналізованій медицині та тканинній інженерії.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Santos-Beneit, F. (2024). What is the role of microbial biotechnology and genetic engineering in medicine?. <i>Microbiologyopen</i> , 13(2), e1406. https://doi.org/10.1002/mbo3.1406

2. Abbas, A., Irfan, M., Khan, S., Hassan, A., Khan, S., Javed, R., & Ali, S. (2021). Microbes: Role in industries, medical field and impact on health. *Saudi Journal of Medical and Pharmaceutical Sciences*, 7(6), 278-282.
3. Abdelghani, Z., Hourani, N., Zaidan, Z., Dbaiibo, G., Mrad, M., & Hage-Sleiman, R. (2021). Therapeutic applications and biological activities of bacterial bioactive extracts. *Archives of Microbiology*, 203(8), 4755-4776. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02505-1>
4. Francino, M. (2016). Antibiotics and the human gut microbiome: dysbioses and accumulation of resistances. *Frontiers in microbiology*, 6, 164577. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01543>
5. Patangia, D. V., Anthony Ryan, C., Dempsey, E., Paul Ross, R., & Stanton, C. (2022). Impact of antibiotics on the human microbiome and consequences for host health. *Microbiologyopen*, 11(1), e1260. <https://doi.org/10.1002/mbo3.1260>
6. Ramirez, J., Guarner, F., Bustos Fernandez, L., Maruy, A., Sdepanian, V. L., & Cohen, H. (2020). Antibiotics as major disruptors of gut microbiota. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 10, 572912. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.572912>
7. Rasko, D. A., & Sperandio, V. (2010). Anti-virulence strategies to combat bacteria-mediated disease. *Nature reviews Drug discovery*, 9(2), 117-128. <https://doi.org/10.1038/nrd3013>
8. Kashyap, R., Tiwari, S., & Bhattacharya, S. (2025). Innovative strategies in the fight against bacterial infections: Phage therapy, nanotechnology, and new antimicrobial agents for multidrug-resistant pathogens. *Results in Chemistry*, 102304. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2025.102304>
9. Neuman, H., Debelius, J. W., Knight, R., & Koren, O. (2015). Microbial endocrinology: the interplay between the microbiota and the endocrine system. *FEMS microbiology reviews*, 39(4), 509-521. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuu010>
10. Rezaei, M., & Zarkesh-Esfahani, S. H. (2012). Optimization of production of recombinant human growth hormone in *Escherichia coli*. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 17(7), 681.
11. Schulga, A. A., Mechev, P. V., Kirpichnikov, M. P., Skryabin, K. G., & Deyev, S. M. (2016). Construction of the plasmid-free strain for human growth hormone production. *Biochimie*, 128, 148-153. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2016.08.007>
12. de Oliveira, N. R., Santos, F. D. S., Dos Santos, V. A. C., Maia, M. A. C., Oliveira, T. L., & Dellagostin, O. A. (2023). Challenges and strategies for developing recombinant vaccines against leptospirosis: Role of expression platforms and adjuvants in achieving protective efficacy. *Pathogens*, 12(6), 787. <https://doi.org/10.3390/pathogens12060787>

13. Nascimento, I. P., & Leite, L. (2012). Recombinant vaccines and the development of new vaccine strategies. *Brazilian journal of medical and biological research*, *45*, 1102-1111. doi: 10.1590/S0100-879X2012007500142
14. Eslami, M., Naderian, R., Bahar, A., Babaeizad, A., Rezanavaz Gheshlagh, S., Oksenysh, V., & Tahmasebi, H. (2025). Microbiota as diagnostic biomarkers: advancing early cancer detection and personalized therapeutic approaches through microbiome profiling. *Frontiers in Immunology*, *16*, 1559480. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1559480>
15. Kandalai, S., Li, H., Zhang, N., Peng, H., & Zheng, Q. (2023). The human microbiome and cancer: a diagnostic and therapeutic perspective. *Cancer biology & therapy*, *24*(1), 2240084. <https://doi.org/10.1080/15384047.2023.2240084>
16. Duong, M. T. Q., Qin, Y., You, S. H., & Min, J. J. (2019). Bacteria-cancer interactions: bacteria-based cancer therapy. *Experimental & molecular medicine*, *51*(12), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s12276-019-0297-0>
17. Latif, A., Shehzad, A., Niazi, S., Zahid, A., Ashraf, W., Iqbal, M. W., ... & Korma, S. A. (2023). Probiotics: mechanism of action, health benefits and their application in food industries. *Frontiers in microbiology*, *14*, 1216674. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1216674>
18. Fasoli, S., Marzotto, M., Rizzotti, L., Rossi, F., Dellaglio, F., & Torriani, S. (2003). Bacterial composition of commercial probiotic products as evaluated by PCR-DGGE analysis. *International journal of food microbiology*, *82*(1), 59-70. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00259-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00259-3)
19. Jan, T., Negi, R., Sharma, B., Kumar, S., Singh, S., Rai, A. K., ... & Ahmed, N. (2024). Next generation probiotics for human health: An emerging perspective. *Heliyon*, *10*(16). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35980>
20. TabibzadehTehrani, P., Nazari, M., Rastgoo, P., Bolouri, N. S., HeydariKarsaf, R., Hadiani, A., & Mohsenipour, Z. (2025). Bacterial-based drug delivery systems: A new way to combat infectious disease. *Medicine in Drug Discovery*, 100205. <https://doi.org/10.1016/j.medidd.2025.100205>
21. Shuwen, H., Yifei, S., Xinyue, W., Zhanbo, Q., Xiang, Y., & Xi, Y. (2024). Advances in bacteria-based drug delivery systems for anti-tumor therapy. *Clinical & Translational Immunology*, *13*(7), e1518. <https://doi.org/10.1002/cti2.1518>
22. Liu, D., Meng, Q., & Hu, J. (2023). Bacterial nanocellulose hydrogel: a promising alternative material for the fabrication of engineered vascular grafts. *Polymers*, *15*(18), 3812. <https://doi.org/10.3390/polym15183812>
23. Aavani, F., Biazar, E., Heshmatipour, Z., Arabameri, N., Kamalvand, M., & Nazbar, A. (2021). Applications of bacteria and their derived

- biomaterials for repair and tissue regeneration. *Regenerative Medicine*, 16(6), 581-605. Doi: 10.2217/rme-2020-0116
24. Kurt, F., Leventhal, G. E., Spalinger, M. R., Anthamatten, L., Rogalla von Bieberstein, P., Menzi, C., ... & de Wouters, T. (2023). Co-cultivation is a powerful approach to produce a robust functionally designed synthetic consortium as a live biotherapeutic product (LBP). *Gut Microbes*, 15(1), 2177486.
<https://doi.org/10.1080/19490976.2023.2177486>
25. Baban, C. K., Cronin, M., O'Hanlon, D., O'Sullivan, G. C., & Tangney, M. (2010). Bacteria as vectors for gene therapy of cancer. *Bioengineered bugs*, 1(6), 385-394.
<https://doi.org/10.4161/bbug.1.6.13146>
26. Celec, P., & Gardlik, R. (2017). Gene therapy using bacterial vectors. *Front Biosci*, 22, 81-95. DOI: [10.2741/4473](https://doi.org/10.2741/4473)
27. Palffy, R., Gardlik, R., Hodosy, J., Behuliak, M., Reško, P., Radvanský, J., & Celec, P. (2006). Bacteria in gene therapy: bactofection versus alternative gene therapy. *Gene Therapy*, 13(2), 101-105. DOI: [10.1038/sj.gt.3302635](https://doi.org/10.1038/sj.gt.3302635)
28. Faghikhkhorasani, A., Ahmed, H. H., Mashool, N. M., Alwan, M., Assefi, M., Adab, A. H., ... & Baghani, M. (2023). The potential use of bacteria and bacterial derivatives as drug delivery systems for viral infection. *Virology Journal*, 20(1), 222. <https://doi.org/10.1186/s12985-023-02183-z>
29. Daisley, B. A., & Allen-Vercoe, E. (2024). Microbes as medicine. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1541(1), 63-82. <https://doi.org/10.1111/nyas.15237>
30. Hosseini-Giv, N., Basas, A., Hicks, C., El-Omar, E., El-Assaad, F., & Hosseini-Beheshti, E. (2022). Bacterial extracellular vesicles and their novel therapeutic applications in health and cancer. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 962216.
<https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.962216>
31. Zhao, X., Wei, Y., Bu, Y., Ren, X., & Dong, Z. (2025). Review on bacterial outer membrane vesicles: structure, vesicle formation, separation and biotechnological applications. *Microbial Cell Factories*, 24(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s12934-025-02653-9>
32. Thapa, H. B., Ebenberger, S. P., & Schild, S. (2023). The two faces of bacterial membrane vesicles: pathophysiological roles and therapeutic opportunities. *Antibiotics*, 12(6), 1045.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics12061045>
33. Guo, J., Huang, Z., Wang, Q., Wang, M., Ming, Y., Chen, W., ... & Jia, B. (2025). Opportunities and challenges of bacterial extracellular vesicles in regenerative medicine. *Journal of Nanobiotechnology*, 23(1), 1-27.
<https://doi.org/10.1186/s12951-024-02935-1>

34. Descamps, H. C., Herrmann, B., Wiredu, D., & Thaiss, C. A. (2019). The path toward using microbial metabolites as therapies. *EBioMedicine*, *44*, 747-754. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2019.05.063>
35. Hashmi, M. A. T. S., Khawar, M. B., Naseem, R., Afzal, A., Shahid, N., Abbasi, M. H., ... & Idnan, M. (2023). Therapeutic potential of microbial metabolites: new insights and perspectives. *Biomedical Research and Therapy*, *10*(4), 5638-5653. <https://doi.org/10.15419/bmrat.v10i4.805>
36. Arabi, T. Z., Alabdulqader, A. A., Sabbah, B. N., & Ouban, A. (2023). Brain-inhabiting bacteria and neurodegenerative diseases: the “brain microbiome” theory. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *15*, 1240945. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1240945>
37. Goldiş, A., Dragomir, R., Mercioni, M. A., Goldiş, C., Sirca, D., Enatescu, I., & Belei, O. (2025). Introducing a Novel Personalized Microbiome-Based Treatment for Inflammatory Bowel Disease: Results from NostraBiome’s Internal Validation Study. *Biomedicines*, *13*(4), 795. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13040795>
38. Yang, N. J., & Chiu, I. M. (2017). Bacterial signaling to the nervous system through toxins and metabolites. *Journal of molecular biology*, *429*(5), 587-605. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2016.12.023>
39. Askarova, S., Umbayev, B., Masoud, A. R., Kaiyrylkyzy, A., Safarova, Y., Tsoy, A., ... & Kushugulova, A. (2020). The links between the gut microbiome, aging, modern lifestyle and Alzheimer's disease. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, *10*, 104. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00104>
40. Herath, M., Hosie, S., Bornstein, J. C., Franks, A. E., & Hill-Yardin, E. L. (2020). The role of the gastrointestinal mucus system in intestinal homeostasis: implications for neurological disorders. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, *10*, 248. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00248>
41. Chen, Y., Xu, J., & Chen, Y. (2021). Regulation of neurotransmitters by the gut microbiota and effects on cognition in neurological disorders. *Nutrients*, *13*(6), 2099. <https://doi.org/10.3390/nu13062099>
42. Beretta, E., Cuboni, G., & Deidda, G. (2025). Unveiling GABA and Serotonin Interactions During Neurodevelopment to Re-Open Adult Critical Periods for Neuropsychiatric Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, *26*(12), 5508. <https://doi.org/10.3390/ijms26125508>
43. Zhu, J., Wang, B., Zhang, Y., Wei, T., & Gao, T. (2023). Living electrochemical biosensing: Engineered electroactive bacteria for biosensor development and the emerging trends. *Biosensors and Bioelectronics*, *237*, 115480. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2023.115480>
44. Liu, M., Yang, W., Zhu, W., & Yu, D. (2025). Innovative applications and research advances of bacterial biosensors in

	<p>medicine. <i>Frontiers in Microbiology</i>, 16, 1507491. https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1507491</p> <p>45. Stakenborg, N., & Boeckxstaens, G. E. (2021). Bioelectronics in the brain–gut axis: focus on inflammatory bowel disease (IBD). <i>International Immunology</i>, 33(6), 337-348. https://doi.org/10.1093/intimm/dxab014</p> <p>46. Al-Madhagi, H., & Alramo, A. (2023). Clinical trials of probiotics: Current outlook. <i>Food Science & Nutrition</i>, 12(3), 2192. https://doi.org/10.1002/fsn3.3884</p> <p>47. Adebisi, Y. A. (2023). Balancing the risks and benefits of antibiotic use in a globalized world: the ethics of antimicrobial resistance. <i>Globalization and Health</i>, 19(1), 27. https://doi.org/10.1186/s12992-023-00930-z</p> <p>48. Rhodes, R. (2016). Ethical issues in microbiome research and medicine. <i>BMC medicine</i>, 14(1), 156. https://doi.org/10.1186/s12916-016-0702-7</p> <p>Додаткова література:</p> <p>49. https://hms.harvard.edu/news/gut-bacteria-produce-hormone-involved-postpartum-depression</p> <p>50. https://www.tutorchase.com/answers/ib/biology/how-are-bacteria-engineered-to-produce-human-hormones</p> <p>Інформаційні ресурси:</p> <p>51. https://communities.springernature.com/posts/personalized-microbiome-based-therapies</p> <p>52. https://asm.org/articles/2024/november/could-microbes-help-create-sustainable-electronics</p> <p>53. https://www.freyrsolutions.com/medicinal-products/biologics-regulatory-affairs-services#expertise</p> <p>54. https://www.nationalacademies.org/documents/embed/link/LF2255D_A3DD1C41C0A42D3BEF0989ACAEC3053A6A9B/file/D111474C68762625F3A142C4F949E10CBFAD5580F418?noSaveAs=1</p>
Тривалість дисципліни	один семестр
Обсяг дисципліни	180 годин / 6 кредитів ECTS. 60 год аудиторних занять: 30 год лекції, 30 год практичних робіт і 120 год самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення дисципліни студенти будуть знати : основи бактеріальної біотехнології та її місце в сучасній медицині, механізми використання бактерій як "фабрик" для виробництва ліків та гормонів, принципи роботи рекомбінантних бактерій як платформ для синтезу білків та вакцин, механізми дії, клінічне застосування та класифікацію пробіотиків, сучасні підходи до використання бактерій як платформ для доставки ліків, а також їх застосування у діагностиці та лікуванні онкологічних захворювань, принципи персоналізованої модуляції мікробіому та використання бактеріальних метаболітів як індикаторів лікування, основи застосування бактерій у

	біоелектроніці, тканинній інженерії та генотерапії, регуляторні вимоги, питання біобезпеки та біоетики; вміти: порівнювати технології синтезу гормонів, склади пробіотичних препаратів, а також оцінювати можливості та ризики застосування бактерій у регенерації тканин, доводити терапевтичний потенціал бактерій та біологічну активність їхніх екстрактів, оцінювати перспективи та виклики сучасних бактеріальних систем доставки ліків та біоелектронних сенсорів. вести дискусію щодо біоетики в контексті персоналізованої бактеріальної терапії, а також обговорювати ризики та системи контролю біобезпеки.
Ключові слова	Продуценти біологічно-активних сполук, гормонів, бактерійні вакцини, пробіотики, онкотерапія, генна терапія, персоналізована медицина, біосенсори
Формат дисципліни	Очний/дистанційний (за умови карантинних обмежень або військового стану)
	Проведення лекцій, практичних робіт та консультацій, самостійна робота студентів.
Теми	Див. "Схема дисципліни" (нижче)*
Підсумковий контроль, форма	Залік у VIII семестрі (за результатами поточного контролю)
Пререквізити	Для вивчення дисципліни студенти потребують базових знань з мікробіології, вірусології, біохімії, біотехнології, а також дисциплін, достатніх для розуміння основ роботи з біологічними об'єктами
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання дисципліни	Методи навчання: словесні, наочні, самостійної роботи студентів, стимулювання і мотивації навчальної діяльності, активні та проблемно-пошукові. Методи контролю: усний, письмовий.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми, мультимедійний проєктор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: практичні роботи – максимально 60 балів; проміжний контроль – максимально 20 балів; перевірка самостійної роботи – максимально 20 балів. Практичні роботи буде проведено за питаннями до тем. На кожній практичній роботі можна отримати до 4-х балів. Проміжний контроль буде проведено у формі письмової контрольної роботи. Перевірка самостійної роботи буде здійснюватись у формі тестування, яке міститиме запитання з тем, визначених як самостійна робота. Академічна доброчесність: очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилок на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Відвідання занять є важливою складовою навчання. Є сподівання, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття. Студенти

	<p>мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів письмових і усних робіт, передбачених курсом.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються присутність на заняттях та активність студента; креативність та особистий внесок у виконання роботи і представлення результатів.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання для проміжного контролю	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бактерії як продуценти антибіотиків, імуносупресантів, протипухлинних засобів. 2. Виробництво гормонів бактеріями: переваги та недоліки. 3. Технології синтезу інсуліну та соматотропіну. 4. Конструювання вакцин на основі рекомбінантних бактерій. 5. Механізми дії та складі пробіотиків. 6. Інженерні та нетрадиційні пробіотики. 7. Бактеріальні нанотранспортери для доставки ліків. 8. Перспективи та виклики бактеріальних платформ для доставки ліків. 9. Використання бактерій у тканинній інженерії та регенерації. 10. Ко-культивація бактерій з клітинами тканин. 11. Механізми дії бактеріальних екзосом та везикул. 12. Везикули як біомаркери та імуномодулятори. 13. Бактерії як платформи для генотерапії. 14. Бактеріальні метаболіти як біоіндикатори. 15. Персоналізована модуляція мікробіому. 16. Роль бактерій у регуляції нейрофізіології. 17. Психобіотики та їх застосування. 18. Бактерії як елементи біоелектроніки. 19. Біоелектроніка в нейромодуляції та діагностиці. 20. Етапи клінічних досліджень пробіотиків. 21. Регуляторні вимоги до бактеріальних медпродуктів. 22. Етичні аспекти та ризики бактеріальної терапії. 23. Онкобактерійна терапія та імунотерапія раку.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості дисципліни буде надано по завершенню дисципліни на платформі Moodle

Таблиця 1

Схема дисципліни “Бактерії як медичний продукт”

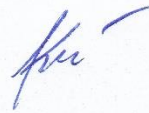
№	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності, год	Літератур. ресурси в інтернеті	Термін виконання*
1.	Концептуальні засади медичної бактеріальної біотехнології	лекція, 2	1, 2	1 тиждень
2.	Вплив антибіотиків на мікробіом	практична робота, 2	4, 5, 6	1 тиждень

3.	Баланс між патогенністю та терапевтичним потенціалом бактерій	самостійна робота, 8	7, 8	1 тиждень
4.	Бактерії як фабрики ліків	лекція, 2	3	1 тиждень
5.	Бактерії як продуценти антибіотиків, імуносупресивних препаратів та протипухлинних засобів	практична робота, 2	3	1 тиждень
6.	Терапевтичне застосування та біологічна активність бактеріальних біологічно активних екстрактів	самостійна робота, 8	3	1 тиждень
7.	Бактерії як продуценти гормонів	лекція, 2	9, 49, 50	2 тиждень
8.	Порівняння технологій синтезу гормонів у бактерій	практична робота, 2	9, 10, 11	2 тиждень
9.	Бактеріальні системи для синтезу інсуліну, соматотропіну	самостійна робота, 8	10, 11	2 тиждень
10.	Рекомбінантні бактерії та вакцини	лекція, 2	12, 13	3 тиждень
11.	Синтез білків, розробка носіїв для вакцинації.	практична робота, 2	13	3 тиждень
12.	Вакцини на основі рекомбінантних бактерій	самостійна робота, 8	12	3 тиждень
13.	Бактерії для діагностичного та терапевтичного застосування в онкології	лекція, 2	14, 15, 16, 21	3 тиждень
14.	Бактерійні маркери для діагностики онкологічних захворювань	практична робота, 2	14	3 тиждень
15.	Бактерії як терапевтичні агенти в онкології	самостійна робота, 8	14, 15, 16	3 тиждень
16.	Пробіотики: механізми дії, клінічне застосування	лекція, 2	17, 29	4 тиждень
17.	Порівняння складу пробіотичних препаратів	практична робота, 2	18	4 тиждень
18.	Пробіотики наступного покоління: інженерні та нетрадиційні пробіотики	самостійна робота, 8	19, 29	4 тиждень
19.	Бактерії як платформи доставки ліків	лекція, 2	20, 28	5 тиждень

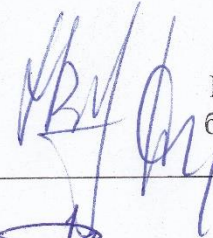
20.	Огляд сучасних бактеріальних систем доставки ліків: перспективи та виклики	практична робота, 2	20	5 тиж-день
21.	Бактерійні нанотранспортери	самостійна робота, 8	21	5 тиж-день
22.	Бактерії у тканинній інженерії та регенерації	лекція, 2	22, 23	5 тиж-день
23.	Можливості і ризики застосування бактерій у регенерації	практична робота, 2	22, 23	5 тиж-день
24.	Ко-культивування бактерій з клітинами тканин	самостійна робота, 8	24	5 тиж-день
25.	Бактерії в генотерапії та редагуванні геному	лекція, 2	25, 26, 27	6 тиж-день
26.	Бактеріальні платформи для доставки генетичного матеріалу	практична робота, 2	25	6 тиж-день
27.	Бактерії як вектори доставки генетичного матеріалу	самостійна робота, 8	25, 26	6 тиж-день
28.	Бактеріальні екзосоми та везикули	лекція, 2	30, 31, 33	7 тиж-день
29.	Імуномодуюча дія бактеріальних везикул	практична робота, 2	30, 31	7 тиж-день
30.	Бактеріальні везикули як біомаркери патологічних станів	самостійна робота, 8	30, 31	7 тиж-день
31.	Бактерії в персоналізованій медицині	лекція, 2	14, 29, 37	7 тиж-день
32.	Бактеріальні метаболіти як індикатори та регулятори лікування	практична робота, 2	34, 35	7 тиж-день
33.	Персоналізована модуляція мікробіому	самостійна робота, 8	14, 37, 51	7 тиж-день
34.	Мікробіом-кишківник-мозок: роль бактерій у регуляції нейрофізіології	лекція, 2	36, 39, 40	8 тиж-день
35.	Аналіз бактеріальних метаболітів, що впливають на нейротрансмітери (GABA, серотонін)	практична робота, 2	41, 42	8 тиж-день
36.	Психобіотики як медичний продукт: перспективи в лікуванні депресії, тривожності, аутизму	самостійна робота, 8	42	8 тиж-день
37.	Бактерії як елементи біоелектроніки	лекція, 2	44, 52	9 тиж-день
38.	Біоелектроніка в нейромодуляції	практична робота, 2	45	9 тиж-день
39.	Біоелектронні сенсори для діагностики	самостійна робота, 8	43, 44	9 тиж-день
40.	Клінічні дослідження бактеріальних продуктів	лекція, 2	8	9 тиж-день

41.	Етапи клінічних досліджень пробіотичних препаратів	практична робота, 2	46	9 тиж-день
42.	Регуляторні вимоги до бактеріальних медичних продуктів	самостійна робота, 8	53, 54	9 тиж-день
43.	Безпека та біоетика: контроль, ризику, суспільне сприйняття	лекція, 2	48	10 тиж-день
44.	Біоетика в контексті персоналізованої бактеріальної терапії	практична робота, 2	48	10 тиж-день
45.	Біобезпека бактеріальних медичних продуктів: ризику та системи контролю	самостійна робота, 8	47	10 тиж-день

Авторка: асистентка кафедри мікробіології



Соломія КОМПЛІКЕВИЧ



«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету
Віталій Гончаренко



Гарант ОПІ
Віктор ФЕДОРЕНКО