


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

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри біохімії
біологічного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 11/3 від «18» лютого 2025 р.)

Завідувач кафедри  проф. Наталія СИБІРНА

Силабус навчальної дисципліни
«СУЧАСНІ МЕТОДИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ»,
що викладається в межах ОПП «Біотехнології та біоінженерія»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів
напряму підготовки 162 Біотехнології та біоінженерія
галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія

Львів 2025

Назва курсу	Сучасні методи біотехнологічних досліджень
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	біологічний факультет, кафедра біохімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	162 – Біотехнології та біоінженерія 16 Хімічна та біоінженерія
Викладачі курсу	доцент кафедри біохімії, к.б.н. Стасик Олена Георгіївна
Контактна інформація викладачів	olena.stasyk@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	у понеділок, 15:05–16:25 год (V пара) вул. Грушевського 4, ауд. 319
Сторінка курсу	https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=2432
Інформація про курс	Курс розроблено таким чином, щоб слухачі навчилися визначати та розв'язувати складні комплексні задачі у галузі біотехнології при здійсненні професійної та дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань, опанували основи організації та проведення науково-дослідних, проектно- та виробничо-технологічних робіт, що пов'язані з використанням біологічних агентів та продуктів їх життєдіяльності
Коротка анотація курсу	Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Сучасні методи біотехнологічних досліджень» блоку професійної підготовки складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія», яка викладається в 4 семестрі в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою). Програма дисципліни структурована на модулі, до складу яких входить два змістових модулі «Методи структурного аналізу біомолекул та їхніх комплексів» та «Методи функціонального аналізу біологічних компонентів клітини»
Мета та цілі курсу	Метою курсу є сформувати у студентів чітке розуміння методів досліджень, які застосовуються у галузі біотехнології, розвинути навички володіння сучасними методами та методичними прийомами планування та проведення експериментів, аналітичної оцінки результатів досліджень для вирішення конкретної науково-практичної задачі. Основним завданням вивчення дисципліни «Сучасні методи біотехнологічних досліджень» є: <ul style="list-style-type: none"> ✓ сформувати уявлення про сучасні методи лабораторних досліджень, що застосовуються для вирішення конкретної науково-практичної задачі в галузі біотехнології; ✓ розвинути навички застосування методів і методичних прийомів планування та проведення експериментальних досліджень у галузі біотехнології; ✓ виробити навички аналітичної оцінки результатів досліджень;

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ розвинути уміння адаптувати сучасні методи молекулярної та клітинної біології, генетики, біохімії та біоінформатики для власного експериментального дослідження ✓ сформувати сучасні уявлення про теоретичні основи та принципи, які лежать в основі конкретного методу біотехнологічних досліджень.
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Базова</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bioanalytics: Analytical Methods and Concepts in Biochemistry and Molecular Biology. Friedrich Lottspeich (Editor), Joachim W. Engels (Editor). ISBN: 978-3-527-33919-8 May 2018. 1134 Pages. 2. Великий практикум з біохімії: Конструювання і аналіз штамів метилотрофних дріждзів <i>Hansenula polymorpha</i>, здатних продукувати гетерологічні білки: навчально-методичний посібник для організації лабораторних занять студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напряму підготовки Біологія та Біотехнологія / О. Г. Стасик, Н. О. Сибірна. – Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. – 104 с. 3. Методичні вказівки до навчальної дисципліни «Основи молекулярної діагностики» / Упорядники: д.б.н., проф. Остапченко Л.І., к.б.н., асист. Драницина А.С., к.б.н., доц. Гребіник Д.М. - Київ, 2017. 4. 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. <p>Допоміжна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Microarrays». National Center for Biotechnology Information. U.S. National Library of Medicine. Retrieved 31 December 2016. 2. Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. Isolating, Cloning, and Sequencing DNA. Retrieved 31 December 2016. 3. Brown T (May 2001). «Southern blotting». Current Protocols in Immunology. Chapter 10: Unit 10.6A. doi:10.1002/0471142735.im1006as06. ISBN 978-0-471-14273-7. PMID 18432697. S2CID 20686993. 4. Bumgarner R (January 2013). Frederick M. Ausubel, et al. (eds.). «Overview of DNA microarrays: types, applications, and their future». Current Protocols in Molecular Biology. Chapter 22: Unit 22.1. doi:10.1002/0471142727.mb2201s101. ISBN 978-0-471-14272-0. PMC 4011503. PMID 23288464. 5. Govindarajan R, Duraiyan J, Kaliyappan K, Palanisamy M (August 2012). «Microarray and its applications». Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences. 4 (Suppl 2): S310-2. doi:10.4103/0975-7406.100283. PMC 3467903. PMID 23066278.

	<p>6. He SL, Green R (1 January 2013). «Northern blotting». <i>Methods in Enzymology</i>. 530: 75–87. doi:10.1016/B978-0-12-420037-1.00003-8. ISBN 978-0-12-420037-1. PMC 4287216. PMID 24034315.</p> <p>7. Josefsen K, Nielsen H (2011). Nielsen H (ed.). <i>RNA methods and protocols. Methods in Molecular Biology</i>. 703. New York: Humana Press. pp. 87–105. doi:10.1007/978-1-59745-248-9_7. ISBN 978-1-59745-248-9. PMID 21125485.</p> <p>8. Kurien BT, Scofield RH (April 2006). «Western blotting». <i>Methods</i>. 38 (4): 283–93. doi:10.1016/j.ymeth.2005.11.007. PMID 16483794. – via ScienceDirect (Subscription may be required or content may be available in libraries.)</p> <p>9. Lee PY, Costumbrado J, Hsu CY, Kim YH (April 2012). «Agarose gel electrophoresis for the separation of DNA fragments». <i>Journal of Visualized Experiments</i> (62). doi:10.3791/3923. PMC 4846332. PMID 22546956.</p> <p>10. Lessard, Juliane C. (1 January 2013). «Molecular cloning». <i>Laboratory Methods in Enzymology: DNA. Methods in Enzymology</i>. 529. pp. 85–98. doi:10.1016/B978-0-12-418687-3.00007-0. ISBN 978-0-12-418687-3. ISSN 1557-7988. PMID 24011038</p> <p>11. Mahmood T, Yang PC (September 2012). «Western blot: technique, theory, and trouble shooting». <i>North American Journal of Medical Sciences</i>. 4 (9): 429–34. doi:10.4103/1947-2714.100998. PMC 3456489. PMID 23050259.</p> <p>12. Polymerase Chain Reaction (PCR) Fact Sheet. National Human Genome Research Institute (NHGRI). Retrieved 31 December 2016</p> <p>13. Tarca AL, Romero R, Draghici S (August 2006). «Analysis of microarray experiments of gene expression profiling». <i>American Journal of Obstetrics and Gynecology</i>. 195 (2): 373–88. doi:10.1016/j.ajog.2006.07.001. PMC 2435252. PMID 16890548.</p> <p>14. Tian J, ed. (2013). <i>Molecular Imaging: Fundamentals and Applications</i>. Springer-Verlag Berlin & Heidelberg GmbH & Co. K. p. 542. ASIN B010BENEB6. ISBN 9783642343032. Retrieved 2019-07-08</p> <p>15. Tian J, ed. (2013). <i>Molecular Imaging: Fundamentals and Applications</i>. Springer-Verlag Berlin & Heidelberg GmbH & Co.K. pp. 550, 552. ISBN 9783642343032. Retrieved 2019-07-08.</p>
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	180 год, з яких 64 год аудиторних занять та 116 год самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сфери та базові принципи застосування різних методів молекулярної та клітинної біології, генетики, біохімії, біофізики та біоінформатики в галузі біотехнології;

	<ul style="list-style-type: none"> • особливості наукових підходів для експериментального дослідження біологічних систем різного рівня складності; • експериментальні моделі (мікроорганізми, клітинні лінії людини та тварин, лабораторні тварини, комп'ютерні моделі біологічних об'єктів, процесів та ін.). <p>уміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • адаптувати та модифікувати протоколи методів молекулярної та клітинної біології, генетики, біохімії, біофізики та біоінформатики для вирішення задач конкретного дослідження; • працювати з лабораторним та комп'ютерним обладнанням; • використовувати електронні бази даних та програмне забезпечення для порівняння та інтерпретації отриманих результатів.
Ключові слова	Наукове дослідження, науково-дослідна робота, методи біотехнологічних досліджень
Формат курсу	очний
	проведення лекцій, практичних занять і консультацій, виконання самостійної роботи для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл. 1
Підсумковий контроль, форма	залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з біохімії, молекулярної біології, генетики, біофізики та біоінформатики
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	лекції, презентація (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, дискусія
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 таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 контрольні заміри (модульний контроль – по 3 описові питання за лекційним матеріалом): 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів за 1 контрольний замір – 25 • оцінювання роботи на практичних заняттях: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50 (2 реферати – по 10 балів, 2 презентації (доповіді) – по 15 балів). <p>Залік студент отримує на підставі результатів виконання усіх видів робіт і контрольних замірів впродовж семестру.</p> <p>Академічна доброчесність. Роботи здобувачів є винятково оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Жодні форми порушення академічної доброчесності (відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання у роботу інших аспірантів та ін..) не толеруються. Виявлення ознак ака-</p>

	<p>демічної недоброчесності в письмовій роботі є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідування занять. Студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватись усіх строків визначених для виконання письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p>
<p>Питання до модульних контролів (замірів знань)</p>	<p>Виділення та очищення нуклеїнових кислот Очищення та визначення концентрації нуклеїнової кислоти Виділення геномної ДНК Виділення ДНК з низькою молекулярною масою Виділення вірусної ДНК Виділення одноланцюгової ДНК Виділення РНК Виділення нуклеїнових кислот за допомогою магнітних частинок</p> <p>Аналіз нуклеїнових кислот Рестрикційний аналіз Електрофорез Методи фарбування Блотинг нуклеїнової кислоти Виділення фрагментів нуклеїнової кислоти</p> <p>Методи гібридизації та виявлення нуклеїнових кислот Основні принципи гібридизації Зонди для аналізу нуклеїнової кислоти Методи маркування Системи виявлення Ампліфікаційні системи</p> <p>Полімеразна ланцюгова реакція та її різновиди Секвенування ДНК Методи секвенування ДНК з використанням гелів Безгелеві методи секвенування ДНК</p> <p>Аналіз даних послідовності Аналіз послідовності та біоінформатика Послідовність: абстракція біомолекул Інтернет-бази даних та послуги Аналіз послідовності в Інтернеті Склад послідовностей Шаблони послідовностей Вирівнювання за кількома послідовностями та консенсусами</p> <p>Технологія ДНК-мікрочипів Аналіз транскриптома Сплайсинг РНК</p>

Генотипування
Дослідження метилювання
ДНК-секвенування
Порівняльна геномна гібридизація (CGH)
Взаємодія білок–ДНК
Очищення білка
Локалізація білка та стратегія очищення
Гомогенізація та руйнування клітин
Преципітація
Центрифугування
Видалення солей та гідрофільних забруднень
Концентрування
Детергенти та їх видалення
Підготовка зразка до аналізу протеомів
Визначення білка
Кількісне визначення за допомогою фарбування
Спектроскопічні методи
Радіоактивне маркування пептидів та білків
Імунологічні методи
Антитіла як реагенти
Властивості антитіл
Взаємодія антигенів зі сатями зв'язування
Поводження з антитілами
Реакція антиген-антитіло
Фіксація комплексу
Методи в клітинній імунології
Зміна біологічних функцій
Виробництво антитіл
Методи світлової мікроскопії - візуалізація
Кроки на шляху до мікроскопії - від простих лінз до мікроскопів високої роздільної здатності
Сучасні програми
Основні фізичні принципи
Методи виявлення
Підготовка зразків
Спеціальний флуоресцентний мікроскопічний аналіз
Хроматографічні методи розділення
Основні терміни та поняття в хроматографії
Біофізичні властивості пептидів та білків
Режими хроматографічного розділення пептидів та білків
Розробка методу від аналітичної до підготовчої шкали, проілюстрована для HP-RPC
Багатовимірні HPLC
Електрофоретичні методи
Обладнання для гелевих електрофорезів
Препаративні методи
Електроелюація з гелів
Електрофорез препаративної зони
Препаративне ізоелектричне фокусування
Електрофорез із вільним потоком
Двовимірний електрофорез із високою роздільною

	<p>здатністю</p> <p>Аналіз амінокислот Рідка хроматографія з оптичними системами виявлення</p> <p>Аналіз амінокислот за допомогою мас-спектрометрії</p> <p>Аналіз послідовності білка Аналіз послідовності N-кінців пептидів: Деградація Едмана</p> <p>Аналіз послідовності C-кінців пептидів</p> <p>Мас-спектрометрія Методи іонізації Мас-аналізатори Іонні детектори Методи фрагментації Визначення маси Ідентифікація, виявлення та з'ясування структури LC-MS та LC-MS / MS</p> <p>Магнітно-резонансна спектроскопія біомолекул ЯМР-спектроскопія біомолекул ЕПР-спектроскопія біологічних систем</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 2

Теми лекційних занять курсу «Сучасні методи біотехнологічних досліджень»

Тижень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
Змістовий модуль 1. Методи структурного аналізу біомолекул та їхніх комплексів				
1	Тема 1. Виділення та очищення нуклеїнових кислот. Очищення та визначення концентрації нуклеїнової кислоти. Виділення геномної ДНК. Виділення ДНК з низькою молекулярною масою. Виділення вірусної ДНК. Виділення одноланцюгової ДНК. Виділення РНК. Виділення нуклеїнових кислот за допомогою магнітних частинок	Лекції – 2 год		1 тиждень
2	Тема 2. Аналіз нуклеїнових кислот. Рестрикційний аналіз Електрофорез. Методи фарбування. Блотинг нуклеїнової кислоти. Виділення фрагментів	Лекції – 2 год		1 тиждень

	нуклеїнової кислоти.			
3	Тема 3. Методи гібридизації та виявлення нуклеїнових кислот. Основні принципи гібридизації. Зонди для аналізу нуклеїнової кислоти. Методи маркування. Системи виявлення. Ампліфікаційні системи	Лекції – 2 год		1 тиждень
4	Тема 4. Полімеразна ланцюгова реакція та її різновиди	Лекції – 2 год		1 тиждень
5	Тема 5. Секвенування ДНК. Методи секвенування ДНК з використанням гелів. Безгелеві методи секвенування ДНК	Лекції – 2 год		1 тиждень
6	Тема 6. Аналіз даних послідовності. Аналіз послідовності та біоінформатика. Послідовність: абстракція біомолекул. Інтернет-бази даних та послуги. Аналіз послідовності в Інтернеті. Склад послідовностей. Шаблони послідовностей. Вирівнювання за кількома послідовностями та консенсусами	Лекції – 2 год		1 тиждень
7	Тема 7. Технологія ДНК-мікрочипів Аналіз транскриптома. Сплайсинг РНК. Генотипування. Дослідження метилювання. ДНК-секвенування. Порівняльна геномна гібридизація (CGH). Взаємодія білок–ДНК	Лекції – 2 год		1 тиждень
8	Тема 8. Очищення білка. Локалізація білка та стратегія очищення. Гомогенізація та руйнування клітин. Преципітація. Центрифугування. Видалення солей та гідрофільних забруднень. Концентрування. Детергенти та їх видалення. Підготовка зразка до аналізу протеомів	Лекції – 2 год		1 тиждень
9	Тема 13. Аналіз амінокислот. Рідка хроматографія з оптичними системами виявлення.	Лекції – 2 год		1 тиждень
10	Тема 14. Аналіз послідовності білка. Аналіз послідовності N-кінців пептидів: Деградація Едмана. Аналіз послідовності C-кінців пептидів	Лекції – 2 год		
Змістовий модуль 2. Методи функціонального аналізу біологічних компонентів клітини				
11	Тема 9. Імунологічні методи	Лекції – 2 год		1 тиждень

	Антитіла як реагенти. Властивості антитіл. Взаємодія антигенів зі сатйями зв'язування. Поводження з антитілами. Реакція антиген-антитіло. Фіксація комплекменту. Методи в клітинній імунології. Зміна біологічних функцій. Виробництво антитіл			
12	Тема 10. Методи світлової мікроскопії – візуалізація. Кроки на шляху до мікроскопії - від простих лінз до мікроскопів високої роздільної здатності. Сучасні програми. Основні фізичні принципи. Методи виявлення. Підготовка зразків. Спеціальний флуоресцентний мікроскопічний аналіз	Лекції – 2 год		1 тиждень
13	Тема 11. Хроматографічні методи розділення. Основні терміни та поняття в хроматографії. Біофізичні властивості пептидів та білків. Режими хроматографічного розділення пептидів та білків. Багатовимірна HPLC	Лекції – 2 год		1 тиждень
14	Тема 12. Електрофоретичні методи. Обладнання для гелевих електрофорезів. Препаративні методи. Електроелеюація з гелів. Електрофорез препаративної зони. Препаративне ізоелектричне фокусування. Електрофорез із вільним потоком. Двовимірний електрофорез із високою роздільною здатністю.	Лекції – 2 год		1 тиждень
15	Тема 15. Мас-спектрометрія. Методи іонізації. Мас-аналізатори Іонні детектори. Методи фрагментації. Визначення маси. Ідентифікація, виявлення та з'ясування структури. LC-MS та LC-MS / MS	Лекції – 2 год		
16	Тема 16. Магнітно-резонансна спектроскопія біомолекул. ЯМР-спектроскопія біомолекул. ЕПР-спектроскопія біологічних систем	Лекції – 2 год		

Таблиця 1

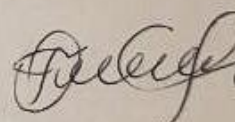
Теми практичних занять курсу курсу «Сучасні методи біотехнологічних досліджень»

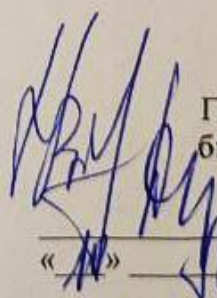
Тижень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1	I. Безпека під час роботи в лабораторії 1. Вступ до безпечного робочого місця. 2. Безпечна робота в лабораторії: загальні міркування та фізична небезпека. 3. Безпечна робота з хімікатами. 4. Безпечна робота з біологічними матеріалами.	Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
2	II. Математика в біотехнологічній лабораторії 1. Базові математичні прийоми. 2. Пропорційні співвідношення. 3. Відношення та побудова графіків. 4. Описи даних (описова статистика).	Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
3, 4	Розв'язання практичних кейсів з використанням описової статистики.	Практичні заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год		2 тижні
5	III. Лабораторні вимірювання 1. Якісні лабораторні вимірювання, тести й аналізи. 2. Інструментальні методи та електричні прилади. 3. Вимірювання маси. 4. Вимірювання об'єму. 5. Вимірювання температури. 6. Вимірювання рН, вибраних іонів і провідності.	Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
6	IV. Спектрофотометрія та спектрофлуориметрія 1. Вступ до лабораторних тестів і аналізів якості. 2. Вимірювання за допомогою світла А. Основні принципи та інструменти. 3. Вимірювання за допомогою світла В. Застосування та методи. 4. Флуориметричні методи аналізу та їх застосування.	Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
7	V. Лабораторні розчини	Практичні заняття – 2		1 тиждень

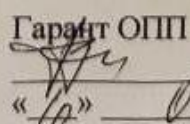
	<p>1. Приготування лабораторних розчинів: вираження концентрацій (молярність, відсотковість, нормальність) та їх обчислення.</p> <p>2. Основні процедури та практична інформація для приготування буферних розчинів, які використовуються для роботи з біологічними об'єктами та біологічними макромолекулами.</p> <p>3. Поживні середовища для інтактних клітин (мікробіологічних об'єктів, лабораторних клітинних ліній рослин, комах, тварин і людини).</p>	год, самостійна робота – 7 год		
8, 9	Розв'язання практичних кейсів з розрахунку наважок речовин для ростових середовищ, буферів, розчинів реагентів.	Практичні заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
10	VI. Основні методи розділення 1. Засоби та методи фільтрування (мікрофільтрування, вакуумне фільтрування, фільтрування під тиском). 2. Центрифугування, ультрацентрифугування, диференційне центрифугування.	Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
11	VII. Хроматографічні методи розділення біомолекул 1. Вивчення принципу хроматографії. 2. Тонкошарова хроматографія. 3. Гель-фільтрація або ексклюзійна хроматографія. 4. Іонообмінна хроматографія. 5. Афінна хроматографія.	Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
12	VIII. Мікроскопія 1. Світлова мікроскопія біологічних об'єктів. Обладнання, програчне забезпечення, аналіз зображення. 2. Флуоресцентна, конфокальна, багатофотонна мікроскопія. 3. Електронна мікроскопія.	Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень
13	IX. Культивування біотехнологічних об'єктів 1. Умови культивування мікробіологічних об'єктів. Перервне та безперервне культивування. Моніторинг біомаси клітин. Побудова графіків росту періодичної культури.	Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год		1 тиждень

	<p>2. Умови культивування рослинних об'єктів і клітинних ліній рослин біотехнологічного значення.</p> <p>3. Умови культивування лабораторних ліній тваринних і людських клітин. Моніторинг кількості клітин у культурі. Тести для виявлення живих і мертвих клітин.</p>			
14	<p>Х. Біосепарація</p> <p>1. Первинні стадії біосепарації (збір клітин, руйнування клітин, видалення залишків клітин, екстракція/адсорбція продукту, концентрування продукту)</p> <p>2. Проміжні стадії біосепарації (ультрафільтрація, зворотний осмос, осадження, дистиляція, випаровування)</p> <p>3. Кінцеві стадії біосепарації (хроматографія, кристалізація та фракційне осадження, дегідратація або видалення розчинника)</p>	<p>Практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 7 год</p>		1 тиждень
15, 16	<p>Розв'язання практичних кейсів з побудови схем отримання цільових біотехнологічних продуктів.</p>	<p>Практичні заняття – 4 год, самостійна робота – 18 год</p>		2 тижні

Автор

 Олена СТАСИК

«ПОГОДЖЕНО»
Голова методичної ради
біологічного факультету
 доц. Віталій ГОНЧАРЕНКО
«10» _____ 2025 р.

Гарант ОПП
 проф. Віктор ФЕДОРЕНКО
«10» _____ 2025 р.