

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра біофізики та біоінформатики

Затверджено
на засіданні кафедри біофізики
та біоінформатики
біологічного факультету
Львівський національний університету
імені Івана Франка
(протокол № 13 від 11 лютого 2025 р.)

Завідувач кафедри 
д.б.н., проф. Андрій БАБСЬКИЙ

СИЛАБУС
навчальної дисципліни «ЕМБРІОЛОГІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»,
що викладається в межах ОП «Біотехнології та біоінженерія» зі спеціальності
162 Біотехнології та біоінженерія
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

Назва курсу	Ембріологічна інженерія
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Біологічний факультет, кафедра біофізики та біоінформатики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	016 Хімічна та біоінженерія 162 Біотехнології та біоінженерія
Викладачі курсу	Доцент кафедри біофізики та біоінформатики, к.б.н., доцент Бура Марта Володимирівна
Контактна інформація викладачів	marta.bura@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	Щосереди, 11:00–12:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 325 (викладацька))
Сторінка курсу	https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=6944
Інформація про курс	Вибіркова дисципліна « Ембріологічна інженерія » розроблено таким чином, щоб сформувавши у магістрів-біотехнологів базові принципи ембріонального розвитку, ознайомити з сучасними методами ембріологічної інженерії та їх застосуванням у біотехнології, медицині, ветеринарії, й сільському господарстві. Розвинути практичні навички роботи з ембріональними системами та аналізу ембріологічних даних.
Коротка анотація курсу	<p>Дисципліна «Ембріологічна інженерія» є дисципліною вільного вибору за спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія для ОПП «Біотехнології та біоінженерія» другого (магістерського) рівня, яка викладається в 3 семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).</p> <p>Тривалість курсу: обсяг курсу 120, самостійних 72, аудиторних 48.</p> <p>Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:</p> <p>ЗМ1. Основні аспекти ембріогенезу людини та сучасні репродуктивні технології.</p> <p>ЗМ2. Сучасні напрямки ембріологічної інженерії та біоетичні аспекти.</p> <p>У першому модулі розкрито загальні принципи і розуміння фундаментальних процесів ембріонального розвитку, заплановано ознайомити з основними та допоміжними технологіями репродукції, їх застосуванням та базовими методами роботи з ембріональними системами.</p> <p>У другому модулі вивчають передові технології ембріологічної інженерії, включаючи стовбурові клітини, редагування геному та моделювання <i>in vitro</i>, а також обговорити етичні, правові та соціальні</p>

	виклики, пов'язані з цими технологіями.
Мета та цілі курсу	Поглибити знання магістрів-біотехнологів у розумінні механізмів ембріонального розвитку, сучасних біотехнологічних методів роботи з ембріональними системами, а також їх застосування у біомедицині, тваринництві та наукових дослідженнях, з урахуванням етичних та правових аспектів.
Література для вивчення дисципліни	<p>ОСНОВНА література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gilbert, S.F., & Barresi, M.J.F. (Latest Edition). <i>Developmental Biology</i>. Edition, 11; Publisher, Oxford University Press, 2018 2. Куртяк Ф. Ф., Куртяк М.Ф. Репродуктивні технології: ембріологічні інструкції / Ф.Ф. Куртяк., М. Ф. Куртяк – Ужгород: Говерла. 2023. – 75 с. 3. Дахно Ф. В. Сучасні репродуктивні технології: досягнення та перспективи розвитку в лікуванні безпліддя // Здоров'я України. - 2015. - № 148. 4. Gardner, D.K., Rizk, B., & Falcone, T. (Eds.). (Latest Edition). <i>Textbook of Assisted Reproductive Techniques: Laboratory and Clinical Perspectives</i>. CRC Press. http://dx.doi.org/10.1201/9781439813942 5. Casciani V, Monseur B, Cimadomo D, Alvero R, Rienzi L. Oocyte and embryo cryopreservation in assisted reproductive technology: past achievements and current challenges. <i>Fertil Steril</i>. 2023 Sep;120(3 Pt 1):506-520. doi: 10.1016/j.fertnstert.2023.06.005. Epub 2023 Jun 7. PMID: 37290552. 6. Andersen A.N., Gianaroli L., Felberbaum R. et al. Assisted reproductive technology in Europe, 2002. Results generated from European registers by ESHRE // <i>Human Reproduction</i>. – 2006 <p>ДОПОМІЖНА література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ганонг В. Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 2. Загальна гістологія з курсом ембріології : навчально-методичний посібник для практичних занять студентів I курсу медичних факультетів (частина I) / С. С. Ключко, В. М. Євтушенко, О. В. Федосєєва [та ін.]. – Запоріжжя : [ЗДМУ], 2017. – 54 с., іл. 3. Луцик О.Д., Іванова А.Й., Кабак К.С., Чайковський Ю.Б., Гістологія людини. Підручник. Київ „Книгаплюс”, 2010. – 582 с. 4. Lipshultz, L. I., & Lamb, D. J. (2007). Risk of transmission of genetic diseases by assisted reproduction. <i>Nature Clinical Practice Urology</i>, 4(9), 460–461. https://doi.org/10.1038/ncpuro0879 5. Ramasamy, R., Besada, S., & Lamb, D. J. (2014). Fluorescent in situ hybridization of human sperm: Diagnostics, indications, and therapeutic implications. <i>Fertility and Sterility</i>, 102(6), 1534–1539. 6. Esteves SC, Humaidan P, Roque M, Agarwal A. Female infertility and assisted reproductive technology. <i>Panminerva Med</i>. 2019 Mar;61(1):1-2. doi: 10.23736/S0031-0808.18.03553-X. PMID: 30674179. 7. Shi, Y., Inoue, H., Wu, J. C., & Yamanaka, S. (2017). Induced pluripotent stem cell technology: a decade of progress. <i>Nature Reviews Drug Discovery</i>, 16(2), 115–132.

	<p>8. Gaj, T., Gersbach, C. A., & Barbas III, C. F. (2013). ZFN, TALEN, and CRISPR/Cas-based methods for genome engineering. <i>Trends in Biotechnology</i>, 31(7), 397-405.</p> <p>Інформаційні ресурси</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. https://alt.ua/blog/reproduktivna-meditsina-i-reproduktivni-tehnologiyi 2. http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1697-13 3. https://www.eurostemcell.org/ 4. https://stemcells.nih.gov/ 5. https://www.eurostemcell.org/
Тривалість курсу	Денна форма навчання: один семестр
Обсяг курсу	120 годин з них: 32 годин лекцій; 16 годин практичних/семінарських занять; 72 години самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знати ключові етапи та механізми ембріонального розвитку, (включаючи гаметогенез, запліднення, дроблення, гастрюляцію та органогенез); основні принципи та застосування технологій допоміжної репродукції, таких як IVF, ICSI, PGT, та механізми ембріотранферу як у людини, так і у тварин; характеристики та відмінності різних типів стовбурових клітин (ЕСК, іПСК), методи їх отримання, культивування та їхній потенціал у регенеративній медицині та моделюванні захворювань; принципи функціонування та застосування технологій редагування геному (наприклад, CRISPR/Cas9) в ембріонах для наукових та потенційно терапевтичних цілей; сучасні ембріональні моделі <i>in vitro</i> (органіди, ембріоїди, синтетичні ембріони) та їхнє значення для досліджень та біотехнології; принципи кріоконсервації ембріонів та гамет, а також основи функціонування біобенкінгів; етичні, правові та соціальні аспекти: фундаментальну і сучасну біологічну літературу. - вміти застосовувати знання у практичній діяльності: аналізувати та оцінювати якість та життєздатність ембріонів на різних стадіях розвитку, використовуючи морфологічні та інструментальні методи; застосовувати знання про основні біотехнологічні підходи в роботі з ембріональними системами, включно з принципами мікрomanipуляції та культивування; оцінювати біосумісність та потенційну токсичність різних речовин (наприклад, наноматеріалів) для ембріональних систем; розробляти дизайн експериментів з ембріологічної інженерії для вирішення конкретних наукових або біотехнологічних задач; критично аналізувати наукові дані та дискутувати щодо етичних та соціальних викликів у галузі ембріологічної інженерії.
Ключові слова	Ембріональний розвиток, гаметогенез, запліднення, клітинна диференціація, допоміжні репродуктивні технології, ембріотрансфер, CRISPR/Cas9, кріоконсервація, модельні об'єкти
Формат курсу	Очний/заочний: проведення лекцій, практичних/семінарських робіт та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Наведено у табл. 1
Підсумковий	Залік у кінці семестру

**Питання до
модульних
контролів (замірів
знань)**

1. Опишіть основні етапи гаметогенезу та вкажіть ключові відмінності між оогенезом і сперматогенезом.
2. Які молекулярні та клітинні події відбуваються під час запліднення? Поясніть роль акросомної реакції та кортикальної реакції.
3. Охарактеризуйте процес дроблення та поясніть, чим відрізняється голобластичне дроблення від меробластичного. Наведіть приклади.
4. Опишіть структуру бластоцисти ссавців та її клітинні лінії. Яке значення має кожна з цих ліній для подальшого розвитку?
5. Поясніть сутність гастрюляції та значення формування зародкових листків. Які основні структури формуються з ектодерми, мезодерми та ентодерми?
6. Назвіть основні принципи органогенезу. Як регулюється клітинна диференціація та морфогенез на прикладі формування нервової трубки?
7. Які методи використовуються для оцінки якості раних ембріонів *in vitro*? Обґрунтуйте, чому морфологічна оцінка є важливою, але не єдиною.
8. Що таке допоміжні репродуктивні технології (ДРТ)? Назвіть основні види ДРТ та їхнє застосування у людини.
9. Опишіть повний цикл *in vitro* запліднення (IVF), починаючи від стимуляції супервуляції до ембріотрансферу.
10. У чому полягає відмінність між IVF та інтрацитоплазматичною ін'єкцією сперматозоїда (ICSI)? В яких випадках застосовується ICSI?
11. Яке значення має преімплантаційна генетична діагностика (PGD) та преімплантаційний генетичний скринінг (PGS) (тепер PGT-M та PGT-A)? Назвіть їхні цілі та обмеження.
12. Обґрунтуйте важливість ембріотрансферу у тваринництві та для збереження зникаючих видів. Наведіть приклади його використання.
13. Опишіть базові принципи мікрomanipуляцій з ембріонами. Для яких цілей їх застосовують у ДРТ та дослідженнях?
14. Які основні компоненти середовищ для культивування ембріонів *in vitro*? Поясніть їхню роль.
15. Опишіть, як біотехнологи можуть використовувати програми для аналізу зображень для морфологічного аналізу ембріонів.
16. Перерахуйте основні етичні питання, пов'язані з ДРТ у людини.
17. Які ризики та переваги використання ДРТ для здоров'я новонароджених та батьків?
18. Опишіть, як ДРТ можуть впливати на соціальні норми та сімейні структури.
19. Стовбурові Клітини, Редагування Геному та Моделі *in vitro*
20. Дайте визначення ембріональним стовбуровим клітинам (ЕСК) та індукованим плюрипотентним стовбуровим клітинам (іПСК). Яка їхня плюрипотентність?
21. Опишіть методи отримання та основні характеристики ЕСК та іПСК.
22. Які основні напрямки застосування стовбурових клітин у регенеративній медицині та моделюванні хвороб? Наведіть конкретні приклади.
23. Поясніть принцип дії системи CRISPR/Cas9 для редагування геному. Які її переваги порівняно з TALENs та ZFNs?
24. Обговоріть можливості використання редагування геному в ембріонах для корекції генетичних захворювань. Які існують технічні та етичні виклики?
25. Що таке органіди та ембріоїди? Поясніть їхнє значення як

	<p>ембріональних моделей <i>in vitro</i> для досліджень.</p> <ol style="list-style-type: none"> 26. Опишіть концепцію "синтетичних ембріонів" та їхній потенціал для вивчення розвитку. 27. Які переваги та виклики пов'язані з використанням модельних організмів в ембріологічній інженерії? 28. Що таке кріоконсервація ембріонів та гамет? Які методи кріоконсервації існують та які фактори впливають на їх успішність? 29. Яка роль біобенкінгів у збереженні генетичного матеріалу та розвитку ембріологічної інженерії? 30. Як оцінюється біосумісність наноматеріалів та інших речовин для ембріональних систем? Наведіть приклади методик. 31. Які основні кроки при розробці дизайну експерименту з ембріологічної інженерії для біотехнологічної задачі (наприклад, оцінки токсичності нового препарату на ранньому ембріональному розвитку)? 32. Обговоріть ключові етичні аспекти, пов'язані з дослідженнями ембріонів людини (наприклад, терміни дозволеного культивування, джерела ембріонів). 33. Які існують правові та нормативні акти, що регулюють ембріологічну інженерію та ДРТ у світі (або в конкретній країні, якщо це доречно для вашого курсу)? 34. Проведіть аналіз "за" та "проти" використання технологій редагування геному для модифікації зародкової лінії людини. 35. Яким чином ембріологічна інженерія може сприяти збереженню біорізноманіття? Наведіть конкретні приклади. 36. Соціальні та культурні наслідки широкого впровадження ембріологічної інженерії. 37. Чому зародки риб (наприклад, <i>Danio rerio</i>) є популярними модельними об'єктами в ембріологічних дослідженнях та екотоксикології? Назвіть щонайменше три переваги. 38. Опишіть основні етапи раннього розвитку ембріона <i>Danio rerio</i> (від запліднення до формування основних органів) та вкажіть їхню відповідність етапам розвитку інших хребетних. 39. Які морфометричні параметри найчастіше оцінюють у зародків риб для визначення впливу зовнішніх факторів? Поясніть, як зміни цих параметрів можуть вказувати на токсичність. 40. Які методи візуалізації використовуються для спостереження за розвитком зародків риб та аналізу їхніх морфометричних змін? 41. Як можна використовувати зародки риб для скринінгу потенційно токсичних речовин або оцінки біосумісності нових матеріалів (наприклад, наноматеріалів)? Опишіть загальний підхід до такого типу тестування (toxicity assays). 42. Поясніть, як редагування геному (наприклад, за допомогою CRISPR/Cas9) застосовується для створення генетично модифікованих моделей риб для вивчення генетичних захворювань людини. 43. Які етичні аспекти слід враховувати при роботі з зародками риб у порівнянні з ембріонами ссавців або людини?
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Таблиця 1. Схема навчальної дисципліни «Ембріологічна інженерія»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін
1 тиждень	Тема. 1. Предмет і завдання ДВВС. Ембріологічна інженерія: визначення, історія, етичні аспекти та перспективи. Що таке ембріологічна інженерія і яке її місце в сучасній біотехнології та медицині? Історичні етапи та відкриття. Етичні виклики: етичні дилеми. Перспективи та майбутнє.	Лекція – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 1, 3. Додаткова література: 2. Інформаційні ресурси: 1 Moodle Сам. робота: проаналізуйте, як розвиток ембр. інженерії може вплинути на соц. норми, уявлення про сім'ю, батьківство та стан здоро-в'я. ІНД.ЗАВДАННЯ №1 (таймлайн/ет.кейс)	1 т.
1 тиждень	Тема. 2. Гаметогенез: молекулярні та клітинні основи формування гамет. Фундаментальні принципи та біологічне значення гаметогенезу. Сперматогенез та оогенез формування гамет. Особливості гаметогенезу в модельних організмах (риби, земноводні).	Лекція – 2 год Сам. робота – 5 год	Основна 1-2. ДЛ: 1-3. ІР: 8. Moodle Сам. робота: ІНД.ЗАВДАННЯ №1 (словник термінів з Лекцій 1-2/опис моделі)	1 т.
1 тиждень	Тема. 1-2. Основи роботи з мікроскопом та ідентифікація стадій розвитку ембріонів.	Пр.Зан. – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 1. ДЛ: 2-3. Moodle Сам. робота: будова мікроскопа.	1 т.
2 тиждень	Тема. 3. Механізми та види запліднення: молекулярні та клітинні події. Запліднення: визначення та основні етапи. Молекулярні та клітинні події процесу запліднення. <i>In vitro</i> (IVF) та <i>In vivo</i> запліднення. Безпліддя та його види: причини та діагностика.	Лекція – 2 год Сам. робота – 3 год	Основна 1, 4. ДЛ: 1-3,6. Moodle Сам. робота: Внкл. осциляції кальцію під час активації яйце-клітини після запліднення.	1 т.
2 тиждень	Тема. 4. Дроблення та бластуляція. Дроблення: початкові мітотичні поділи. Бластуляція та формування бластоцисти. Клінічне значення дроблення та бластуляції.	Лекція – 2 год Сам. робота – 3 год	Основна 1-2. ДЛ: 2, 3. Moodle Сам. робота: адгезивні молекули залучені у процес дроблення; обмеження або потен-ційні ризики подовженого куль-тивування <i>in vitro</i> (наприклад, стрес ембріона, епігене-тичні модифікації)	1 т.
2 тиждень	Тема. 3-4. Виділення та культивування ранніх ембріонів. Оцінка якості ембріонів.	Пр.Зан. – 2 год Сам. робота – 3 год	Основна 1,2. ДЛ: 2, 5, 6. Moodle Оформ. презентації/рецензії.	1 т.

			Сам. робота: Принципи подолання кризових ситуацій.	
3 тиждень	Тема. 5. Гастрюляція: формування зародкових листків та основних осей тіла. Молекулярні та клітинні механізми гастрюляції: видові відмінності. Формування осей тіла та регуляторні молекули.	Лекція – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 1-2. ДЛ: 1-3. Moodle Сам. робота: еволюційні адапт. у процесі гастрюляції пов'язані з різницею в кількості жовтка та типом раннього розв.	1 т.
3 тиждень	Тема. 6. Основні принципи органогенезу. регуляція клітинної диференціації та морфогенезу. Органогенез. Регуляція клітинної диференціації та долі клітин. Морфогенез: формування тканин та органів.	Лекція – 2 год Сам. робота – 3 год	Основна 1-2. ДЛ: 1-3. Moodle Сам. робота: оцініть роль апоптозу у морфогенезі та формуванні остаточної форми органів	
3 тиждень	Тема 5-6. Морфологічний аналіз ембріонів на різних стадіях розвитку.	Пр.Зан. – 2 год Сам. робота – 4 год	Основна 1-2. ДЛ: 1-3. Moodle Оформ. презентації/рецензії.	1 т.
4 тиждень	Тема 7. Допоміжні репродуктивні технології (ДРТ) у людини: Від IVF до ICSI та PGT. Основи допоміжних репродуктивних технологій. Інтрацитоплазматична ін'єкція сперматозоїда (ICSI). Преімплантаційна генетична діагностика/скринінг (PGT): Генетичний контроль у ДРТ.	Лекція – 2 год Сам. робота – 5 год	Основна 2-4,6. ДЛ: 6. Moodle IP: 1. Сам. робота: ІНД.ЗАВДАННЯ №2 (кл.кейс/наукова стаття)	
4 тиждень	Тема 8. ДРТ у тваринництві: Застосування у тваринництві та збереженні видів. Ембріотрансфер у тваринництві: принципи та переваги. Інші типи ДРТ у тваринництві. ДРТ у збереженні рідкісних та зникаючих видів.	Лекція – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 2-4,6. ДЛ: 6. Moodle Сам. робота: основні чинники (н-д, розмір клітини, вміст ліпідів/жовтка, чутливість до кріопротекторів), які впливають на успішність вітрифікації або повільного заморожування у різних видів.	1 т.
4 тиждень	Тема 7-8. Основи мікроманіпуляцій з ембріонами.	Пр.Зан. – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 1-2. ДЛ: 1-3, 6. Оформ. презентації/рецензії. Сам. робота: Типи маніпуляцій.	1 т.
5 тиждень	Тема 9. Ембріональні (ЕСК) та індуковані плюрипотентні стовбурові клітини (іПСК): отримання, культивування, характеристики. Деривація та	Лекція – 2 год Сам. робота – 3 год	Основна 1-2,4. ДЛ: 1,4. Moodle Сам. робота: зміни в стані хроматину під час	1 т.

	культивування ЕСК. Плюрипотентні стовбурові клітини (іПСК). Репрограмування та характеристики. Застосування.		репрограмування; переваги та недоліки методів.	
5 тиждень	Тема 10. Застосування СК у моделюванні захворювання, розробці ліків та регенеративній медицині. Моделювання людських захворювань <i>In Vitro</i> . Застосування СК у розробці ліків та токсикології. Регенеративна медицина та клітинна терапія. Виклики, етичні аспекти та перспективи.	Лекція – 2 год Сам. робота – 3 год	Основна 1-2,4. ДЛ: 1,4. ІР: 2 Moodle Сам. робота: роль та потенціал іПСК у розробці парадигми персоналізованої медицини для фармакологічного скринінгу	1 т.
5 тиждень	Тема 9-10. Принципи та диференціація стовбурових клітин <i>in vitro</i> .	Пр.Зан. – 2 год Сам. робота – 3 год	Основна 1. ДЛ: 7. ІР:3-4. Moodle Оформ. презентації/рецензії. Сам. робота: Особливості диференціації СК	1 т.
6 тиждень	Тема. 11. Технології CRISPR/Cas9, TALENs, ZFNs. Редагування геному: фундаментальні принципи та інструменти. Білкові платформи для геномної модифікації. Система CRISPR/Cas9. Застосування технік редагування геному в ембріонах: наукові та етичні аспекти.	Лекція – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 4,6. ДЛ: 8. Moodle Сам. робота: роль епігенетичних модифікацій (метилювання ДНК, модифікації гіс-тонів, некодуючі РНК); методи молекулярної біології (н-д, ChIP-seq, Bisulfite sequencing, RNA-seq).	1 т.
6 тиждень	Тема. 12. Редагування геному для корекції генетичних захворювань та створення модельних організмів. Стратегії геномної корекції: від молекули до клітини. Застосування редагування геному у моделюванні захворювань. Регенеративна медицина та генна терапія: перспективи та клінічні випробування.	Лекція – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 4,6. ДЛ: 8. Moodle Сам. робота: сигнальні шляхи (н-д, Wnt, TGF- β , Notch, Hedgehog) координують кліт. проліферацію, диференціацію та апоптоз.	
6 тиждень	Тема. 11-12. Аналіз результатів редагування геному.	Пр.Зан. – 2 год Сам. робота – 5 год	Основна 3,6. ДЛ: 6. ІР:1. Moodle Сам. робота: ІНД.ЗАВДАННЯ №3	1 т.
7 тиждень	Тема. 13. Ембріональні моделі <i>in vitro</i> . Органоїди: принципи формування та моделювання. Ембріоїди: відтворення раннього ембріогенезу <i>in vitro</i> . Синтетичні	Лекція – 2 год Сам. робота – 4 год	Основна 2,4. ДЛ: 6. ІР: 5. Moodle	1 т.

	ембріони: етика та перспективи		Сам. робота міжкл. взаємодії та взаємодія клітин з позакл. матриксом; ген. модифікації (н-д, репортерні гени) для візуалізації та моніторингу процесів диферен. та морфогенезу.	
7 тиждень	Тема. 14. Кріоконсервація ембріонів та гамет. Біобенкінги. Кріоконсервація: фундаментальні засади та методи. Кріоконсервація гамет та ембріонів: застосування та особливості. Біобенкінги: збереження генетичних ресурсів та етичні аспекти.	Лекція – 2 год Сам. робота – 4 год	Основна 4-6. ДЛ: 6. ІР: 1. Moodle Сам. робота: біоф. принципи в основі пошкодження клітин під час кріоконсервації, та порівняйте, як методи повільного заморожування та вітрифікації.	1 т.
7 тиждень	Тема. 13-14. Розробка дизайну експерименту з ембріологічної інженерії для конкретної біотехнологічної задачі	Пр.Зан. – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 4. ДЛ: 4-6. Moodle Оформ. презентації/рецензії Сам. робота: доцільність пристосувань. Адаптації до чинників серед.	1 т.
8 тиждень	Тема. 15. Оцінка якості ембріонів та наноматеріалів. Біосумісність. Комплексна оцінка життєздатності ембріонів <i>in vitro</i> . Наноматеріали в ембріологічній інженерії: застосування та виклики. Біосумісність: оцінка та забезпечення безпеки матеріалів.	Лекція – 2 год Сам. робота – 4 год	Основна 4,6. ДЛ: 2-4. Moodle Сам. робота: біол. та фізико-хімічні чинники, що визначають біосумісність; активація клітинних та молекулярних механізмів при контакті з небіосумісними наноматеріалами (н-д, індукція окислювального стресу, запалення, генотоксичність).	1 т.
8 тиждень	Тема. 16. Етичні та соціальні аспекти ембріональних досліджень та їх застосування. Нормативне регулювання у сфері ембріологічної інженерії. Етичні засади досліджень на ембріонах та гаметах людини. Дискусійний Клуб. Ключові виклики ембріональної інженерії та майбутнє.	Лекція – 2 год Сам. робота – 5 год	Основна 1,2,6. ДЛ 6. ІР:2. Сам. робота: Питання до дискусії наведені в електронному курсі.	
8 тиждень	Тема. 15-16. Захист проектів або аналіз кейсів з ембріологічної інженерії.	Пр.Зан. – 2 год Сам. робота – 2 год	Основна 1,2,6. ДЛ 6. ІР:7-8.	1 т.

			Сам. робота Оформ. проєктів чи кл. кейсів.	
			МОДУЛЬНИЙ ТЕСТ ЗАЛІК	

Автор

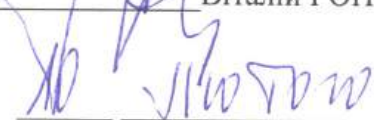


Марта БУРА



«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету

Віталій ГОНЧАРЕНКО



2025 р.

Гарант ОПП «Біотехнології та біоінженерія»



Богдан ОСТАП

2025 р.

			Сам. робота Оформ. проектів чи кл. кейсів.	
--	--	--	---	--

**МОДУЛЬНИЙ ТЕСТ
ЗАЛІК**

Автор



Марта БУРА



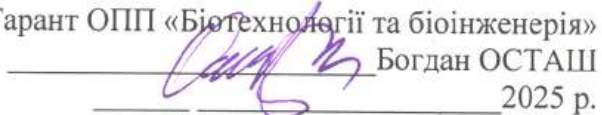
«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету

Віталій ГОНЧАРЕНКО



2025 р.

Гарант ОПП «Біотехнології та біоінженерія»



Богдан ОСТАП

2025 р.