

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра харчових технологій і технологій переробки продукції
тваринництва**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«БІОІНЖЕНЕРІЯ»

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ
РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ФАКУЛЬТЕТ**

**16 Хімічна та біоінженерія
162 – Біотехнології та біоінженерія
Перший (бакалаврський)
Біолого-технологічний**

**Біла Церква
2024**

Робоча програма з навчальної дисципліни «Біоінженерія» для здобувачів вищої освіти біолого-технологічного факультету за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія», бакалаврський рівень вищої освіти / Укладачі Цехмістренко О.С., Калініна Г.П., Димань Т.М., Мерзлов С.В., Наріжний С.А., Ломова Н.М., Гребельник О.П., Чагаровський В.П., Федорук Н.М., Загоруй Л.П., Король-Безпала Л.П. – Біла Церква: БНАУ, 2024. – 16 с.

Розробники: О.С. Цехмістренко, д.с.-г.н., професор
Г.П. Калініна, к.т.н., доцент

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва (Протокол № 1 від 08.08.2024р.)

Завідувач кафедри харчових технологій
і технологій переробки продукції тваринництва,
доцент

Л.П. Загоруй

Схвалено науково-методичною комісією біолого-технологічного факультету (Протокол № 1 від 08.08.2024 р.)

Голова науково-методичної комісії, професор

С.В. Мерзлов

Гарант освітньої програми,
д-р с-г наук, професор

С.В.Мерзлов

ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	4
3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Біоінженерія»	5
5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ	6
6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	7
6.1. Лекції	7
6.2. Практичні заняття	10
6.3. Самостійна робота	11
6.4. Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань	11
7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	12
8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	12
9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	13
10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	13
11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ	15
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	15

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2024–2025 навчальний рік, на вивчення дисципліни «Біоінженерія» для денної форми навчання виділено 180 академічних годин (6 кредитів ECTS), у т.ч. аудиторних – 106 годин (лекції – 46, практичні заняття – 60), самостійна робота студентів – 74 години.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

Найменування показників	Шифр та найменування галузі знань, спеціальності, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 6	Галузь знань 18 «Виробництво та технології»	Обов'язкова	
Змістових модулів – 3	Спеціальність: 162 «Біотехнології та біоінженерія»	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання – не передбачене		2-й	2-й
Загальна кількість академічних годин – 180		Семестр	
		3-й, 4-й	3-й, 4-й
		Лекції	
	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	46 год	
Тижневих годин для денної форми навчання:		Практичні	
аудиторних – 3		60 год	
самостійної роботи студента – 4,5		Самостійна робота	
		74 год	
		Підсумковий контроль: іспит	

Метою вивчення дисципліни «Біоінженерія» ставиться теоретична та практична підготовка студентів для подальшого успішного засвоєння спецдисциплін, особливо тих, що зв'язані з вивченням промислових біологічних об'єктів. У системі підготовки бакалаврів дисципліна є основою для розв'язання практичних задач з діагностики, встановлення та ідентифікації ознак, властивостей, функцій різних форм життя.

2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язковий освітній компонент «Біоінженерія» базується на знаннях таких шкільних дисциплін, як «Хімія», «Біологія», «Екологія».

3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Згідно вимог освітньо-професійної програми «Біотехнологія» здобувачі повинні набути здатності отримувати наступні компетентності:

Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів.

Програмний результат навчання відповідно до Стандарту вищої освіти спеціальності «Біотехнології та біоінженерія»	Результати навчання з дисципліни
РН14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу	РН 14.1. Обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування; РН 14.2. Обґрунтувати вибір необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу; РН 14.3. Застосовувати спеціальне обладнання, сучасні методи та інструменти за проведення біологічного дослідження.

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «БІОІНЖЕНЕРІЯ»

Змістовий модуль 1. «ФУНКЦІОНАЛЬНА ЦИТОЛОГІЯ ОДНОКЛІТИННИХ ОРГАНІЗМІВ»

1. Загальні відомості щодо сучасної біоінженерії та передумови її виникнення.
2. Біоінженерія та суміжні галузі.
3. Основні гілки біоінженерії та біоінженерних досліджень.
4. Синтетична біологія як новітнє відгалуження біоінженерії.
5. Структура та новітні напрямки біоінженерії.
6. Індукований мутагенез.
7. Завдання, що вирішуються за допомогою клітинної інженерії.
8. Проблеми клонування людини.
9. Основні біоінженерні операції на рівні живої клітини.
10. Трансплантація ядер.
11. Генна та генетична інженерія у біотехнології.
12. Рекомбінантні ДНК.
13. Поняття «генетична інженерія».
14. Методичні особливості генетичної інженерії рослин. Трансгенні тварини.
15. Основні напрямки застосування генетичної інженерії.
16. Галузі застосування трансгенних рослин.
17. Біобезпека генетично-інженерної діяльності. Законодавчі аспекти.
18. Ситуація в Україні у зв'язку з комерційним та неправомірним поширенням біотехнологічних (генетично модифікованих) організмів.

Змістовий модуль 2. «ІНСТРУМЕНТАЛЬНА БІОІНЖЕНЕРІЯ»

- 1 Біотехнологія виробництва і застосування іммобілізованих препаратів.
- 2 Застосування іммобілізованих ферментів у біотехнології.
- 3 Біотехнологія виробництва антибіотиків
- 4 Біотехнологія виробництва гормонів
- 5 Біотехнологія виробництва інтерферонів
6. Біотехнологія одержання моноклональних антитіл (антитіл одного епітопу)
7. ДНК-вакцини

8. Біотехнологія одержання вітамінів

Змістовий модуль 3. «ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ БІОІНЖЕНЕРІЇ»

9. Біотехнології одержання L- амінокислот

10. Біотехнологія одержання ферментів

11. Біотехнологія виробництва білка

12. Біотехнологія отримання біомаси одноклітинної водорості спіруліни

13. Системи GLP і GMP щодо якості біотехнологічних продуктів.

14. Клітинна інженерія

15. Генна терапія

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	всього	у тому числі					всього	у тому числі				
		л	п	лб	інд	СРС		л	п	лб	інд	СРС
Змістовий модуль 1.												
Тема 1.1	9	2	4			3						
Тема 1.2	9	2	4			3						
Тема 1.3.	9	2	4			3						
Тема 1.4.	9	2	4			3						
Тема 1.5.	9	2	4			3						
Тема 1.6	8	2	3			3						
Тема 1.7	10	2	5			3						
Разом за модуль 1	63	14	28			21						
Змістовий модуль 2.												
Тема 2.1	10	4	2			4						
Тема 2.2	10	2	4			4						
Тема 2.3	8	2	2			4						
Тема 2.4	7	2	2			3						
Тема 2.5	7	2	2			3						
Тема 2.6	7	2	2			3						
Тема 2.7	7	2	2			3						
Тема 2.8	7	2	2			3						
Разом за модуль 2	63	18	18			27						
Змістовий модуль 3												
Тема 3.1	8	2	2			4						
Тема 3.2	8	2	2			4						
Тема 3.3	8	2	2			4						
Тема 3.4	8	2	2			4						
Тема 3.5	8	2	2			4						
Тема 3.6	7	2	2			3						
Тема 3.7	7	2	2			3						
Разом за модуль 3	54	14	14			26						
Всього годин	180	46	60			74						

Примітка: л – лекції, п – практичні заняття, лб–лабораторно-практичні заняття; інд – індивідуальні завдання, СРС – самостійна робота студентів.

6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Лекції

Тема і зміст лекції	К-ть годин
<i>Змістовий модуль 1. ФУНКЦІОНАЛЬНА ЦИТОЛОГІЯ ОДНОКЛІТИННИХ ОРГАНІЗМІВ</i>	
1. Загальні відомості щодо сучасної біоінженерії та передумови її виникнення. Формування біоінженерії, як гілки загальної біотехнології, та її зв'язків із загальною і молекулярною генетикою, селекцією, біохімією, молекулярною біологією, фармакологією, харчовою промисловістю, сільським господарством, технологіями збереження довкілля. Поняття про ноосферу. 2. Біоінженерія та суміжні галузі. Біоінженерні методи у біотехнології тварин, рослин та мікроорганізмів: операції на рівні тканин, клітин, органел, ядерного та цитоплазматичного геномів.	2
3. Основні гілки біоінженерії та біоінженерних досліджень. Класичні методи селекції рослинних, тваринних і мікроорганізмів: індукований мутагенез, гетерозис, гібридизація, добір. 4. Синтетична біологія як новітнє відгалуження біоінженерії. Конструювання штучних геномів <i>de novo</i>, одноклітинних та багатоклітинних форм життя, невідомих у природі. Синтетична біологія.	2
5. Структура та новітні напрямки біоінженерії. Генна та генетична інженерія, створення конструкцій для генетичної модифікації, вектори, генетична інженерія, створення трансгенних організмів. 6. Індукований мутагенез. Основні методи та цілі індукованого мутагенезу: індукований та спрямований мутагенез, точкові заміни основ, трансзиції тощо. Види мутантів та їх призначення.	2
7. Завдання, що вирішуються за допомогою клітинної інженерії. Застосування методів клітинної інженерії у рослинництві та тваринництві: одержання соматичних гібридів, гібридом, клонів, культур тканин і органів; створення химерних та трансформованих ембріонів, їх призначення; кріоконсервація біоматеріалу. Конструювання геномів, органел, створення цибридів, дигаплоїдів тощо. 8. Проблеми клонування людини. Основні причини принципової неможливості «класичного» клонування людського організму. Біоетичні проблеми створення біотехнологічних людських організмів.	2
9. Основні біоінженерні операції на рівні живої клітини. Операції з тотальними ДНК у тварин і рослин: рекомбінація ДНК, її різновиди, одержання кДНК, створення клонотек та «банків ДНК». 10. Трансплантація ядер. Методи трансплантації ядер та переносу генів в соматичні клітини за допомогою метафазних хромосом, одержання трансхромосомних форм, злиття геномів, підготовка клітинного матеріалу; міні-клітини та перспективи їх застосування.	2
11. Генна та генетична інженерія у біотехнології. Генна інженерія, конструювання рекомбінантних ДНК. Ензимологія рекомбінантних ДНК. Рестриктази, лігази, ДНК-полімерази, зворотна транскриптаза, нуклеази, метилази, полінуклеотидкіназа. 12. Рекомбінантні ДНК. Вектори в генній інженерії. Вимоги до векторів. Класифікація векторів. Можливості, переваги та вади тих або інших векторів і проблема вибору. Методи детекції ГМО і генетично модифікованих джерел у	2

сировині, напівфабрикатах та готовій продукції.	
13. Поняття «генетична інженерія». Можливості генетичної інженерії мікроорганізмів. ГММ та їх використання в науці та промисловості. Банки генів і клонотеки. 14. Методичні особливості генетичної інженерії рослин. Трансгенні тварини. Трансгенні рослини: отримання та поширення. ГМ-тварини, методи отримання. Банки ДНК. 15. Основні напрямки застосування генетичної інженерії. Практичне використання рекомбінантних мікроорганізмів. Трансгенні тварини- біореактори. Інші категорії ГМ-тварин. 16. Галузі застосування трансгенних рослин. Категорії трансгенних рослин. Рослини-суперпродуценти. 17. Біобезпека генетично-інженерної діяльності. Законодавчі аспекти. Міжнародні правові акти щодо генетичної безпеки: Картахенський протокол про біобезпеку, Орхуська та Бакінська конвенції, директиви Європарламенту щодо ЖЗО, положення про біобезпеку в документах УПОВ та приклади національних законодавств європейських, азійських країн та США. Біоетика. 18. Ситуація в Україні у зв'язку з комерційним та неправомірним поширенням біотехнологічних (генетично модифікованих) організмів. Правова база та реальних механізмів контролю ГМО у відкритій системі. Закон України про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів.	2
Разом за змістовий модуль 1	14
Змістовий модуль 2. Інструментальна біоінженерія	
1 Біотехнологія виробництва і застосування іммобілізованих препаратів. <i>Знати:</i> інженерну ензимологію, іммобілізацію біологічно активних речовин та клітин, іммобілізацію ферментів, носії для іммобілізації ферментів органічні полімерні носії, носії неорганічної природи, місткість носія, модифікацію носія, вимоги до носіїв, методи іммобілізації ферментів, фізико-хімічну характеристику іммобілізованого фермента, класифікацію іммобілізованих ферментів <i>Вміти:</i> використовувати основні методи іммобілізації клітин	4
2 Застосування іммобілізованих ферментів у біотехнології. <i>Знати:</i> біотехнологію перетворення крохмалю на глюкозу, біотехнологію одержання сиропів з високим умістом фруктози, біотехнологію виробництва глюкози й етанолу з целюлози, біотехнологію одержання L-яблучної кислоти. <i>Вміти:</i> застосовувати біотехнології з іммобілізованими ферментами у молочній промисловості, біотехнологію виробництва D- феніл гліцину	2
3 Біотехнологія виробництва антибіотиків <i>Знати:</i> виробництва β- лактамних антибіотиків, модифікації β-лактамних антибіотиків, одержання 6-амінопеніциланової кислоти(6-АПК), одержання 7-λ-аміноцефалоспоринової кислоти (7-АЦК), <i>Вміти:</i> створення нової біотехнології виробництва і застосування антибіотиків	2
4 Біотехнологія виробництва гормонів <i>Знати:</i> шляхи отримання гормонів, отримання інсуліну, традиційні шляхи отримання інсуліну, нові технології одержання інсуліну, отримання соматотропіну. <i>Вміти:</i> використання генноінженерного соматотропіну	2
5 Біотехнологія виробництва інтерферонів <i>Знати:</i> класи і типи інтерферонів, традиційні шляхи отримання інтерферонів, генноінженерний метод отримання інтерферонів, одержання вдосконалених інтерферонів. <i>Вміти:</i> використання екзогенного інтерферону	2

6. Біотехнологія одержання моноклональних антитіл (антитіл одного епітопу) <i>Знати:</i> традиційний спосіб одержання антитіл, моноклональні антитіла і гібридомні технології. <i>Вміти:</i> застосування моноклональних антитіл	2
7. ДНК-вакцини <i>Знати:</i> структуру, вибір генів, методи і шляхи введення, модуляцію імунної відповіді. <i>Вміти:</i> підвищення імуногенності ДНК-вакцин	2
8. Біотехнологія одержання вітамінів <i>Знати:</i> методи одержання вітамінів, продуценти та поживні середовища для одержання каротиноїдів, вітаміну D, рибофлавіну (вітаміну B2), вітаміну B12, етапи біотехнології отримання ергостерину у виробничих умовах	2
Разом за змістовий модуль 2	18
Змістовий модуль 3. Практичне використання біоінженерії	
9. Біотехнології одержання L- амінокислот <i>Знати:</i> методи одержання L- амінокислот, біотехнологію виробництва L- метіоніну, L-триптофану, L-лізину, L-треоніну, L-аспарагінової кислоти, L- глутамінової кислоти	2
10. Біотехнологія одержання ферментів <i>Знати:</i> джерела ферментів, методи культивування мікроорганізмів-продуцентів ферментів, одержання товарних форм ферментних препаратів, виділення ферментів, очищення ферментних препаратів, концентрування ферментів, стандартизацію ферментних препаратів, ідентифікацію і індексацію ферментних препаратів, промислові ферментні препарати	2
11. Біотехнологія виробництва білка <i>Знати:</i> виробництво білків одноклітинних організмів, мікроорганізми-продуценти білка, принципову технологічну схему одержання мікробного білка, одержання мікробного білка на гідролізатах рослинних відходів, одержання білка одноклітинних водоростей, <i>Вміти:</i> отримання високобілкових кормових препаратів із сировини, що постійно відновлюється	2
12 Біотехнологія отримання біомаси одноклітинної водорості спіруліни <i>Знати:</i> загальна характеристика спіруліни, склад живильного середовища для вирощування спіруліни, хімічний склад і поживна цінність спіруліни, використання біомаси спіруліни, технологія вирощування спіруліни, <i>Вміти:</i> вирощувати спіруліну для використання у фармацевтичній промисловості	2
13. Системи GLP і GMP щодо якості біотехнологічних продуктів. <i>Знати:</i> систему GLP, систему GMP.	2
14. Клітинна інженерія <i>Знати:</i> біотехнології гібридизації соматичних клітин, біотехнології трансплантації ядер, біотехнології перенесення генів у соматичні клітини за допомогою метафазних хромосом, біотехнології перенесення генів у еукаріотичні клітини за допомогою ДНК (ДНК технологія)	2
15. Генна терапія <i>Знати:</i> біотехнології конструювання рекомбінантних ДНК, одержання фрагментів ДНК, плазмиди і віруси як донорні переносники генетичної інформації, конструювання рекомбінантної ДНК, клонування молекул рекомбінантної ДНК, експресію еукаріотичних генів у клітинах прокаріот, перспективи і проблеми біотехнології клонування генів	2
Разом за змістовий модуль 3	14
Всього годин	46

6.2. Практичні заняття

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
Змістовий модуль 1. ФУНКЦІОНАЛЬНА ЦИТОЛОГІЯ ОДНОКЛІТИННИХ ОРГАНІЗМІВ		
1	Загальні відомості щодо біоінженерії. Ознайомлення з правилами роботи в лабораторії, правилами техніки безпеки та охорони праці, приготуванні розчинів	2
2	Структура та новітні напрямки біоінженерії. Оцінка врожайності зернових культур (обмолот, маса 1000 зерен, натура зерна). Визначення величини гетерозису гібридної кукурудзи.	2
3	Завдання, які вирішуються за допомогою клітинної інженерії. Виділення плазмідної ДНК з бактеріальних клітин.	4
4	Генна інженерія у біотехнології. Спектрофотометричне дослідження плазмідної ДНК.	4
5	Методи створення коінтегративних і бінарних векторів. Рестрикція плазмідної ДНК.	4
6	Генетична інженерія у біотехнології. Дослідження плазмідної ДНК до і після гідролізу ендонуклеазою рестрикції методом електрофорезу в агарозному гелі.	4
7	Можливості генетичної інженерії мікроорганізмів. Генетична трансформація хімічно компетентних бактерій <i>Escherichia coli</i> плазмідною ДНК.	3
8	Основні напрямки застосування генетичної інженерії. Аналіз даних за допомогою програмного забезпечення CLC Main Workbench (Cloning, Sequencing Data Analysis)	3
9	Модульна контрольна робота Захист блоку лабораторних робіт.	2
Разом за змістовий модуль 1		28
Змістовий модуль 2. Інструментальна біоінженерія		
1.	Якісне визначення білка в біологічному матеріалі	2
2.	Фракціонування білків	2
3.	Визначення молекулярної маси білків	2
4.	Визначення амінокислотного складу білків і пептидів	2
5.	Гель-хроматографія в тонкому шарі сефадекса	2
6.	Імобілізація рослинних клітин	2
7.	Соматична гібридизація на основі злиття рослинних протопластів	2
8.	Генетична трансформація на хромосомному і генному рівнях	2
9.	Морфофізіологічна характеристика калюсних тканин	2
Разом за змістовий модуль 2		18
Змістовий модуль 3. Практичне використання біоінженерії		
10.	Гідроліз білків до пептидів Визначення функціональних груп в білках і пептидах	2
11.	Якісне визначення нуклеїнових кислот в біологічному матеріалі Генетична обумовленість процесів морфогенезу	2
12.	Суспензійні культури. Культивування окремих клітин Культура гаплоїдних клітин	2
13.	Вивчення системи «господар-паразит» з використанням вірусів, бактерій, грибів і комах Виділення і очистка за методом Мармура	2
14.	Гіперхромний ефект і визначення температури плавлення ДНК Адсорбційна хроматографія нуклеїнових кислот Розділення сумарної фракції РНК	2

	Одержання рестриктів ДНК фагу і розділення їх за допомогою електрофореза	
15.	Виробництво амінокислот Виробництво β -лактамних антибіотиків Модифікація β -лактамних антибіотиків	2
16.	Отримання товарних форм препаратів Біопрепарати на основі живих мікроорганізмів Біопрепарати на основі метаболітів бактерій	2
Разом за змістовий модуль 3		14
Всього		60

6.3. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	Вивчення лекційного матеріалу згідно із тематикою курсу лекцій	21
2	Підготовка до практичних занять та оформлення звітів	27
3	Підготовка презентації та доповідей згідно питань поточного заняття	26
Всього годин		74

Примітка: У розрахунку годин на виконання самостійної роботи передбачено час на виконання індивідуальних завдань

6.4. Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань

1. Якісне визначення білка в біологічному матеріалі
2. Фракціонування білків
3. Визначення молекулярної маси білків
4. Визначення амінокислотного складу білків і пептидів
5. Гель-хроматографія в тонкому шарі сефадекса
6. Імобілізація рослинних клітин
7. Соматична гібридизація на основі злиття рослинних протопластів
8. Генетична трансформація на хромосомному і генному рівнях
9. Морфологічна характеристика калюсних тканин
10. Гідроліз білків до пептидів
11. Визначення функціональних груп в білках і пептидах
12. Якісне визначення нуклеїнових кислот в біологічному матеріалі
13. Генетична обумовленість процесів морфогенезу
14. Суспензійні культури. Культивування окремих клітин
15. Культура гаплоїдних клітин
16. Вивчення системи «господар-паразит» з використанням вірусів, бактерій, грибів і комах
17. Виділення і очистка за методом Мармура
18. Гіперхромний ефект і визначення температури плавлення ДНК
19. Адсорбційна хроматографія нуклеїнових кислот
20. Розділення сумарної фракції РНК
21. Одержання рестриктів ДНК фагу і розділення їх за допомогою електрофореза
22. Виробництво амінокислот
23. Виробництво β -лактамних антибіотиків
24. Модифікація β -лактамних антибіотиків
25. Отримання товарних форм препаратів
26. Біопрепарати на основі живих мікроорганізмів

27. Біопрепарати на основі метаболітів бактерій

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі *Microsoft Office Power Point*, роздатковий матеріал, дискусійне обговорення проблемних питань.

Практичні заняття проводяться у вигляді семінарів-практикумів з виконанням ситуаційних та розрахункових завдань – індивідуальних та в групах; лабораторних досліджень; конференцій; ділових та рольових ігор.

У разі дистанційного і змішаного навчання використовуються навчальна платформа *Moodle* Білоцерківського НАУ, онлайн-платформи *ZOOM*, *Microsoft Team*, *Google Meet*, електронна пошта, мобільні додатки *Viber*, *Telegram*.

Самостійна робота студентів (CPC) виконується за технологією групового навчання під керівництвом рівного (*Peer-led team learning*), оцінка рівних (*Peer assessment*). Алгоритм:

1. Студенти отримують завдання для групової CPC та критерії оцінювання. Термін виконання – 2 тижні. Кількість груп залежить від суті завдання.

2. Студенти мають розподілити функції між учасниками групи (керівні, виконавчі, технічна підтримка тощо); сформувати комунікаційну стратегію; визначитися з лідером; підготувати матеріал для презентації; забезпечити, щоб усі члени групи володіли інформацією на достатньому для проведення дискусії рівні.

3. Оцінювання: студенти отримують бали за кожним критерієм з обґрунтуванням, загальна сума множиться на кількість студентів у групі, що працювала над проектом, а потім колективно (усі учасники групи, які присутні на занятті, де презентують результати, мають погодити рішення!) розподіляють бали відповідно до внеску кожного учасника.

Студент може брати участь у виконанні завдання і не бути присутнім на презентаційній частині, якщо його функції як члена групи не вимагають присутності.

8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль з предмету «Біоінженерія» включає тематичне оцінювання та модульний контроль.

Тематичне оцінювання аудиторної та самостійної роботи студентів здійснюється на основі отриманих ними поточних оцінок за усні та письмові відповіді з предмету, самостійні, практичні та контрольні роботи.

Поточний контроль за виконанням ІНДЗ здійснюється відповідно до графіку виконання завдання.

Модульний контроль проводиться у формі комп'ютерного тестування.

Кількість отриманих балів з кожного виду навчальних робіт за різними формами поточного контролю виставляється студентам у журнал академічної групи та електронний журнал після кожного контрольного заходу.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів у першому семестрі здійснюється у формі заліку за результатами поточного контролю (тематичного

оцінювання, виконання ІНДЗ та модульного контролю) і не передбачає обов'язкової присутності студентів. Результати заліку оприлюднюються в журналі академічної групи до початку екзаменаційної сесії.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів у другому семестрі здійснюється у формі іспиту.

9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінка за лекційне заняття виставляється у разі лекції-дискусії за активність студента.

Оцінку на практичному занятті студент отримує за виконані розрахункові, лабораторні роботи, командні проекти, зроблені доповіді, презентації, есе, активність під час дискусій.

Під час модульного та підсумкового контролю засобами оцінювання результатів навчання з дисципліни є стандартизовані комп'ютерні тести.

10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль успішності здобувачів вищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою – «2», «3», «4», «5».

Критерії оцінювання результатів навчання за чотирирівневою шкалою

Бали	Критерії оцінювання
«Відмінно»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано завдання. Водночас здобувач вищої освіти має продемонструвати вміння аналізувати і оцінювати явища, факти і процеси, застосовувати наукові методи для аналізу конкретних ситуацій, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів, докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Добре»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано 75 % завдань. Водночас здобувач вищої освіти виявляє навички аналізувати і оцінювати явища, факти і події, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів та докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Задовільно»	Отримують за роботу, в якій правильно виконано 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти не виявив вміння аналізувати і оцінювати явища, факти та недостатньо обґрунтував твердження та висновки, недостатньо певно орієнтується у навчальному матеріалі.
«Незадовільно»	Отримують за роботу, в якій виконано менш як 60 %

	завдань. При цьому здобувач вищої освіти демонструє невміння аналізувати явища, факти, події, робити самостійні висновки та їх обґрунтувати, що свідчить про те, що студент не оволодів програмним матеріалом.
--	--

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою. Вона обчислюється як середнє арифметичне значення (САЗ) всіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням їх у бали за такою формулою:

$$\text{БПК} = \frac{\text{САЗ} \times \text{max ПК}}{5},$$

де *БПК* – бали з поточного контролю; *САЗ* – середнє арифметичне значення усіх отриманих студентом оцінок (з точністю до 0,01); *max ПК* – максимально можлива кількість балів з поточного контролю.

Відсутність студента на занятті у формулі приймається як «0».

Критерії оцінювання за дворівневою шкалою

Під час проведення заліку навчальні досягнення студентів оцінюються за дворівневою шкалою: зараховано, незараховано.

Оцінка «зараховано» (60–100 балів) ставиться студентові, який виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання і майбутньої роботи за фахом, здатний виконувати завдання, передбаченні програмою, ознайомлений з основною рекомендованою літературою; під час виконання завдань припускається помилок, але демонструє спроможність їх усувати.

Оцінка «незараховано» (1–59 балів) ставиться студентові, який допускає принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може продовжити навчання чи розпочати професійну діяльність без додаткових занять з відповідної дисципліни.

Шкала оцінювання успішності здобувачів вищої освіти

За 100-бальною шкалою	За шкалою ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90–100	A	Відмінно	Зараховано
82–89	B	Добре	
75–81	C		
64–74	D	Задовільно	
60–63	E		
35–59	FX	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання	
1–34	F	Незадовільно (незараховано) з обов’язковим повторним вивченням	

Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «залік»

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Модульний контроль	ІНДЗ	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	30	10	40	10	100

Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «іспит»

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Модульний контроль	ІНДЗ	Іспит	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	20	10	20	10	30	100

11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

1. Слайдові презентації у програмі Microsoft Office PowerPoint;
2. Інформаційні стенди у навчальній аудиторії;
3. Нормативно-технічна документація.

ЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Коломієць Ю. В. Біоінженерія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. - 458 с.
2. Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І., Власенко В.А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: Підручник. – К.: Вища освіта, 2006. – 463 с.
3. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Цвіліховський М.І. Біотехнологія : підруч. для підготов. спец. в аграр. вищ. навч. закладах. – К. : Фірма «Інкос», 2006. – 646 с.
4. Сатарова Т.М., Абраїмова О.Є., Вінніков А.І., Черенков А.В. Біотехнологія рослин: [навчальний посібник]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН, 2016. – 136 с.
5. Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи : Моногр. / Ін-т молекуляр. біології і генетики НАН України. - К. : Логос, 2005. - 724 с.
6. Воробйова Л.І., Тагліна О.В. Генетичні основи селекції рослин і тварин. – Ч.: Ранок, 2007. – 224 с.

Додаткова література

1. Hammelehle R., Schmid R. D., Schmidt-Dannert C. Biotechnology: An

Illustrated Primer. Somerset: Wiley-VCH, 2016. – 582 c.

2. Casali N., Preston A. E. coli Plasmid Vectors. Methods and Applications. - Methods in Molecular Biology. 2003. – 305 c.
3. Dale J., von Schatz M., Plant N. From genes to genomes. Concepts and applications of DNA technology. Wiley-Blackwell. – 2012. 402 c.
4. Kang M. Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding. Cab Intl. – 2020. – 416 c.
5. Srivastava D. K., Thakur A.K., Kumar P. Agricultural Biotechnology: Latest Research and Trends. – Springer. 2022. 741 c.
6. Harvey L., Berk A., Kaiser C. Molecular Cell Biology, Ninth Edition. Macmillan Learning. 2021. 3700 c.
7. Yadav A.N., Singh J., Singh C., Yadav N.. Current Trends in Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture. Springer. 2020. – 572 c.
8. Chandran S., George K.W. DNA Cloning and Assembly: Methods and Protocols. Springer US;Humana. – 2020. – 334 c.
9. Rajagopal K. Recombinant DNA technology and genetic engineering. Tata McGraw Hill Education Private Limited. – 2012. – 342 c.

Адреси сайтів в INTERNET

1. <http://bch.cbd.int/>
2. <http://icbge.org.ua/ukr>
3. <http://genome.cshlp.org/>
4. <http://genomebiology.com/>
5. <http://news.sciencemag.org/2012/09/human-genome-much-more-just-genes>
6. <http://www.fao.org/biotech/en/>
7. <http://biomolecula.ru/content/498>
8. <http://www.bioua.org.ua/>