

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра екології та біотехнології**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПРОМИСЛОВІ БІОТЕХНОЛОГІЇ»

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	16 «Хімічна та біоінженерія»
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	162 «Біотехнології та біоінженерія»
РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ	Перший (бакалаврський)

Робоча програма з навчальної дисципліни «Промислові біотехнології» для здобувачів вищої освіти біолого-технологічного факультету за спеціальністю «Біотехнології та біоінженерія», бакалаврський рівень вищої освіти. Укладач: Ю.О. Мельниченко Біла Церква: БНАУ, 2024. 23 с.

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри екології та біотехнології (Протокол № 1 від 08.08.2024 р.)

Завідувач кафедри

екології та біотехнології, професор

В.С. Бітюцький

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

Голова науково-методичної комісії, професор

С.В. Мерзлов

Гарант ОП, професор

С.В. Мерзлов

ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТУ ВИЩОЇ ОСВІТИ	6
3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	7
4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	7
5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ	8
6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	13
8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	13
9. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ	14
10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	14
11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ	16
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	16

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Промислова біотехнологія» ключова дисципліна в циклі підготовки спеціалістів з біотехнології, виступає основою для інтеграції біологічних наук з інженерними принципами з метою інновації та поліпшення промислових процесів. Це міждисциплінарна галузь, що об'єднує принципи з біології, хімії, фізики та інженерії для розробки технологій та процесів сталого виробництва біохімікатів, матеріалів, палива та енергії з біологічних ресурсів. Вона використовує можливості мікроорганізмів, таких як бактерії, дріжджі та грибки, та ферменти, які вони виробляють, для створення екологічно чистих та ефективних продуктів та процесів, які пропонують альтернативи традиційним промисловим методам, що часто залежать від невідновлюваних ресурсів та агресивних хімічних процесів. Навчальна програма охоплює широкий спектр тем, включаючи використання мікроорганізмів, клітинних культур та ферментів у виробництві біологічних продуктів, таких як фармацевтичні препарати, біопаливо, хімікати та харчові добавки. Курс знайомить студентів з останніми досягненнями в галузі технології біопроцесів, генної інженерії, метаболічної інженерії та розробки біореакторів. Підкреслюється важливість біотехнологій у вирішенні екологічних проблем, таких як утилізація відходів та зменшення промислового вуглецевого сліду шляхом розвитку більш чистих методів виробництва. Програма поєднує теоретичні знання з практичними навичками через лабораторні роботи, тематичні дослідження та проектне навчання, готуючи студентів до викликів, з якими вони зіткнуться в біотехнологічній галузі. Дисципліна сприяє глибокому розумінню ролі біотехнологій у трансформації традиційних галузей промисловості, роблячи їх більш екологічними та ефективними. Вона також вивчає етичні, економічні та регуляторні аспекти промислової біотехнології, надаючи студентам комплексне уявлення про цю галузь.

Предмет курсу "Промислові біотехнології" охоплює дослідження та застосування біотехнологічних методик у промисловому секторі. Це включає вивчення мікробних систем і біокатализаторів у виробництві біобазованих продуктів, генетичне інженерство організмів для покращення промислових процесів та розробку біопроцесів для перетворення сировини на цінні продукти. Курс також охоплює принципи проектування процесів, оптимізації та масштабування, а також регуляторні, етичні та економічні аспекти біотехнології у промисловому контексті.

Об'єктом вивчення у промисловій біотехнології є застосування живих організмів, зокрема мікроорганізмів, та ферментативних систем для вирішення промислових викликів і створення нових промислових процесів. Це включає: оптимізація мікробних культур для виробництва фармацевтичних препаратів, біопалив, біопластиків та інших біобазованих

хімікатів; інженерія та застосування ферментів як біокатализаторів для синтезу або розкладання матеріалів більш сталою манерою; модифікація метаболічних шляхів мікроорганізмів для підвищення виробництва бажаних продуктів або для споживання альтернативних субстратів; розробку та оптимізацію процесів, що включають біологічні організми або молекули для виробництва біобазованих продуктів, включаючи процеси ферментації, післяферментаційну обробку та вилучення продуктів; стале використання біомаси та відходів для виробництва цінних продуктів, що сприяє циркулярній економіці; використання біотехнологічних процесів для захисту та відновлення навколишнього середовища, включаючи очищення стічних вод, біоремедіацію та біоконверсію відходів у корисні продукти.

Завдання дисципліни «Промислові біотехнології» - зробити промислові процеси ефективнішими, менш забруднюючими та більш сталими, узгоджуючись з глобальними зусиллями щодо екологічної стійкості та збереження ресурсів.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно із навчальним планом на 2024–2025 навчальний рік, на вивчення дисципліни «Промислові біотехнології» для денної форми навчання виділено: всього – 120 академічних годин, у т.ч. аудиторних – 64 годин (лекції – 32, практичні заняття – 32); самостійна робота студентів – 56 години.

Поточний контроль засвоєного матеріалу здійснюється шляхом проведення захисту практичних робіт, виконання індивідуальних завдань, самостійної роботи, опитування. Рубіжне оцінювання включає захист модуля. Підсумковий контроль – у формі іспиту.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифр та найменування галузі знань, спеціальності, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	денна форма навчання
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 4	16 «Хімічна та біоінженерія»	Нормативна	
		<i>Рік підготовки:</i>	

Змістових модулів – 3	162 «Біотехнології та біоінженерія»	2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – описове та розрахункове		<i>Семестр</i>	
Загальна кількість академічних годин – 120		3-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 3,5		<i>Лекції</i>	
	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	32 год.	
		<i>Практичні</i>	
		32 год.	
		<i>Самостійна робота</i>	
		56 год.	
		Підсумковий контроль: іспит	

Метою вивчення дисципліни є підготовка висококваліфікованих конкурентоспроможних, інтегрованих до європейського та світового простору фахівців, які володіють знаннями та навичками, необхідними для впровадження інновацій у біотехнологічному секторі. Дисципліна має на меті: ознайомити студентів з основними біотехнологічними процесами, забезпечити глибоке розуміння біологічних систем і механізмів, які лежать в основі промислової біотехнології, включаючи мікробний метаболізм, генетичні маніпуляції та ферментні технології. Через інтеграцію біологічної науки з промисловою інженерією курс прагне сприяти інноваційним рішенням для виробництва біобазованих продуктів, енергії та матеріалів, вносячи вклад у просування біоекономіки, яка підтримує глобальні цілі сталого розвитку.

Завдання дисципліни:

- надати всебічне розуміння біологічних систем, зокрема мікроорганізмів і ферментів, які можуть бути використані для промислових застосувань. Це включає вивчення їх метаболічних шляхів, генетичної структури та механізмів, за допомогою яких вони можуть бути інженерно модифіковані для покращення продуктивності.
- розвинути здатність проектувати, оптимізувати та масштабувати біотехнологічні процеси, які перетворюють сировину на цінні біобазовані продукти. Це включає навчання технології ферментації, проектуванню біореакторів, післяферментаційній обробці та очищенню продуктів.

- виховати відданість сталому розвитку, навчаючи, як біотехнологію можна використовувати для створення більш сталих промислових практик. Це охоплює розробку процесів, які використовують відновлювані ресурси, мінімізують відходи та емісії, і зменшують споживання енергії.
- заохочувати інновації та дослідження у галузі промислової біотехнології, залучаючи студентів до передових дослідницьких проєктів та кейс-стаді. Це має на меті підвищити їх навички вирішення проблем, креативність та здатність вносити вклад у біоекономіку.
- надати знання про регуляторні, етичні та безпекові міркування, важливі в промисловому застосуванні біотехнології. Студенти вивчать регуляторні рамки, що керують біотехнологічними процесами та продуктами, а також етичні міркування, пов'язані з генетичною інженерією та біопроспекцією.
- оснастити студентів практичними навичками, актуальними для індустрії, включаючи здатність працювати в мультидисциплінарних командах, ефективно спілкуватися наукові ідеї, та розуміти економічні та бізнес аспекти біотехнологічних інновацій.
- навчити студентів оцінювати вплив промислових біотехнологічних процесів та продуктів на навколишнє середовище. Ця мета спрямована на розвиток розуміння аналізу життєвого циклу, розрахунку вуглецевого сліду та стратегій мінімізації екологічних ризиків.

Досягнувши цих завдань, дисципліна "Промислові біотехнології" готує студентів стати професіоналами, які можуть сприяти перетворенню індустрій на більш сталі та екологічно відповідальні практики через інноваційне застосування біотехнології.

2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язковий компонент ОП «Біотехнологія» є складною галуззю навчання, яка вимагає міцної основи в різних наукових дисциплінах, розуміння концепції та методології, що застосовуються в промислових умовах. Передумови для вивчення "Промислової біотехнології" базуються на знаннях таких дисциплін, як "Загальна біологія", "Мікробіологія", "Біохімія", "Генетика та молекулярна біологія", "Хімія", "Математика та статистика", "Фізика", "Клітинна біологія та фізіологія". Вимоги забезпечують, що студенти, які вивчають дисципліну "Промислові біотехнології", мають необхідну підготовку для розуміння складних взаємодій між біологічними системами та промисловими процесами, ці основні знання є критично важливими для успішного застосування біотехнологічних методик у розробці сталих, інноваційних рішень для різноманітних галузей промисловості.

3. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Компетентність за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія» відповідно до освітньо-професійної програми
<i>Інтегральна компетентність</i>
Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.
<i>Загальні компетентності</i>
K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
K05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
K 06. Навички здійснення безпечної діяльності; K07. Прагнення до збереження навколишнього середовища;
<i>Спеціальні компетентності</i>
СК13. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти)
СК15. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва;
СК19. Здатність складати технологічні схеми виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення
СК24. Здатність дотримуватися вимог біобезпеки, біозахисту та біоетики.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Результат навчання за спеціальністю відповідно до освітньо-професійної програми	Результати навчання з дисципліни
РН08. Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів;	РН.08.1 Використовуючи аналітичні методи здійснювати якісний та кількісний аналіз а також фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів;
РН14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних	РН.14.1 Знати та вміти розраховувати склад середовищ, володіти способами культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу;

допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу;	
---	--

5. РОЗПОДІЛ ГОДИН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма					заочна форма					
	всього	у тому числі				всього	у тому числі				
		л	п	л	інд		СРС	л	і	л	ін
о			б			о		б	д	С	
Змістовий модуль 1. Молекулярні основи промислових біотехнологічних процесів											
Тема 1	2	2	2			4					
Тема 2	8	2	2			4					
Тема 3	6	2	2			4					
Тема 4	6	2	2			4					
Разом за модуль 1	40	8	8			16					
Змістовий модуль 2. Основні стадії біотехнологічних виробництв											
Тема 2.1	14	2	2			4					
Тема 2.2	16	2	2			4					
Тема 2.3	10	2	2			4					
Тема 2.4	12	2	2			2					
Тема 2.5	10	2	2			4					
Разом за модуль 2	62	10	10			18					
Змістовий модуль 3. Сільськогосподарські застосування промислової біотехнології											
Тема 3.1	2	2	2			4					
Тема 3.2	2	2	2			4					
Тема 3.3	2	2	2			4					
Тема 3.4		2	2			2					
Тема 3.5		2	2			4					
Тема 3.6		2	2			2					
Тема 3.7		2	2			2					
Разом за		14	14			22					

модуль 3												
Всього годин	120	32	32	–		56						

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

6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЛЕКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

Змістовий модуль 1. Молекулярні основи промислових біотехнологічних процесів

Тема 1.1. Вступ до промислової біотехнології: Огляд галузі, історичні віхи та її роль у сталому розвитку.

1. Еволюція та віхи промислової біотехнології
2. Біотехнологічні інновації та їх промислове застосування
3. Роль промислової біотехнології у просуванні цілей сталого розвитку

Тема 1.2 Фізіологія та метаболізм мікроорганізмів: Розуміння біологічних систем і процесів у мікробах, що використовуються в промислових застосуваннях.

1. Метаболічні шляхи та біохімічні реакції в промислових мікроорганізмах
2. Реакції мікробів на стрес та механізми адаптації в промислових умовах
3. Кворумне відчуття та комунікація мікробів у біотехнології

Тема 1.3. Основи генної інженерії: Інструменти та методики для маніпулювання геномами мікроорганізмів для промислових застосувань

1. Системи CRISPR-Cas: Революція у редагуванні геномів мікроорганізмів
2. Синтетична біологія. Поєднання генетичної інженерії та системної біології для проектування та збирання нових біологічних пристроїв та систем.

Тема 1.4. Метаболічна інженерія для покращення штамів: Стратегії для підвищення продуктивності мікробних штамів для збільшення виробництва бажаних метаболітів

1. Просунуті генетичні інструменти для метаболічної інженерії
2. Омїкс-технології в аналізі метаболічних шляхів
3. Оптимізація біопроцесів для покращення виробництва метаболітів

Змістовий модуль 2. Основні стадії та процеси біотехнологічних виробництв

Тема 2.1. Основи біопроцесної інженерії: Введення в проектування біореакторів, їхнє використання та масштабування процесів.

1. Принципи проектування та експлуатації біореакторів
2. Масштабування біопроцесів для промислового виробництва
3. Оптимізація процесу та контроль у біореакторах

Тема 2.2. Контроль і управління біотехнологічними процесами. Їх моделювання та оптимізація

1. Передові стратегії контролю в інженерії біопроцесів:
2. Математичне моделювання та симуляція біопроцесів
3. Методи оптимізації для покращення продуктивності біопроцесів

Тема 2.3. Технології ферментації: типи процесів ферментації, кінетика. Виробництво, очищення та застосування ферментів у промислових процесах.

1. Оптимізація мікробних штамів для підвищення ефективності ферментації
2. Типи та кінетика процесів ферментації
3. Виробництво та очищення промислових ферментів
4. Застосування ферментів у промислових процесах

Тема 2.4. Промислові біотехнології бродільних виробництв (виробництво спирта, вин, квасу, пивоваріння)

1. Промислове виробництво спирту
2. Виноробство та роль біотехнології
3. Наукові основи пивоваріння та внесок мікробів
4. Основи технології виробництва хліба та квасу
5. Контроль якості та безпека у виробництві ферментації

Тема 2.5. Біотехнологічні основи виробництва кисломолочних продуктів

1. Мікробні культури та їх роль у виробництві ферментованих молочних продуктів
2. Оптимізація процесу ферментації у виробництві ферментованих молочних продуктів.
3. Технологічні інновації у виробництві ферментованих молочних продуктів
4. Контроль якості та безпека у виробництві ферментованих молочних продуктів

Змістовий модуль 3. Сільськогосподарські застосування промислової біотехнології

Тема 3.1 Перехід від вуглеводневої до вуглеводної біотехнології

1. Основи біотехнології вуглеводнів
2. Біотехнологічні досягнення у видобутку та переробці нафти
3. Управління навколишнім середовищем та технології ремедіації
4. Політичні та економічні наслідки прийняття вуглеводної біотехнології

Тема 3.2 Біопалива та біоенергетика: Біопаливо з відходів тваринного та рослинного походження

1. Типи біопалив, отриманих з тваринних та рослинних відходів
2. Біотехнології перетворення відходів на біоенергію
3. Вплив на довкілля та сталість біопалив з відходів
4. Економічна життєздатність та ринкові тенденції у виробництві біопалив з відходів

Тема 3.3 Процеси виробництва біопалив, таких як біоетанол, біодизель та біогаз.

1. Процеси виробництва біоетанолу
2. Біотехнології виробництва біодизелю
3. Виробництво біогазу
4. Інтегровані підходи до виробництва біопалив

Тема 3.4. Біотехнології одержання кормових препаратів для сільськогосподарських тварин (кормовий білок, амінокислоти, вітамінні препарати, кормові ліпіди, ферментні кормові препарати)

1. Виробництво кормового білка за допомогою мікробної ферментації
2. Синтез амінокислот для кормів тварин
3. Виробництво вітамінних препаратів для тварин
4. Біотехнологічні підходи до одержання та покращення кормових ліпідів
5. Ферментні кормові препарати

Тема 3.5 Сільськогосподарські застосування промислової біотехнології: Генна інженерія культур, біопестициди та біодобрива

1. Генетична інженерія культур для покращення стійкості та врожайності
2. Розробка та застосування біопестицидів
3. Біодобрива для покращення родючості ґрунтів та росту рослин
4. Інтеграція біотехнологічних інструментів у точне сільське господарство

Тема 3.6 Регуляторні, безпекові та етичні аспекти: огляд регуляцій, біобезпеки та етичних питань у промисловій біотехнології.

1. Регуляторні рамки в галузі промислової біотехнології
2. Біобезпека у біотехнологічних процесах
3. Етичні аспекти в промисловій біотехнології
4. Суспільне прийняття біотехнологічних продуктів і процесів.

Тема 3.7 Новітні досягнення та тенденції: передові технології та майбутні напрямки у промисловій біотехнології.

1. Революційний вплив CRISPR та інших інструментів редагування геному на промислову біотехнологію
2. Синтетична біологія та метаболічна інженерія
3. Інновації в моніторингу та контролі біопроектів
4. Потенціал промислової біотехнології для внеску в циркулярну економіку

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Молекулярні основи промислових біотехнологічних процесів		
1.	1. Безпека в лабораторії та техніки культивування мікроорганізмів: Основні правила безпеки в лабораторії та техніки культивування та роботи з мікроорганізмами.	2
2.	2. Практичне заняття з генної інженерії: полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР)	6
Разом – за модуль 1		8
Змістовий модуль 2. Основні стадії та процеси біотехнологічних виробництв		
3.	Проектування та моделювання біореакторів: Введення в програмні інструменти для проектування біореакторів та симуляції процесів	2
4.	Оптимізація процесу ферментації: Практичне заняття з оптимізації параметрів ферментації для максимального виходу.	2
5.	Аналіз активності ферментів та кінетика: Лабораторні вправи для вимірювання активності ферментів та вивчення кінетики ферментів.	2

6.	Техніки післяферментаційної обробки: Практичне навчання в методах очищення, таких як центрифугування, фільтрація та хроматографія.	4
Разом – за модуль 2		10
Змістовий модуль 3. Сільськогосподарські застосування промислової біотехнології		
7.	Експериментальне заняття з виробництва біопалива (етанолу) з рослинної біомаси.	2
8	Одержання біодизелю з відходів агропромисловості	4
9.	Визначення активності ферментних кормових препаратів	4
10.	Визначення вмісту білку у кормових препаратів	4
Разом – за модуль 3		14
Всього годин		32

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ модуля	№ п/п	Теми	Кількість годин
1	1	Метаболічна інженерія для підвищення врожайності біомаси: Аналіз шляхів та генетичних модифікацій для оптимізації виробництва.	4
	2	Молекулярні механізми толерантності рослин до абіотичного стресу: Дослідження генетичних та біохімічних адаптацій рослин до екстремальних умов.	2
	3	Використання синтетичної біології для розробки біосенсорів у сільському господарстві: Розробка і впровадження молекулярних інструментів для виявлення патогенів та моніторингу стану рослин.	2
	4	Молекулярні основи ферментації: Вивчення ключових ферментів і їх роль у виробництві аграрної продукції, такої як етанол і органічні кислоти.	4
	5	Протеоміка у промисловій біотехнології	2
Разом за модуль 1			14
2	6	Стерилізація і асептичні умови у біотехнологічних виробництвах: Методи та обладнання для забезпечення безпечних і ефективних виробничих процесів	2
	7	Біореактори та їх роль у промисловій біотехнології: Вивчення різних типів біореакторів і їх застосування для культивування мікроорганізмів та клітин.	4

	8	Оптимізація умов культивування для максимального виробництва продукту: Аналіз впливу температури, рН, насичення киснем та інших факторів.	4
	9	Методи вилучення та очищення біопродуктів: Техніки, такі як центрифугування, фільтрація та хроматографія, їх застосування та вдосконалення.	4
	10	Контроль якості та аналіз біотехнологічних продуктів: Методи забезпечення стандартів якості і безпеки біотехнологічних продуктів.	4
Разом за модуль 2			18
3	11	Використання ферментів у сільськогосподарському виробництві: вивчення застосувань ферментів у переробці продуктів, зокрема для покращення смакових якостей та зберігання.	4
	12	Біотехнологічні методи в управлінні відходами сільського господарства: Аналіз біопроектів для переробки аграрних відходів, зокрема виробництво біогазу та компостування.	4
	13	Принципи масштабування біотехнологічних процесів з лабораторного до промислового: виклики та рішення, асоційовані з збільшенням масштабів виробництва.	2
4	14	Генетично модифіковані організми (ГМО) у сільському господарстві: Аналіз технологій створення ГМО, їх вплив на продуктивність та екологічні аспекти.	4
	15	Біотехнологічне виробництво біопестицидів: Вивчення механізмів дії та методів виробництва біологічних засобів захисту рослин.	4
	16	Застосування мікробних інокулянтів для покращення родючості ґрунту: Дослідження ефективності використання біопрепаратів для стимуляції росту рослин та підвищення поживної цінності ґрунту.	4
	17	Роль біотехнології у створенні стійких сортів рослин: Дослідження методів молекулярної селекції та інженерії для розробки сортів, стійких до змін клімату та хвороб.	2
Разом за модуль 3			24
Всього годин			56

Теми есе

1. Роль біотехнології у сталому сільському господарстві: аналіз того, як біотехнологічні інновації можуть сприяти більш стійким аграрним практикам.
2. Біореактори: види та використання в застосуваннях промислової біотехнології.
3. Промислова ензимологія: роль ферментів у обробці та покращенні аграрної продукції.
4. Біопалива з сільськогосподарських відходів: процеси та екологічні переваги.
5. Біотехнологічні досягнення в кормах для тварин: покращення ефективності та харчової цінності.
6. Промислове виробництво вітамінів та кормових добавок: біотехнологічні підходи.
7. Технології переробки рослинної біомаси: інновації в обробці сільськогосподарських відходів.
8. Прогрес у генетично модифікованих організмах (ГМО): Дослідження останніх розробок та їх вплив на продовольчу безпеку.
9. Етичні міркування в аграрній біотехнології: Обговорення етичних дилем та суспільного впливу біотехнологічних втручань в сільське господарство.
10. Вплив біопестицидів на зниження використання хімікатів у сільському господарстві: Оцінка ефективності та екологічних переваг.
11. Промислові ферменти в аграрному секторі: Вивчення їх використання для підвищення стійкості урожаю та обробки аграрної продукції.
12. Біопалива як сталі джерела енергії: Аналіз потенціалу та викликів у виробництві біопалив з аграрних відходів.
13. Біореактори в промисловій біотехнології: Обговорення їх конструкції, експлуатації та застосувань в аграрній сфері.
14. Майбутнє їжі: М'ясо з лабораторії та біотехнології: Вивчення технологічних досягнень і їх потенціалу для революції в харчовій промисловості.
15. Нанотехнології в сільському господарстві: Аналіз інновацій на нанорівні, що покращують системи доставки добрив та пестицидів.
16. Технології очищення води в аграрному секторі: Аналіз біотехнологічних рішень для ефективного управління та очищення води.
17. Біорозкладані пластики з сільськогосподарських побічних продуктів: Дослідження виробництва та впливу біопластиків на довкілля.

18. Фіторе mediaційні техніки для ґрунту та води: Використання біотехнології для вирішення проблем екологічного забруднення.
19. Роль мікробних інокулянтів у підвищенні родючості ґрунту: Дослідження переваг та механізмів мікробних інокулянтів у сільському господарстві.
20. Біотехнологічні підходи до стійкості культур до хвороб: Оцінка генетичної інженерії та традиційних методів селекції.
21. Економіка промислової біотехнології в аграрній сфері: Аналіз вартості та економічного впливу біотехнологічних інновацій.
22. Точне землеробство та біотехнології: Інтеграція методів точного землеробства з біотехнологічними нововведеннями для підвищення урожайності культур.
23. Біотехнологія в тваринництві: Обговорення генетичної інженерії, технологій репродукції та їх вплив на виробництво тварин.
24. Регуляторні виклики в аграрній біотехнології: Вивчення правового ландшафту та його вплив на прийняття біотехнологій.
25. Біоінформатика в сільському господарстві: Використання обчислювальних інструментів для покращення селекції та управління культурами.
26. Синтетична біологія: можливості та виклики в аграрній сфері: Обговорення потенціалу створення нових біологічних частин, пристроїв та систем.
27. Біотехнологічні інтервенції для управління поживними речовинами в культурах: Дослідження методів збільшення ефективності використання поживних речовин через біотехнології.
28. Вплив біотехнологій на біорізноманіття: Оцінка ефектів біотехнологічних практик на екологічне різноманіття.
29. Сталі упаковочні рішення через біотехнології: Дослідження ролі біотехнології у розробці сталих упаковочних матеріалів.
30. Біотехнологія та адаптація до змін клімату в аграрній сфері: Вивчення того, як біотехнологічні інструменти можуть допомогти культурам адаптуватися до змінювальних кліматичних умов.
31. Культивування рослинних тканин та їх застосування в аграрній сфері: Обговорення переваг та процесів, що відбуваються у культурі рослинних тканин.

Рекомендації щодо виконання самостійної роботи

Для оцінки самопідготовки студенти виконують самостійну роботу у вигляді есе.

Есе повинно містити думку автора стосовно визначеної теми. При написанні необхідно вказати суть даного питання, відповідь можна супроводжувати малюнками, схемами і т.п. Структура включає в себе титульний лист із зазначенням дисципліни, теми, ПІБ студента і викладача, крім того, в структуру входить вступ, основна частина есе, висновок, список літератури (якщо є посилання на джерела). Загальний обсяг становить 1-2 аркушів формату А4.

Під час виконання ІНДЗ студент повинен продемонструвати вміння у сфері науково-дослідної діяльності. ІНДЗ студенти виконують самостійно протягом вивчення дисципліни з проведенням консультацій викладачем дисципліни відповідно до графіка навчального процесу. Студенти набувають навичок самостійної роботи з літературою, навчаються порівнювати, аналізувати та систематизувати інформацію.

Для виконання ІНДЗ студент обирає будь-яке промислове підприємство/виробництво та описує технологічні процеси та його вплив на довкілля.

Оформлення ІНДЗ та есе: шрифт Times New Roman 14, міжрядковий інтервал одинарний, абзац – 1,25 см; титульна сторінка встановленого зразку. ІНДЗ має бути написано українською мовою та правильно оформлено. Текст роботи повинен розміщуватися на одній сторінці аркуша паперу, з полями 30 мм – зліва, 15 мм – справа, 20 мм – вгорі, 20 мм – внизу. Обов'язково зазначається список використаної літератури. Кількість сторінок – 3-5.

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Діяльність викладача орієнтована на студенто центрований підхід в освітньому процесі, що дозволяє досягнути багатоманітності поглядів на проблеми.

Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office PowerPoint, відеофільми, дискусійне обговорення проблемних питань.

На практичних заняттях використовуються презентації, відеофільми, наочні плакати (постери), методичні розробки, нормативно-правові акти, конспект-роздатковий матеріал.

Також матеріали дисципліни викладаються у наступних формах навчання: лекція-бесіда, індивідуальна чи групова консультація, дистанційне навчання у системі Moodle, а для активного навчання використовуються проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning), кейсове навчання, вебквести, дискусії.

Використовують такі інтерактивні методи як: тренінги, ситуаційні задачі, майстер-класи, прес-конференції, тестування, кейс-методи, ігрове навчання, круглі столи, мультимедійні лекції та практичні заняття, електронні навчальні видання. На лекційних та практичних заняттях з

дисципліни переважно використовуються індивідуальні роздаткові матеріали, відео, аудіо-, комп'ютерна техніка (для проведення фокусгрупи).

8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль з дисципліни «Промислові біотехнології» включає поточне тематичне оцінювання, модульний контроль, підсумковий контроль – у вигляді екзамену (9 семестр).

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

Модульний контроль проводиться в усній, письмовій та у формі комп'ютерного тестування.

Форми контролю самостійної роботи: обговорення результатів виконаної роботи на занятті; тестування, письмове або усне опитування під час модульного контролю; представлення та обговорення в групі мультимедійних презентацій або рефератів.

Результати оцінювання знань студентів з кожного виду навчальних робіт за різними формами поточного контролю виставляються у журнал академічної групи після кожного контрольного заходу.

Підсумковий контроль у формі екзамену проводиться шляхом комп'ютерного тестування (60 тестових завдань на одного студента) або за результатами усної відповіді здобувача вищої освіти на питання екзаменаційних білетів.

9. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ

Під час оцінювання лекційного курсу враховується активність студента в дискусії, якість конспекту.

Оцінку на практичному занятті студент отримує за виконані практичні роботи, командні завдання, зроблені доповіді, презентації, активність під час дискусій.

Під час модульного та підсумкового контролю засобами оцінювання результатів навчання з дисципліни є стандартизовані комп'ютерні тести або усні відповіді на питання.

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:

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

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 підсумкового оцінювання:

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

Розподіл балів проводиться за наступною схемою:

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Самостій на робота	Модульні й контроль	Іспит	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	20	10	30	30	100

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	Задовільно	
64–74	D		
60–63	E	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання	
35–59	FX		
1–34	F	Незадовільно (незараховано) з обов'язковим повторним вивченням	

11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

Наочні засоби:

1. Слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point;
2. Інформаційні стенди та плакати у навчальних аудиторіях;

Технічні засоби:

Засоби вимірювання, реактиви:

1. Спектрофотометр
2. Атомно-абсорбційний спектрофотометр
3. Ваги торсійні TW-1;
4. Сушильна шафа SUP-4 M;
5. Ваги електронні;
6. Нітратомір Н-405;
7. рН метр (рН-150 МИ);
8. Дезинтегратор УД-20;
9. Термостати (ТС-80, ТУ-10)
10. Мікроскопи;

11. Плитка електрична;
12. Баня водяна ВБ-2 УХЛ-4;
13. Термостат ТСО-1/80 СПУ;
12. Центрифуга “ MPW-310;
13. Аквадистилятор АЭ-10 МО;
14. Набори хімреактивів для лабораторних досліджень.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базова

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Industrial biotechnology : Products and processes / Ed. by C. Wittmann, J.C. Liao. Wiley. – Weinheim : VCHV erlagGmbH & Co.KGaA, 2017. – 624 p.
2. Пирог Т.П. Харчова біотехнологія / Т.П. Пирог, М.М. Антонюк, О.І. Скроцька, Н.Ф. Кігель. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 408 с.
3. Краснопольський Ю. М. Фармацевтична біотехнологія: сьогодні та майбутнє. Навчальний посібник / Краснопольський Ю.М., Пилипенко Д.М. – Харків: Друкарня Мадрид. 2022. – 151 с.
4. Industrial biotechnology : Microorganisms / Ed. by C. Wittmann, J.C. Liao. Wiley. – Weinheim : VCHV erlagGmbH & Co.KGaA, 2017. – 790 p.
5. Технологія вина і обладнання виноробних підприємств, курсове проектування: навчальний посібник. – Херсон: ХНТУ, 2015. – 358 с.
6. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник / Власенко В. В., Т 38 Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. – Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків : ХДУХТ, 2018. – 202 с.
7. Biotechnological application of yeasts in food science: Starter cultures, probiotics and enzyme production / M. Arevalo-Villena, A. Briones-Perez, M.R. Corbo, M. Sinigaglia, A. Bevilacqua //Journal of Applied Microbiology. 2017. – 123. – P. 1360 – 1372.
8. Контроль та керування процесу екстракції в промисловій біотехнології бета-каротину з *Blakeslea trispora* / А. П. Белінська, О. О. Варанкіна, Н. Ю. Масалітіна, О. М. Близнюк, Л. В. Кричківська // Інтегровані технології та енергозбереження, 2021. – № 3. – С. 46 –56.
9. Біотехнологія мікробного синтезу: навчальний посібник. НУБіП України. Патица Т.І., Патица М.В. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018: 272.

Додаткова література

1. Пивоварна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2019. – 136 с.
2. Буценко, Л. М. Біотехнологічні методи захисту рослин : підручник / Л. М. Буценко, Т. П. Пирог. – Київ : Ліра-К, 2018. – 346 с.
3. Молекулярна біологія : Навч. посібник. Вид. 2-ге доповнене та перероблене.. / О. Б. Столяр. — Київ : КНТ, 2017. — 224 с.
- 4.Методичні рекомендації до роздilu “Молекулярна біотехнологія” КНУ. Т.Г. Шевченка, 2018.
- 5.Шапран Ю.П. Біотехнологія, генна інженерія: навч.- метод. посіб. Переяслав-Хмельницький (Київ.обл.): Домбровська Я., 2019. 132 с.

6. Лобова О.В., Гончар Л.М. Біотехнологія в сільському господарстві: Навч. посібник 2-ге видання допов. – Київ, видавництво НУБІП України, 2019. – 543 с.
7. Екологічна біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія. Цехмістренко С.І., Бітюцький В. С., Цехмістренко О.С., Демченко О. А., Мельниченко О. М., Біла Церква. 2022, 273 с.