

# ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра біотехнології та хімії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Таміла РОМАШКО

«04» Вересня 2024 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(обов'язкова навчальна дисципліна)

### Загальна біотехнологія

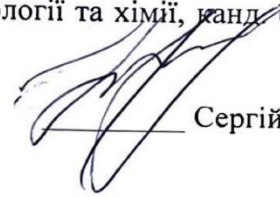
освітньо-професійна програма Біотехнології та біоінженерія  
спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія  
галузь знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія  
освітній ступінь бакалавр  
навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Робоча програма навчальної дисципліни «Загальна біотехнологія» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Біотехнології та біоінженерія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія

Мова викладання: державна

Розробник: Сергій КОРИННИЙ, доцент кафедри біотехнології та хімії, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник.

«02» вересня 2024 року



Сергій КОРИННИЙ

Схвалена на засіданні кафедри біотехнології та хімії  
протокол від 02.09.2024 р. № 1

Погоджено гарантом освітньої програми Біотехнології та біоінженерія

«02» 09 2024 року



Сергій КОРИННИЙ

Схвалено головою ради з якості вищої освіти  
спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія  
протокол від 3 вересня 2024 р. № 1



Ірина КОРОТКОВА

## 1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання
Загальна кількість годин –	180
Кількість кредитів –	6
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти ( <i>обов'язкова</i> чи <i>вибіркова</i> )	Обов'язкова
Рік навчання (шифр курсу)	2-й 162БТБбд_2023
Семестр	4
Лекції (годин)	34
Лабораторні (годин)	26
Самостійна робота (годин)	120
Форма семестрового контролю	екзамен

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни:

Формування у здобувачів вищої освіти теоретичного базису та практичних навичок щодо умов і особливостей культивування біологічних агентів – продуцентів біологічно-активних речовин, процесів біосинтезу цільового продукту, методів керування процесами біосинтезу, способів та прийомів промислової реалізації біотехнологічного процесу.

## 3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, які передують її вивченню: біологія клітин і тканин, біофізика, основи біоіндикації та біотестування, фізіологія рослин, неорганічна та органічна хімія, аналітична хімія, основи біобезпеки та біоетики.

## 4. Компетентності:

### *інтегральна:*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.

### *загальні:*

К05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

### *фахові:*

К13. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

К14. Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів.

К15. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва.

К22. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.

К26. Здатність орієнтуватися в основних біотехнологічних концепціях, і теоріях, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарських рослин.

## 5. Програмні результати навчання/ результати навчання

ПР03. Вміти розраховувати склад поживних середовищ, визначати особливості їх приготування та стерилізації, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.

ПР07. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для

визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.

ПР08. Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів.

ПР09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу.

ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва).

ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.

ПР17. Вміти складати матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання та карту постадійного контролю з наведенням контрольних точок виробництва.

ПР20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезуюча здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).

**Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання**

<b>Програмний результат навчання (визначений освітньою програмою)</b>	<b>Очікувані результати навчання навчальної дисципліни</b>
ПР03. Вміти розраховувати склад поживних середовищ, визначати особливості їх приготування та стерилізації, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.	Знати склад основних компонентів поживних середовищ, особливості їх приготування та стерилізації, фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.
	Вміти розраховувати склад поживних середовищ, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції
	Вміти аналізувати якість сировини та готової продукції
ПР07. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.	Знати склад та структуру клітин різних біологічних агентів, оптимальні умови їх культивування та оцінювати їх потенціал щодо використання у біотехнологіях (клітинній та генній інженерії).
	Вміти визначати оптимальні умови культивування різних біологічних агентів для забезпечення максимального потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнологіях.
ПР08. Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів.	Знати характеристики мікроорганізмів різних систематичних груп та морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів.
	Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп та визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів
ПР09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів.	Знати склад базових поживних середовищ для вирощування різних біологічних агентів.
	Вміти складати базові поживні середовища для

	вирощування різних біологічних агентів.
ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва).	Знати основні техніко-економічні показники виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення
	Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення, здійснювати розрахунки потужності виробництва, визначати потреби у цільовому продукті
ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.	Знати основні біологічні агенти, склад поживних середовищ і способи культивування, необхідні допоміжні роботи та основні стадії технологічних процесів.
	Обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.
ПР17. Вміти складати матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання та карту постадійного контролю з наведенням контрольних точок виробництва.	Знати основні складові матеріального балансу на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання
	Вміти складати матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, здійснювати постадійний контроль з наведенням контрольних точок виробництва
ПР20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезуюча здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).	Знати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезуюча здатність біологічних агентів
	Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу

## 6. Методи навчання і викладання

Словесні методи: розповідь, пояснення, бесіда.

Наочні методи: ілюстрування, демонстрування.

Практичні методи: виконання лабораторних робіт, робота з навчально-методичною літературою, нормативними документами, фазовими науковими публікаціями.

Інтерактивні методи: дискусії і групові обговорення.

Комп'ютерні і мультимедійні методи: використання мультимедійних презентацій, системи дистанційного навчання.

## 7. Програма навчальної дисципліни:

**Тема 1. Предмет та значення біотехнологічної галузі. Виникнення та основні етапи розвитку біотехнології.**

Особливості та відмінності біотехнологій у порівнянні з іншими технологічними процесами (технологіями). Базова термінологія. Принципи класифікації та приклади класифікацій біотехнологічних виробництв.

Мікробіологічна промисловість, як базова складова частина сучасної біотехнології. Сфери використання біосинтетичного потенціалу мікроорганізмів. Галузі застосування продукції біотехнологічних виробництв.

Основні наукові центри та промислові підприємства галузі. Тенденції розвитку біотехнологічних досліджень. Основні біотехнологічні фірми розвинутих країн. Організація біотехнологічних досліджень та розвиток біотехнологічного виробництва в Україні. Підготовка біотехнологічних кадрів.

### **Тема 2. Напрямки сучасної біотехнології .**

Сучасні та новітні напрямки розвитку біотехнології та біотехнологічної промисловості. Напрямки сучасної біотехнології: ДНК технології, генна інженерія і генетична трансформація, біоелектроніка, клонування рослин і тварин, біотрансформація, промисловий біотехнологічний синтез, біотехнологія в харчовій і фармацевтичній промисловості, екологічні біотехнології, біоенергетика, біогеотехнологія, протеоміка, геноміка, біоінформатика, нанобіотехнологія.

### **Тема 3. Основні принципи та об'єкти мікробних технологій. Селекція промислових штамів мікроорганізмів.**

Клітини мікроорганізмів, рослин та тканин як промислові продуценти біологічно активних речовин. Бактерії, дріжджі, цвільові гриби та мікроскопічні водорості, що використовуються в біотехнології. Переваги мікроорганізмів, порівняно з іншими організмами, у синтезі біологічно активних речовин.

Основні вимоги до промислових та промислово-перспективних продуцентів БАР, критерії відбору. Виділення продуцентів з природних джерел. Параметри, за якими оцінюється мінливість культур за практично важливими ознаками. Застосування основних закономірностей регуляції метаболізму у мікроорганізмів для підвищення їх продуктивності. Залежність метаболічної активності мікроорганізмів від впливу факторів оточуючого середовища: температури, аерації, рН, складу і концентрації компонентів середовища.

Ступінчаста селекція промислових мікроорганізмів. Принципи використання мутагенів в селекції мікроорганізмів. Використання мутантів у селекції (ауксотрофних, прототрофних ревертантів, стійких до аналогів метаболітів, стійких до антибіотиків, із зміненним транспортуванням метаболітів). Принципи отримання мутантів мікроорганізмів з порушеним регулюванням синтезу метаболітів.

### **Тема 4. Конструювання біотехнологічних штамів мікроорганізмів та методи зберігання промислових культур.**

Роль гібридизації в селекції промислових мікроорганізмів. Принципи генно-інженерного конструювання біотехнологічних продуцентів. Генно-інженерні штами мікроорганізмів – продуценти біологічно активних речовин. Підготовка мікроорганізмів до виробничого процесу, тривале зберігання і підтримання в активному стані промислових мікроорганізмів.

Основне завдання зберігання промислових культур. Періодичні пересіви. Ліофілізація. Висушування. Зберігання культур під мінеральною олією. Зберігання культур при низьких та ультра низьких температурах.

### **Тема 5. Узагальнена схема біотехнологічних виробництв. Стадії біотехнологічних виробництв.**

Підготовчі (передферментаційні) процеси, культивування біологічних агентів, виділення та стандартизації біологічно активних речовин.

Технологічні засади санітарної підготовки виробництва. Підготовка, мийка та стерилізація обладнання та комунікацій.

### **Тема 6. Вимоги до асептики в біотехнологічних процесах.**

Методи аерації і стерилізації повітря. Способи очищення та стерилізації повітря для біосинтезу та виробничих приміщень. Типові технологічні прийоми стерилізації повітря. Повітряні фільтри. Принципи вибору фільтруючих матеріалів повітряних фільтрів. Оцінка ефективності очистки та стерилізації повітря. Контроль ефективності очистки та стерилізації повітря. Технологічна схема отримання стерильного повітря.

### **Тема 7. Поживні середовища в біотехнології.**

Класифікація поживних середовищ, що використовуються в біотехнології. Підбір складу поживного середовища, розробка технологічних етапів культивування в залежності від механізмів регуляції метаболічних шляхів та фізіологічних особливостей клітин промислового штаму.

Сировинна база біотехнології. Основні джерела головних та міnorних елементів. Рости фактори. Попередники синтезу цільового продукту. Особливості поживних середовищ для культивування клітин рослин та тканин. Принципи створення поживних середовищ, вимоги до компонентів. Підготовка поживних середовищ для виробничого біосинтезу: зберігання та дозування компонентів поживного середовища, способи стерилізації поживних середовищ. Контроль якісних показників поживних середовищ.

#### **Тема 8. Отримання посівного матеріалу.**

Посівний матеріал. Одержання посівного матеріалу для поверхневого та глибинного культивування. Музейні культури, робочі партії штамів-продуцентів БАР.

#### **Тема 9. Культивування мікроорганізмів. Ферментери.**

Класифікація ферментерів. Принципи вибору типового ферментаційного обладнання. Особливості технологій з використанням нативних та імобілізованих клітин мікроорганізмів. Особливості обладнання для культивування мікробних культур.

#### **Тема 10. Періодичне культивування і безперервне культивування. Матеріальний баланс.**

Періодичне культивування і його графічна інтерпретація. Глибинне культивування в ідеальному біореакторі періодичної дії. Логістична крива, як приклад однопараметричної моделі розвитку популяції. Базові кінетичні показники періодичного культивування. Кінетика утилізації субстрату і утворення метаболітів в періодичному режимі культивування. Питома швидкість росту, економічні коефіцієнти, вихід біомаси, ступінь використання субстрату, продуктивність біосинтезу, фізіологічна цінність субстрату. Математичне моделювання ростових процесів. Модель експоненційного росту. Кінетичні рівняння Моно, Ферхюльста-Пірла-Ріда, Ендрюса та інші.

Безперервне культивування. Кінетика збалансованого росту. Базові кінетичні показники та математичні моделі напівбезперервного та безперервного режимів культивування. Класифікація безперервних систем та методи керування ними, матеріальний баланс по біомасі та субстрату. Саморегуляція безперервних систем. Хемостатні, турбідостатні та інші системи керування безперервними процесами біосинтезу. Культивування в системі з декількох ідеальних біореакторів. Баланс біомаси та субстрату у батареї безперервних хемостатів. Технологічна реалізація типових способів безперервного культивування. Підтримка і контроль асептичних умов. Забезпечення і контроль умов росту культур: забезпечення аерації та стерилізації повітря, контроль температурного режиму, забезпечення газо- і масообміну, контроль складу і якості поживного середовища. Контроль стану біооб'єкту.

#### **Тема 11. Культивування рослинних і тваринних клітин та тканин.**

Особливості біотехнологічних процесів на основі культивування тваринних клітин. Суспензійні культури, умови їх отримання та вирощування. Особливості обладнання для лабораторного та промислового культивування ізольованих клітин і тканин. Штучні тканини. Клонування тварин. Трансгенні тварини.

Особливості біотехнологічних процесів на основі культивування рослинних клітин. Суспензійні культури, умови їх отримання та вирощування. Культивування калусних та суспензійних культур з метою одержання продуктів вторинного синтезу (алкалоїдів, глікозидів, ефірної олії, стеринів). Специфіка калусних тканин. Вибір експлантатів, підготовка і умови культивування ізольованих клітин, тканин та органел. Фактори, що впливають на синтез та накопичення метаболітів в культурі ізольованих клітин і тканин. Особливості обладнання для лабораторного та промислового культивування ізольованих клітин і тканин. Генна інженерія рослин: методологія. Отримання трансгенних рослин.

#### **Тема 12. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів біосинтезу.**

Концентрація, виділення та очищення цільового продукту. Принципи та типові технологічні рішення виділення цільових продуктів біосинтезу. Обґрунтування та вибір способів

виділення в залежності від характеристик продукту та місця його локалізації. Способи концентрування біомаси: відстоювання, флотація, осадження в полі штучно створених гравітаційних сил. Способи розділення твердої та рідкої фаз культуральної рідини: фільтрування, центрифугування, сепарування. Попередня обробка клітинних суспензій. Екстракція цільового продукту. Мембранні методи: діаліз, електродіаліз. Баромембранні способи: мікрофільтрація, ультрафільтрація, зворотний осмос. Методи осадження білків: органічними розчинниками, солями, вибірковою рН та Т-денатурацією, в ізоелектричній точці. Розділення та очищення продукту методами адсорбції.

### **Тема 13. Стабілізація і фасування цільового продукту. Випробування продуктів біотехнологічного виробництва.**

Отримання кінцевої форми продуктів мікробного синтезу. Стабілізація продукту. Наповнювачі та стабілізатори активності БАР. Термочутливість та ксерочутливість продуктів біосинтезу. Способи сушки продуктів. Вакуум-висушування, розпилююча та сублімаційна сушка. Вибір способу в залежності від характеристик субстанції, що висушується, та вимог до готового продукту. Товарні форми продуктів біосинтезу. Фасування, пакування, зберігання. Контроль виробництв продуктів біосинтезу. Види контролю, точки контролю, якість продукції в умовах ПП «Білоцерківської агропромислової групи» (БІАГР) Полтавського регіону.

Оцінка продуктів на відсутність контамінантів. Оцінка ідентичності або достовірності біотехнологічних продуктів. Оцінка нешкідливості продуктів біотехнології.

### **Тема 14. Використання мікробіологічних процесів оздоровлення довкілля.**

Очисні споруди і методи контролю їх роботи. Екстенсивні способи очищення стічних вод: біологічні ставки, поля фільтрації, поля зрошення, методи електролізу, озонування, радіаційний. Інтенсивні способи очищення стічних вод: очисні споруди з аеробними та анаеробними процесами. Аеротенки та метантенки. Біоконвейєри.

Виробництво біогазу (на прикладі біогазового комплексу м. Глобино) та біоетанолу. Отримання біогазу та органічних добрив при анаеробній ферментації відходів, які містять органічні речовини.

### **Тема 15. Переробка відходів: аеробний й анаеробний розклад. Біотехнологія металів. Біотрансформація органічних сполук.**

Мікробна переробка відходів і побічних продуктів сільського господарства. Біологічна переробка промислових відходів на смітниках, токсичних і небезпечних відходів. Очищення газоподібних відходів та ґрунту.

Вилуговування металів. Мікроорганізми, що беруть участь у вилуговуванні сульфідних мінералів. Технологія бактеріального вилуговування металів. Біосорбція металів із розчинів. Акумуляція металів зі стічних вод.

Мікробна деградація і конверсія ксенобіотиків у навколишньому середовищі. матеріалів мікроорганізмами. Види мікробної трансформації. Методи мікробної трансформації.

### **Тема 16. Виробництво бактеріальних добрив, біоінсектицидів, засобів захисту рослин та стимуляторів росту.**

Бактеріальні добрива та способи їх виготовлення. Типи бактерійних добрив та мікроорганізми, що використовуються для їх отримання. Одержання бактеріальних препаратів азотфіксуючих мікроорганізмів. Технологічні схеми отримання ризоторфіну, нітрагіну та азотобактерину. Стимуляція росту рослин вільноживучими азотфіксуючими бактеріями.

Виробництво біоінсектицидів, препаратів проти гризунів і мікробних засобів захисту рослин. Біопестициди. Мікробні та вірусні ентомоцидні препарати та засоби захисту рослин: токсини *Bacillus thuringiensis*, боверин, вірини, фітобактеріоміцин, трихотецин.

### **Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.**

Контроль досліджень у галузі біотехнологій. Особливості контролю нешкідливості харчових продуктів та харчових добавок. Патентування біотехнологічних винаходів. Економічні та соціальні аспекти біотехнологій. Контроль використання біотехнологічних заходів. Контроль за виробництвом та споживання харчових продуктів і харчових добавок. Контролювання вивільнення генетично модифікованих організмів у навколишнє середовище.



### Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин			
	денна форма (162БТБ 23)			
	Усього	у тому числі		
л		лаб.	с.р	
<b>Тема 1.</b> Предмет та значення біотехнологічної галузі. Виникнення та основні етапи розвитку біотехнології.	9	2		7
<b>Тема 2.</b> Напрямки сучасної біотехнології.	9	2		7
<b>Тема 3.</b> Основні принципи та об'єкти мікробних технологій. Селекція промислових штамів мікроорганізмів.	11	2	2	7
<b>Тема 4.</b> Конструювання біотехнологічних штамів мікроорганізмів та методи зберігання промислових культур.	9	2		7
<b>Тема 5.</b> Узагальнена схема біотехнологічних виробництв. Стадії біотехнологічних виробництв.	13	2	4	7
<b>Тема 6.</b> Вимоги до асептики в біотехнологічних процесах.	9	2		7
<b>Тема 7.</b> Поживні середовища в біотехнології.	13	2	4	7
<b>Тема 8.</b> Отримання посівного матеріалу.	9	2		7
<b>Тема 9.</b> Культивування мікроорганізмів. Ферментери.	9	2		7
<b>Тема 10.</b> Періодичне культивування і безперервне культивування. Матеріальний баланс.	13	2	4	7
<b>Тема 11.</b> Культивування рослинних і тваринних клітин та тканин.	9	2		7
<b>Тема 12.</b> Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів біосинтезу.	9	2		7
<b>Тема 13.</b> Стабілізація і фасування цільового продукту. Випробування продуктів біотехнологічного виробництва.	13	2	4	7
<b>Тема 14.</b> Використання мікробіологічних процесів оздоровлення довкілля.	9	2		7
<b>Тема 15.</b> Переробка відходів: аеробний й анаеробний розклад. Біотехнологія металів. Біотрансформація органічних сполук.	13	2	4	7
<b>Тема 16.</b> Виробництво бактеріальних добрив, біоінсектицидів і засобів захисту рослин та стимуляторів росту.	14	2	4	8
<b>Тема 17.</b> Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.	9	2		7
<b>Усього годин</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>120</b>

### 8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма (162БТБбд 23)
1	Тема 1. Правила техніки безпеки при роботі у біотехнологічній лабораторії. Спеціальні види лабораторного обладнання для проведення біотехнологічного процесу.	2
2	Тема 2. Різноманітність об'єктів біотехнології, їх особливості.	4
3	Тема 3. Приготування основних видів живильних середовищ, що використовуються у біотехнологічних процесах.	4
4	Тема 4. Скринінгове дослідження антимікробної активності рослинних екстрактів.	4
5	Тема 5. Культивування аеробних мікроорганізмів.	4
6	Тема 6. Контроль повітря виробничих приміщень біотехнологічних виробництв .	4

7	Тема 7. Контроль якості води на біотехнологічних підприємствах.	4
	<b>Разом</b>	<b>26</b>

### 9. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма (162БТБбд_23)
1	<b>Тема 1.</b> Предмет та значення біотехнологічної галузі. Виникнення та основні етапи розвитку біотехнології.	7
2	<b>Тема 2.</b> Напрямки сучасної біотехнології.	7
3	<b>Тема 3.</b> Основні принципи та об'єкти мікробних технологій. Селекція промислових штамів мікроорганізмів.	7
4	<b>Тема 4.</b> Конструювання біотехнологічних штамів мікроорганізмів та методи зберігання промислових культур.	7
5	<b>Тема 5.</b> Узагальнена схема біотехнологічних виробництв. Стадії біотехнологічних виробництв.	7
6	<b>Тема 6.</b> Вимоги до асептики в біотехнологічних процесах.	7
7	<b>Тема 7.</b> Поживні середовища в біотехнології.	7
8	<b>Тема 8.</b> Отримання посівного матеріалу.	7
9	<b>Тема 9.</b> Культивування мікроорганізмів. Ферментери.	7
10	<b>Тема 10.</b> Періодичне культивування і безперервне культивування. Матеріальний баланс.	7
11	<b>Тема 11.</b> Культивування рослинних і тваринних клітин та тканин.	7
12	<b>Тема 12.</b> Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів біосинтезу.	7
13	<b>Тема 13.</b> Стабілізація і фасування цільового продукту. Випробування продуктів біотехнологічного виробництва.	7
14	<b>Тема 14.</b> Використання мікробіологічних процесів оздоровлення довкілля.	7
15	<b>Тема 15.</b> Переробка відходів: аеробний й анаеробний розклад. Біотехнологія металів. Біотрансформація органічних сполук.	7
16	<b>Тема 16.</b> Виробництво бактеріальних добрив, біоінсектицидів і засобів захисту рослин та стимуляторів росту.	8
17	<b>Тема 17.</b> Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.	7
	<b>Разом</b>	<b>120</b>

### 10. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота здобувачів вищої освіти не передбачена навчальним планом.

### 11. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання / Результати навчання	Форми контролю програмних результатів навчання / результатів навчання
ПРО3. Вміти розраховувати склад поживних середовищ, визначати особливості їх приготування та стерилізації, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.	<b>Форми поточного контролю:</b> виконання і захист лабораторних робіт; виконання завдань самостійної роботи <b>Форма семестрового контролю:</b> екзамен

<p>ПР07. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.</p>	<p><b>Форми поточного контролю:</b> виконання і захист лабораторних робіт; виконання завдань самостійної роботи <b>Форма семестрового контролю:</b> екзамен</p>
<p>ПР08. Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів.</p>	<p><b>Форми поточного контролю:</b> виконання і захист лабораторних робіт; виконання завдань самостійної роботи <b>Форма семестрового контролю:</b> екзамен</p>
<p>ПР09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу.</p>	<p><b>Форми поточного контролю:</b> виконання і захист лабораторних робіт; виконання завдань самостійної роботи <b>Форма семестрового контролю:</b> екзамен</p>
<p>ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва).</p>	<p><b>Форми поточного контролю:</b> виконання завдань самостійної роботи <b>Форма семестрового контролю:</b> екзамен</p>
<p>ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.</p>	<p><b>Форми поточного контролю:</b> виконання і захист лабораторних робіт; виконання завдань самостійної роботи <b>Форма семестрового контролю:</b> екзамен</p>
<p>ПР17. Вміти складати матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання та карту постадійного контролю з наведенням контрольних точок виробництва.</p>	<p><b>Форми поточного контролю:</b> виконання завдань самостійної роботи <b>Форма семестрового контролю:</b> екзамен</p>
<p>ПР20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезуюча здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).</p>	<p><b>Форми поточного контролю:</b> виконання завдань самостійної роботи <b>Форма семестрового контролю:</b> екзамен</p>

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним результатом навчання. Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль і підсумкова оцінка рівня досягнення результатів навчання.

#### Схема нарахування балів із навчальної дисципліни

Назва теми / Форма семестрового контролю	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти			Разом
	Виконання та захист лабораторної роботи	Виконання самостійної роботи	Екзамен	

<b>Тема 1.</b> Предмет та значення біотехнологічної галузі. Виникнення та основні етапи розвитку біотехнології.		3		3
<b>Тема 2.</b> Напрямки сучасної біотехнології.		3		3
<b>Тема 3.</b> Основні принципи та об'єкти мікробних технологій. Селекція промислових штамів мікроорганізмів.	4	3		7
<b>Тема 4.</b> Конструювання біотехнологічних штамів мікроорганізмів та методи зберігання промислових культур.		3		3
<b>Тема 5.</b> Узагальнена схема біотехнологічних виробництв. Стадії біотехнологічних виробництв.	4	3		7
<b>Тема 6.</b> Вимоги до асептики в біотехнологічних процесах.		3		3
<b>Тема 7.</b> Поживні середовища в біотехнології.	4	3		7
<b>Тема 8.</b> Отримання посівного матеріалу.		3		3
<b>Тема 9.</b> Культивування мікроорганізмів. Ферментери.		3		3
<b>Тема 10.</b> Періодичне культивування і безперервне культивування. Матеріальний баланс.	4	3		7
<b>Тема 11.</b> Культивування рослинних і тваринних клітин та тканин.		3		3
<b>Тема 12.</b> Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів біосинтезу.		3		3
<b>Тема 13.</b> Стабілізація і фасування цільового продукту. Випробування продуктів біотехнологічного виробництва.	4	3		7
<b>Тема 14.</b> Використання мікробіологічних процесів оздоровлення довкілля.		3		3
<b>Тема 15.</b> Переробка відходів: аеробний й анаеробний розклад. Біотехнологія металів. Біотрансформація органічних сполук.	4	3		7
<b>Тема 16.</b> Виробництво бактеріальних добрив, біоінсектицидів і засобів захисту рослин та стимуляторів росту.	4	4		8
<b>Тема 17.</b> Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.		3		3
<b>Екзамен</b>	-	-	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>Разом</b>	<b>28</b>	<b>52</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

#### Шкала та критерії оцінювання виконання та захисту лабораторної роботи

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
Теоретичні питання	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.
	1	Досить повно розкрито кожне питання, проявлено достатній рівень висвітлення теоретичних знань проте у відповіді здобувача вищої освіти наявні неточності та незначні помилки що свідчить про достатнє формування компетентностей та

		досягнення програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на достатньому рівні.
	2	Теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про повне формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання у здобувача на високому рівні.
<b>Практичне виконання лабораторної роботи</b>	0	Відсутність виконаних завдань лабораторної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання у здобувача
	1	Практичні завдання лабораторної роботи виконано правильно згідно з порядком виконання роботи, зроблено висновки, що мають неточності та незначні помилки, що свідчить про достатнє формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.
	2	Завдання лабораторної роботи виконано правильно згідно з порядком виконання роботи, здобувачем вищої освіти зроблено правильні висновки, що свідчить про повне формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.

#### **Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи**

<b>Бали</b>	<b>Критерії оцінювання</b>
0	Відсутність відповіді на питання самостійної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.
0,5	Досить повно розкрито кожне питання, проявлено достатній рівень висвітлення теоретичних знань, проте у відповіді здобувача вищої освіти наявні неточності та незначні помилки, що свідчить про формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на достатньому рівні.
1	Теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.

*Кожна тема самостійної роботи складається з 3-4 теоретичних питань.*

#### **Шкала та критерії оцінювання екзамену**

**Вид контролю:** екзамен проводиться за екзаменаційними білетами, в терміни, встановлені графіком навчального процесу та в обсязі навчального матеріалу, визначеного програмою навчальної дисципліни. Здобувач вищої освіти може бути недопущеним до екзамену у разі набрання кількості балів менше ніж межа незадовільного навчання на дату семестрового контролю.

**Мета підсумкового контролю:** перевірка успішності засвоєння студентами теоретичного матеріалу та рівня сформованості вмінь і навичок з навчальної дисципліни та умінь здобувачів вищої освіти використовувати набуті компетентності та програмні результати навчання для виконання практичних завдань.

**Час виконання:** 20 хвилин

**Зміст і структура екзаменаційних білетів:** Екзаменаційні білети містять запитання та завдання, засвоєння яких передбачено робочою програмою навчальної дисципліни. Кількість завдань у екзаменаційному білеті чотири, складність запитань і завдань, викладених у білетах, для екзамену є приблизно однаковою і дає змогу здобувачу вищої освіти за час, відведений для відповіді, ґрунтовно та в повному обсязі розкрити зміст усіх запитань і завдань. Кожне завдання максимально оцінюється у 5 балів, максимальна сумарна кількість балів за іспит становить 20 балів.

Кількість балів	Критерії оцінювання
5 балів	Відповідь правильна, повна, послідовна, логічна; студент впевнено володіє фактичним матеріалом з усього курсу дисципліни, вміє застосовувати його щодо конкретно поставлених завдань, чітко орієнтується в матеріалі, аналізує причинно-наслідкові зв'язки, оптимально й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях, може аналізувати та співставляти дані об'єктів діяльності.
4 бали	Відповідь правильна, повна, послідовна, логічна; студент впевнено володіє фактичним матеріалом з усього курсу дисципліни, вміє застосовувати його щодо конкретно поставлених завдань, чітко орієнтується в матеріалі, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного застосування; студент має навички користування нормативним матеріалом і вміло застосовує його при відповідях; відповідь на теоретичні запитання дає з використанням відповідної термінології, допускаючи при цьому 1-2 незначні помилки з фактичного матеріалу.
3 бали	Відповідь правильна, послідовна, логічна, але студент допускає у викладі окремі незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосовувати його щодо конкретно поставлених завдань, розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати завдання на рівні відтворення, аналогічно до тих, що розглядались з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і помилок, які може усунути за допомогою викладача, має навички користування нормативним матеріалом; допускає 3-4 помилки.
2 бали	Студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповіді, не досить впевнено орієнтується у нормативній базі, не завжди вміє інтегровано застосовувати набуті знання для аналізу конкретних ситуацій, нечітко, а інколи й невірно формулює основні теоретичні положення та причинно-наслідкові зв'язки; здатний вирішувати завдання за зразком; володіє елементарними вміннями навчальної діяльності та допускає 5-6 помилок.
1 бал	Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, обумовлюється початковим уявленням про предмет вивчення, виявляє незнання більшої частини фактичного матеріалу; відповідь не розкриває поставлених запитань чи завдань; цілісність розуміння матеріалу з дисципліни відсутня, допускає грубі помилки.
0 балів	Студент не виконав відповідного завдання або виконав його повністю неправильно; незнання значної частини навчального матеріалу, невміння орієнтуватися при розв'язанні практичних задач, незнання основних фундаментальних положень, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання у здобувача.

## 12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачене при вивченні навчальної дисципліни

*Засоби навчання:* Ламінарний бокс БІОНОМ V, холодильник з морозильною камерою, термостат сухоповітряний TP SZ-1, шафа сухожарова ШОЛ 67/350, SUP-4, мікроскопи MICROmed XS-5520, набір постійних мікропрепаратів OPTIMA, ваги електронні TBE-0,21-0,001, стерилізатор лабораторний, предметні стекла, покривні стекла, скальпелі, хімічний посуд, голки, піпетки різного об'єму (2,5,10 мл), ареометр; термометри, чашки Петрі, фільтрувальний папір,

циліндр мірний 50 мл, 100 мл, ступка фарфорова, пробірки, штатив-підставка, гумова груша, препарувальна голка, предметні і покривні скельця, пінцет, піпетка, скальпель, бактеріологічна петля, скляний шпатель Дригальського, стерильні скляні трубки, спиртівка, центрифуга СМ-50.

Перелік інструментів, обладнання та устаткування, потрібного для вивчення навчальної дисципліни, забезпечує атестована навчально-наукова лабораторія Загальної біотехнології.

### 13. Політика навчальної дисципліни

- *щодо термінів виконання та перескладання.* Лабораторні завдання, завдання зі самостійної роботи, які здаються з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (20 %). Перескладання поточного та підсумкового контролю відбуваються за наявності поважних причин з дозволу директорату.
- *щодо академічної доброчесності:* здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Кодексу академічної доброчесності та Кодексу про етику викладача та здобувача вищої освіти Полтавського державного аграрного університету, Положення про запобігання та виявлення академічного плагіату в Полтавському державному аграрному університеті, Порядку перевірки академічних текстів на наявність текстових запозичень у Полтавському державному аграрному університеті. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.
- *щодо відвідування занять:* навчання здобувачів вищої освіти, що передбачає проведення навчальних занять згідно розкладу упродовж навчального року передбачає їх безпосередню участь в освітньому процесі. Відвідування здобувачами вищої освіти всіх видів навчальних занять є обов'язковим. Відмітка про відвідування занять здобувачами здійснюється в журналі обліку аудиторної навчальної роботи викладача.
- *щодо зарахування результатів неформальної / інформальної освіти:* на здобувачів вищої освіти поширюється право про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті перед опануванням даної освітньої компоненти. Особливості неформального/інформального навчання регламентовані Положенням про порядок визнання результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті, здобувачами вищої освіти Полтавського державного аграрного університету.
- *щодо оскарження результатів оцінювання:* після оголошення результатів поточного або семестрового контролю здобувач освіти має право звернутися до викладача з проханням надати роз'яснення щодо отриманої оцінки. У разі неможливості спільного врегулювання ситуації здобувач вищої освіти має право оскаржити результати контрольних заходів. Підставами для оскарження результату оцінювання можуть бути: недотримання викладачем системи оцінювання, вказаної у робочій програмі навчальної дисципліни, необ'єктивне оцінювання та/або наявність конфлікту інтересів, якщо про його існування здобувачу вищої освіти не було і не могло бути відомо до проведення оцінювання. Результат оцінювання може бути оскаржений не пізніше наступного робочого дня після його оголошення. Для оскарження результату оцінювання здобувач вищої освіти звертається з письмовою заявою до директора навчально-наукового інституту, яку розглядає апеляційна комісія, сформована розпорядженням директора інституту. Апеляційна комісія протягом трьох робочих днів ухвалює рішення про наявність або відсутність підстав оскарження результату оцінювання. Присутність здобувача вищої освіти на засіданнях апеляційної комісії є обов'язковою. Висновки апеляційної комісії оформляються відповідним протоколом і доводяться до відома здобувача вищої освіти і

викладача. Результатом розгляду апеляції є прийняття апеляційною комісією одного з двох рішень: попередня оцінка знань здобувача вищої освіти відповідає рівню досягнення результатів навчання і не змінюється або попередня оцінка знань здобувача вищої освіти не відповідає рівню досягнення результатів і здобувач заслуговує іншої оцінки (вказується нова оцінка відповідно до чинної в Університеті шкали оцінювання результатів навчання). За результатом апеляції оцінка результатів навчання здобувача вищої освіти не може бути зменшена.

#### **14. Рекомендовані джерела інформації**

##### **Основні**

1. Біотехнологія: Підручник В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; Під общ. ред. В.Г. Герасименка. К.: Фірма «ІНКОС», 2006. 647 с.
2. Пирог Т. П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія. Київ: Видавництво НУХТ, 2009. 471 с.
3. Швед О. В., Миколів О. Б., Комаровська-Порохнявець О. З. Екологічна біотехнологія: навчальний посібник. Львів, Видавництво НУ «ЛП», 2010. 348 с.
4. Юлевич О. І., Ковтун С. І., Гиль М. І. Біотехнологія: навчальний посібник за ред. М. І. Гиль Миколаїв: МДАУ, 2012. 476 с
5. Яворська Г.В., Гудзь С.П., Гнатуш С.О. Промислова мікробіологія. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 256 с.
6. Біотехнологія з основами екології : навч. посіб. / І. М. Трохимчук, Н. В. Плюта, І. П. Логвиненко, Р. М. Сачук ; М-во освіти і науки України, Рівн. держ. гуманітар. ун-т. Київ : Кондор, 2019. 301 с.

##### **Допоміжні**

1. Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: навч. посіб. К.: НУХТ, 2010. 323 с.
2. Біотехнологія мікробного синтезу: навчальний посібник. НУБіП України. Патица Т.І., Патица М.В. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018: 272.
3. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник. М.Д. Мельничук, О.Л.Кляченко, В.В.Бородай, Ю.В. Коломієць. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014: 253.
4. Сидоров Ю.І., Влезло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості (3 томи). Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2004. 252 с.
5. Біоінженерія: підручник. О.Л. Кляченко, М.Д. Мельничук, Ю.В. Коломієць. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015: 458с.
6. Стасевич М. В.. Технологічне обладнання фармацевтичної та біотехнологічної промисловості: підручник для студентів вищих навчальних закладів. уклад.: Стасевич М.В., А.О. Миляннич, Л.С. Стрельников, Т.В. Крутських та ін. Львів. Національний університет "Львівська політехніка", Національний фармацевтичний університет, 2020. 409 с.