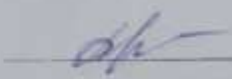


ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра біотехнології та хімії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Таміла РОМАШКО

« 30 » серпня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(обов'язкова навчальна дисципліна)

Загальна біотехнологія

освітньо-професійна програма «Біотехнології та біоінженерія»

спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

освітній ступінь Бакалавр

факультет / інститут факультет агротехнологій та екології

Полтава

2021 – 2022 н.р.

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(и): Сергій КОРИННИЙ, доцент кафедри біотехнології та хімії,
кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

«30» серпня 2021 року

Розробник(и)



(Сергій КОРИННИЙ)

Схвалено на засіданні кафедри біотехнології та хімії

протокол від 30 серпня 2021 р. № 1

Затверджено завідувачем кафедри

« 30 » серпня 2021 року



(Таміла РОМАШКО)

Погоджено гарантом освітньої програми «Біотехнології та біоінженерія»

« 30 » серпня 2021 року



(Василь ТАРОНІЯ)

(підпис) (Пісьмє ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено головою НМР спеціальності «Біотехнології та біоінженерія»



(Ірина КОРОТКОВА)

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання ОП
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 курс)	2-й 162ББ
Семестр	4
Лекції (годин)	34
Лабораторні (годин)	26
Самостійна робота (годин)	124
у т. ч. індивідуальні завдання (вказати форму), годин	-
Форма семестрового контролю	екзамен

2. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, які передують її вивченню: цикл природничих дисциплін: закладів середньої освіти: рослини, тварини, загальна біологія, хімія.

3. Заплановані результати навчання

Мета вивчення навчальної дисципліни: сформувати у здобувачів вищої освіти знання умов і особливостей культивування біологічних агентів (БА) - продуцентів біологічно-активних речовин (БАР), процесів біосинтезу цільового продукту, методів керування процесами біосинтезу, способів та прийомів промислової реалізації біотехнологічного процесу, а також ознайомлення студентів із принципами розробки біотехнологій.

Основні завдання навчальної дисципліни:

1. Ознайомити здобувачів вищої освіти зі станом та перспективами розвитку сучасної біотехнології та сферами застосування біотехнологій.
2. Розглянути питання сучасної систематики мікроорганізмів – продуцентів БАР.
3. Висвітлити особливості сировинної бази та принципи створення поживних середовищ, що використовуються в біотехнології.
4. Ознайомити здобувачів вищої освіти з основними стадіями біотехнологічного процесу
5. Подати необхідну інформацію про принципи математичного моделювання кінетики розвитку популяції біологічних агентів.
6. Розглянути проблему значення та способи забезпечення асептики в біотехнологічній практиці.

7. Ознайомити здобувачів вищої освіти зі способами культивування клітин мікроорганізмів, рослин та тканин в лабораторних та промислових умовах.

8. Висвітлити основні технологічні засади екологічної біотехнології.

Компетентності:

Інтегральна компетентність: 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 компетентності:

K06. Навички здійснення безпечної діяльності.

K07. Прагнення до збереження навколишнього середовища

Фахові компетентності:

K12. Здатність здійснювати аналіз нормативної документації, необхідної для забезпечення інженерної діяльності в галузі біотехнології.

K13. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

K14. Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів.

K18. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

K24. Здатність дотримуватися вимог біобезпеки, біозахисту та біоетики.

K25. Здатність застосовувати знання та розуміння фізіологічних процесів сільськогосподарських рослин для розв'язання виробничих біотехнологічних завдань.

K26. Здатність орієнтуватися в основних біотехнологічних концепціях, і теоріях, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарських рослин.

Програмні результати навчання:

ПР04. Вміти застосовувати положення нормативних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, атестації виробництва, вимоги до організації систем управління якістю на підприємствах, правила оформлення технічної документації та ведення технологічного процесу, базуючись на знаннях, одержаних під час практичної підготовки.

ПР05. Вміти аналізувати нормативні документи (державні та галузеві стандарти, технічні умови, настанови тощо), складати окремі розділи технологічної та аналітичної документації на біотехнологічні продукти різного призначення; аналізувати технологічні ситуації, обирати раціональні технологічні рішення.

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).

ПР21. Вміти формувати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

Методи навчання

за джерелом знань (МН):

МН 1 *словесні методи* 1). лекція, 4). інструктаж;

МН 2 *наочні методи* 2) демонстрування, 3) спостереження;

МН 3 *практичні методи* 3) лабораторні роботи, 5) робота з навчально-методичною літературою;

за логікою (МНЛ): МНЛ 1 *індуктивний* від часткового до загального, від конкретного до абстрактного;

МНЛ 2 *дедуктивний* від загального до часткового, від абстрактного до конкретного;

МНЛ 6 *порівняння* полягає у виявленні подібності та відмінностей між предметами і явищами;

за ступенем керівництва (МНСР): МНСР 1 *методи самостійної роботи вдома* 1) усні та письмові домашні завдання, 2) завдання самостійної роботи;

МНСР 2 *робота під керівництвом викладача* 1) самостійна робота, 3) виконання письмових робіт, 4) виконання практичних завдань;

Інноваційні методи навчання: МНІ 1 *бінарні методи* 1) словесно-інформаційний, 5) наочно-ілюстративний,

МНІ 4 *комп'ютерні і мультимедійні методи* 1) використання мультимедійних презентацій;

4. 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 та прикладної мікробіології. 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, ДНК-технології, біотрансформація, ДНК технології діагностики збудників захворювання, 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, цільові гриби та мікроскопічні водорості, що використовуються в прикладній мікробіології. 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 зміненим 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 (предферментаційні) 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 у 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. Ростові 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.

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 інш.

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 ізолюваних 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 ізолюваних клітин, тканин та органел. Фактори, що впливають на синтез та накопичення метаболітів в культурі ізолюваних клітин і тканин. Особливості обладнання для лабораторного та промислового культивування ізолюваних 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 у виробництві продуктів біосинтезу. Види контролю, точки контролю, якість продукції.

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. Аеротенкі та метантенкі. Біоконвейєри.

Виробництво біогазу та паливного етанолу. 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. Використання мікроорганізмів для зниження вмісту метану в шахтах та для підвищення нафтовіддачі пластів Очищення вугілля, нафти і газу.

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

Тема 16. Виробництво бактерійних добрив, біоінсектицидів і способів захисту рослин.

Бактерійні 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, фітобактріоміцин, трихотецин..

Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.

Контроль досліджень у галузі мікробних біотехнологій. Особливості контролю нешкідливості харчових продуктів та харчових добавок. Патентування біотехнологічних винаходів. Економічні та соціальні аспекти прикладної мікробіології. Контроль досліджень у галузі мікробних біотехнологій та патентування біотехнологічних винаходів. Контроль використання біотехнологічних заходів. Контроль за виробництвом та споживання харчових продуктів і харчових добавок. Запобігання ризику впровадження досягнень мікробних технологій. Контролювання вивільнення генетично модифікованих організмів у навколишнє середовище.

5. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назва тем	Кількість годин			
	Денна форма 162ББ			
	Усього	В т. ч.		
		л	лаб	ср
Тема 1. Предмет та значення біотехнологічної галузі.	9	2		7
Тема 2. Напрямки сучасної біотехнології .	9	2		7
Тема 3. Основні принципи та об'єкти мікробних технологій. Селекція промислових штамів мікроорганізмів.	13	2	4	7
Тема 4. Конструювання біотехнологічних штамів мікроорганізмів та методи зберігання промислових культур.	13	2	4	7
Тема 5. Узагальнена схема біотехнологічних виробництв. Стадії біотехнологічних виробництв.	9	2		7
Тема 6. Вимоги до асептики в біотехнологічних процесах.	13	2	4	7
Тема 7. Поживні середовища в біотехнології.	13	2	4	7
Тема 8. Отримання посівного матеріалу.	9	2		7
Тема 9. Культивування мікроорганізмів. Ферментери.	10	2		7
Тема 10. Періодичне культивування і безперервне культивування.	9	2		7
Тема 11. Культивування рослинних і тваринних клітин та тканин.	13	2	4	8
Тема 12. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів біосинтезу.	13	2	4	7
Тема 13. Стабілізація і фасування цільового продукту. Випробування продуктів біотехнологічного виробництва.	11	2	2	7
Тема 14. Використання мікробіологічних процесів оздоровлення довкілля.	9	2		7
Тема 15. Переробка відходів: аеробний й анаеробний розклад. Біотехнологія металів. Біотрансформація органічних сполук.	9	2		7

Тема 16. Виробництво бактерійних добрив, біоінсектицидів і способів захисту рослин.	9	2		7
Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.	9	2		7
Разом	180	34	26	120

6. Теми лабораторних занять

Назва теми	Кількість годин
	Денна форма (162ББ)
Тема 1. Основні принципи та об'єкти мікробних технологій. Селекція промислових штамів мікроорганізмів.	4
Тема 2. Конструювання біотехнологічних штамів мікроорганізмів та методи зберігання промислових культур.	4
Тема 3. Вимоги до асептики в біотехнологічних процесах.	4
Тема 4. Поживні середовища в біотехнології.	4
Тема 5. Культивування рослинних і тваринних клітин та тканин.	4
Тема 6. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів біосинтезу.	4
Тема 7. Стабілізація і фасування цільового продукту. Випробування продуктів біотехнологічного виробництва.	2
Разом:	26

7. Теми самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин
	Денна форма (162ББ)
<i>1</i>	2
Тема 1. Предмет та значення біотехнологічної галузі.	7
Тема 2. Напрямки сучасної біотехнології .	7
Тема 3. Основні принципи та об'єкти мікробних технологій. Селекція промислових штамів мікроорганізмів.	7
Тема 4. Конструювання біотехнологічних штамів мікроорганізмів та методи зберігання промислових культур.	7
Тема 5. Узагальнена схема біотехнологічних виробництв. Стадії біотехнологічних виробництв.	7
Тема 6. Вимоги до асептики в біотехнологічних процесах.	7
Тема 7. Поживні середовища в біотехнології.	7
Тема 8. Отримання посівного матеріалу.	7
Тема 9. Культивування мікроорганізмів. Ферментери.	7
Тема 10. Періодичне культивування і безперервне культивування.	7

Тема 11. Культивування рослинних і тваринних клітин та тканин.	8
Тема 12. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів біосинтезу.	7
Тема 13. Стабілізація і фасування цільового продукту. Випробування продуктів біотехнологічного виробництва.	7
Тема 14. Використання мікробіологічних процесів оздоровлення довкілля.	7
Тема 15. Переробка відходів: аеробний й анаеробний розклад. Біотехнологія металів. Біотрансформація органічних сполук.	7
Тема 16. Виробництво бактерійних добрив, біоінсектицидів і способів захисту рослин.	7
Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.	7
Разом	120

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені робочим та навчальним планом з дисципліни

9. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю
ПР04. Вміти застосовувати положення нормативних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, атестації виробництва, вимоги до організації систем управління якістю на підприємствах, правила оформлення технічної документації та ведення технологічного процесу, базуючись на знаннях, одержаних під час практичної підготовки.	Лабораторна робота
ПР05. Вміти аналізувати нормативні документи (державні та галузеві стандарти, технічні умови, настанови тощо), складати окремі розділи технологічної та аналітичної документації на біотехнологічні продукти різного призначення; аналізувати технологічні ситуації, обирати раціональні технологічні рішення.	Лабораторна робота
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	Самостійна робота

субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).	
ПР21. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.	Самостійна робота

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання.

Забезпечення тематикою дисципліни успішного опанування програмних результатів навчання для здобувачів вищої освіти (162ББ)

Теми занять	Програмні результати навчання				Разом
	ПР04	ПР05	ПР20	ПР21	
<i>1</i>		2	3	4	5
Тема 1. Предмет та значення біотехнологічної галузі.			+	+	2
Тема 2. Напрямки сучасної біотехнології.			+	+	2
Тема 3. Основні принципи та об'єкти мікробних технологій. Селекція промислових штамів мікроорганізмів.	+	+	+	+	4
Тема 4. Конструювання біотехнологічних штамів мікроорганізмів та методи зберігання промислових культур.	+	+	+	+	4
Тема 5. Узагальнена схема біотехнологічних виробництв. Стадії біотехнологічних виробництв.			+	+	2
Тема 6. Вимоги до асептики в біотехнологічних процесах.	+	+	+	+	4
Тема 7. Поживні середовища в біотехнології.	+	+	+	+	4
Тема 8. Отримання посівного матеріалу.			+	+	2
Тема 9. Культивування мікроорганізмів. Ферментери.			+	+	2
Тема 10. Періодичне культивування і безперервне культивування.			+	+	2
Тема 11. Культивування рослинних і тваринних клітин та тканин.	+	+	+	+	4
Тема 12. Технологічні процеси виділення, очищення та сушки продуктів біосинтезу.			+	+	2
Тема 13. Стабілізація і фасування цільового продукту. Випробування продуктів біотехнологічного виробництва.			+	+	2
Тема 14. Використання мікробіологічних процесів оздоровлення довкілля.	+	+	+	+	4
Тема 15. Переробка відходів: аеробний й анаеробний розклад. Біотехнологія металів. Біотрансформація органічних сполук.			+	+	2
Тема 16. Виробництво бактерійних добрив, біоінсектицидів і способів захисту рослин.	+	+	+	+	4
Тема 17. Етичні, правові та соціальні аспекти			+	+	2

біотехнології.					
Разом	7	7	17	17	48
максимальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	9	9	41	41	100
мінімальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	5	5	25	25	60

Критерії успішного опанування програмних результатів навчання

Програмні результати навчання	Відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	Пороговий рівень оцінок, балів	
		максимальний	мінімальний
ПР04	9	9	5
ПР05	9	9	5
ПР20	41	41	25
ПР21	41	41	25
Разом	100	100	60

10. Форми контролю результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю			Разом
	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Екзамен	
ПР04	13			13
ПР05	13			13
ПР20		27		27
ПР21		27		27
Разом	26	54	20	100

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти (162 ББ) на екзамені*

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
для теоретичного питання	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	1	Відповіді на теоретичні питання скорочені, не розкривають питання в повному обсязі, з залученням лише матеріалу конспекту лекцій, або застарілих літературних джерел.
	2	Відповіді на теоретичні питання скорочені, не розкривають питання в повному обсязі, з залученням лише матеріалу конспекту лекцій, або застарілих літературних джерел.
	3	Досить повно розкрито кожне питання, проявлено достатній рівень висвітлення теоретичних знань, використані літературні джерела датуються останніми роками.
	4	Теоретичне питання розкрито повністю, проте у відповіді є деякі неточності, що свідчить про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на досить високому рівні.

	5	теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
--	---	---

**екзамен складається з 4 теоретичних питань.
Максимальна кількість балів за екзамен – 20.*

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
(162 ББ) на лабораторному занятті**

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Теоретичні питання	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	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 отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на достатньому рівні.
	2	теоретичне питання розкрито повністю, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
Практичне виконання лабораторної роботи	0	відсутність лабораторної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	1	Практичні завдання лабораторної роботи виконано правильно згідно з інструкцією, здобувачем вищої освіти, зроблено висновки, що мають неточності та незначні помилки, що свідчить про достатнє формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на достатньому рівні.
	2	Практичні завдання лабораторної роботи виконано правильно згідно з інструкцією, здобувачем вищої освіти зроблено правильні висновки, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти (162 ББ) самостійна робота

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	2	3
для теоретичного питання	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	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 достатнє формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на достатньому рівні.
	1	теоретичне питання розкрито повністю, наведено приклади з життєвих ситуацій, що свідчить про повне формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.

Кожна тема самостійної роботи складається з 3 теоретичних питань.

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

Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення необхідного для вивчення навчальної дисципліни забезпечує навчальна лабораторія біохімі.

12. 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 «ІНКІОС», 2006. — 647 с.
2. Божков А. И. Биотехнология. Фундаментальные и промышленные аспекты. Харьков, Федорко, 2008. — 363 с.
3. Пирог Т. П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія. Київ: Видавництво НУХТ, 2009. — 471 с.
4. Швед О. В., Миколів О. Б., Комаровська-Порохнявець О. З. Екологічна біотехнологія: навчальний посібник. Львів, Видавництво НУ «ЛП», 2010. - 348 с.

Допоміжні

1. Юлевич О. І. Біотехнологія : навчальний посібник / О. І. Юлевич, С. І. Ковтун, М. І. Гиль ; за ред. М. І. Гиль. — Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с
2. Яворська Г.В., Гудзь С.П., Гнатуш С.О. Промислова мікробіологія. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. — 256 с.

інформаційні джерела мережі інтернет

- http://bioengineering.kpi.ua/attachments/article/254/Biotechnologi_Gerasimenko.pdf
<http://nashol.com/2016052589462/osnovi-promishlennoi-biotechnologii-birukov-v-v-2004.html>
<http://bio-x.ru/books/osnovy-promyshlennoy-biotechnologii>
<http://ukrbukva.net/107747-Ob-ekty-biotechnologii-v-pishevoiy-promyshlennosti.html>