

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
(назва інституту/факультету)

Кафедра біохімії та біотехнології
(назва кафедри)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНІБХБ

Руслан БЕСПАЛЬКО

2024

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
Культивування біологічних агентів
обов'язкова

Освітньо-професійна програма
Спеціальність
Галузь знань
Рівень вищої освіти
Мова навчання

Біотехнології та біоінженерія
162 – Біотехнології та біоінженерія
16 – Хімічна інженерія та біоінженерія
перший (бакалаврський)
українська

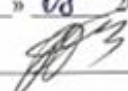
Чернівці 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Культивування біологічних агентів» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біотехнології та біоінженерія», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 4, від 24.04.2023)

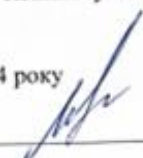
Розробник: к.б.н., доцент, асистент кафедри біохімії та біотехнології Чебан Лариса Миколаївна

Викладач: к.б.н., доцент, асистент кафедри біохімії та біотехнології Чебан Лариса Миколаївна

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри біохімії та біотехнології
Протокол № 1 від « 9 » 08 2024 року

Завідувач кафедри  Копильчук Г.П.

Схвалено методичною радою ННІБХБ
Протокол № 1 від « 9 » 08 2024 року

Голова методичної ради ННІБХБ  Москалик Г.Г.

1. Мета навчальної дисципліни Культивування біологічних агентів – обов’язкова дисципліна циклу професійної підготовки для студентів першого (бакалаврського) рівня навчання за спеціальністю – Біотехнології та біоінженерія. Призначення дисципліни - засвоєння студентами сучасних знань та навичок про основи вирощування (культивування) різних біологічних агентів в біотехнології.

Основна мета вивчення дисципліни - надання майбутнім фахівцям системи знань про особливості культивування різних систематичних груп біологічних агентів в умовах *in vitro*, особливості вибору умов культивування та апаратурного оформлення процесу культивування.

Пререквізити: дисципліна вивчається у 1 семестрі 1 курсу навчання, паралельно з освітніми компонентами «Вступ до фаху та основи наукових досліджень», «Біологія клітини», «Екологія та природоохоронні біотехнології» та «Хімія неорганічна».

2. Результати навчання

В результаті навчання у здобувачів формуються такі компетентності:

ЗК 01	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
ФК 11	Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми
ФК 13	Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти)
ФК 15	Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва
ФК 22	Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу
ФК 25	Здатність розробляти та застосовувати біотехнології в сфері збереження біологічних ресурсів та їх штучного відтворення.

В результаті навчання формуються такі програмні результати

ПР 03	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.
ПР 07	Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.
ПР 09	Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу.
ПР 14	Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.
ПР 24	Вміти розробляти та застосовувати біотехнології в сфері збереження біологічних ресурсів та їх штучного відтворення

знати:

основні підходи при виборі параметрів культивування, способи регуляції процесу культивування та отримання цільового продукту, критерії вибору біологічного агента залежно від мети культивування

правила роботи біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти);

вимоги щодо здійснення експериментальних досліджень з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів;

параметри оцінки ефективності біотехнологічного процесу.

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;

складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів, оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу;

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

проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів.

3. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекцій	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1	1	6	180	30	-	10	20	120	-	екзамен

3.1. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	с	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 1. Підготовка основних складових процесу культивування					
Тема 1. Поняття про біологічні агенти: номенклатура, характеристики, критерії вибору	9	2	2			5
Тема 2. Принципи вибору та складання оптимальних живильних середовищ	9	2		2		10
Тема 3. Апаратурне оснащення процесу культивування	9	2		2		5
Тема 4. Контроль фізико-хімічних параметрів культивування	9	2		2		5
Тема 5. Класифікація способів культивування біологічних агентів	14	2	2			10
Тема 6. Особливості ростових процесів одноклітинних популяцій. Криві росту.	14	2		2		10
Тема 7. Культивування у періодичному та безперервному режимах	9	2	2			10
Тема 8. Контроль та оцінка ефективності процесу	9	2		2		5

культивування						
Разом за ЗМ1	82	16	6	10		60
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. Особливості культивування основних біологічних агентів.					
Тема 1. Особливості культивування бактерій	9	2		2		5
Тема 2. Ціанобактерії як біологічні агенти в біотехнології	9	2	2			5
Тема 3. Дріжджі та мікроскопічні гриби як об'єкти біотехнології	14	2		2		10
Тема 4. Особливості культивування мікроводоростей	14	2		2		10
Тема 5. Культура in vitro рослин	18	2		2		10
Тема 6. Особливості культивування тваринних клітин, тканин та органів	14	2	2			10
Тема 7. Аквакультура	18	2		2		10
Разом за ЗМ 2	83	14	4	10		60
Усього годин	180	30	10	20		120
Форма підсумкового контролю	екзамен					

3.2. Тематика семінарських занять

№	Назва теми з основними питаннями	Кількість годин
1	Асептика та стерилізація при культивуванні біологічних агентів 1. Значення асептики при виготовленні біотехнологічної продукції 2. Принципи стерилізації біологічних агентів 3. Стерилізація посуду та інструментів 4. Стерилізація розхідних матеріалів 5. Фізичні методи стерилізації 6. Хімічна стерилізація 7. Характеристика дезінфікуючих розчинів в біотехнології	2
2	Методи культивування біологічних агентів 1. Поверхневе та глибинне культивування 2. Аеробне та анаеробне культивування 3. Періодичне та безперервне культивування 4. Перехідні типи культивування 5. Синхронні культури	2
3	Культивування мікроводоростей та ціанобактерій (індивідуальні повідомлення за обраною тематикою, приклади досліджень)	2
4	Культивування тваринних тканин та органів (індивідуальні повідомлення за обраною тематикою, приклади досліджень)	2
5	Аквакультура (індивідуальні повідомлення за обраною тематикою, приклади досліджень)	2

3.3. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені

3.4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з оснащенням біотехнологічної лабораторії: методи стерилізації	2
2	Способи приготування живильних середовищ	2
3	Підготовка інокуляту та посівного матеріалу для культивування.	2
4	Аеробне та анаеробне культивування мікроорганізмів	2
5	Методи оцінки ефективності культивування: підрахунок кількості клітин	2
6	Методи відділення біомаси: фільтрування, центрифугування, флотація	2
7	Культивування ціанобактерій у періодичній культурі	2
8	Вивчення бактеріальної складової альгологічно чистих культур	2
9	Принципи роботи із тваринним матеріалом. Забір зразків	2
10	Оцінка процесу культивування: цільовий продукт	2

3.5. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Поняття про клітинний цикл. Крива росту одноклітинних організмів.	5
2.	Комплексні середовища в біотехнології.	5
3	Відходи виробництва як середовища для культивування біологічних агентів	5
4.	Фотобіореактори: типи та можливості застосування	10
5	Фізико-хімічні параметри культивування	
6.	Способи культивування та отримання біомаси діатомових водоростей	10
7.	Дріжджі як об'єкти біотехнології: способи отримання біомаси	5
8.	Апаратне оснащення різних типів культивування в лабораторних та промислових умовах.	5
9.	Підготовка апаратури, посівного матеріалу, живильних середовищ, отримання цільового продукту	10
10.	Поняття про експланти, параметри вибору експлантів	10
11.	Сироваткові та безсироваткові середовища для культивування тваринних культур	10
12.	Культивування ракоподібних в закритих умовах	10
13.	Культивування безхребетних задля забезпечення потреб аквакультури	10
14.	Методи культивування рослинних культур. Типові приклади	10

4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Форми організації навчання: лекція, семінарське та лабораторне заняття, індивідуальне навчальне заняття, консультація.

Методи навчання: словесні (розповідь, пояснення, лекція), наочні (демонстрація, ілюстрація, спостереження), практичні (лабораторна робота), робота у групах, розв'язання практичних кейсів.

5. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

5.1. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт:

5б – студент самостійно виконав всі завдання лабораторної роботи, акуратно оформив і вчасно здав протокол, чітко, вільно відповідає на контрольні запитання,

4б – студент самостійно виконав всі завдання лабораторної роботи, акуратно оформив і вчасно здав протокол, проте припускається помилок при відповіді на контрольні запитання,

3б – студент самостійно виконав всі завдання лабораторної роботи, акуратно оформив протокол, проте невчасно здав протокол, припустився помилок при відповіді на контрольні запитання,

2б – студент виконав лабораторну роботу, проте припустився помилок при оформленні протоколу, не підготувався до захисту роботи,

0б – студент не виконав лабораторну роботу.

Критерії оцінювання тестування:

На письмовому тестуванні студент отримує по 10 завдань по термінології курсу. Максимальну кількість балів за кожне завдання (0,5) студент отримує в разі повного і вірного висвітлення даного питання.

Критерії оцінювання семінарів

5 б – вичерпна відповідь на питання, повне володіння матеріалом, доповнення відповідей одногрупників, активна участь у обговоренні

4 б – вичерпна відповідь на питання, повне володіння матеріалом

3 б – у відповіді допущені деякі помилки, що не стосуються основної суті питання,

2 б – наявність у відповіді грубих помилок, що стосуються основоположних питань матеріалу,

1 б – наявність у відповіді лише окремих правильних тверджень,

0 б – неправильна відповідь або відсутність відповіді.

Критерії оцінювання самостійної роботи:

Завдання з тем самостійної роботи включаються до переліку тестових завдань та до переліку питань до модульних контрольних робіт

Критерії оцінювання модульних контрольних робіт:

На 1-й та 2-й проміжній модульній контрольній роботі студент розкриває 4 питання, серед яких 3 теоретичного, 1 – практичного характеру. Максимальну кількість балів за кожне теоретичне завдання (5) та за практичне завдання (5) студент отримує в разі повного і вірного висвітлення даного питання із зазначенням конкретних прикладів. В разі подання неповної або неточної відповіді максимальна оцінка даного завдання знижується на бал, кратний 0,5, залежно ступеня неточності.

Перелік запитань для самооцінювання та контролю

1. Поняття про біологічні агенти.
2. Класифікація біологічних агентів, які застосовуються в біотехнології.
3. Мікроорганізми як основні об'єкти біотехнології, їх характеристики.
4. Ріст і розвиток клітинних популяцій.
5. Характеристика кривої росту біологічного агента
6. Поняття про промислові штами продуцентів, їх характеристики.
7. Зберігання вихідних штамів продуцентів.
8. Отримання чистих культур штамів-продуцентів
9. Значення асептики при виготовленні біотехнологічної продукції
10. Принципи стерилізації біологічних агентів
11. Стерилізація посуду та інструментів

12. Стерилізація розхідних матеріалів
13. Фізичні методи стерилізації
14. Хімічна стерилізація
15. Характеристика дезінфікуючих розчинів в біотехнології
16. Роль живильних середовищ при культивуванні біологічних агентів
17. Поясніть термін «синтетична сировина», наведіть приклади таких середовищ.
18. Поясніть термін «комплексна сировина, наведіть приклади таких середовищ.
19. Поясніть принципи приготування поживних середовищ, як отримують тверді середовища?
20. Методи та принципи стерилізації живильних середовищ та розхідних матеріалів.
21. Поясніть як проводять посів мікроорганізмів на тверді та рідкі середовища.
22. Складові культиваційного процесу
23. Параметри культивування (температура, рН, аерація, перемішування),
24. Технологічне оснащення (біореактори)
25. Принципи класифікації типів культивування клітин.
26. Поверхневе культивування, основні переваги та недоліки.
27. Глибинне культивування на твердих та рідких середовищах.
28. Створення анаеробних умов фізичними методами.
29. Створення анаеробних умов біологічними методами.
30. Створення анаеробних умов хімічними методами.
31. Періодичне культивування, його основні закономірності.
32. Охарактеризуйте метод безперервного культивування.
33. Основні типи управління при безперервному культивуванні.
34. Проміжні системи культивування.
35. Продовжене періодичне культивування.
36. Діалізні культури.
37. Твердорідинні культури.
38. Синхронні культури, способи синхронізації клітин та основні підрахунки при синхронізації.
39. Аналіз ефективності культивування біологічних агентів
40. Аналіз ростових показників.
41. Прямі методи підрахунку: кількість клітин, визначення біомаси
42. Опосередковані методи визначення ростової активності
43. Аналіз фізіологічного стану клітин
44. Підрахунок кількості живих і мертвих клітин
45. Принципи користування рахунковими камерами
46. Аналіз продуктивності культур.
47. Поясніть принцип методів відділення біомаси.
48. Принципи культивування мікроорганізмів
49. Посів мікроорганізмів на тверде живильне середовища.
50. Охарактеризуйте методи посіву - посів газоном, штрихом, уколом
51. Водорості як об'єкти експериментальних досліджень
52. Вимоги до живильних середовищ для водоростей
53. Підходи до ведення культур водоростей залежно від мети експерименту.
54. Альгологічно чисті та аксенічні культури водоростей
55. Типи живильних середовищ для культивування водоростей
56. Отримання посівного матеріалу водоростей для культивування
57. Кліматичні умови культивування водоростей
58. Фотобіореактори, їх основні типи
59. Мета і завдання біотехнології рослин
60. Живлення рослин in vitro
61. Мета використання фітогормонів
62. Експланти для введення в культуру рослинного матеріалу

63. стерилізація рослинного матеріалу
64. Калусна культура
65. Мікроклональне розмноження рослин.
66. Вимоги до утримання лабораторних тварин
67. Експланти та інокуляти для введення в культуру тканин рослин
68. Ознаки трансформації клітинних ліній
69. Живильні середовища для культивування тваринних культур.
70. Кліматичні умови культивування тваринних культур

Терміни: біотехнологія, біологічний агент, живильне середовище, культивування, пасажування, стерилізація, контамінація, інокулят, культуральна рідина, фугат, біомаса, промисловий штам, чиста культура, синхронна культура, суспензійна культура, періодичне та безперервне культивування.

5.2. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

100-бальна шкала	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
			Оцінка	Пояснення за розширеною шкалою
90-100	Зараховано	Відмінно	A	відмінно
80-89		Добре	B	дуже добре
70-79			C	добре
60-69		Задовільно	D	задовільно
50-59			E	достатньо
35-49	Незараховано	Незадовільно	FX	(незадовільно) з можливістю повторного складання
1-34			F	(незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

5.3. Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є:

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- проекти (наскрізні проекти; індивідуальні та командні проекти; дослідницько-творчі та ін.);
- розрахункові, графічні, розрахунково-графічні лабораторні роботи;

6. Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі стандартизованих тестів, захистів лабораторних робіт та комплексної контрольної поточної роботи.

Підсумковий контроль (екзамен) проводиться у формі тестового контролю.

Зарахування результатів неформальної освіти

Зарахування результатів неформальної освіти проводиться згідно «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти у системі формальної освіти)» <https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

Політика академічної доброчесності

Впродовж семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою застосовують письмові роботи та тестовий контроль. При виконанні різних форм робіт студенти повинні дотримуватися принципів академічної доброчесності.

Питання плагиату та академічної доброчесності регламентуються ЗУ «Про вищу освіту» та локально-правовими актами ЗВО: Правила академічної доброчесності у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/lnojdab4/pravylyla-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>

Положення про виявлення та запобігання плагиату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwgb/polozhennia-chnu-pro-plahiat-2023plusdodatky-31102023.pdf>

та Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

7. Рекомендована література

1. Бойко К.В., Чебан Л.М. Конструювання фотобіореактора для культивування *Desmodesmus armatus* (Chod.) Hegew. Scientific Herald of Chernivtsi University. Biology (Biological Systems). 2021. 13: 2. С.64-69
2. Чебан Л.М., Требиш Ю.В., Марченко М.М. Продуктивність зеленої водорості *Dunaliella viridis* Teodoresco за різної кількості NaCl у середовищі. Scientific Herald of Chernivtsi University. Biology (Biological Systems). 2019. 11:2. 148-153.
3. Чебан Л.М., Алекса Е.І., Марченко М.М. Продуктивність змішаних культур мікроводоростей *Desmodesmus armatus* (Chod.) Hegew. та *Acutodesmus dimorphus* (Turpin) Tsarenko. Scientific Herald of Chernivtsi University. Biology (Biological Systems). 2019. 11:1. 10-14.
4. Cheban L., Grynko O., Dorosh I. Co-cultivation of *Daphnia magna* (Straus) and *Desmodesmus armatus* (chod.) Hegew. in recirculating aquaculture system wastewater. Fish. Aquat. Life. 2018. 26: 57-64.
5. Khudiyi O., Marchenko M., Cheban L., Khuda L., Kushniryk O., Malishchuk I. Recirculating aquaculture systems waste water as a medium for increase of phytoplankton and zooplankton biomass. International Letters of Natural Sciences. 2016. 54: 1-7.
6. Cheban L., Malischuk I., Marchenko M. Cultivating *Desmodesmus armatus* (Chod.) Hegew. in recirculating aquaculture systems (RAS) waste water. Arch. Pol. Fish. 2015. 23 (3): 155-162
7. Bernaerts M.M., Gheysenb L., Foubertb I., Marc Hendrickxa E. The potential of microalgae and their biopolymers as structuring ingredients in food: A review. *Biotechnology Advances*. 2019. Vol. 37, №8. P. 15
8. Андрющенко А.І. Вовк Н. І. Аквакультура штучних водойм. Індустріальна аквакультура. – К., 2014. - 586 с.
9. Боднар О. І. Біотехнологічні перспективи використання мікроводоростей: основні напрямки (огляд). Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка Серія: Біологія. 2017. №1. С. 67-73.
10. Войтенко С.Л., Ковтун С.І., Бейдик Н.М. Практикум по біотехнології. Полтава, 2013. 134 с.
11. Капрельянц, Л. В. Теоретичні основи біотехнології : навч. посіб. – Харків: Факт, 2020. – 291 с.
12. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Бородай В.В., Коломієць Ю.В. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник. Київ : ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 252 с.
13. Методичний посібник “Стандартні терміни та визначення, які застосовуються в біотехнології”, для студентів напряму “Біотехнологія”/Укл. Бондар І.В., Гуляєв В.М., Винокурова Т.К. - Дніпродзержинськ: ДДТУ. 2006. 18 с.
14. Пирог Т. П., Антошок М. М., Скроцька О. І., Кігель Н. Ф. Харчова біотехнологія: підручник - К.: Видавництво Ліра-К, 2017. -408 с.

15. Сергійчук М.Г. Будова бактеріальної клітини та методи її дослідження. – К., 2001. – 232 с.
16. Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. Біотехнологія: навчальний посібник. Миколаїв : МДАУ, 2012. 476

8. Інформаційні ресурси

<https://www.pharmencyclopedia.com.ua/>

www.algaebase.org

Додатково

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота														Підсумковий тест	сума
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2							200
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

Результати оцінювання поділяються на коефіцієнт 2 для перерахунку у 100-бальну систему оцінювання