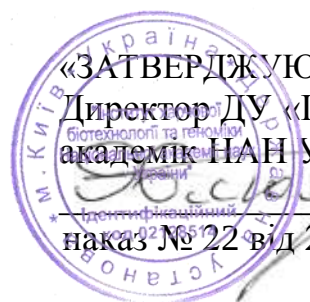


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Державна установа
«ІНСТИТУТ ХАРЧОВОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ГЕНОМІКИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ДУ «ІХБГ НАН України»
академік НАН України
Ярослав БЛЮМ
наказ № 22 від 22 травня 2026 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ
БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ**

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії
галузь знань Е Природничі науки, математика та статистика

Е1 «Біологія та біохімія»

Шифр за ОНП – ВК 2.6.

Робоча програма навчальної дисципліни **«Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»** для здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань Е Природничі науки, математика та статистика* за спеціальністю *Е1 «Біологія та біохімія»*

«22» травня 2026 року – 17 с.

Розробник:

Андріяш Г.С., к.б.н.

Робоча програма дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв» схвалена на засіданні вченої ради ДУ «ІХБГ НАН України» (протокол № 8 від «21» травня 2026 року).

Робоча програма дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв» розглянута на засіданні випускового відділу геноміки та молекулярної біотехнології ДУ «ІХБГ НАН України».

Завідувач відділу академік НАН України

Ярослав БЛЮМ

20 травня 2026 р.

© Андріяш Г.С., 2026 рік
© _____, 20__ рік
© _____, 20__ рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна «**Процеси і апарати біотехнологічних виробництв**» є складовою освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії галузі знань Е Природничі науки, математика та статистика.

Дана дисципліна є дисципліною за вибором аспірата за **спеціальністю Е1 «Біологія та біохімія»**.

Викладається у 3 семестрі II року навчання у аспірантурі в обсязі – **120 год (4 кредити ECTS)** зокрема: *лекції – 20 год, практичні роботи – 20 год, самостійна робота – 80 год*. У курсі передбачено 2 *змістових модулів*. Завершується вивчення дисципліни **заліком**.

Мета дисципліни – ознайомити аспірантів з основними поняттями та принципами біотехнологічних процесів, технічних засобів, що їх забезпечують, та засобів визначення основних властивостей сировини та продукту біотехнологічного процесу.

Завдання:

- Сформулювати уявлення про основні етапи біотехнологічного виробництва;
- Познайомити з теорією робочих процесів і технологічного налаштування основних параметрів регулювання біопроцесів, що необхідні для їх високоефективного використання в агропромисловості;
- Познайомити з перевагами та недоліками різноманітних біотехнологічних процесів та зосередити увагу на вдосконаленні існуючих і створенні нових технічних рішень;
- Дати уявлення про сучасні тенденції в біотехнології.

У результаті вивчення навчальної дисципліни у здобувачів мають бути сформовані:

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі біології у процесі проведення дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення самостійного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення і інтегруються у світовий науковий простір через публікації.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК02. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК03. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК04. Здатність мотивувати людей та рухатися вперед.

ЗК05. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК06. Здатність працювати автономно та в команді.

ЗК07. Здатність розуміти та застосовувати на практиці цінності, принципи і правила академічної доброчесності, дотримуватись принципу неприпустимості корупції.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК01. Здатність управляти технологічними процесами з використанням технічного, інформаційного та програмного забезпечення;

СК02. Здатність розробляти нові та удосконалювати існуючі технології з урахуванням принципів ресурсозаощадження, інтенсифікації технологічних процесів та сутності біотехнологічних, фізико-хімічних і мікробіологічних процесів;

СК03. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, зокрема, і міждисциплінарних.

СК04. Здатність обирати та експлуатувати технологічне обладнання, складати апаратно-технологічні схеми виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення.;

СК05. Здатність визначати та розв'язувати широке коло проблем і задач біотехнологій завдяки розумінню їхніх основ та проведення теоретичних і експериментальних досліджень;

СК06. Здатність використовувати знання та основні положення фундаментальних наук для вирішення прикладних задач з біотехнології.

СК07. Здатність ініціювати, планувати і здійснювати комплексні оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які мають бути оприлюднені у наукових виданнях. Здатність використовувати методології проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

СК08. Здатність ініціювати, розробляти, реалізовувати комплексні інноваційні проекти. Здатність застосовувати на практиці методи та засоби автоматизованого проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення. Здатність використовувати сучасні автоматизовані системи управління виробництвом біотехнологічних продуктів різного призначення, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення для вирішення професійних завдань.

СК09. Здатність оприлюднювати результатів наукових досліджень в усній і письмовій формах відповідно до національних та міжнародних стандартів у академічній спільноті та суспільстві.

СК10. Здатність дотримуватись етичних принципів, академічної доброчесності та авторського права в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК11. Здатність використовувати закономірності та сучасні досягнення молекулярної генетики, клітинної біології, біотехнології у поєднанні з сучасним інструментарієм для дослідження біологічних систем та процесів.

В результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

РН01. Знати біологічні, біохімічні та фізико-хімічні методи, які застосовуються для вивчення біотехнологічних процесів виробництва

PH02. Знати основні процеси, технологічні режими, технічне обладнання біотехнологічних виробництв

PH03. Знати контроль і управління процесами культивування; особливості конструювання і роботи ферментативного обладнання; правила і норми контролю та обліку біотехнологій; основи технологій мікробіологічних виробництв.

PH05. Знати принцип дії газо-вихрового біореактору, промислових ферментерів BioP; способи поверхневого та глибинного культивування; основні види і характеристику вихідних об'єктів біотехнологій.

PH06. Знати переваги та ризики, пов'язані з використанням різних продуктів біоінженерії в біотехнологічному виробництві; основні вимоги техніки безпеки при технологічних процесах та виробничих випробуваннях; основні принципи проектування біотехнологічних виробництв.

PH07. Вміти обирати методи біотехнології для вирішення певної дослідницької задачі; обирати необхідні біосистеми та об'єкти для біотехнології виробництв; формувати основні компоненти біотехнологічних систем; проводити основні стадії біотехнологічного процесу

PH08. Вміти здійснювати технологічний процес виробництва продуктів біотехнологічного синтезу; формулювати завдання при розробці нових та удосконаленні існуючих біотехнологій та технологічного обладнання для їх впровадження згідно потреб галузі з урахуванням комерційного ефекту.

PH10. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

Місце дисципліни *(в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку підготовки).*

Навчальна дисципліна «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв» є дисципліною за вибором аспіранта в системі підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії галузі знань Е Природничі науки, математика та статистика за спеціальністю Е1 «Біологія та біохімія». «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв» є дисципліною, що поглиблює знання сучасних методів біології та біотехнології з метою ознайомити студентів з базовими поняттями та основними принципами біотехнологічного виробництва. У ході вивчення дисципліни наводиться чи демонструється практичне застосування і значення окремих методів в біотехнології.

Зв'язок з іншими дисциплінами.

Основою для вивчення навчальної дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв» є університетські дисципліни, «Біохімія», «Біотехнологія», «Фізика», «Обладнання для біотехнологічних виробництв», «Молекулярна біологія».

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1

Історичні аспекти та загальні основи біотехнологічних виробництв

Тема 1. Сучасний стан та розвиток біотехнологічного виробництва (12 год.)

Вступ. Виникнення та основні етапи розвитку біотехнології. Особливості та відмінності процесів і апаратів в біотехнології у порівнянні з іншими технологічними процесами (технологіями). Базова термінологія. Сучасні та новітні напрямки розвитку біотехнологічної промисловості. Напрямки сучасної біотехнології. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.

Тема 2. Основи біотехнологічного виробництва (12 год.)

Продукенти. Субстрати для культивування біооб'єкту. Характерні особливості та основні компоненти біотехнологічних систем. Основи технологій мікробіологічних виробництв.

Тема 3. Етапи біотехнологічного виробництва (12 год.)

Попередня підготовка продуцента та сировини. Ферментація. Виділення. Сушіння. Стабілізація продукту та його зберігання.

Тема 4. Основне обладнання біотехнологічних виробництв (12 год.)

Ємності для зберігання. Запорна арматура. Біореактори. Принципи дії біореакторів. Апарати для виділення та концентрування цільового продукту.

Тема 5. Біореактори та їх класифікація (12 год.)

Особливості конструювання і роботи ферментативного обладнання. Стерилізація ферментера та підтримка асептики. Спеціалізовані ферментні процеси та технологія культивування бактеріальних та рослинних клітин.

Змістовий модуль 2

Вимоги до обладнання для біотехнології та методи його вдосконалення.
Застосування біотехнологічних процесів для рішення проблем навколишнього середовища

Тема 6. Вимоги до обладнання для біотехнології та методи його вдосконалення (12 год.)

Конструктивне оформлення біореактора. Піноутворення, піногасіння. Обладнання для хроматографічного концентрування і розділення компонентів

нативного розчину. Обладнання для сушки біотехнологічної продукції та для очистки газо-повітряних викидів і стічних вод.

Тема 7. Типові апаратурно-технологічні схеми (12 год.)

Технологічний процес виробництва продуктів біотехнологічного синтезу. Фільтрувальні матеріали стерилізації технологічного повітря. Фільтри попередньої очистки повітря.

Тема 8. Принципи масштабування процесів ферментації (12 год.)

Критерії масштабного переходу. Моделі кінетики біосинтезу продуктів метаболізму у залежності від питомої швидкості росту, віку культури, концентрації субстратів і метаболітів у середовищі.

Тема 9. Біологічне паливо як джерело екологічної енергії. Загальна характеристика, класифікація і властивості біопалива (12 год.)

Види біопалива. Виробництво біогазу та біоводню. Апаратурна схема отримання біобутанолу. Питання надійності та безпеки умов експлуатації, контролю біопроцесу, охорони навколишньої середовища.

Тема 10. Апарати біотехнологічних виробництва: ампліфікація гена *in vitro* (12 год.)

Ампліфікатори, принцип роботи. Денатурація. Віджиг. Елонгація. ПЛР в реальному часі. Обладнання для ПЛР в реальному часі.

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ,
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

№ з/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	практичні	СРС
Змістовий модуль 1				
Історичні аспекти та загальні основи біотехнологічних виробництв				
1	Тема 1. Сучасний стан та розвиток біотехнологічного виробництва	2	2	8
2	Тема 2. Основи біотехнологічного виробництва	2	2	8
3	Тема 3. Етапи біотехнологічного виробництва	2	2	8
4	Тема 4. Основне обладнання біотехнологічних виробництв	2	2	8
5	Тема 5. Біореактори та їх класифікація	2	2	8
Разом за змістовим модулем 1		10	10	40
Змістовий модуль 2				
Вимоги до обладнання для біотехнології та методи його вдосконалення. стосування біотехнологічних процесів для рішення проблем навколишнього середовища				
6	Тема 6. Вимоги до обладнання для біотехнології та методи його вдосконалення	2	2	8
7	Тема 7. Типові апаратурно-технологічні схеми	2	2	8
8	Тема 8. Принципи масштабування процесів ферментації	2	2	8
9	Тема 9. Біологічне паливо як джерело екологічної енергії. Загальна характеристика, класифікація і властивості біопалива	2	2	8
10	Тема 10. Апарати біотехнологічних виробництва: ампліфікація гена in vitro	2	2	8
Разом за змістовим модулем 2		10	10	40
ВСЬОГО		20	20	80

Загальний обсяг – **120 год. (4 кредити ECTS)**, у тому числі:

Лекцій – **20 год.**

Практичні заняття – **20 год.**

Самостійна робота – **80 год.**

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Історичні аспекти та загальні основи біотехнологічних виробництв

ТЕМА 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА РОЗВИТОК БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА (12 год.)

Лекція 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА РОЗВИТОК БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА (2 год)

Практичне заняття 1 (2 год)

1. Основні етапи розвитку біотехнології
2. Особливості та відмінності процесів і апаратів в біотехнології у порівнянні з іншими технологічними процесами (технологіями)
3. Етичні, правові та соціальні аспекти біотехнології.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Базова термінологія. Сучасні та новітні напрямки розвитку біотехнологічної промисловості. Напрямки сучасної біотехнології

Контрольні запитання та завдання

1. Етапи становлення біотехнологічного виробництва.
2. Історичні аспекти біотехнологічного виробництва.
3. Терміни та визначення за ДСТУ.
4. Сучасні напрямки розвитку виробництва.
5. Етичні засади біотехнології.

Рекомендована література:

[1-17]

ТЕМА 2. ОСНОВИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА (12 год.)

Лекція 2. ОСНОВИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА (2 год.)

Практичне заняття 2 (2 год)

1. Знайомство з обладнанням в лабораторії.
2. Техніка безпеки на робочому місці.
3. Основні штами-продуценти.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Характерні особливості та основні компоненти біотехнологічних систем. Основи технологій мікробіологічних виробництв.

Контрольні запитання та завдання

1. Культивування штамів-продуцентів на твердому та рідкому середовищах.
2. Субстрати для культивування біооб'єкту. Приготування поживних середовищ.

3. Стерилізація поживних середовищ.
4. Періодичне культивування.
5. Безперервне культивування.
6. Хемостат та турбідостат.

Рекомендована література:
[1-17]

ТЕМА 3. ЕТАПИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА (12 год.)

Лекція 3. ЕТАПИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА (2 год.)

Практичне заняття 3 (2 год)

1. Підготовка та стерилізація поживних середовищ.
2. Культивування штамів-продуцентів.

3. Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Сушіння. Стабілізація продукту та його зберігання.

Контрольні запитання та завдання

1. Зберігання та підтримка життєдіяльності продуцентів.
2. Підготовка інокуляту, визначення потрібних параметрів.
3. Культивування в ферментері.
4. Методи виділення цільового продукту.
5. Апарати для сушіння.
6. Методи зберігання штаму-продуценту. Ліофілізація.

Рекомендована література:
[1-17]

Тема 4. ОСНОВНЕ ОБЛАДНАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ (12 год.)

Лекція 4. ОСНОВНЕ ОБЛАДНАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ (2 год)

Практичне заняття 4 (2 год)

Огляд та підготовка біореактора до роботи, його стерилізація.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Розглянути види апаратів для зберігання та запорної апаратури принципи дії біореакторів.

Контрольні запитання та завдання

1. Сепарування та упарювання.
2. Седиментація.
3. Відстоювання.
4. Фільтрування.
5. Флотація.
6. Екстракція.

7. Сорбція.
8. Хроматографія.

Рекомендована література:
[1-10]

Тема 5. БІОРЕАКТОРИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ (12 год.)

Лекція 5. БІОРЕАКТОРИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ (2 год)

Практичне заняття 5 (2 год)

Встановлення оптимальних параметрів роботи біореактора, запуск біореактора.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Спеціалізовані ферментні процеси та технологія культивування бактеріальних та рослинних клітин.

Контрольні запитання та завдання

1. Види біореакторів.
2. Прилади для перемішування.
3. Тепло- та масообмінні процеси в біореакторі.
4. Подача повітря до біореактора.
5. Культивування бактеріальних клітин.
6. Культивування рослинних клітин.

Рекомендована література:
[1-17]

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Вимоги до обладнання для біотехнології та методи його вдосконалення. Застосування біотехнологічних процесів для рішення проблем навколишнього середовища

Тема 6. ВИМОГИ ДО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ ЙОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ (12 год.)

Лекція 6. ВИМОГИ ДО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ ЙОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ (2 год)

Практичне заняття 6 (2 год)

1. Піноутворення та піногачіння при роботі з біореактором.
2. Хроматографічне визначення амінокислот.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Конструктивне оформлення біореактора. Обладнання для хроматографічного концентрування і розділення компонентів нативного розчину. Обладнання для сушіння біотехнологічної продукції та для очистки газо-повітряних викидів і стічних вод.

Контрольні запитання та завдання

1. Конструкція біореакторів.
2. Хроматографія.
3. Рзні види сушіння цільового продукту.
4. Очищення викидів біотехнологічних виробництв.

Рекомендована література:

[1-17]

ТЕМА 7. ТИПОВІ АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ (12 год.)**Лекція 7. ТИПОВІ АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ (2 год)****Практичне заняття 7 (2 год)**

Регламент та апаратурна схема отримання лізину.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Створити апаратурну, технологічну схему виробництва біотехнологічного продукту.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке апаратурна схема виробництва.
2. Що таке технологічна схема виробництва.
3. Фільтрувальні матеріали стерилізації технологічного повітря.
4. Фільтри попередньої очистки повітря.

Рекомендована література:

[1-10]

Тема 8. ПРИНЦИПИ МАСШТАБУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ (12 год.)**Лекція 8. ПРИНЦИПИ МАСШТАБУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ (2 год)****Практичне заняття 5 (2 год)**

Основні параметри біосинтезу культури.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Критерії масштабового переходу. Провести масштабування для біореактора.

Контрольні запитання та завдання

1. Критерії масштабового переходу.
2. Моделі кінетики біосинтезу продуктів метаболізму.
3. Питома швидкість росту.
4. Визначення концентрації субстрату.
5. Визначення концентрації цільового продукту.

Рекомендована література:

[1-17]

ТЕМА 9. БІОЛОГІЧНЕ ПАЛИВО ЯК ДЖЕРЕЛО ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, КЛАСИФІКАЦІЯ І ВЛАСТИВОСТІ БІОПАЛИВА (12 год.)

Лекція 9. БІОЛОГІЧНЕ ПАЛИВО ЯК ДЖЕРЕЛО ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, КЛАСИФІКАЦІЯ І ВЛАСТИВОСТІ БІОПАЛИВА (2 год)

Практичне заняття 9 (2 год)

Штами-продуценти біобутанолу та їх культивування.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Охорони навколишнього середовища за виробництва біопалив.

Контрольні запитання та завдання

1. Види біопалив.
2. Штами-продуценти, які використовують для виробництва біопалив.
3. Схема отримання біобутанолу.
4. Виробництво біогазу.
5. Виробництво біоводню.
6. Охорона навколишнього середовища.

Рекомендована література:

[1-17]

ТЕМА 10. АПАРАТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВА: АМПЛІФІКАЦІЯ ГЕНА IN VITRO (12 год.)

Лекція 10. АПАРАТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВА: АМПЛІФІКАЦІЯ ГЕНА IN VITRO (2 год)

Практичне заняття 9 (2 год)

ПЛР в реальному часі.

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Ампліфікатори, принцип роботи.

Контрольні запитання та завдання

1. Ампліфікація генів
2. Ампліфікатор, принципи роботи
3. Денатурація.
4. Віджиг.
5. Елонгація.
6. Принципи роботи ПЛР в реальному часі.

Рекомендована література:

[1-17]

Контроль знань і розподіл балів, які отримують здобувачі

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-5, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 6-10.

Види контролю – поточний і підсумковий.

Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння аспірантами навчального матеріалу. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять: усне опитування, письмовий контроль, тестовий, презентації, доповіді, перевірка практичних навичок.

Підсумковий контроль здійснюється під час проведення заліку у вигляді письмового та усного опитування.

Обов'язковим для заліку є відпрацювання всіх практичних занять. У випадку відсутності аспіранта, він може відпрацювати пропущене заняття у позааудиторний час (пропущених занять не може бути більше половини від загальної кількості занять).

Оцінювання за формами поточного контролю:

Коефіцієнт 2

	ЗМ1		ЗМ2	
	<i>Min. – 15 балів</i>	<i>Max. – 25 балів</i>	<i>Min. – 15 балів</i>	<i>Max. – 25 балів</i>
Усна відповідь	„2” x 5 = 10	„4” x 5 = 20	„2” x 5 = 10	„4” x 5 = 20
Презентація	„1” x 5 = 5	„1” x 5 = 5	„1” x 5 = 5	„1” x 5 = 5
„3/5” – мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати аспірант.				

Для аспірантів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум 60 балів*, для здачі заліку обов'язкове проходження додаткового тестування.

Підсумковий контроль проводиться на останньому практичному занятті і складається із суми балів усіх змістових модулів.

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Залік (підсумкова оцінка)
Мінімум	30	30	60
Максимум	50	50	100

При цьому, кількість балів:

- **1-34** відповідає оцінці «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- **35-39** відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- **40-60** відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- **61-69** відповідає оцінці «задовільно»;
- **70 - 80** відповідає оцінці «добре»;
- **81 - 89** відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);
- **90 - 100** відповідає оцінці «відмінно».

Шкала оцінювання академічної успішності аспіранта

Рівень досягнень, % /Marks, (бали за освітню діяльність)	Оцінка ECTC/ECTS	Оцінка за національною шкалою (Nationalgrade)	Залік
---	---------------------	--	-------

90 – 100	A	відмінно (Excellent)	зараховано
82 – 89	B	добре (Good)	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно (Satisfactory)	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно (Fail) з можливістю повторного складання	не зараховано
1 – 34	F	незадовільно (Fail) з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	

Методи навчання

Лекція, пояснювально-ілюстративні, практичні методи (лабораторні та практичні роботи), частково-пошукові, дискусія, проблемного викладання матеріалу, дослідницькі, самостійна робота.

Технічні засоби навчання

Проектор мультимедійний Epson EMP-S42; ноутбук.

Матеріальне забезпечення дисципліни

Аудиторії, лабораторна база Державної установи «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України».

Політики навчальної дисципліни

Рекомендації щодо роботи на курсі: брати активну участь у всіх формах роботи на заняттях, присвячувати 1-2 год. щодня виконанню самостійної роботи та підготовці до занять, задавати питання під час занять, вчасно здавати завдання та виконувати усі форми контролю.

Відвідування занять. Відвідування лекцій та практичних занять є обов'язковим. При спізненні на лекцію або практичне заняття більше ніж на 5 хвилин здобувач(ка) освіти може бути не допущений(на) до заняття. Пропущені заняття відпрацьовуються відповідно до Положення про організацію освітнього процесу в аспірантурі Державної установи «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України» <https://ifbg.org.ua/uk/293/normatyvno-pravove-ta-metodychne-zabezpechennya-navchannya-v-aspiranturi>

Академічна доброчесність. В ДУ «ІХБГ НАН України» дотримуються принципу нетерпимості («нульової толерантності») до порушень академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин. Будь-які порушення принципів академічної доброчесності тягнуть за собою відповідальність у встановленому в ДУ «ІХБГ НАН України» порядку <https://ifbg.org.ua/uk/293/normatyvno-pravove-ta-metodychne-zabezpechennya-navchannya-v-aspiranturi>

Використання електронних гаджетів та інструментів штучного інтелекту допускається лише з дозволу викладача.

Політика щодо осіб з особливими освітніми потребами. Здобувачі з особливими освітніми потребами мають зв'язатися з викладачем задля розробки індивідуальної освітньої траєкторії. Час відповіді викладача: 24 години.

Рекомендована література

1. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Частина І. Ферментація. Частина ІІ. Обробка культуральних рідин. Частина ІІІ. Основи проектування мікробіологічних виробництв. — Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2004.
2. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості. — Львів: Інтелект-Захід, 2008. — 736 с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв: підруч. /І.Ф. Малежик, П.С. Циганков, П.М. Немирович та ін. // за ред. І.Ф. Манежика. — К.: НУХТ, 2003. — 400 с.
4. Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю., Мирончук В.Г., Пушанко М.М., Змієвський Ю.Г., Мисюра Т.Г., Дубковецький І.В., Ткачук Н.А, Запорожець Ю.В, Зоткіна Л.В. Процеси і апарати харчових виробництв. — К.: НУХТ, 2019. - 419 с.
5. Технологічне обладнання біотехнологічної і фармацевтичної промисловості: підручник / Стасевич М.В. Миляннич., А.О. Стрельников Л.С. Крутських Т.В, Бучкевич І.Р., Зайцев О.І., Гузьова І.О., Стрілець О.П., Гладух Є.В., Новіков В.П. Видавництво «Новий Світ-2000». - Львів, 2020. — 410 с.
6. Коваленко І. В., Малиновський В. В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв : підручник. К. : Інрес: Воля. — 2006. — 264 с.
7. Закоморний Д.М., Поводзинський В.М., and Шибецький В.Ю. Класифікація та аналіз роботи ферментерів з механічними перемішувачами пристроями в аеробних процесах біотехнології. ScienceRise, vol. 5, № 2 (10). — 2015. — с. 24-32.
8. Устаткування асептичних і неасептичних виробництв лікарських засобів. Конспект лекцій для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування» спеціалізація «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв» / Уклад.: В.М. Поводзинський, В.Ю. Шибецький — К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 251с.
9. Біологічні та фізико-хімічні основи харчових технологій: монографія / В.А. Домарецький, А.М. Куц, О.Ю. Шевченко та ін. // під ред. д-ра техн. наук, проф. В.А. Домарецького. — К.: Фенікс, 2011. — 704 с.
10. Біологічна хімія: підручник / Л.В. Левандовський, В.Г. Дрюк, О.І. Семенова та ін. — К.: НУХТ, 2012. — 363 с.
11. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник / Т.П. Пиріг, Л.Р. Решетняк, В.М. Поводзинський, Н.М. Грегірчак. — Вінниця: Нова Книга, 2007. — 464 с.
12. Теоретичні основи харчових технологій: навчальний посібник / за ред. П.П. Пивоварова. —Х.: ХДУХТ, 2010. — 363 с.
13. Харчова хімія: навчальний посібник / В.В. Євлаш, О.І. Торяник, В.О. Коваленко та ін. — Х.: Світ книг, 2012. — 504 с.
14. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: [закон України: від 22 липня 2014 р. № 1602-VII] // Відомості Верховної Ради України. — 2014. — № 41-42. — С. 2024.

15. Радченко, М., Тігунова, О., Андріяш, Г., Шульга, С., & Блюм, Я. Особливості культивування штаму-продуцента рибофлавіну *Bacillus subtilis* IFBG МК-1А у біореакторі з підживленням. Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. – 2022. – №6. - с. 79–84. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2022.06.079>
16. Andriiash G. S., Beiko N. E., Tigunova O. O., Shulga S.M. Chemical mutagenesis of the lysine-producing strain *Brevibacterium* sp. IMV B-7447. BIOTECHNOLOGIA ACTA – 2022. – V. 15, № 3 – с. 35-41. <https://doi.org/10.15407/biotech15.03.035>
17. Шульга С.М., Тігунова О.О., Братишко В.В., Блюм Я.Б. Біобутанол. Продуценти, субстрати, культивування та відновлення. - /ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»/. – Київ: Наукова думка. 2024 р. – 263 с.