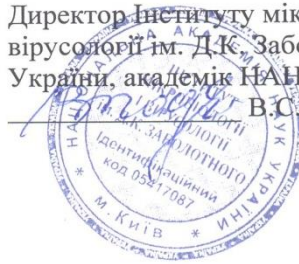


Національна академія наук України
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
(ІМВ НАНУ)

03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 154
тел.: +380445261179
факс.: +380445262379

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту мікробіології і
вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН
України, академік НАН України
В.С. Підгорський



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДВА02 ЕКСТРЕМОФІЛЬНІ МІКРООРГАНІЗМИ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

освітня програма **третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти**
(назва освітньої програми)

напрямок підготовки **доктора філософії**

Галузь знань 09 Біологія
Спеціальність 091 Біологія ОНП
Спеціалізація Мікробіологія

Обсяг, кредитів: 60 год, 2 кредити
Форма підсумкового контролю: іспит

Київ 2019

Робочу програму навчальної дисципліни «Екстремофільні мікроорганізми» для підготовки докторів філософії з галузі знань **09 Біологія**, спеціальність **091 Біологія ОП Мікробіологія** розглянуто та затверджено на засіданні вченої ради ІМВ НАНУ, протокол № 5 від 25.06.2019

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Таширев Олександр Борисович – доктор технічних наук, професор, завідувач відділу біології екстремофільних мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії наук України,
вул. Академіка Заболотного, буд. 154,
03143, Київ, Україна,
Тел. +380442946966

Говоруха Віра Михайлівна – кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу біології екстремофільних мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії наук України,
вул. Академіка Заболотного, буд. 154,
03143, Київ, Україна,
Тел. +380442946966

Зміст

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	
2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	
3. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ, ВІДПОВІДНІСТЬ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ	
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	
4.1. Анотація дисципліни.....	
4.2. Структура навчальної дисципліни	
4.2.1. Тематичний план	
4.2.2. Навчально-методична картка дисципліни	
4.3. Форми організації занять	
4.3.2. Теми практичних занять	
4.3.4. Індивідуальні завдання	
4.3.5. Індивідуальна навчально-дослідна робота.....	
4.3.6. Теми самостійної роботи студентів.....	
5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	
5.1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності	
5.2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально- пізнавальної діяльності	
6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	
6.1. Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень студентів.....	
6.2. Система оцінювання роботи студентів/аспірантів упродовж семестру	
6.3. Оцінка за теоретичний і практичний курс: шкала оцінювання національна та ЄКТС	
6.4. Оцінка за екзамен: шкала оцінювання національна та ЄКТС	
6.5. Загальна оцінка з дисципліни: шкала оцінювання національна та ЄКТС	
6.6. Розподіл балів, які отримують студенти.....	
6.7. Орієнтовний перелік питань до екзамену (заліку)	
7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
7.1. Глосарій (термінологічний словник).....	
7.2. Рекомендована література	
7.3. Інформаційні ресурси.....	
8. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, освітній ступінь / освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Загальний обсяг кредитів – 2	Галузь знань 91 Біологія	Вид дисципліни вибіркова
	Спеціальність 091 Біологія	Цикл підготовки професійний
Модулів 1 – (<i>поточне тестування</i>)	Спеціалізація 03.00.07 - мікробіологія	Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		3-й
Загальний обсяг годин для денної форми навчання – 60 год.	Мова викладання, навчання та оцінювання: українська	Семестр
		3-й
		Лекції
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год. самостійної роботи здобувача – 4 год.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Доктор філософії	10 год.
		Практичні, семінарські
		20 год.
		Лабораторні
		0 год.
		Самостійна робота
		20 год.
Індивідуальні завдання:		
год.		
Вид семестрового контролю: іспит		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 50%

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета навчальної дисципліни «Екстремофільні мікроорганізми» – формування у аспірантів базових теоретичних основ термодинамічного прогнозування існування мікроорганізмів у екстремальних умовах, стійкості до екстремальних факторів, виділення екстремофільних мікроорганізмів та їх застосування у природоохоронних та інших біотехнологіях.

Завданням навчальної дисципліни є: сформулювати у аспірантів навички до аналізу природних та антропогенних екосистем виділення і дослідження екстремофільних мікроорганізмів, а також підходи до теоретичного обґрунтування та створення новітніх природоохоронних біотехнологій та біотехнологій отримання біологічно активних речовин і енергоносіїв.

3. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ, ВІДПОВІДНІСТЬ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти за програмою «Екстремофільні мікроорганізми» повинні:

знати:

основні поняття екстремофілії, ксенобіотики, екстремальні фактори, основні класи екстремальних факторів, стійкість мікроорганізмів до екстремальних факторів, механізми стійкості мікроорганізмів, шляхи взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами, анаеробіоз, термодинамічне прогнозування взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами, біорозвідка, природоохоронні біотехнології, енергоефективні біотехнології.

вміти:

у лабораторних умовах готувати посуд для проведення мікробіологічних досліджень; виділяти аеробні та анаеробні екстремофільні та екстремотолерантні мікроорганізми з природних і техногенних екосистем, визначати максимально допустимі концентрації та дози екстремальних факторів для мікроорганізмів, виділяти мікроорганізми, що беруть участь у детоксикації важких металів, персистентних органічних сполук, а також мікроорганізми, перспективні для біотехнологій отримання біологічно активних речовин та енергоносіїв, скласти план експериментального дослідження у відповідності з основними етапами експерименту; оформити протокол дослідження; обробити та узагальнити отримані результати; зробити висновки і практичні рекомендації.

- **комунікативні навички:** представляти результати пошуку та аналізу наукової літератури у вигляді презентацій та доповідей, використовуючи сучасні технології, а також вміти вести наукову дискусію при їх обговоренні.
- **автономність та відповідальність:** у самостійній роботі здійснювати пошук та аналіз літератури за тематикою наукової роботи та суміжними проблемами, на базі проаналізованих даних формувати алгоритм власних досліджень та проводити аналіз отриманих результатів, використовуючи відповідні програми обробки даних, нести відповідальність за визначення новизни наукових досліджень.

Відповідно до вимог Національної рамки кваліфікацій восьмого рівня освіти дисципліна забезпечує набуття аспірантами таких компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК):

ІК1. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у певній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору.

ЗК02. Здатність до набуття спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень науки, які є основою для оригінального абстрактного мислення, аналізу, синтезу та інноваційної діяльності.

ЗК03. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями з метою поглиблення теоретичних і методичних знань у галузі біології та суміжних наук.

ЗК07. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК08. Здатність генерувати нові ідеї, розробляти та управляти науковими проектами.

ЗК09. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК14. Вміння виявляти, ставити та вирішувати на сучасному рівні наукові проблеми з дотриманням морально-етичних норм.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК01. Глибинні знання і розуміння історії, основних концепцій, сучасних теоретичних і практичних проблем біологічної науки та мікробіології як її складової.

СК03. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних завдань у галузі біології і, зокрема, мікробіології, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності за фахом.

СК05. Здатність до інтерпретації отриманих експериментальних даних з точки зору їх важливості і відповідності теорії.

СК09. Здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

СК12. Здатність дотримуватись етичних норм та принципів академічної доброчесності, вимог чинного законодавства про авторське право в науковій та науково-педагогічній діяльності.

СК15. Здатність шляхом самостійного навчання засвоювати суміжні та нові галузі, використовуючи здобуті фахові знання.

Робоча програма «Екстремофільні мікроорганізми» забезпечує набуття здобувачами вищої освіти здатності до аналізу питань, пов'язаних з вивченням екстремофільних мікроорганізмів природних і техногенних екосистем, дослідженням стійкості мікроорганізмів до екстремальних факторів,

дослідженням закономірностей взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами та механізмів стійкості мікроорганізмів.

Матриця відповідності програмних результатів навчання (ПР), освітніх компонентів, методів навчання та оцінювання з дисципліни «Екстремофільні мікроорганізми»

Програмні результати навчання ОП	Методи навчання	Форми та методи оцінювання
ПР1. Концептуальні та методологічні знання з біології та мікробіології як її складової, історії її розвитку та сучасного стану наукових знань	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР2. Ґрунтовні знання і уявлення про мікроорганізми, їх класифікацію і таксономію, фізіологію-біохімічні та генетичні особливості, екологію мікроорганізмів, а також закономірності їх взаємодії з людиною, тваринами, рослинами та об'єктами неживої природи	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР3. Ґрунтовні знання основних груп і спільнот мікробів: ґрунтові, морські, екстремофільні мікроорганізми, мікроскопічні гриби, бактерії, фітопатогенні мікроорганізми тощо	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР5. Уявлення про сучасні мікробні біотехнології та їх використання у агропромисловому виробництві, медицині, виробництві промислових і харчових продуктів	Лекція, семінарські заняття, самостійна робота.	Виступ на семінарському занятті, підготовка презентації.
ПР14. Знання норм та принципів академічної доброчесності, етики, авторського та суміжних прав.	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР21. Застосовувати сучасні наукові знання та методологічні підходи при виконанні власних наукових досліджень	Лекція, практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія.	Виступ на практичному/семінарському занятті, підготовка презентації.
ПР30. Проводити дослідницьку, пошукову роботу у відповідності до міжнародних академічних стандартів	Лекція, практичні заняття, самостійна робота	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.

Рядок дисципліни в «Матриці відповідності загальних програмних компетентностей компонентам освітньої програми»

	ЗК01	ЗК02	ЗК03	ЗК07	ЗК08	ЗК09	ЗК14
ДВА02	+	+	+	+	+	+	+

Рядок дисципліни в «Матриці відповідності спеціальних (фахових) програмних компетентностей компонентам освітньої програми»

	СК01	СК03	СК05	СК09	СК12	СК15
ДВА02	+	+	+	+	+	+

Рядок дисципліни в «Матриці забезпечення програмних результатів навчання (ПРН) відповідними компонентами освітньої програми»

	ПР01	ПР02	ПР03	ПР05	ПР14	ПР21	ПР30
ДВА02	+	+	+	+	+	+	+

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ " ЕКСТРЕМОФІЛЬНІ МІКРООРГАНІЗМИ "

4.1. Анотація дисципліни

Програма вивчення навчальної дисципліни вільного вибору аспірантів «Екстремофільні мікроорганізми» складена відповідно до науково-освітньої програми підготовки аспірантів зі спеціальності 091 – Біологія (спеціалізація 03.00.07 - мікробіологія). Дисципліна вивчає екстремофільні мікроорганізми природних і техногенних екосистем та стійкість мікроорганізмів до екстремальних факторів, дослідження закономірностей взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами та механізмів стійкості мікроорганізмів.

Змістовний модуль 1. «Предмет біології екстремофільних мікроорганізмів та теоретичні основи взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами».

Тема № 1. Предмет біології екстремофільних мікроорганізмів та теоретичні основи взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами.

Предмет дослідження біології екстремофільних мікроорганізмів, визначення екстремофілії та екстремофільних мікроорганізмів, етапи розвитку напрямку досліджень. Основні поняття: екстремальні фактори, їх класи та характеристика, стійкість мікроорганізмів до екстремальних факторів, ксенобіотики, термодинамічне прогнозування взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами, біорозвідка. Біологічне значення взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами. Основи розробки природоохоронних та енергоефективних біотехнологій.

Тема 2. Теоретичні основи взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами.

Термодинамічне прогнозування взаємодії мікроорганізмів із токсичними металами. Межі термодинамічної стійкості води. Теоретично допустимі границі існування мікроорганізмів. Максимально допустимі дози та концентрації екстремальних факторів. Види взаємодії мікроорганізмів з металами: мобілізація, іммобілізація, акумуляція, утворення летких сполук. Шляхи взаємодії мікроорганізмів із токсичними органічними сполуками. Теоретичне обґрунтування шляхів детоксикації ксенобіотиків.

Тема 3. Біорозвідка як основа виділення екстремофільних мікроорганізмів.

Природні і техногенні екосистеми, перспективні для виділення екстремофільних мікроорганізмів. Вплив екстремальних факторів на формування резистентності мікроорганізмів. Закономірності стійкості мікроорганізмів до екстремальних факторів. Виділення екстремофільних мікроорганізмів. Методи визначення взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами. Оцінка перспективності екстремофільних мікроорганізмів для створення біотехнологій.

Практичні заняття:

Заняття 1. Розрахунок теоретично допустимих шляхів взаємодії мікроорганізмів із репрезентативними токсичними металами.

Заняття 2. Дослідження стійкості мікроорганізмів до ультрафіолетового випромінювання.

Заняття 3. Визначення стійкості мікроорганізмів до органічних ксенобіотиків.

Самостійні заняття:

Заняття 1. Термодинамічні розрахунки для взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами.

Заняття 2. Закономірності росту аеробних мікроорганізмів.

Заняття 3. Закономірності росту анаеробних мікроорганізмів.

Змістовний модуль 2. «Закономірності взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами».

Тема 4. Закономірності взаємодії аеробних та анаеробних мікроорганізмів з екстремальними факторами.

Закономірності розвитку аеробних та анаеробних мікроорганізмів. Техніка культивування анаеробних мікроорганізмів: культиватори, відновники, метод Штурм, метод Хангейта. Основні показники розвитку мікроорганізмів: рН, редокс-потенціал середовища, газова фаза. Методи їх вимірювання: колориметричні та потенціометричні.

Практичні заняття:

Заняття 4. Вивчення резистентності мікроорганізмів до токсичних металів.

Заняття 5. Дослідження закономірностей росту анаеробних мікроорганізмів.

Заняття 6. Встановлення закономірностей взаємодії анаеробних мікроорганізмів із токсичними металами.

Самостійні заняття:

Заняття 4. Залучення ксенобіотиків до метаболічних шляхів мікроорганізмів.

Заняття 5. Сучасні методи очищення металовмісних стічних вод.

Заняття 6. Сучасні методи деструкції органічних сполук.

Змістовний модуль 3. «Теоретичні основи розробки новітніх природоохоронних технологій за використання екстремофільних мікроорганізмів».

Тема 5. Теоретичні основи розробки новітніх природоохоронних технологій за використання екстремофільних мікроорганізмів.

Сучасні екологічні проблеми людства: причини їх виникнення, небезпека для довкілля, існуючі технології їх подолання. Застосування металрезистентних мікроорганізмів для створення біотехнологій очищення металовмісних стічних вод. Розробка природоохоронних технологій прискореної деструкції органічних сполук з отриманням енергоносіїв: газоподібних (молекулярний водень, метан), рідких (спирти, жирні кислоти), твердих (незброжені лігнін целюлозні залишки).

Практичні заняття:

Заняття 7. Закономірності розвитку мікроорганізмів у присутності екстремальних факторів.

Заняття 8. Основи відбору перспективних для біотехнології екстремофільних мікроорганізмів.

Самостійні заняття:

Заняття 7. Технології отримання енергоносіїв.

Заняття 8. Технології отримання біологічно активних речовин.

Заняття 9. Розроблені мікробні препарати для природоохоронних біотехнологій.

Підсумкове семінарське заняття «Термодинамічні основи для створення новітніх біотехнологій за використання екстремофільних мікроорганізмів».

Дисципліни, вивчення яких обов'язково передусь цій дисципліні:

«Мікробіологія»,

«Вірусологія»,

«Мікробна біотехнологія».

Дисципліни, вивчення яких ідуть після цієї дисципліни:

«Екологія мікроорганізмів»,

«Біохімія мікроорганізмів»,

«Антибіотики і пробіотики»,

«Фітопатогенні бактерії»,

«Основи мікології».

4.2. Структура навчальної дисципліни

4.2.1. Тематичний план

Назви змістових модулів і тем	Розподіл годин між видами робіт (денна форма)						с.р.	Форми та методи контролю знань
	Усього	аудиторна						
		у тому числі						
	л	сем	пр	лаб	інд			
Змістовий модуль 1. «Предмет біології екстремофільних мікроорганізмів та теоретичні основи взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами»								
Тема 1. Предмет біології екстремофільних мікроорганізмів, основні терміни та поняття.	6	2		2			2	АР: лекція, практичне заняття. СР: підготовка доповідей, презентацій.
Тема 2. Теоретичні основи взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами.	7	2		2			3	АР: лекція, практичне заняття. СР: доповідь, презентація.
Тема 3. Біорозвідка як основа виділення екстремофільних мікроорганізмів.	8	2		2			4	АР: лекція, практичне заняття. СР: доповідь, презентація.
Модульний контроль	1			1				
Разом за змістовним модулем 1	22	6		7			9	
Змістовий модуль 2. «Закономірності взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами»								
Тема 4. Закономірності взаємодії аеробних та анаеробних мікроорганізмів з екстремальними факторами.	19	2		6			11	АР: лекція, практичне заняття. СР: доповідь, презентація.
Разом за змістовним модулем 2	19	2		6			11	
Змістовий модуль 3. «Природоохоронні та енергоефективні біотехнології на основі екстремофільних мікроорганізмів»								
Тема 5. Теоретичні основи розробки новітніх природоохоронних технологій за використання екстремофільних мікроорганізмів.	18	2		6			10	АР: лекція, практичне заняття. СР: доповідь, презентація,
Модульний контроль	1			1				
Разом за змістовним модулем 3	19	2		7			10	
Усього годин	60	10		20			30	

Примітки. 1. Слід зазначати також теми, винесені на самостійне вивчення. 2. АР – аудиторна робота, СР – самостійна робота, ІНДЗ – індивідуальне завдання. 3. Можуть застосовуватися такі форми і методи контролю знань, як опитування, письмове завдання для самостійного опрацювання, реферат, співбесіда, огляд додаткової літератури, підготовка та проведення презентації, модульна контрольна робота, письмове тестування, експрес-тестування, комп'ютерне тестування тощо

Структурування навчальної дисципліни «Екстремофільні мікроорганізми» за навчальними модулями та темами здійснюється на основі виділення інформації, необхідної та достатньої для всебічної характеристики змісту дисципліни з точки зору набуття майбутніх професійних компетентностей. При формуванні змісту робочої програми навчальної дисципліни враховано основні напрямки розвитку галузі, досягнення сучасної науки та техніки, взаємозв'язок компонентів логічної структури змісту різних навчальних дисциплін, передбачених навчальним планом тощо, що виключає дублювання навчального матеріалу при вивченні спільних для різних курсів проблем.

4.2.2. Навчально-методична картка дисципліни ЕКСТРЕМОФІЛЬНІ МІКРООРГАНІЗМИ

Разом: 60 год., лекції – 10 год., практичні заняття – 20 год., індивідуальні заняття – 0 год., самостійна робота – 30 год., підсумковий контроль – 1 год.

Модулі	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		
Назва модуля	Предмет біології екстремофільних мікроорганізмів та теоретичні основи взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами			Закономірності взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами			Природоохоронні та енергоефективні біотехнології на основі екстремофільних мікроорганізмів		
Кількість балів за модуль	18			16			26		
Лекції	1	2	3	4			5		
Теми лекцій	Предмет біології екстремофільних мікроорганізмів, основні терміни та поняття	Теоретичні основи взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами	Біорозвідка як основа виділення екстремофільних мікроорганізмів	Закономірності взаємодії аеробних та анаеробних мікроорганізмів з екстремальними факторами			Теоретичні основи розробки новітніх природоохоронних технологій за використання екстремофільних мікроорганізмів		
Теми практичних/ семінарських	Розрахунок теоретично допустимих шляхів взаємодії мікроорганізмів із репрезентативними токсичними металами	Вивчення Дослідження стійкості мікроорганізмів до ультрафіолетового випромінювання	Визначення стійкості мікроорганізмів до органічних ксенобіотиків	Вивчення резистентності мікроорганізмів до токсичних металів	Дослідження закономірностей росту анаеробних мікроорганізмів	Встановлення закономірностей взаємодії анаеробних мікроорганізмів із токсичними металами	Закономірності розвитку мікроорганізмів у присутності екстремальних факторів	Основи відбору перспективних для біотехнології екстремофільних мікроорганізмів	Термодинамічні основи для створення новітніх біотехнологій за використання екстремофільних мікроорганізмів (підсумковий семінар)
Практичні/ семінарські	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Індивідуальна робота	5			5			5		
Контрольна робота/Тести	5			10					
ІНДЗ	10								
Підсумковий контроль	Іспит (40 балів)								

4.3. Форми організації занять

4.3.2. Теми практичних/семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок теоретично допустимих шляхів взаємодії мікроорганізмів із репрезентативними токсичними металами.	2
2	Дослідження стійкості мікроорганізмів до ультрафіолетового випромінювання.	2
3	Визначення стійкості мікроорганізмів до органічних ксенобіотиків.	2
4	Вивчення резистентності мікроорганізмів до токсичних металів.	2
5	Дослідження закономірностей росту анаеробних мікроорганізмів.	2
6	Встановлення закономірностей взаємодії анаеробних мікроорганізмів із токсичними металами.	2
7	Закономірності розвитку мікроорганізмів у присутності екстремальних факторів.	2
8	Основи відбору перспективних для біотехнології екстремофільних мікроорганізмів.	2
9	Термодинамічні основи для створення новітніх біотехнологій за використання екстремофільних мікроорганізмів (<i>Підсумкове семінарське заняття</i>).	4
	Всього	20

4.3.4. Тематика ІНДЗ

Підготовка реферату, доповіді та презентації (за вибором студента) на тему:

1. Роль мікроорганізмів у природі.
2. Екстремофільні мікроорганізми в природі.
3. Екстремофільні мікроорганізми в біотехнології.
4. Мікроорганізми екстремальних екосистем.
5. Основні класи екстремальних факторів та їх характеристика.
6. Вплив УФ випромінювання на мікроорганізми.
7. Мікробне відновлення металів.
8. Механізм токсичної дії нітрохлорбензолу на мікророганізми.
9. Вплив нітрохлорбензолу на мікроорганізми.
10. Значення металів в природі.
11. Ушкоджуючі дії металів на мікроорганізми.
12. Мікробні препарати на основі екстремофільних мікроорганізмів для природоохоронних біотехнологій.
13. Закономірності впливу екстремальних факторів на мікроорганізми.
14. Трансформація мікроорганізмами металів.
15. Основні технології отримання енергоносіїв.
16. Методи очищення металовмісних стічних вод.
17. Екосистеми, перспективні для виділення екстремофільних мікроорганізмів.
18. Біорозвідка як основа виділення екстремофільних мікроорганізмів.
19. Стан проблеми забруднення екосистем токсичними металами в Україні.
20. Стан проблеми забруднення екосистем токсичними металами в світі.
21. Механізми стійкості мікроорганізмів до ультрафіолетового випромінювання.
22. Взаємодії мікроорганізмів із токсичними органічними сполуками.
23. Сучасні технології утилізації органічних відходів.
24. Сучасні технології отримання водню.
25. Сучасні технології отримання метану.

4.3.5. Індивідуальна навчально-дослідна робота (навчальний проект)

Індивідуальна навчально-дослідна робота (ІНДР) є видом позааудиторної індивідуальної діяльності аспіранта, результати якої використовуються у процесі вивчення програмового матеріалу навчальної дисципліни. Завершується виконання аспірантом ІНДР прилюдним захистом навчального проекту.

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ) з курсу – це вид науково-дослідної роботи аспіранта, яка містить результати дослідницького пошуку, відображає певний рівень його навчальної компетентності.

Мета ІНДЗ: самостійне вивчення частини програмового матеріалу, систематизація, узагальнення, закріплення та практичне застосування знань із навчального курсу, удосконалення навичок самостійної навчально-пізнавальної діяльності.

Зміст ІНДЗ: завершена теоретична або практична робота у межах навчальної програми курсу, яка виконується на основі знань, умінь та навичок, отриманих під час лекційних, семінарських, практичних занять і охоплює декілька тем або весь зміст навчального курсу.

Види ІНДЗ, вимоги до них та оцінювання:

- ✓ конспект із теми (модуля) за заданим планом (**2 бали**);
- ✓ конспект із теми (модуля) за планом, який аспірант розробив самостійно (**3 бали**);
- ✓ анотація прочитаної додаткової літератури з курсу, бібліографічний опис, тематичні розвідки (**3 бали**);
- ✓ повідомлення з теми, рекомендованої викладачем (**2 бали**);
- ✓ повідомлення з теми (без рекомендації викладача): сучасні відкриття з теми, аналіз інформації, самостійні дослідження (**3 бали**);
- ✓ дослідження різноманітних питань з тематики дисципліни у вигляді есе (**5 балів**).
- ✓ дослідження з тематики дисципліни у вигляді реферату (охоплює весь зміст навчального курсу) – **10 балів**.

Орієнтовна структура ІНДЗ – науково-педагогічного дослідження у вигляді реферату: вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел.

Критерії оцінювання та шкалу оцінювання подано відповідно у таблицях нижче.

**Критерії оцінювання ІНДЗ
(дослідження у вигляді реферату)**

№ з/п	Критерії оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за кожним критерієм
1.	Обґрунтування актуальності, формулювання мети, завдань та визначення методів дослідження	2 бали
2.	Складання плану реферату	1 бал
3.	Критичний аналіз суті та змісту першоджерел. Виклад фактів, ідей, результатів досліджень у логічній послідовності. Аналіз сучасного стану дослідження проблеми, розгляд тенденцій подальшого розвитку даного питання	4 бали
4.	Дотримання правил реферування наукових публікацій	0,5 бали
5.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	2 бали
6.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел, посилання	0,5 бали
Разом		10 балів

Оцінка за ІНДЗ у вигляді реферату: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
9 – 10	відмінно	5	A	відмінно
7,5 – 8,9	добре	4	BC	добре
6,0 – 7,4	задовільно	3	DE	задовільно
1 – 5,9	незадовільно	2	FX	незадовільно з можливістю повторного виконання

4.3.6. Теми самостійної роботи аспірантів

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Термодинамічні розрахунки для взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами.	3
2	Закономірності росту аеробних мікроорганізмів.	2
3	Закономірності росту анаеробних мікроорганізмів.	2
4	Залучення ксенобіотиків до метаболічних шляхів мікроорганізмів.	3
5	Сучасні методи очищення металовмісних стічних вод.	4
6	Сучасні методи деструкції органічних сполук.	4
7	Технології отримання енергоносіїв.	4
8	Технології отримання біологічно активних речовин.	2
9	Розроблені мікробні препарати для природоохоронних біотехнологій.	2
10	Підготовка презентаційних робіт.	4
	Всього	30

КАРТА САМОСТІЙНОЇ (ІНДИВІДУАЛЬНОЇ) РОБОТИ АСПІРАНТА

Змістовий модуль та теми курсу	Академічний контроль	Бали	Термін виконання (тижні)
Змістовий модуль 1			
Теми 1-3. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-III
Змістовий модуль 2			
Тема 4. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
Змістовий модуль 3			
Тема 5. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
Всього: 30 год.	Всього: 15 балів		

5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

5.1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності

1. За джерелом інформації:

– *словесні*: лекція (традиційна, проблемна тощо) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (презентація PowerPoint), семінари, пояснення, розповідь, бесіда;

– *наочні*: спостереження, ілюстрація, демонстрація;

– *практичні*: вправи.

2. *За логікою передачі і сприйняття навчальної інформації*: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні.

3. *За ступенем самостійності мислення*: репродуктивні, пошукові, дослідницькі.

4. *За ступенем керування навчальною діяльністю*: під керівництвом викладача; самостійна робота аспірантів із літературою; виконання індивідуальних навчальних проєктів.

5.2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

Методи стимулювання інтересу до навчання: навчальні дискусії; створення ситуації пізнавальної новизни; створення ситуацій зацікавленості (метод цікавих аналогій тощо).

5.3. Інклюзивні методи навчання

1. Методи формування свідомості: бесіда, диспут, лекція, приклад, пояснення, переконання.

2. Метод організації діяльності та формування суспільної поведінки особистості: вправи, привчання, виховні ситуації, приклад.

3. Методи мотивації та стимулювання: вимога, громадська думка. Вважаємо, що неприпустимо застосовувати в інклюзивному вихованні методи емоційного стимулювання – змагання, заохочення, переконання.

4. Метод самовиховання: самопізнання, самооцінювання, саморегуляція.

5. Методи соціально-психологічної допомоги: психологічне консультування, аутотренінг, стимуляційні ігри.

6. Спеціальні методи: патронат, супровід, тренінг, медіація.

7. Спеціальні методи педагогічної корекції, які варто використовувати для цілеспрямованого виправлення поведінки або інших порушень, викликаних спільною причиною. До спеціальних методів корекційної роботи належать: суб'єктивно-прагматичний метод, метод заміщення, метод "вибуху", метод природних наслідків і трудовий метод.

6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Поточний (модульний – письмовий, усний) та підсумковий контроль.
Форма підсумкового контролю успішності навчання.
Підсумковий контроль – **іспит**.

Навчальна дисципліна оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з трьох змістових модулів.

Результати навчальної діяльності аспіранта оцінюються за 100 бальною шкалою в кожному семестрі окремо.

За результатами поточного, модульного та семестрового контролів виставляється підсумкова оцінка за 100-бальною шкалою, національною шкалою та шкалою ECTS.

Модульний контроль: кількість балів, які необхідні для отримання відповідної оцінки за кожен змістовий модуль упродовж семестру.

Семестровий (підсумковий) контроль: виставлення семестрової оцінки аспірантам, які опрацювали теоретичні теми, практично засвоїли їх і мають позитивні результати, набрали необхідну кількість балів.

Загальні критерії оцінювання успішності аспірантів, які отримали за 4-бальною шкалою оцінки «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно», подано в таблиці нижче.

Кожний модуль включає бали за поточну роботу аспіранта на семінарських, практичних, лабораторних заняттях, виконання самостійної роботи, індивідуальну роботу, модульну контрольну роботу.

Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в режимі комп'ютерної діагностики або з використанням роздрукованих завдань.

Реферативні дослідження та есе, які виконує аспірант за визначеною тематикою, обговорюються та захищаються на семінарських заняттях.

Модульний контроль знань аспіранта здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу модуля.

6.1. Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
«відмінно»	Ставиться за повні та міцні знання матеріалу в заданому обсязі, вміння вільно виконувати практичні завдання, передбачені навчальною програмою; за знання основної та додаткової літератури; за вияв креативності в розумінні і творчому використанні набутих знань та умінь.
«добре»	Ставиться за вияв аспірантом повних, систематичних знань із дисципліни, успішне виконання практичних завдань, засвоєння основної та додаткової літератури, здатність до самостійного поповнення та оновлення знань. Але у відповіді аспіранта наявні незначні помилки.
«задовільно»	Ставиться за вияв знання основного навчального матеріалу в обсязі, достатньому для подальшого навчання і майбутньої фахової діяльності, поверхову обізнаність із основною і додатковою літературою, передбаченою навчальною програмою. Можливі суттєві помилки у виконанні практичних завдань, але аспірант спроможний усунути їх із допомогою викладача.
«незадовільно»	Виставляється аспірантові, відповідь якого під час відтворення основного програмового матеріалу поверхнева, фрагментарна, що зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення. Таким чином, оцінка «незадовільно» ставиться аспірантові, який неспроможний до навчання чи виконання фахової діяльності після закінчення закладу вищої освіти без повторного навчання за програмою відповідної дисципліни.

6.2. Система оцінювання роботи студентів/аспірантів упродовж семестру

Вид діяльності студента / аспіранта	Максимальна кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
		кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів
I. Обов'язкові							
1.1. Відвідування лекцій	1	-		-		-	
1.2. Відвідування семінарських і практичних занять	1	-		-		-	
1.3. Робота на семінарському і практичному занятті	2	4	8	3	6	3	6
1.4. Лабораторна робота (в тому числі допуск, виконання, захист)	10	-		-		-	
1.5. Виконання завдань для самостійної роботи (презентація)	5	1	5	1	5	1	5
1.6. Виконання модульної роботи	5	1	5	1	5	1	5
1.7. Виконання індивідуальних завдань (ІНДЗ)	10	-	-	-	-	1	10
	Разом	6	18	4	16	6	26
Максимальна кількість балів за обов'язкові види роботи: 60							
II. Вибіркові							
Виконання завдань для самостійного опрацювання							
2.1. Складання ситуаційних завдань із різних тем курсу	5						
2.2. Огляд літератури з конкретної тематики	5						
2.3. Складання ділової гри з конкретним прикладним матеріалом з будь-якої теми курсу	5						
2.4. Підготовка наукової статті з будь-якої теми курсу	10						
2.5. Участь у науковій конференції	5						
2.6. Дослідження українського чи закордонного досвіду	5						
	Разом						
Максимальна кількість балів за вибіркові види роботи: 0							
Всього балів за теоретичний і практичний курс: 60							

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- ✓ своєчасність виконання навчальних завдань;
- ✓ повний обсяг їх виконання;
- ✓ якість виконання навчальних завдань;
- ✓ самостійність виконання;
- ✓ творчий підхід у виконанні завдань;
- ✓ ініціативність у навчальній діяльності.

Обов'язковим для іспиту є відпрацювання практичних занять.

6.3. Оцінка за теоретичний і практичний курс: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
54 – 60 та більше	<i>відмінно</i>	5	A	<i>відмінно</i>
45 – 53	<i>добре</i>	4	BC	<i>добре</i>
36 – 44	<i>задовільно</i>	3	DE	<i>задовільно</i>
21 – 35	<i>незадовільно</i>	2	FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 20		2	F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

6.4. Оцінка за іспит: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
36 – 40 та більше	<i>відмінно</i>	5	A	<i>відмінно</i>
30 – 35	<i>добре</i>	4	BC	<i>добре</i>
24 – 29	<i>задовільно</i>	3	DE	<i>задовільно</i>
14 – 23	<i>незадовільно</i>	2	FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 13		2	F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

Перед іспитом аспіранти отримують перелік питань, що охоплюють зміст програми дисципліни. На іспит виносяться вивчені протягом семестру питання, типові задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх при вирішенні практичних задач. Критерії оцінювання екзаменаційних завдань визначаються Інститутом, включаються до робочої програми дисципліни і доводяться до аспірантів на початку семестру.

6.5. Загальна оцінка з дисципліни: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ECTS	
			іспит		
90 – 100	<i>відмінно</i>	<i>відмінно</i>		A	<i>відмінно</i>
82 – 89	<i>добре</i>	<i>добре</i>		B	<i>добре (дуже добре)</i>
75 – 81	<i>добре</i>			C	<i>добре</i>
64 – 74	<i>задовільно</i>	<i>задовільно</i>		D	<i>задовільно</i>
60 – 63	<i>задовільно</i>			E	<i>задовільно (достатньо)</i>
35 – 59	<i>незадовільно</i>	<i>незадовільно</i>		FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 34	<i>незадовільно</i>			F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

6.6. Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для іспиту

Поточне тестування та самостійна робота					Разом, бал	Іспит, бал	Сума, бал	
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовний модуль 3				
T1	T2	T3	T4		T5	не більше 60	не більше 40	не більше 100
18			16		26			

T1 - T5 – теми змістових модулів.

Максимальна підсумкова оцінка після перескладання може бути лише «задовільно».

6.7. ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ІСПИТУ

1. Дати визначення поняття екстремофільні мікроорганізми, екстремальні фактори, ксенобіотики.
2. Основні класи екстремальних факторів та їх характеристика. Приклади.
3. Стійкість мікроорганізмів до екстремальних факторів. Загальна характеристика, приклади.
4. Що таке термодинамічне прогнозування взаємодії мікроорганізмів з екстремальними факторами?
5. Значення редокс-потенціалу та рН середовища для взаємодії мікроорганізмів із ксенобіотиками.
6. Поняття термодинамічної стійкості води та межі існування мікроорганізмів.
7. Що таке максимально допустимі дози та концентрації екстремальних факторів? Яким чином вони розраховуються?
8. Дати визначення поняття важкі метали, їх характеристика, шляхи потрапляння в екосистеми та вплив на мікробну клітину.
9. Охарактеризувати види взаємодії мікроорганізмів з металами. Навести приклади.
10. Розкрити шляхи взаємодії мікроорганізмів із токсичними органічними сполуками.
11. Механізми детоксикації ксенобіотиків. Навести приклади.
12. Охарактеризувати механізми стійкості мікроорганізмів до ультрафіолетового випромінювання. Приклади.
13. Охарактеризувати закономірності росту аеробних та анаеробних мікроорганізмів.
14. Дати визначення поняттю біорозвідка. Охарактеризувати природні і техногенні екосистеми, перспективні для виділення екстремофільних мікроорганізмів. Навести приклади.
15. Вплив забруднення довкілля на резистентність мікроорганізмів до ксенобіотиків.
16. Методи культивування анаеробних мікроорганізмів. Приклади.
17. Дати характеристику відновників для розвитку анаеробних мікроорганізмів.
18. Основні показники розвитку мікроорганізмів: рН, редокс-потенціал середовища, газова фаза. Їх значення для контролю розвитку мікроорганізмів.
19. Методи вимірювання рН, редокс-потенціал середовища. Порівняльна характеристика колориметричних та потенціометричних методів.
20. Дати характеристику сучасним екологічним проблемам людства. Які причини виникнення екологічних катастроф? Чим вони загрожують для довкілля?
21. Охарактеризувати чинні біотехнології очищення металовмісних стічних вод та деструкції органічних сполук.

22. Стан розвитку сучасних біотехнологій отримання енергоносіїв та біологічно активних речовин.
23. Сучасні мікробні препарати, залучені до природоохоронних біотехнологій.
24. Екстремальні мікроорганізми для розробки природоохоронних і енергоефективних біотехнологій.
25. Підбір екстремофільних мікроорганізмів, перспективних для розробки біотехнологій знешкодження ксенобіотиків та отримання біологічно активних речовин і енергоносіїв.

Орієнтовні тестові завдання.

Тестові завдання різних типів
Питання 1. Сукупна назва для живих істот, здатних жити та розмножуватися у екстремальних умовах оточуючого середовища:
a). гетеротрофи;
b). ауксотрофи;
c). екстремофіли;
d). екстремофоби.
Питання 2. Токсичність ароматичних сполук визначається:
a). високою мутагенною активністю;
b). низькою мутагенною активністю;
в). низькою хімічною активністю;
г). високою хімічною активністю.
Питання 3. Механізм токсичної дії нітрохлорбензолу на мікрорганізми:
a). активація ферментів;
б). блокування ферментів;
в). синтез пігментів;
г). мутагенний ефект.
Питання 4. Мікробне відновлення металу можливе, коли:
a). редокс-потенціал (Eh) реакції знаходиться поза межами термодинамічної стійкості води;
б). редокс-потенціал реакції знаходиться в межах термодинамічної стійкості води;
в). $Eh < -414 \text{ мВ}$;
г). $-414 \text{ мВ} < Eh < +814 \text{ мВ}$.
Питання 5. Потужність УФ визначається:
a). концентрацією озону у атмосфері;
b). висотою Сонця над горизонтом;
c). висотою над рівнем моря;
d). станом хмарного покриву.
Питання 6. Діаграми Пурбе дозволяють:
a). прогнозувати зміни редокс-стану металів/радіонуклідів при зміні рН та Eh;

б). визначення умов перебігу реакції;
в). отримати інформацію стосовно кінетичних параметрів реакції;
г). розуміти механізм хімічної реакції в умовах навколишнього середовища.
Питання 7. Механізми та ушкоджуючої дії металів на мікроорганізми:
а). порушення зовнішніх клітинних структур;
б). відновлення зовнішніх клітинних структур;
с). блокування ферментів енергетичного та конструктивного метаболізму;
д). отримання енергії.
Питання 8. Резистентність до УФ мікроорганізмів визначається:
а). швидкістю росту;
б). синтезом пігментів;
с). редокс-рівнем атомів мембрани;
д). репарацією ДНК.
Питання 9. Збільшення кількості екстремальних факторів:
а). призводить до збільшення інтегральної стійкості мікроорганізмів;
б). призводить до зниження інтегральної стійкості мікроорганізмів;
с). призводить до збільшення стійкості мікроорганізмів до окремого фактора;
д). не призводить до впливу на мікроорганізми.
Питання 10. Біологічне значення взаємодії мікроорганізмів з металами визначається:
а). концентрацією металу;
б). диверсифікованістю мікробного метаболізму;
с). ступенем токсичності металу;
д). температурою середовища.
Питання 11. Взаємодія мікроорганізмів з металами може проявлятися у таких видах:
а). утворення летючих сполук металів;
б). акумуляція;
с). іммобілізація;
д). мобілізація.
Питання 12. Відмінність радіонуклідів та нерадіоактивних металів:
а). радіонукліди є альфа-, бета- та гамма – випромінювачами;
б). нерадіоактивні метали є альфа-, бета- та гамма – випромінювачами;
с). концентрація радіонуклідів у довкіллі на 3-4 порядки менша за концентрацію нерадіоактивних металів;
д). концентрація радіонуклідів у довкіллі на 3-4 порядки більша за концентрацію нерадіоактивних металів.

7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Конспект лекцій з курсу «Екстремофільні мікроорганізми».
2. Навчальна література відповідно до переліку рекомендованої до вивчення літератури.
3. Мультимедійні презентації відповідно до теоретичного курсу.
4. Лабораторія як демонстраційно-навчальний матеріал.

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, вибіркової та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять, індивідуальні, навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; тестові варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

7.1. Глосарій (термінологічний словник)

Автотрофи - організми, що здатні засвоювати CO₂, як єдине джерело Карбону і синтезувати з нього органічні речовини для клітини.

Агар-агар - продукт, який одержують з морських водоростей і використовують для надання твердості поживним середовищам, що використовуються в мікробіології та мікробіологічній промисловості.

Адаптація - процес зміни властивостей окремих клітин або популяцій мікроорганізмів, внаслідок чого вони стають більш пристосовані до нового або зміненого середовища проживання.

Аероби - мікроорганізми, для життєдіяльності яких необхідний вільний молекулярний кисень

Аумуляція - нагромадження в живих організмах речовин, що забруднюють середовище існування внаслідок засвоєння їх у процесі харчування і контакту із середовищем.

Алкалофіли - мікроорганізми що розвиваються в зонах з високим значенням рН, їх оптимум 9-10,5; амоніфікатори, нітра- і сульфатвідновлювальні бактерії.

Алкогольдегідрогеназа - фермент, що каталізує окиснення спиртів до альдегідів за присутності НАД, димер що містить цинк; має простетичну групу PPQ – метоксантин; міститься на зовнішній поверхні ЦПМ.

Анаболізм - або конструктивний метаболізм – потік реакцій у результаті яких за рахунок речовин, що надходять ззовні або утворюються у клітині, будуються компоненти клітин; цей процес пов'язаний з використанням енергії, що міститься в макроергічних зв'язках молекул АТФ та інших багатих на енергію сполуках.

Анаеробіоз - життя за відсутності вільного кисню. Поняття «анаеробіоз» було введено в 1861 р. Луї Пастером, що показав, що

мікроорганізми, що породжують маслянокисле бродіння, гинуть у присутності кисню.

Анаеробне дихання - тип метаболізму за якого водень від органічного субстрату переноситься на «зв'язаний кисень» (сульфат, нітрат, карбонат, фумарат чи інші сполук); окислення молекул для отримання енергії за відсутності кисню.

Анаеростат - прилад для вирощування анаеробних мікроорганізмів, герметично закривається і поміщається в термостат, кисень видаляється декількома шляхами: витіснення за допомогою вуглекислоти, поглинання лужним розчином, спалюванням фосфору, з'єднання з воднем в присутності платини та ін.

Асиміляція - (анаболізм або конструктивний метаболізм) – потік реакцій у результаті яких за рахунок речовин, що надходять ззовні або утворюються у клітині, будуються компоненти клітин; цей процес пов'язаний з використанням енергії, що міститься в макроергічних зв'язках молекул АТФ та інших багатих на енергію сполук.

Ацетатне бродіння - бродіння, єдиним продуктом окиснення гексоз є оцтова кислота, здійснюється деякими видами клостридій (*Clostridium acidurici*, *Clostridium cylindrosporium*, *Clostridium thermacetivum*).

Ацидофіли - мікроорганізми, для яких оптимальне значення рН середовища лежить у кислій зоні; факультативні рН 1-9, оптимум рН 2-4, obligatні екстремальні рН 1-5 оптимум рН 2-4; *Thiobacillus thiooxidans*, *T. ferrooxydans*, *Sulfolobus acidocaldarius*.

Білки-переносники - інтегральні білки плазматичної мембрани, що забезпечують перенесення речовин через плазматичну мембрану за допомогою енергії АТФ.

Вихід біомаси – це та макс. к-сть клітин, або біомаси, яку можна одержати за певних умов в одиниці об'єму; залежить від умов культивування.

Гетеротрофи - організми для яких джерелом карбону є органічні сполуки.

Гіпертермофіли - мікроорганізми що виділені з гарячих джерел з температурним максимумом до +110 С (більшість належить до археобактерій).

Дисиміляція - (катаболізм, енергетичний обмін) сукупність біохімічних процесів, за допомогою яких складні хімічні сполуки в організмі розкладаються до простіших, в результаті чого відбувається оновлення живої матерії та утворення потрібної для життєдіяльності енергії.

Екзофермент - білки, що секретуються назовні; синтезуються у вигляді попередників і підлягають процесинку під час транслокації через мембрану; фермент, що виділяється клітиною в зовнішнє середовище, де здійснює розщеплення складних сполук (білків, жирів, вуглеводів) до більш простих, доступних засвоєнню клітиною.

Експоненціальна фаза - (логарифмічна) фаза росту періодичної культури, яка розпочинається після адаптації клітин до умов культивування, під час цієї фази досягається максимальна швидкість росту, генетично

закладена та можлива за даних умов, час подвоєння біомаси і час генерації є рівними та мінімальними, збільшення кількості клітин проходить у геометричній прогресії.

Екстремальні термофіли - мікроорганізми оптимальна температура росту яких +70 С, мінімальна +40-45 С, максимальна - +80 С.

Екстремофіли - організми, пристосовані до життя в умовах, екстремальних за якою-небудь фізичною або геохімічною ознакою. Переважна більшість відомих екстремофілів — мікроорганізми, в основному прокаріоти.

Ендоспори - тип спочиваючих клітин грампозитивних бактерій, які мають специфічні структури: багат шарові білкові покриви, зовнішню і внутрішню мембрани, кортекс, іноді екзоспоріум; стійкі до підвищених і летальних для вегетативних клітин доз радіації.

Енергетичний обмін - (дисиміляція, катаболізм) - це потік реакцій, які супроводжуються мобілізацією енергії та її перетворенням у електрохімічну енергію або хімічну (АТФ) форму, що може використовуватись в різних енергозалежних процесах.

Ефект Пастера - ефект інгібуючої дії кисню на процес анаеробного дихання (бродиння). Ефект був відкритий в 1857 році Луї Пастером.

Змішані культури - культури в яких містяться клітини мікроорганізмів різних груп, на них вивчають взаємовідносини між різними групами мікроорганізмів.

Катаболізм - (енергетичний обмін, дисиміляція) сукупність біохімічних процесів, за допомогою яких складні хімічні сполуки в організмі розкладаються до простіших, в результаті чого відбувається оновлення живої матерії та утворення потрібної для життєдіяльності енергії.

Кислотостійкі мікроорганізми - нейтрофільні бактерії (ростуть у діапазоні рН 4-9, оптимум рН 6-8), які краще переносять кислу реакцію середовища; молочнокислі, оцтовокислі бактерії.

Лаг-фаза - фаза росту періодичної культури, починається одразу після висівання мікроорганізмів у поживне середовище, у цій фазі культура адаптується до умов росту, але чисельність клітин не змінюється, на тривалість лаг-фази впливають: вік клітин, об'єм посівного матеріалу, склад середовища, умови культивування; є необов'язковою фазою росту

Ліофілізація - висушування попередньо замороженої суспензії бактерій у вакуумі, використовують при зберіганні колекційних штамів мікроорганізмів, для одержання імунних сироваток, препаратів ферментів тощо.

Ліпополісахариди бактерій - (ЛПС) один з головних компонентів зовнішньої мембрани грамнегативних бактерій, є бар'єром для проникнення в клітину токсичних сполук, рецептором для бактеріофагів, один з головних факторів патогенності бактерій; ЛПС сальмонел складаються з ліпиду А та гетерополісахаридної частини, яка має ядро та О-специфічний ланцюг.

Логарифмічна фаза - (експоненціальна фаза) фаза росту періодичної культури, яка розпочинається після адаптації клітин до умов культивування,

під час цієї фази досягається максимальна швидкість росту, генетично закладена та можлива за даних умов, час подвоєння біомаси і час генерації є рівними та мінімальними, збільшення кількості клітин проходить у геометричній прогресії.

Лофотрих - тип джгутикування клітин за якого декілька джгутиків розміщені на одному полюсі клітини.

Макрокапсула - капсула товщина якої більше 0,2 мкм; шар, яким вкрита поверхня багатьох мікроорганізмів, зазвичай складаються з полісахаридів, які містять у своєму складі глюкозу, аміоцукри, рамнозу, 2-кето-3-дезоксигалактонову кислоту, уронові та органічні кислоти; захист від висушування, фактор патогенності, адгезія.

Мезофіли - мікроорганізми що живуть та розмножуються за температури +20 – +40, оптимальна +25 – +37, мінімальна +10, максимальна +40 – +45, найчисленніша група мікроорганізмів.

Міколові кислоти - бета-гідроксикислоти що, ковалентно зв'язані з пептидогліканом, надають клітинній поверхні гідрофобних властивостей і стійкості до різних розчинених токсичних речовин, зумовлюють кислотостійкість бактерій; характерні для нокардій, коринеформних бактерій та мікобактерій

Мікроаерофіли - потребують молекулярного кисню для здійснення метаболічних процесів, але його концентрація має бути від 2% до 10%.

Мікробостатичний ефект - ефект, який спричиняють хімічні сполуки, що пригнічують ріст мікроорганізмів.

Мікробоцидний ефект - ефект, який спричиняють хімічні сполуки, що спричиняють загибель мікроорганізмів.

Мікрокапсула - капсула, товщина якої менше 0,2 мкм; шар, яким вкрита поверхня багатьох мікроорганізмів, зазвичай складаються з полісахаридів, які містять у своєму складі глюкозу, аміоцукри, рамнозу, 2-кето-3-дезоксигалактонову кислоту, уронові та органічні кислоти; захист від висушування, фактор патогенності, адгезія.

Мікрококи – бактерії, що мають вигляд правильної кулі, діляться в одній площині, розміщуються поодинокі, сапрофіти, патогенних форм не описано.

Міксоспори - спочиваючі форми міксобактерій, що утворюються у дозрілих плодових тілах з вегетативних клітин, стійкі до нагрівання і висихання.

Міксотрофи - мікроорганізми, що здатні переключатися з одного типу живлення на інший при зміні складу середовища та умов культивування.

Молярний економічний коефіцієнт - визначають як кількість біомаси, утвореної на 1 моль використаного субстрату.

Монобактерії - тип взаєморозміщення паличкоподібних бактерій, за якого бактерії розміщуються поодинокі.

Мономорфний клітинний цикл - клітинний цикл за якого утворюється один морфологічний тип клітин.

Монотрих - тип джгутикування бактерій за якого один джгутик розміщений на одному з полюсів клітини.

Накопичувальні культури - культура в якій переважають мікроорганізми однієї фізіологічної групи; метод нагромаджувальних та елективних культур.

Нейтрофіли – бактерії, що ростуть у діапазоні рН 4-9, оптимальне значення рН 6-8, до них належить більшість мікроорганізмів.

Нуклеоїд - регіон нерегулярної форми в межах клітини прокариот, де локалізована бактеріальна ДНК і усі білки необхідні для транскрипції та реплікації ДНК.

Облігатні анаероби - мікроорганізми, що гинуть за наявності молекулярного кисню.

Облігатні паразити - мікроорганізми, що використовують органічні речовини живих істот (господаря) не здатні існувати поза організмом господаря.

Окисне дезамінування - процес відщеплення аміногрупи від органічної речовини, за якого утворюється кетокислота та аміак, відбувається за участю оксидаз

Окисне фосфорилювання - або мембранне, синтез АТФ за рахунок енергії транспортування електронів, субстрати повністю окислюються до CO_2 (за винятком неповного окиснення).

Оксигенний фотосинтез - тип фотосинтезу у якому донором електронів є вода, супроводжується виділенням кисню; основне місце фіксації CO_2 - цикл Кальвіна.

Оліготрофи - мікроорганізми, що здатні рости тільки за низької концентрації органічних сполук у середовищі 1-15 мг/л, при вищій конц. гинуть.

Органотрофи - мікроорганізми, які використовують як донор електронів органічні сполуки.

Пасивна дифузія - транспорт здійснюється за градієнтом концентрації та не потребує затрат енергії (у клітини надходять вода, кисень, парафіни, олеїнова кислота та деякі антибіотики).

Періодичне культивування - або стаціонарне, відбувається у закритому об'ємі без поновлення складу поживних речовин, за цих умов популяція мікроорганізмів проходить певний цикл розвитку зі зміною фаз (періодів).

Пермеази - білки, через які здійснюється полегшена дифузія без затрат енергії, зв'язують молекулу субстрату зовні і полегшують його проникнення через мембрану.

Пероксисоми - мікротільця, що містять більше 20 різних ферментів, які каталізують оксидативні реакції (каталаза, пероксидаза, дегідрогеназа, ферменти гліоксалатного шунта), одномембранні.

Питома швидкість росту - приріст біомаси за одиницю часу на одиницю біомаси, лімітує конц. субстрату, нагромадження продуктів обміну, $\mu = dx/dt * 1/x$ (x - початкова біомаса, t - час).

Плеоморфізм - зміна форми клітини протягом циклу розвитку.

Поверхневі структури - структури, що розміщені ззовні цитоплазматичної мембрани – клітинна стінка, капсули, слизисті шари, чохли, джгутики, війки; виконують різні функції.

Порини - білки, що беруть участь у формуванні мембранних гідрофільних пор; також виконують функції рецепторів фагів і коліцинів.

Протопласти - форма бактерій, що повністю втратили клітинну стінку, унаслідок дії певного фактора; здійснюють обмін речовин; за відсутності фактора, що спричинив їх утворення можуть ревертувати до нормальних клітин; їх використовують для дослідження бактеріальних мембран та в генетичних дослідженнях.

Психрофіли - мікроорганізми які можуть нормально рости при низьких значеннях температури 0-+20 С, поширені в холодних морях, снігах, горах, печерах.

Сапротрофи - організми, що отримують необхідні для життєдіяльності речовини, руйнуючи відмерлі частини рослин і тварин.

Сидерофори - зв'язуючі агенти, що хелатують іони заліза та переносять їх у клітину виділяються деякими мікроорганізмами, необхідні для перенесення іонів заліза.

Синхронна культура - популяція мікроорганізмів, у якій більшість клітин діляться одночасно (синхронно).

Стаціонарна фаза - фаза росту періодичної культури, у якій спостерігається незначний приріст біомаси (процес розмноження врівноважується процесом відмирання), у цій фазі культура менш чутлива до дії фізичних факторів, її біомаса досягає максимуму.

Стаціонарне культивування - або періодичне, відбувається у закритому об'ємі без поновлення складу поживних речовин, за цих умов популяція мікроорганізмів проходить певний цикл розвитку зі зміною фаз (періодів).

Стрептобактерії - паличкоподібні Гр- бактерії, що розміщуються ланцюжками.

Стрептобацили - паличкоподібні Гр+ бактерії, що розміщуються ланцюжками.

Стрептококи - кулясті бактерії, що діляться в одній площині, клітини після поділу зберігають між собою зв'язок, внаслідок чого утворюються ланцюжки різної довжини.

Субстратне фосфорилування - процес синтезу АТФ шляхом перенесення багатой енергією фосфатної групи від проміжної сполуки катаболізму на АДФ, супроводжується фосфорилуванням АДФ з утворенням АТФ, цей процес можливий в аеробних та анаеробних умовах.

Термодинамічне прогнозування - це метод, що базується на використанні діаграм Пурбе та рівняння Нернста для розрахунку окисно-відновних потенціалів хімічних реакцій, зокрема реакцій трансформації сполук металів. Рівняння Нернста пов'язує потенціал відновлення електрохімічної реакції зі стандартним електродним потенціалом E'_0 .

Термостат - прилад для культивування мікроорганізмів у якому підтримується постійна температура.

Термотолерантність - стійкість мікроорганізмів до тих температур за яких їхній ріст не відбувається.

Термофіли - мікроорганізми, що ростуть при температурі вищій від +40 С; поділяються на факультативні (+20-+65, оптимум +50-+60), облигатні (+40-+70, оптимум +60-+65), екстремальні (+40-+80, оптимум +70).

Тетракоки - кулясті бактерії, що утворюють скупчення по чотири клітини, поділ клітин відбувається у двох взаємоперпендикулярних площинах.

Турбідостат - апарат для безперервного культивування мікроорганізмів, при якому у середовищі підтримують постійний рівень біомаси мікроорганізмів, швидкість нагромадження біомаси визначає швидкість притоку поживного середовища, ріст мікроорганізмів здійснюється без зовнішнього лімітування.

Фаза відмирання - фаза росту періодичної культури, у якій відбувається зниження кривої росту, бо число живих клітин у культурі зменшується, відбувається автоліз, в культурі наявні інволюційні форми, у культурі нагромаджуються багато ендогенних ауторегуляторних факторів, що впливають на чисельність популяції і перехід вегетативних клітин у стан спокою.

Факультативні анаероби - мікроорганізми, що здатні жити як без кисню так і за наявності кисню.

Фотоорганогетотрофи - тип живлення мікроорганізмів, які як джерело енергії використовують світло, донор електронів - органічні сполуки, а джерело карбону – CO₂.

Хемолітоавтотрофи - тип живлення мікроорганізмів, які використовують енергію окисно-відносних реакцій, донор електронів - неорганічні сполуки, а джерело карбону – CO₂.

Хемолітогетеротрофи - тип живлення мікроорганізмів, які використовують енергію окисно-відносних реакцій, донор електронів - неорганічні сполуки, а джерело карбону – органічні сполуки.

Хемоорганогетотрофи - тип живлення мікроорганізмів, які використовують енергію окисно-відносних реакцій, донор електронів - органічні сполуки, а джерело карбону – CO₂.

Хемоорганогетеротрофи - тип живлення мікроорганізмів, які використовують енергію окисно-відносних реакцій, донор електронів - органічні сполуки, а джерело карбону – органічні сполуки.

Хемостат - апарат для безперервного культивування мікроорганізмів, у яких з постійною швидкістю надходить свіже поживне середовище і з такою ж швидкістю відбувається відтік культури, на популяцію можна вплинути будь яким лімітуючим чи інгібуючим фактором.

Хемотаксис - тип таксису, за якого рух відбувається згідно концентрації певних хімічних речовин.

Час генерації - час, протягом якого подвоюється кількість клітин у популяції.

Час подвоєння біомаси - час, протягом якого подвоюється кількість біомаси у популяції.

Чисті культури - клітини одного виду, які використовують для дослідження їх властивостей.

Штам - культура одного виду, виділена з різних джерел або з одного джерела, але в різний час і різними авторами.

7.2. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.

Список рекомендованої літератури (опис згідно з бібліографічним описом документів відповідно до ДСТУ 7.1: 2006, запровадженого в дію в Україні з 01.07.2007)

Базові джерела:

1. Шлегель Г. Общая микробиология / Г. Шлегель: [пер. с нем.]. – М.: Мир. – 1987. – 567 с.
2. Современная микробиология: прокариоты: в 2 т.; пер. с англ. / Й. Ленгелер, Г. Древе, Г. Шлегель. – М.: Мир, 2005. – 695 с.
3. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти: Навч. посібник / І.П.Козлова, О.С. Радченко, Л.Г. Степура, Т.О. Кондратюк. - К.: Наук. думка, 2008. – 528 с.
4. Справочник химика / [под ред. Б.П. Никольского]. – Москва; Ленинград: Химия, 1965. – 1008 с. – (Т. 3).
5. Мейнелл Дж. Экспериментальная микробиология (Теория и практика) / Дж.Мейнелл, Э. Мейнелл. – М.: Мир, 1967. – 348 с.
6. Радченко О.С. Фізіолого-біохімічні властивості мікроорганізмів та методи їх визначення: Навчальний посібник / О.С. Радченко. – Київ: Аграр Медіа Груп, 2011. – 212 с.
7. Таширев А.Б. Термодинамическое прогнозирование редокс-взаимодействия микроорганизмов с металлами-окислителями (Hg^{2+} , CrO_4^{2-} , Cu^{2+}) / А.Б. Таширев, Э.В. Галингер, Е.И. Андреюк // Доповіді Національної академії наук України. – 2008. – № 4. – С. 166–172.
8. Таширев А.Б. Теоретические аспекты взаимодействия микроорганизмов с металлами. Восстановительная трансформация металлов. / А. Б. Таширев. // Мікробіол. журнал. – 1994. – № 56. – Р. 76–88.
9. Таширев А.Б. Теоретические аспекты взаимодействия микроорганизмов с металлами. Микробная аккумуляция металлов, обусловленная их стереохимической аналогией с макроэлементами. / А. Б. Таширев. // Мікробіол. журнал. – 1994. – № 56. – С. 89–100.
10. Tashyrev O.B. The effect of *p*-nitrochlorobenzene on homeostasis quantitative parameters on karst cave clays and Equador soils microbial communities / Tashyrev O.B., Suslova O.S., Rokitko P.V. // Mikrobiologichny Zhurnal. – 2015. - №4. – 38–44.

11. Дуда В.И. Облигатно анаэробные бактерии: многообразие, классификация, методы выделения и культивирования / В.И. Дуда. – Пушино.: Научный центр биологических исследований АН СРСР. – 1978. – С. 7–38. – (Теоретические и методические основы изучения анаэробных микроорганизмов).
12. Дуда В.И. Теоретические и методические основы изучения анаэробных микроорганизмов // Пушино: НЦБИ АН СРСР, 1978. - С. 7.
13. Сендел Е. Колориметрические методы определения следов металлов / Е. Сендел. – М.: Мир, 1964. – 899 с.
14. Govorukha V. Thermodynamic prognosis of microbial interaction with iron compounds / V. Govorukha, O. Radchenko, O. Tashyrev // Ecological Engineering and Environment Protection. – 2015. – No 1. – P. 12–23.
15. Притула І.Р. Застосування редокс-індикаторів для вимірювання окисно-відновного потенціалу під час росту культур мікроорганізмів / І.Р. Притула, О.Б. Таширев // Біологічні студії/Studia Biologica. – 2013. – Т. 7, № 3. – С. 133–144.
16. Таширев А.Б. Техника выделения изолированных колоний анаэробных бактерий во флаконах / А.Б. Таширев, Я.Н. Данько, Д.В. Чернышенко // Микробиол. журн.– 1988 – Т. 50, № 4. – С. 89–90.
17. Hungate R. E. A roll tube method for cultivation of strict anaerobes / R. E. Hungate // Meth. Microbiol. – 1969. – 3b. – P. 117–132.
18. Притула І.Р. Усовершенствование метода выделения водородобразующих бактерий рода *Clostridium* / И.Р. Притула, А.Б. Таширев // Мікробіологічний журнал. – 2012. – Т. 74, № 6. – С. 58–64.
19. Чернышенко Д.В. Культиватор для изучения ростовых процессов анаэробных микроорганизмов / Д.В. Чернышенко и др. // Микробиол. журн. – 1990. – Т. 52, № 6. – С. 90–92.
20. Lloyd J. R. Microbial detoxification of metals and radionuclides. / J. R. Lloyd, D. R. Lovley. // Current Opinion in Biotechnology. – 2001. – V. 12, N 3. – P. 248–253.
21. Кушкевич І. Вплив важких металів на клітини мікроорганізмів / І. Кушкевич, С. Гнатуш, С. Гудзь. // Вісник Львів. Ун-ту. Серія біологічна. – 2007. – 45. – С. 3–28
22. Effects of Cu^{2+} on morphological structure, functional groups, and elemental composition of aerobic granular sludge / X. Y. Zheng, X. N. Wang, X. Huang [et al.]. // Environmental Technology. – 2013. – V. 34, N 1-4. – P. 219–224.
23. Method of thermodynamic prognosis for new environmental biotechnologies development / O. B. Tashyrev, I. P. Prekrasna, G. O. Tashyreva [et al.]. // Journal of International Scientific Publications: Agriculture & Food. – 2013. – V. 1, N 2. – P. 92 – 110.
24. Tashyrev O. Express method for redox potential and pH measuring in microbial cultures / O. Tashyrev, I. Prekrasna. // International Journal Bioautomation. – 2014. – V. 18, N 3. – P. 217–230.

25. УФ резистентность микроорганизмов, изолированных из скальных биотопов Антарктики / В.А. Романовская [и др.] // Микроб.журнал. – 2010. – 72(3). – С. 8–14.
26. Таширев А.Б., Радченко О.С., Данько Я.И., Чернышенко Д.В., Гвоздяк П.И. Железо(II) как восстановитель для культивирования анаэробных микроорганизмов// Микробиология. - 1989. - 58, N 5. - С. 854 - 857.
27. Чернышенко Д.В., Данько Я.Н., Таширев А.Б., Радченко О.С., Ястремская Л.С. Культиватор для изучения ростовых процессов анаэробных микроорганизмов // Микробиол. журн. - 1990. - 52. - № 6. - С. 90 - 92.
28. Levin D. V. Biohydrogen production: prospects and limitations to practical application / D. V. Levin, L. Pitt, M. Love // Int. J. Hydrog. Energy. – 2004. – Vol. 29. – P. 173–185.
29. Цыганков А. А. Получение водорода биологическим путем / А. А. Цыганков // Рос. хим. ж. – 2006. – L, № 6. – С. 26–33.
30. Тарасов Б. П. Водородная энергетика: прошлое, настоящее, виды на будущее / Б. П. Тарасов, М. В. Лотоцкий // Рос. хим. ж.– 2006, T. L, № 6. – С. 5–18.
31. Матвеева Н. А. Образование молекулярного водорода ассоциацией спорообразующих микроорганизмов / Н. А. Матвеева [та ін.] // Мікробіологічний журнал. – 2011 – Т. 73, № 1. – С. 36–43.
32. Таширева Г.О. Перспективи створення промислових біотехнологій синтезу біоводню при мікробному зброджуванні багатоконпонентних харчових відходів / Г.О. Таширева, О.Б. Таширев, І.Р. Притула // Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях / за ред. В.В. Скорохода, Ю.М. Солоніна. – К.: «КІМ», 2015. – 17-23 с.
33. Фундаментальні проблеми водневої енергетики [Текст]: монографія / [Андрійчук І. Л. та ін.]; за ред. В. Д. Походенка, В. В. Скорохода, Ю. М. Солоніна; НАН України. – К.: КІМ, 2010. – 495 с.
34. Tashyreva A. The novel comprehensive approach for non-food agricultural and landfill biomass microbial fermentation and biogas production / A. Tashyreva, O. Tashyrev, I. Prytula // Biotechnology and Plant Breeding Perspectives, Eds., R.K.Behl and Edward Arseniuk. – Agrobios (International) Publishers. – 2014. – P. 347–356. – ISBN: 978-93-81191-01-9.
35. Гвоздяк П.И. Трансформация *n*-нитрохлорбензола культурой *E.coli* / П.И. Гвоздяк, Н.Ф. Могилевич, А.Б. Таширев // Мікробіологія. – 1983. – С. 22–25. (російською)
36. Таширева Г.О. Стійкість до іонів Cu^{2+} антарктичних штамів *Enterobacter hormaechei* та *Brevibacterium antarcticum* за різних умов культивування / Г.О. Таширева, Г.О. Іутинська, О.Б. Таширев // Мікробіол. журнал. – 2009. – 71. – № 4. – С. 3–9.

Допоміжні джерела:

1. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: Навчальний посібник – К.: Арістей, 2006–284 с.
2. Практикум із загальної мікробіології / [О.С. Радченко, Л.Г. Степура, І.В. Домбровська та ін.]. – Київ: Фітосоціоцентр, 2011. – 168 с.
3. Андреюк Е.И., Иутинская Г.А., Петруша З.В. Гомеостаз микробных сообществ почв, загрязненных тяжелыми металлами // Микробиол. ж. - 1999. - 61, № 6. - С. 15-21.
4. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. - М.: Наука, 1987. - 339 с.
5. Pourbaix M. Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions. / M. Pourbaix. – Oxford: Pergamon press, 1963. – 320 p.
6. Tomei M.C. Microbial and kinetic characterization of pure and mixed cultures aerobically degrading 4-nitrophenol / M.C. Tomei, S. Rossetti, M.C. Annesini // Chemosphere. – 2006. – 63(10). – P. 1801–1808.
7. Аккумуляция тяжелых металлов микробным сорбентом / А. Б. Таширеву, Г. Ф. Смирнова, С. Б. Яновер, А. И. Самчук. // Микробиол. журн. – 1997. – № 59. – С. 70–79.
8. Flemming C.A Copper toxicity and chemistry in the environment: a review / C.A. Flemming, J.T. Trevors // Water, Air, and Soil Pollution. – 1989. – 44. – 1-2. – P. 143–158.
9. Chromium (VI) biosorption and bioaccumulation by chromate resistant bacteria / T.Srinath, T. Verma, P. W. Ramteke, S. K. Garg. // Chemosphere. – 2002. – V. 48, N 4. – P. 427–435.
10. Regularities metal resistant microorganisms distribution in a natural ecosystems / О.В. Tashyrev, Іе. Prekrasna, G. Tashyeva [et al.] // Екологічно инженерство и опазване на околната среда. – 2013. – № 2. – P. 39–50.
11. Lovley D.R. Dissimilatory metal reduction / D.R. Lovley // Annu. Rev. Microbiol. – 1993. – Vol. 47. – P. 263–290.
12. Аккумуляция тяжелых металлов микробным сорбентом / А. Б. Таширеву, Г. Ф. Смирнова, С. Б. Яновер, А. И. Самчук. // Микробиол. журн. – 1997. – № 59. – С. 70–79.
13. Tomei M.C. Microbial and kinetic characterization of pure and mixed cultures aerobically degrading 4-nitrophenol / M.C. Tomei, S. Rossetti, M.C. Annesini // Chemosphere. – 2006. – 63(10). – P. 1801–1808.
14. Жизнь микробов в экстремальных условиях / Под ред. Кашнера Д. – М.: Мир, 1981. – 519 с.

7.4. Інформаційні ресурси

(нормативна база, джерела Інтернет, адреси бібліотек тощо)

1. http://propionix.ru/f/zhizn_mikrobov_v_ekstremalnykh_usloviyakh_1981_d_kashner_red.pdf
2. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.00780/full>

3. <http://textbookofbacteriology.net/index.html>
4. <http://microbiologu.ru/index.php>
5. Наукова електронна бібліотека: <http://www.eLIBRARY.ru>
6. Каталог літератури (наукові видання, посібники, конспекти лекцій, тощо з мікробіології): <http://www.window.edu.ru>
7. YouTube: tash2232.

8. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Форми занять	Наявне матеріально-технічне забезпечення	Необхідне матеріально-технічне забезпечення
Лекція, семінар	Ноутбук, проектор, дошка	Ноутбук, проектор
Практичне заняття	Завдання для набуття вмінь та навичок	Лабораторне обладнання