

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



«22» жовтня 2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ДВІ03 МІКРОБНА БІОТЕХНОЛОГІЯ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

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

напрямок підготовки **доктор філософії**

Галузь знань 091- Біологія  
Спеціальність 091 Біологія  
ОП Мікробіологія

Обсяг, кредитів: 90 год, 3 кредити  
Форма підсумкового контролю: іспит

Київ 2020

Робочу програму навчальної дисципліни «Мікробна біотехнологія» для підготовки докторів філософії у галузі знань **09 Біологія**, спеціальність **091Біологія** денної форми навчання за ОП Мікробіологія розглянуто та затверджено на засіданні Вченої ради  
Протокол № 7 від 22 жовтня 2020 р.  
48 с.

#### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Підгорський Валентин Степанович - доктор біологічних наук, професор, академік НАН України, директор Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України завідувач відділу промислових мікроорганізмів,  
вул. Академіка Заболотного, буд.154,  
03143, Київ, Україна,  
Тел. +380442946949

Курдиш Іван Кирилович - доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу мікробіологічних процесів на твердих поверхнях Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України,  
вул. Академіка Заболотного, буд.154,  
03143, Київ, Україна,  
Тел. +380442946968

©Підгорський В.С., Курдиш І.К. 2021  
©Інститут мікробіології і вірусології ім.Д.К. Заболотного НАН України, 2021

## 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 ECTS.....	
6.4. Оцінка за екзамен: шкала оцінювання національна та ECTS.....	
6.5. Загальна оцінка з дисципліни: шкала оцінювання національна та ECTS.....	
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 – 3	Галузь знань <b>09 біологія</b>	<b>Вид дисципліни</b> вибіркова
	Спеціальність <b>091 Біологія</b>	<b>Цикл підготовки</b> професійний
Модулів 1 – ( <i>поточне тестування</i> )	Спеціалізація мікробіологія	<b>Рік підготовки:</b>
Змістових модулів – 3		2
Загальний обсяг годин для денної форми навчання – 90 год.	Мова викладання, навчання та оцінювання: українська	<b>Семестр</b>
		4
		<b>Лекції -20 годин</b>
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год. самостійної роботи здобувача – 4 год.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Доктор філософії	20 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>
		20 год.
		<b>Самостійна робота</b>
		50 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b>		
год.		
<b>Вид семестрового контролю:</b> іспит		

### Примітка.

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

для денної форми навчання – 50%

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

*Метою навчальної дисципліни «Мікробні біотехнології» є поглиблення знання аспірантів щодо біотехнологічного потенціалу мікроорганізмів, умов виділення високоактивних штамів, дослідження їх фізіолого-біохімічних властивостей, визначення біотехнологічного потенціалу, розробки методів їх культивування, підвищення їх продуктивності, створення мікробних технологій з метою отримання цільового продукту.*

**Завданням** навчальної дисципліни є опанування аспірантами теоретичних знань та практичних навичок щодо виділення з природних джерел мікроорганізмів з заданими властивостями, підтримання культур мікроорганізмів, визначення їх фізіолого-біохімічних властивостей, селекції високоактивних штамів, поглиблення знання аспірантів щодо методів культивування мікроорганізмів в аеробних та анаеробних умовах, створення мікробних біотехнологій з метою отримання цільового продукту.

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

**Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти за програмою «Мікробні біотехнології» повинні:**

**знати:**

- основні проблеми біології, створення мікробних біотехнологій і тенденції розвитку даних напрямків науки та мати уявлення про основні шляхи їх вирішення;
- основні поняття мікробних біотехнологій, вплив фізико-хімічних факторів на мікроорганізми;
- обладнання, необхідне для дослідження біотехнологічного потенціалу перспективних штамів мікроорганізмів;
- про стан розвитку мікробних біотехнологій, методи дослідження трофічних потреб та оптимізації процесів росту штамів мікроорганізмів;
- типи взаємовідносин між мікроорганізмами в змішаних культурах, переваги і недоліки застосування змішаних культур в мікробних біотехнологіях;
- мікробно-рослинні взаємодії, взаємовідносини мікроорганізмів з теплокровними, потенціал мікроорганізмів в створенні мікробних біотехнологій для очищення навколишнього середовища від забруднення, природоохоронні біотехнології;
- як самостійно працювати над літературними джерелами з різних розділів курсу. аналізувати отриману інформацію та як розширити дослідницькі уміння в області мікробних біотехнологій, аналізувати отримані результати і робити відповідні висновки.

**вміти:**

- визначати оптимальні методи дослідження в напрямку розробки мікробних біотехнологій, у першу чергу, мікробіологічні, фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні методи дослідження;
- у лабораторних умовах виділяти мікроорганізми, що можуть бути перспективними для розробки нових біотехнологій;

- досліджувати вплив фізичних і хімічних факторів на ріст мікроорганізмів та їх життєздатність;
- визначати трофічні потреби мікроорганізмів за впливу різних фізико-хімічних факторів;
- скласти план експериментального дослідження у відповідності з основними етапами експерименту;
- оформити протокол дослідження; обробити та узагальнити отримані результати; зробити висновки і практичні рекомендації;
- використовувати отримані знання про фізіолого-біохімічні властивості мікроорганізмів для оцінки перспективності застосування певних штамів для створення мікробних біотехнологій для медицини, промисловості, сільського господарства, охорони навколишнього природного середовища;
- розробляти для впровадження безпечні технології, проектувати зразки продукції на основі сучасних біотехнологічних досягнень в галузі мікробних технологій;
- розробляти методичне забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань функціонування мікроорганізмів та розробки біотехнологій для потреб людства.
- **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 дев'ятого 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

ЗК05. Здатність до усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження українською мовою та наукової комунікації.

ЗК08. Здатність генерувати нові ідеї, розробляти та управляти науковими

проектами.

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

Спеціальні (фахові, предметні (СК)):

СК-3. 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.

СК-4. Здатність планувати, організовувати і здійснювати оригінальні наукові дослідження на сучасному науковому рівні, обирати оптимальні шляхи і методи їх реалізації для створення нових знань у біології, зокрема у мікробіології та суміжних науках.

СК-6. Здатність до критичного оцінювання, інтерпретації та синтезу нової інформації та даних у галузі біології і, зокрема, мікробіології.

СК-8. Здатність до самостійного формування системного наукового і загального культурного світогляду.

СК-9 Здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики;

СК-12. Здатність дотримуватись етичних норм та принципів академічної доброчесності, вимог чинного законодавства про авторське право в науковій та науково-педагогічній діяльності.

*Робоча програма «Мікробні біотехнології»* забезпечує набуття здобувачами вищої освіти здатності до аналізу питань, пов'язаних з перспективністю застосування мікробних біотехнологій, розумінням трофічних потреб мікроорганізмів, методів досліджень їх біотехнологічного потенціалу, створення новітніх біотехнологій, їх впровадження в медицину, промисловість, сільське господарство, та захист довкілля.

**Матриця відповідності програмних результатів навчання (ПРН), освітніх компонентів, методів навчання та оцінювання з дисципліни «Мікробні біотехнології»**

<b>Програмні результати навчання ОП</b>	<b>Методи навчання</b>	<b>Форми та методи оцінювання</b>
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.
ПР4. Уявлення про віруси як істоти, які знаходяться на межі живого і неживого і володіють абсолютним паразитизмом	Лекція, семінарські заняття, самостійна робота	Виступ на семінарському занятті, підготовка презентації.
ПР11. Знання процедури реєстрації прав інтелектуальної власності	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР12. Знання процедури встановлення наукової новизни, актуальності і практичної значимості власних наукових досліджень та критичної оцінки встановлених фактів	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР14. Знання норм та принципів академічної доброчесності, етики, авторського та суміжних прав.	Лекція, практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на практичному/семінарському занятті, підготовка презентації.
ПР16. Демонструвати глибоке знання передових сучасних концептуальних і методологічних знань в галузі науково-дослідницької та/або	Лекція, практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія.	Виступ на практичному/семінарському занятті, підготовка презентації.



професійної діяльності в галузі біології й на межі предметних галузей знань та досконале володіння термінологією		
ПР26. Скласти запити на фінансування наукових проектів державної, програмно-цільової та конкурсної, відомчої тематики, а також наукові звіти відповідно до ДСТУ	Практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР37. Демонструвати авторитетність, інноваційність, здатність до самостійної та автономної роботи	Лекція, практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на практичному/семінарському занятті, підготовка презентації.
ПР40. Демонструвати вміння ініціювати, готувати та реалізовувати наукові проекти	Практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.

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

	<b>ЗК 01</b>	<b>ЗК 02</b>	<b>ЗК 03</b>	<b>ЗК 05</b>	<b>ЗК 08</b>	<b>ЗК 14</b>
<b>ДВІ03</b>	+	+	+	+	+	+

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

	<b>СК 03</b>	<b>СК 04</b>	<b>СК 06</b>	<b>СК 08</b>	<b>СК 9</b>	<b>СК 12</b>
<b>ДВІ03</b>	+	+	+	+	+	+

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

	<b>ПР-1</b>	<b>ПР-2</b>	<b>ПР-4</b>	<b>ПРН-11</b>	<b>ПРН-12</b>	<b>ПРН-14</b>
<b>ДВІ03</b>	+	+	+	+	+	+

	<b>ПР-16</b>	<b>ПР-26</b>	<b>ПР-37</b>	<b>ПР-40</b>		
<b>ДВІ03</b>	+	+	+	+		

## 4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ МІКРОБНА БІОТЕХНОЛОГІЯ

### 4.1. Анотація дисципліни

Програма вивчення навчальної дисципліни вільного вибору аспірантів «Мікробні біотехнології» складена відповідно до науково-освітньої програми підготовки аспірантів зі спеціальності 091– Біологія (спеціалізація 03.00.07 -

мікробіологія). Дисципліна вивчає перспективність застосування мікробних біотехнологій в різних сферах життєдіяльності людини, трофічні потреби мікроорганізмів, особливості культивування мікроорганізмів та їх біотехнологічний потенціал, основи створення новітніх біотехнологій, їх впровадження в медицину, промисловість, сільське господарство, та захист довкілля.

**Змістовний модуль 1. «Мікробні біотехнології, вплив фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів і способи їх культивування».**

**Тема 1. Історія становлення та розвитку промислової мікробіології**

Промислова мікробіологія і біотехнологія. Дослідження процесів бродіння. Наукова і практична діяльність Л. Пастера. Основні наукові досягнення Р.Коха, С. Виноградського, В. Омелянського, В. Буткевича, В. Шапошникова, П. Ісаченка. Відкриття антибіотиків. Наукові досягнення вітчизняних вчених в області мікробної біотехнології

**Тема 2. Вплив фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів. Способи культивування мікроорганізмів**

Стадії росту мікроорганізмів. Вплив фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів. Товарні форми, продукти і препарати мікробіологічних виробництв. Параметри росту мікроорганізмів. Періодичне культивування. Безперервне культивування, хемостат та турбідостат.

**Тема 3. Основи мікробіологічних виробництв.**

Поживні середовища. Сировина для мікробіологічної промисловості. Принципи зберігання, способи стерилізації поживних середовищ. Методи зберігання промислових культур. Промислове культивування мікроорганізмів. Виділення кінцевого продукту.

**Практичні заняття:**

Заняття 1. Виділення накопичувальних та чистих культур мікроорганізмів з заданими властивостями. Мікроскопічні методи їх дослідження.

Заняття 2. Методи підтримання мікробних культур. Методи їх електронно-мікроскопічних досліджень.

Заняття 3. Обладнання, необхідне для вирощування мікроорганізмів і контролю даного процесу в лабораторних умовах.

**Самостійні заняття:**

Заняття 1. Мікроорганізми в довкіллі, їх роль в еволюції біосфери та житті людини.

Заняття 2. Трофічні потреби мікроорганізмів та кінетика росту мікробних популяцій.

Заняття 3. Методи оптимізації мікробних процесів та особливості їх масштабування.

**Змістовний модуль 2. «Методи оптимізації росту мікроорганізмів, отримання продуктів мікробного синтезу».**

**Тема 4. Методи оптимізації росту мікроорганізмів. Отримання мікробної біомаси.**

Методи визначення потреб мікроорганізмів у кисні, джерелах енергії та мінеральних сполуках. Методичні підходи до оптимізації росту мікроорганізмів. Вибір карбонвмісної сировини. Продуценти мікробної біомаси. Технології отримання біомаси. Характеристики мікробної біомаси. Особливості контактної взаємодії мікроорганізмів з наночастками різної природи.

## **Тема 5. Спиртове бродіння**

Процес бродіння. Термін «дріжджі». Три класи грибів. Фізіологія дріжджів. Хімізм спиртового бродіння. Ефект Пастера. Форми бродіння по Нейбергу. Характеристики дріжджів, які використовуються у промисловості. Виробництво етилового спирту. Виробництво пива. Виробництво вин.

## **Тема 6. Молочнокисле бродіння**

Термін «молочнокислі бактерії», гомоферментативне та гетероферментативне бродіння. Характеристика молочнокислих бактерій родів *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* та *Bifidobacterium*. Види молочнокислих бактерій і їх використання. Харчова промисловість. Біологічне консервування. Пробіотики.

### Практичні заняття:

Завдання 4. Дослідження впливу фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів. Залежність їх росту від забезпечення киснем, джерелом енергії та мінеральними речовинами.

Завдання 5. Ферментери для культивування мікроорганізмів. Основні компоненти, засоби контролю процесу. Способи підготовки обладнання для культивування мікроорганізмів.

Завдання 6. Методи оптимізації процесу культивування мікроорганізмів. Культивування в періодичному режимі, в умовах хемостату, турбідостату.

### Самостійні заняття:

Заняття 4. Функціонування мікроорганізмів у змішаних культурах. Переваги і складності біотехнологій, заснованих на використанні змішаних культур.

Заняття 5. Біотехнологічне обладнання, що застосовується для культивування мікроорганізмів.

Заняття 6. Трансформація сполук важких металів мікроорганізмами і розробка біотехнологій очищення довкілля від цих сполук

Заняття 7. Біотехнології очищення довкілля від нафтопродуктів та пестицидів.

## **Змістовний модуль 3 «Біотехнології для народного господарства, рослинництва, охорони навколишнього природного середовища.**

### **Нанотехнології і перспективи їх застосування».**

## **Тема 7. Роль мікроорганізмів у довкіллі і їх трофічні потреби.**

Мікроорганізми в довкіллі. Трофічні потреби мікроорганізмів. Виділення чистих культур мікроорганізмів, визначення їх фізіолого-біохімічних властивостей, таксономічного положення. Переваги застосування генетично-модифікованих мікроорганізмів у ряді біотехнологій. Методи отримання генетично-модифікованих мікроорганізмів, їх трофічні потреби. Підтримання культур генетично-модифікованих мікроорганізмів. Біотехнології на основі генетично-модифікованих штамів мікроорганізмів.

## **Тема 8. Мікробні біотехнології отримання полісахаридів.**

Продукти мікробних полісахаридів, їх трофічні та фізіолого-біохімічні властивості. Сфери застосування мікробних полісахаридів. Особливості біотехнологій їх отримання. Полі-β-гидроксимасляна кислота, продукти, біотехнологічні особливості її отримання та застосування. Методичні підходи до іммобілізації мікроорганізмів, переваги у порівнянні з застосуванням суспензійних культур. Життєздатність мікроорганізмів при їх іммобілізації. Особливості біотехнологій, заснованих на

використанні іммобілізованих мікроорганізмів в процесах очищення довкілля від різних забруднень.

### **Тема 9. Мікробний синтез метану і його окислення в довкіллі.**

Мікробні технології в трансформації сполук токсичних металів і їх вилуговуванні. Мікробна трансформація метану в довкіллі. Парниковий ефект. Проблема виділення метану в довкіллі. Біотехнологія зниження метановиділення з вугільних шахт. Особливості нарощування біомаси метанотрофних бактерій, їх іммобілізації на гірських породах та ефективність окислення метану бактеріями у вугільних шахтах. Поширення в природі мікроорганізмів, що здатні трансформувати сполуки токсичних металів. Трофічні потреби цих мікроорганізмів, особливості культивування.

### **Тема 10. Наноматеріали і перспективи їх застосування в мікробних біотехнологіях. Мікробні біотехнології для підвищення продуктивності рослинництва.**

Вплив наноматеріалів на фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів. Мікробні препарати з захисті рослин від хвороб і шкідників. Мікробіота агроєкосистем, її роль у підтриманні родючості ґрунту та вплив на ріст і розвиток рослин. Селекція високоактивних штамів для покращення росту, розвитку рослин і підвищення їх продуктивності. Біотехнології створення мікробних препаратів для покращення росту і розвитку рослин і підвищення їх врожайності на основі монокультур та комплексу мікроорганізмів. Мікробні технології та ефективність їх застосування в агроєкосистемах.

#### Практичні заняття:

7. Анаеробні мікроорганізми. Методи видалення кисню. Технологічний контроль процесу.

8. Продукти мікробного синтезу. Методи видалення біомаси. Виділення цільового продукту.

9. Застосування мікробних біотехнологій в підвищенні продуктивності рослинництва.

10. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку (*Підсумкове семінарське заняття*).

#### Самостійні заняття:

8. Генетично модифіковані мікроорганізми, переваги і недоліки їх застосування в мікробних біотехнологіях.

9. Взаємодія мікроорганізмів з наноматеріалами і мікробні нанотехнології.

10. Мікроорганізми в агроєкосистемах. Біотехнологічні основи створення мікробних препаратів для рослинництва та особливості їх застосування.

***Підсумкове семінарське заняття «Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку»***

**Дисципліни, вивчення яких обов'язково передують цій дисципліні:**

«Мікробіологія»;

«Вірусологія»;

**Дисципліни, вивчення яких ідуть після цієї дисципліни:**

«Біохімія мікроорганізмів»;

«Антибіотики і пробіотики»;

«Фітопатогенні бактерії»;

«Основи мікології».

"Екологія мікроорганізмів"

"Екстремофільні мікроорганізмів"

"Основи мікології"

"Антибіотики і пробіотики"

## 4.2. Структура навчальної дисципліни

### 4.2.1. Тематичний план

Назви змістових модулів і тем	Розподіл годин між видами робіт (денна форма)						Форми та методи контролю знань	
	Усього	аудиторна						с.р.
		у тому числі						
	л	се	м	пр	лаб	інд		
<b>Змістовий модуль 1. «Мікробні біотехнології, вплив фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів і способи їх культивування».</b>								
Тема 1. Історія становлення та розвитку промислової мікробіології	7	2		2			3	АР: лекція, практичне заняття СР: доповідь, презентація
Тема 2. Вплив фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів. Способи культивування мікроорганізмів.	10	2		2			6	АР: лекція, практичне заняття СР: підготовка доповідей, презентацій
Тема 3. Основи мікробіологічних виробництв.	9	2		2			5	АР: лекція, практичне заняття СР: доповідь, презентація
Модульний контроль								
Разом за змістовним модулем	26	6		6			14	
<b>Змістовий модуль 2. «Методи оптимізації росту мікроорганізмів, отримання продуктів мікробного синтезу».</b>								
Тема 4. Методи оптимізації росту мікроорганізмів. Отримання мікробної біомаси.	10	2		2			6	АР: лекція, практичне заняття. СР: підготовка доповідей, презентацій
Тема 5. Спиртове бродіння.	9	2		2			5	АР: лекція, практичне заняття. СР: підготовка доповідей, презентацій
Тема 6. Молочнокисле бродіння.	8	2		2			4	АР: лекція, практичне заняття. СР: підготовка доповідей, презентацій
Модульний контроль								
Разом за змістовним модулем 2	27	6		6			15	
<b>Змістовий модуль 3. «Біотехнології для народного господарства, рослинництва, охорони навколишнього природного середовища. Нанотехнології і перспективи їх застосування»</b>								
Тема 7. Роль мікроорганізмів у довкіллі і їх трофічні потреби.	9	2		2			5	АР: лекція, практичне заняття. СР: доповідь, презентація.
Тема 8. Мікробні біотехнології отримання полісахаридів.	8	2		2			4	АР: лекція, практичне заняття. СР: доповідь, презентація.
Тема 9. Мікробний синтез метану і його окислення в довкіллі	10	2		2			6	АР: лекція, практичне заняття. СР: доповідь, презентація.
Тема 10. Наноматеріали і перспективи їх застосування в мікробних біотехнологіях. Біотехнології для рослинництва.	10	2		2			6	АР: лекція, практичне заняття. СР: доповідь, презентація.
Модульний контроль	1			1				
Разом за змістовним модулем 3	38	8		9			21	
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>20</b>		<b>20</b>			<b>50</b>	

**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 «Мікробні біотехнології» 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 **МІКРОБНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ**

Разом: 90 год., лекції – 20 год., практичні заняття – 20 год., індивідуальні заняття – 0 год., самостійна робота – 50 год., підсумковий контроль – 1 год.

Модулі	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3				
Назва модуля	<b>Мікробні біотехнології, вплив фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів і способи їх культивування.</b>			<b>Методи оптимізації росту мікроорганізмів, отримання продуктів мікробного синтезу.</b>			<b>Біотехнології для народного господарства, рослинництва, охорони навколишнього природного середовища. Нанотехнології і перспективи їх застосування.</b>				
Кількість балів за модуль	16			21			23				
Лекції	1	2	3	4			5				
Теми лекцій	Історія становлення та розвитку промислової мікробіології.	Вплив фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів. Способи культивування мікроорганізмів.	Основи мікробіологічних виробництв.	Методи оптимізації росту мікроорганізмів. Отримання мікробної біомаси.	Спиртове бродіння.	Молочно-кисле бродіння.	Роль мікроорганізмів у довкіллі. і їх трофічні потреби.	Мікробні біотехнології отримання полісахаридів.	Мікробний синтез метану і його окислення в довкіллі.	Наноматеріали і перспективи їх застосування в мікробних біотехнологіях. Біотехнології для рослинництва.	
Теми практичних/семінарських	Виділення накопичувальних та чистих культур мікроорганізмів з заданими властивостями. Мікроскопічні методи їх досліджень.	Методи підтримання мікробних культур. Методи їх електронно-мікроскопічних досліджень.	Обладнання, необхідне для вирощування мікроорганізмів і контролю даного процесу в лабораторних умовах.	Дослідження впливу фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів. Залежність їх росту від забезпечення киснем, джерелом енергії та мінеральними речовинами.	Ферментери для культивування мікроорганізмів. Основи компоненти, засоби контролю процесу. Способи підготовки обладнання для культивування мікроорганізмів.	Методи оптимізації процесу культивування мікроорганізмів. Культивування в періодичному режимі, в умовах хемостату, турбідостату.	Анаеробні мікроорганізми, методи видалення кисню. Технологічний контроль процесу.	Продукти мікробного синтезу. Методи видалення біомаси. Виділення цільового продукту.	Застосування мікробних біотехнологій в підвищенні продуктивності рослинництва.	Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку.	
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	Виділення накопичувальних та чистих культур мікроорганізмів з заданими властивостями. Мікроскопічні методи їх дослідження.	2
2	Методи підтримання мікробних культур. Методи їх електронно-мікроскопічних досліджень.	2
3	Обладнання, необхідне для вирощування мікроорганізмів і контролю даного процесу в лабораторних умовах.	2
4	Дослідження впливу фізико-хімічних факторів на ріст мікроорганізмів. Залежність їх росту від забезпечення киснем, джерелом енергії та мінеральними речовинами.	2
5	Ферментери для культивування мікроорганізмів. Основні компоненти, засоби контролю процесу. Способи підготовки обладнання для культивування мікроорганізмів.	2
6	Методи оптимізації процесу культивування мікроорганізмів. Культивування в періодичному режимі, в умовах хемостату, турбідостату.	2
7	Особливості культивування анаеробних мікроорганізмів. Методи видалення кисню, зниження контакту з ним в процесі культивування. Технологічний контроль процесу.	2
8	Підходи до застосування продуктів мікробного синтезу. Методи видалення біомаси. Отримання окремих фракцій культурального середовища. Виділення цільового продукту.	2
9.	Застосування мікробних біотехнологій в підвищенні продуктивності рослинництва.	
10.	Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку ( <i>Підсумкове семінарське заняття</i> ).	2
	<b>Всього</b>	<b>20</b>

#### 4.3.4. Тематика ІНДЗ

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

1. Перспективи розвитку мікробних біотехнологій.
2. Загальні закономірності обміну речовин у мікроорганізмів.
3. Фактори, що лімітують ріст мікроорганізмів.
4. Методи оптимізації росту мікроорганізмів.
5. Потреба мікроорганізмів у кисні.
6. Методи культивування анаеробних мікроорганізмів.
7. Кількісні характеристики росту мікроорганізмів і їх продуктивності.
8. Мікробні біотехнології отримання антибіотиків.
9. Мікробний синтез амінокислот та органічних кислот.
10. Роль мікроорганізмів у отриманні харчових продуктів.
11. Синтез мікробних біополімерів.
12. Типи мікробного бродіння.
13. Мікробні біотехнології в захисті довкілля.
14. Мікробні препарати на основі генетично модифікованих мікроорганізмів.
15. Наноматеріали і особливості їх взаємодії з мікроорганізмами.
16. Застосування наночасток в мікробних біотехнологіях.
17. Продукція метану мікроорганізмами.
18. Проблеми парникового ефекту та взаємозв'язок з діяльністю мікроорганізмів.
19. Роль мікроорганізмів у ґрунтоутворенні.
20. Мобілізація азоту і фосфору мікроорганізмами та її значення.
21. Мікробні препарати для рослинництва.

#### 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

<b>Разом</b>	<b>10 балів</b>
--------------	-----------------

**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	Роль мікроорганізмів у довкіллі.	2
2	Кінетика росту мікробних популяцій.	3
3	Потреби мікроорганізмів у кисні та методи культивування анаеробів.	2
4	Оптимізація росту мікроорганізмів в умовах періодичного та безперервного їх культивування.	3
5	Мікробні біотехнології в отриманні харчових продуктів.	3
6	Мікробні біотехнології в очищенні природного середовища від забруднень.	3
7	Природні та синтетичні наноматеріали та перспективи їх застосування в мікробних біотехнологіях.	4
8	Застосування генетично модифікованих мікроорганізмів у біотехнологіях.	2
9	Мікробно-рослинні взаємодії. Створення мікробних препаратів для рослинництва.	4
10	Підготовка презентаційних робіт	4
	<b>Всього</b>	<b>50</b>

## КАРТА САМОСТІЙНОЇ (індивідуальної) РОБОТИ АСПІРАНТА

Змістовий модуль та теми курсу	Академічний контроль	Бали	Термін виконання (тижні)
<b>Змістовий модуль 1</b>			
Теми 1-3. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
<b>Змістовий модуль 2</b>			
Тема 4. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
<b>Змістовий модуль 3</b>			
Тема 5. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
<i>Всього: 50 год.</i>		<i>Всього: 15 балів</i>	

### 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 проектів.

#### **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

<b>Оцінка</b>	<b>Критерії оцінювання</b>
<b>«відмінно»</b>	Ставиться за повні та досконалі 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.
<b>«добре»</b>	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.
<b>«задовільно»</b>	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.
<b>«незадовільно»</b>	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
<b>I. обов'язкові</b>							
1.1. Відвідування лекцій	1	–		–			
1.2. Відвідування семінарських і практичних занять	1	–		–			
1.3. Робота на семінарському і практичному занятті	2	3	6	3	6	4	8
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	-	-	2	10
1.7. Виконання індивідуальних завдань (ІНДЗ)	10	-	-	1	10	-	-
<b>Разом</b>		<b>5</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>23</b>
Максимальна кількість балів за обов'язкові види роботи: 60							
<b>II. Вибіркові</b>							
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						
<b>Разом</b>						-	
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	
<b>54 – 60 та більше</b>	<i>відмінно</i>	<b>5</b>	<b>A</b>	<i>відмінно</i>
<b>45 – 53</b>	<i>добре</i>	<b>4</b>	<b>BC</b>	<i>добре</i>
<b>36 – 44</b>	<i>задовільно</i>	<b>3</b>	<b>DE</b>	<i>задовільно</i>
<b>21 – 35</b>	<i>незадовільно</i>	<b>2</b>	<b>FX</b>	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
<b>1 – 20</b>		<b>2</b>	<b>F</b>	<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	
<b>36 – 40 та більше</b>	<i>відмінно</i>	<b>5</b>	<b>A</b>	<i>відмінно</i>
<b>30 – 35</b>	<i>добре</i>	<b>4</b>	<b>BC</b>	<i>добре</i>
<b>24 – 29</b>	<i>задовільно</i>	<b>3</b>	<b>DE</b>	<i>задовільно</i>
<b>14 – 23</b>	<i>незадовільно</i>	<b>2</b>	<b>FX</b>	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
<b>1 – 13</b>		<b>2</b>	<b>F</b>	<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 вміння 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		
<b>90 – 100</b>	<i>відмінно</i>	<i>відмінно</i>		<b>A</b>	<i>відмінно</i>
<b>82 – 89</b>	<i>добре</i>	<i>добре</i>		<b>B</b>	<i>добре (дуже добре)</i>
<b>75 – 81</b>	<i>добре</i>			<b>C</b>	<i>добре</i>
<b>64 – 74</b>	<i>задовільно</i>	<i>задовільно</i>		<b>D</b>	<i>задовільно</i>
<b>60 – 63</b>	<i>задовільно</i>			<b>E</b>	<i>задовільно (достатньо)</i>
<b>35 – 59</b>	<i>незадовільно</i>	<i>незадовільно</i>		<b>FX</b>	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
<b>1 – 34</b>	<i>незадовільно</i>			<b>F</b>	<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
16			21	23			

T1, T2 ... T5 – теми змістових модулів.

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

## 6.7. ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ІСПИТУ

1. Промислова мікробіологія і біотехнологія. Етапи дослідження мікробного бродіння.
2. Наукова і практична діяльність Л. Пастера, Р. Коха, С. Виноград-ського, В. Омелянського, В. Буткевича, В. Шапошникова, П. Ісаченка.
3. Відкриття антибіотиків.
4. Наукові досягнення вітчизняних вчених в області мікробних біотехнологій.
5. Стадії і фактори, які визначають мікробіологічний процес.
6. Товарні форми, продукти і препарати мікробіологічних виробництв.
7. Параметри росту мікроорганізмів. Періодичне культивування мікроорганізмів.
8. Безперервне культивування мікроорганізмів у режимі хемостату та турбідостату.
9. Поживні середовища. Сировина для мікробіологічної промисловості.
10. Способи стерилізації поживних середовищ. Принципи їх зберігання.
11. Методи зберігання промислових культур мікроорганізмів.
12. Промислове культивування мікроорганізмів.
13. Процес бродіння. Термін «дріжджі». Три класи грибів. Фізіологія дріжджів.
14. Хімізм спиртового бродіння. Ефект Пастера. Форми бродіння по Нейбергу.
15. Характеристики дріжджів, які використовуються у промисловості.
16. Виробництво етилового спирту. Виробництво пива та вин.
17. Термін «молочнокислі бактерії», гомоферментативне та гетероферментативне бродіння.
18. Характеристика молочнокислих бактерій родів *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* та *Bifidobacterium*.
20. Використання молочнокислих бактерій в харчовій промисловості.
21. Біологічне консервування.
22. Пробиотики.
23. Вибір карбонвмісної сировини для отримання мікробної біомаси.
24. Продуценти мікробної біомаси. Технології отримання біомаси. Характеристики мікробної біомаси.
25. Мікроорганізми в довкіллі. Трофічні потреби мікроорганізмів.
26. Виділення чистих культур мікроорганізмів, визначення морфолого-культуральних особливостей, їх фізіолого-біохімічних властивостей.
27. Підтримання мікробних культур. Методи визначення потреб мікроорганізмів у кисні.
28. Потреба мікроорганізмів у джерелах енергії та мінеральних сполуках.
29. Методичні підходи до оптимізації росту мікроорганізмів.
30. Мікроорганізми - продуценти мікробних полісахаридів, їх трофічні та фізіолого-біохімічні властивості.

31. Сфери застосування мікробних полісахаридів. Особливості біотехнологій їх отримання.
32. Полі- $\beta$ -гідроксималяна кислота, продуценти, біотехнологічні особливості її отримання та застосування.
33. Методичні підходи до іммобілізації мікроорганізмів, переваги у порівнянні з застосуванням суспензійних культур.
34. Особливості біотехнологій, заснованих на використанні іммобілізованих мікроорганізмів, в процесах очищення довкілля від забруднень.
35. Генетично-модифіковані мікроорганізми і їх застосування в біотехнологіях.
36. Методи отримання генетично-модифікованих мікроорганізмів, їх трофічні потреби.
37. Підтримання культур генетично - модифікованих мікроорганізмів. Біотехнології на основі генетично-модифікованих штамів мікроорганізмів.
38. Особливості контактної взаємодії мікроорганізмів з наночастками різної природи. Вплив наноматеріалів на фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів.
39. Біотехнологічні процеси на основі взаємодії мікроорганізмів з наночастками різної природи.
40. Мікробний синтез метану в довкіллі. Парниковий ефект. Біотехнології отримання метану з відходів.
41. Мікробна трансформація метану в довкіллі. Біотехнологія зниження метановиділення у вугільних шахтах.
42. Мікробіота агроecosystem, її роль у підтриманні родючості ґрунту та вплив на ріст і розвиток рослин.
43. Селекція високоактивних штамів для покращення росту, розвитку рослин і підвищення їх продуктивності. Біотехнології створення мікробних препаратів для покращення росту і розвитку рослин і підвищення їх врожайності.
44. Негативний вплив фітопатогенних мікроорганізмів і фітофагів на рослини.
45. Мікроорганізми та мікробні біотехнології отримання препаратів для пригнічення поширення в агроecosystemах фітопатогенних мікроорганізмів та фітофагів.
46. Способи та ефективність застосування мікробних препаратів у агроecosystemах.

## Орієнтовні тестові завдання.

<i>Тестові завдання різних типів</i>		
<b>Питання 1. При мікробіологічному виробництві всі процеси протікають?</b>		
1. При високому тиску без вакууму		
2. Без високого тиску у вакууму		
3. Без високого тиску і глибокого вакууму		
4. При високому тиску у вакуумі		
<b>Питання 2. Природні мікроорганізми, як правило, володіють?</b>		
1. високою продуктивністю речовин, що містяться в них		
2. низькою продуктивністю речовин, що містяться в них		
3. середньою продуктивністю речовин, що містяться в них		
4. є «супер продуцентами» речовин		
<b>Питання 3. Знайдіть відповідність:</b>		
Еталонний штам	<b>А</b>	штам, що використовують для промислового виробництва біопрепаратів
Виробничий штам	<b>Б</b>	штам, який використовують для оцінки якості препаратів на біотестах
Контрольний штам	<b>В</b>	чиста культура генетично споріднених мікроорганізмів, яка досліджена та вивчена за культуральними, морфологічними, фізіолого-біохімічними, молекулярно-біологічними, серологічними властивостями
<b>Питання 4. Ознаками контамінації можуть бути?</b>		
різке закислення або залуження середовища		
підвищення продуктивності культури		
зміна ростових характеристик і морфології клітин		
часткова дегенерація клітинного моношару		
масова загибель клітин		
опалесценція або помутніння культурального середовища		
різке зростання чисельності клітин		
<b>Питання 5. Перелічіть важливі для технології мікробного виробництва вимоги до продуцентів?</b>		
<b>Питання 6. При періодичному способі культивування? (оберіть вірні твердження)</b>		
в ферментер завантажують весь обсяг поживного середовища		
середовище в ферментері періодично замінюють		
склад поживного середовища змінюється		
склад поживного середовища не змінюється		
змінюється швидкість росту, фізіолого-біохімічними та морфологічними показниками культури		
кількість клітин характеризується стаціонарними умовами?		
<b>Питання 7. Технологічний регламент – це? (дайте визначення)</b>		
<b>Питання 8. Потрапляння в середовище, де є якісь домішки, що змінюють властивості цього середовища - це?</b>		

консервування
контамінація
зnezараження
витіснення
<b>Питання 9. Мікроорганізми в сотні раз продуктивніше тварин і рослин?</b>
Так
Ні
<b>Питання 10. Технологічна схема отримання біопрепаратів включає?</b>
Отримання інокулянта
Висушування інокулянта
Ферментація
Фламбування
Контроль титру клітин
Контроль ступеня відмирання клітин
Виділення цільового продукту
Упаковка та зберігання біопрепарату

## 7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Опорний конспект лекцій з курсу «Мікробні біотехнології».
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)

**абсолютна швидкість росту**- приріст біомаси або клітин за одиницю часу  $V=dx/dt$  (x- приріст біомаси або клітин, t-час)

**автоліз клітин** - лізис клітин під дією власних ферментів; процес притаманний клітинам у фазі відмирання культури.

**Автотрофи** - організми, що здатні засвоювати CO<sub>2</sub>, як єдине джерело Карбону і синтезувати з нього органічні речовини для клітини

**автотрофна фіксація CO<sub>2</sub>**- використання CO<sub>2</sub>, як єдине джерело вуглецю; перетворення CO<sub>2</sub> у органічні речовини автотрофами;  $CO_2 + 4H^+ + 4nATP = (CH_2O) + H_2O + nADP + nP_i$ ; ключовий фермент РУБІСКО

**аденілатциклаза** - фермент, що каталізує перетворення АТФ на цАМФ; зв'язана з мембраною, проявляє високу активність якщо компоненти транспортування цукрів (фосфотрансферазної системи) фосфорильовані

**аероби** - мікроорганізми, для життєдіяльності яких необхідний вільний молекулярний кисень

**аеросоми** - або газові вакуолі, характерні для водних, ґрунтових та болотних бактерій; пухирці газу, що розміщені паралельними рядами і утворюють сотоподібну структуру, заповнені повітрям, їх оболонка містить лише білки; регулятор плавучості.

**Аеротаксис** - рух клітин до або від джерела кисню; позитивний аеротаксис характерний для аеробів, а негативний - для анаеробів

**Азофередоксин** -Fe-білок, частина ферментативного комплексу (нітрогенази), утворений двома субодинаціями, містить 4 атоми феруму і 4 атоми сульфуру, чутливий до кисню, без нього неможливий процес азотфіксації.

**Аконітаза** - фермент, що каталізує перетворення лимонної кислоти у цис-аконітову та ізолимонну; є залізопротеїдом, для її активування потрібні іони  $Fe^{2+}$ , а інгібітором є  $H_2O_2$ , що нагромаджується у Fe-дефіцитних клітинах, впливає на синтез лимонної кислоти, інактивується при зменшенні рН.

**активне транспортування** - транспорт, що здійснюється проти градієнта концентрації через мембрану клітин з використанням енергії.

**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 протетичну групу PPQ – метоксантин; міститься на зовнішній поверхні ЦПМ;

**алостеричний фермент** - це ферменти, що крім ативного центру мають ще регуляторний центр – алостеричний, з яким взаємодіють алостеричні регулятори; складається з кількох субодинаць (однакових або різних).

**амілоза** - глюкоан, що входить до складу крохмалю, легко розчинний у воді, лінійний полімер, що складається з залишків  $\alpha$ -D-глюкози що з'єднані через  $\alpha$ -1,4-глікозидні зв'язки, ступінь полімеризації від 200 до 5000

**амілопектин** - глюкоан що входить до складу крохмалю, майже не розчинний у холодній воді, а в гарячій утворює драглисту частину клейстеру, розгалужений полімер, що складається з залишків  $\alpha$ -D-глюкози що з'єднані через  $\alpha$ -1,4-глікозидні зв'язки та через  $\alpha$ -1,6-глікозидні зв'язки

**амоніфікація** - процес розкладу органічних азотвмісних сполук з виділенням аміаку, відбувається під впливом різних мікроорганізмів

**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** - функціонування клітин за відсутності вільного кисню. Поняття «анаеробіоз» було введено в 1861 Луї Пастером. Він показав, що мікроорганізми, які є збудниками маслянокислого 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 сполуки); окислення органічних 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.

**анаморфні дріжджі** - або імперфектні, дріжджі у яких не описана статева стадія розмноження.

**аноксигенний фотосинтез** - фотосинтез при якому не відбувається утворення молекулярного кисню; як донор електронів не використовується вода, а речовини що мають більший ступінь відновленості  $H_2S$ ,  $H_2$ , органічні речовини. Його здійснюють водні пурпурові та зелені фототрофні бактерії

**анти порт** - білок переносник, що транспортує один тип іонів в клітину а інший – з клітини

**апорепресор** - неактивний репресор синтезу ферментів який взаємодіє з оператором; має два активних центри: один для зв'язування з корепресором, а інший – з оператором, перетворюється в активний репресор після взаємодії з корепресором.

**асиміляційна нітратредукція** - використання нітрату для синтезу азотовмісних компонентів клітини, процесу передуює відновлення нітрату до аміаку. здійснюється як в аеробних так і в анаеробних умовах; нітратредуктаза В і нітритредуктаза.

**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 сполуках.

**атенюатор** - нуклеотидна послідовність розташована між оператором та першим структурним геном; послаблює роботу оперону;, кодує лінкерну РНК

**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*.



**бактероїд** - клітини бульбочкових бактерій у 10-12 разів більші за вільноіснуючі форми, розташовані у бульбочках на коренях бобових рослин; розміщені в цитоплазмі клітин господаря і саме в них відбувається фіксація азоту

**баротолерантні мікроорганізми** - мікроорганізми, що ростуть за умов звичайного та підвищеного атмосферного тиску

**барофільні мікроорганізми** - мікроорганізми, що ліпше розмножуються за умов підвищеного атмосферного тиску

**беоцити** - дрібні клітини, що утворюються в результаті множинного поділу, характерного для одноклітинних ціанобактерій; заповнюють материнську клітину і виходять назовні після її розриву.

**бета-галактозидаза** - фермент, що каталізує гідроліз вуглеводів, що мають галактозу як один із фрагментів, на моносахариди шляхом розщеплення глікозидного зв'язку.

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

**білок-активатор катаболізму** - алостеричний білок-активатор, що у комплексі з цАМФ зв'язується з промоторною ділянкою лактозного оперона, забезпечуючи ефективну роботу РНК-полімерази

**біолюмінесценція** - здатність живих організмів світитися; свічення – процес анаеробного окиснення, своєрідний побічний шлях дихання що веде не до утв. АТФ, а до збудження проміжного продукту який світиться; відбувається лише за наявності кисню.

**Бластоспори** - дріжджоподібні вирости що утворюються на міцелі плісневих грибів; один зі способів вегетативного розмноження; у дріжджів – круглі або овальні дрібні клітини у розвиненому псевдоміцелії.

**вихід біомаси**- – це максимальна кількість клітин, або біомаси, яку можна одержати за певних умов культивування в одиниці об'єму; залежить від умов культивування. [кількість кл/мл чи л].

**гетероталічні дріжджі** - це дріжджі у яких статевий процес полягає у злитті двох клітин що утворилися з різних спор (клітин) між якими є статеві відмінності.

**гетеротрофи-організми** для яких джерелом карбону є органічні сполуки.

**гетеротрофна фіксація CO<sub>2</sub>**- реакція Вуда-Веркмана; перетворення CO<sub>2</sub> в органічну речовину, шляхом перенесення CO<sub>2</sub> на різні органічні кислоти; при пропіоновокислому бродіння карбоксилювання пірувату до щавлевої кислоти за участю комплексу біотин-CO<sub>2</sub>.

**гетероцисти**- спеціалізовані клітини, оточені товстою оболонкою, мають мало пігментів фотосинтезу, не здатні до росту, вважається що в них фіксується атмосферний азот; характерні для нитчастих ціанобактерій.

**гідролітичне дезамінування** - процес відщеплення аміногрупи від органічних речовин за участю води, в результаті отримуємо D-оксикислоти та аміак; так розщеплюється сечовина за участю уреаз.

**гіпертермофіли** - мікроорганізми що виділені з гарячих джерел з температурним максимумом до  $+110^{\circ}\text{C}$  (більшість належить до археобактерій).

**гіфи** - тонкі розгалужені трубчасті нитки з яких складається вегетативне тіло більшості грибів, сукупність гіф – міцелій.

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

**гомоталічні дріжджі** - це дріжджі у яких статевий процес полягає у злитті двох клітин що утворилися з однієї спори або гаплоїдних клітини; у них швидко проходить диплоїдизація гаплоїдних спор або їхнього потомства, і диплоїдна фаза є стійкою.

**денітрифікація** - процес відновлення нітратів до газоподібних форм нітрогену ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ), єдиний процес у якому зв'язаний азот перетворюється в молекулярний.

**джгутик** - локомоторний орган бактерій, що забезпечує рухливість, складається з джгутикової нитки, гачка та базальної структури.

**джгутикова нитка** - циліндрична структура довжиною 20 мкм, діаметром 12-20 нм, побудована з укладених по спіралі субодиниць білка флагеліну, прикріплена до гачка.

**дисиміляційна нітратредукція** - (нітратне дихання) одержання  $\text{E}$  шляхом перенесення  $\text{e}$  при якому кінцевим акцептором водню є нітрати; відбувається в анаеробних умовах, кінцевим акцептором електронів є  $\text{NO}_3^-$ , а продуктом відновлення  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ; процес відновлення нітратів до газоподібних форм нітрогену – денітрифікація.

**дисиміляційна сульфатредукція** - (сульфатне дихання) одержання  $\text{E}$  шляхом перенесення при якому кінцевим акцептором водню є сульфати; відбувається в анаеробних умовах, кінцевим акцептором електронів є  $\text{SO}_4^{2-}$ , а продуктом відновлення  $\text{S}^{2-}$  (сульфід).

**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 енергії для функціонування клітин.

**екзоферменти** - 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.

**економічний коефіцієнт** - коефіцієнт ефективності процесів росту, визначають відношенням кількості утвореної біомаси до кількості використаного субстрату;  $Y = dx/s$  ( $x$  – біомаса,  $s$  – кількість використаного лімітуючого субстрату).

**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.

**ендоспори** - тип спочиваючих клітин грампозитивних бактерій, які мають специфічні структури: багатошарові білкові покриття, 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 перетворення у електрохімічну енергію або хімічну (АТФ) форму, що може використовуватись в різних енергозалежних процесах.

**ефект Кребтрі** - ефект, що описує синтез етанолу деякими видами дріжджів в аеробних умовах за наявності високої зовнішньої концентрації глюкози, замість створення біомаси за допомогою циклу Кребса, адже за наявності кисню бродіння «гальмується» названий на честь британського біохіміка Герберта Грейса Кребтрі.

**ефект Пастера** - ефект інгібуючої дії кисню на процес анаеробного дихання (бродіння). 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.

**імперфектні дріжджі** - або аноморфні, у яких не описана статеві стадія розмноження.

**Інвертаза** - або сахараза, фермент вуглецевого обміну, що каталізує гідроліз ди-, три-, та моноцукрів по глюкозидних зв'язках в їхніх молекулах. Найактивніше гідролізує сахарозу з утворенням відновлюваних глюкози і фруктози.

**інсерційні елементи** - короткі ділянки ДНК, що діють як прості мобільні генетичні елементи. IS-елементи мають дві головні характеристики: вони менші за решту типів мобільних генетичних елементів (від 700 до 2500 п. о.) та кодуєть лише білки, залучені в процес транспозиції; група найпростіших транспозонів.

**інфекційна нитка** - трубчаста порожнина, яка виникає по шляху проникнення бактеріальної клітини у кореневий волосок шляхом вrostання плазматичної мембрани; досягнувши основи кореневого волоска і клітин епідермісу, інфекційна нитка стимулює розвиток тетраплоїдної клітини і сусідніх диплоїдних клітин. ці клітини починають розростатися, в результаті чого відбувається формування бульбочки.

**іодинін** - пігмент, низькомолекулярна гетероциклічна азотовмісна речовина, похідний феназину, забарвлений у пурпуровий колір, його утворює *Pseudomonas iodinium*.

**іонні канали** - трансмембранні білки, що утворюють пори через цитоплазматичну та інші біологічні мембрани, по яких відбувається рух певних іонів за електрохімічним градієнтом.

**іонофори** - органічні молекули різної природи, утворюють іонні канали, роблять мембрану проникною для іонів; багато з них – антибіотики бактеріального походження (граміцидин, валіноміцин).

**карбокисоми** - або поліедральні тіла, мають форму багатогранників діаметром до 500 нм і оточені білковою мембраною, складаються в основному з рибулозофосфаткарбоксілази (ключовий фермент автотрофної фіксації CO<sub>2</sub>).

**карбонатне дихання** - одержання E шляхом перенесення при якому кінцевим акцептором водню є карбонати; відбувається в анаеробних умовах, кінцевим акцептором електронів є CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> а продуктом відновлення CH<sub>3</sub>COOH, CH<sub>4</sub>.

**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.

**каталаза** - фермент, який є каталізатором в реакції розкладання перекису водню, при якій утворюються вода і молекулярний кисень: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = O<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O.

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

**клон** - потомство однієї клітини; чиста культура, одержана з однієї клітини.

**конідії** - або конідіоспори – екзоспори, що утворюються на вільних кінцях плодоносних гіфів грибів – конідіофорах; утв. ланцюжки, вкриті оболонкою не мають джгутиків.

**кортекс** - специфічна оболонка ендоспори, формується між мембранами проспори з пептидоглікану певної структури.

**котранспортери** - пермеази (транспортні білки), що здатні переносити через мембрану більше ніж один субстрат, бувають симпорти (в одному напрямку) та антипорти (в різних напрямках).

**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.

**літотрофи** - мікроорганізми у яких донором електронів є неорганічні сполуки;  $H_2$ ,  $H_2S$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $NH_3$  та ін.

**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

**лугостійкі мікроорганізми** - нейтрофільні бактерії (ростуть у діапазоні рН 4-9, оптимум рН 6-8), які краще переносять лужну реакцію середовища; ентеробактерії.

**люмінестат** - термостат оснащений лампою денного світла, використовують для вирощування фототрофних бактерій.

**люцифераза** - фермент, що каталізує реакцію, яка супроводжується світінням (біолюмінесценцією), монооксигенала; складається з двох неоднакових субодиниць, які кодуються генами *C* і *E lux* оперону.

**магнетосоми** - специфічні утвори, характерні для бактерій які володіють магнітотаксисом, кристали  $Fe_3O_4$  різної форми, оточені білковою мембраною, надають бактеріям можливість рухатися вздовж ліній магнітного поля.

**магнітотаксис** - рух відносно магнітного поля Землі.

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

**мезосоми** - локальні випинання цитоплазматичної мембрани, найчастіше розміщені у місці формування клітинної перегородки і поділу нуклеоїда, розрізняють ламелярні (пластинчасті), везикулярні (у формі пухирців), тубулярні (трубчасті) і також змішаного типу.

**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, адгезії.

**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.

**мікотрофи** - 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 був введений Виноградським.

**наноматеріали** - часточки неорганічної чи органічної природи, які хоча б в одному вимірі не перевищують 100 нм.

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

**нітратне дихання** - (дисиміляційна нітратредукція) одержання Е шляхом її перенесення при якому кінцевим акцептором водню є нітрати; відбувається в анаеробних умовах, кінцевим акцептором електронів є  $\text{NO}_3^-$ , а продуктом відновлення  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ; процес відновлення нітратів до газоподібних форм нітрогену – денітрифікація.

**нітрифікація** - процес окиснення аміаку до нітритів та нітратів з утворенням Е; здійснюють облігатно аеробні нітрифікуючі бактерії родини *Nitrobacteriaceae*.

**нуклеоїд** - регіон нерегулярної форми в межах клітини прокаріот, 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 фосфорилування** – або мембранне, синтез АТФ за рахунок енергії транспортування електронів, субстрати повністю окислюються до  $\text{CO}_2$  (за винятком неповного окиснення).

**окиснений фотосинтез** - тип фотосинтезу у якому донором електронів є вода, супроводжується виділенням кисню; основне місце фіксації  $\text{CO}_2$ -цикл Кальвіна.

**Оліготрофи** - мікроорганізми, що здатні рости тільки за низької концентрації органічних сполук у середовищі 1-15 мг/л, за вищих концентрацій 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).

**Пектинестераза** - фермент, розриває ефірні зв'язки у пектину, внаслідок чого вивільняються метанол та полігалактуранові кислоти.

**Пептидоглікан** - гетерополімер, що складається з лінійних молекул глікану (мономер глікану утворюється N-ацетилглюкозаміном та N-ацетилмурамовою кислотою, що сполучені  $\beta$ -1,4 глікозидним зв'язком) входить до складу клітинної стінки надає їй міцності.

**периплазматичний простір** - простір розташований між зовнішньою та внутрішньо мембранами клітинної стінки грамнегативних бактерій.

**периферичний метаболізм** - позаклітинне розщеплення макромолекул (білків, полісахаридів) ферментами мікроорганізмів, які вони виділяють у середовище.

**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.

**перфектні дріжджі** - або теломорфні дріжджі, статева стадія представлена асками або базидіями.

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

**пілі**, або фімбрії - поверхневі структури, які являють собою довгі тонкі прямі білкові циліндри; є загальні (від 50 до 400 шт, адгезивні властивості) та статеві пілі (1-2 шт, є у штамів що містять статевий фактор F).

**плінін** - білок, з якого складаються пілі.

**піоціанін**- пігмент, низькомолекулярна гетероциклічна азотовмісна речовина, похідний феназину, забарвлений у синьо-зелений колір, його утворює *Pseudomonas aeruginosa*.

**плазмід**и - позахромосомні кільцеві молекули ДНК, які реплікуються незалежно від бактеріальної хромосоми і надають своїм власникам певних переваг (резистентність і тд.).

**плазмогамія** - процес злиття двох клітин і утворення двоядерного дикаріону.

**пластичний обмін**- (анаболізм, асиміляція, 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.

**плеоморфізм** - зміна форми клітини протягом циклу розвитку.

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

**повітряний міцелій** - сукупність гіфів на поверхні середовища, у ньому є плодоносні гіфи на яких утворюються нестатеві спори.

**полегшена дифузія** - здійснюється за градієнтом концентрації, без використання енергії за допомогою білків пермеаз.

**поліедральні тіла** - (карбокисоми) мають форму багатогранників діаметром до 500 нм і оточені білковою мембраною, складаються в основному з рибулозодифосфаткарбоксілази (ключовий фермент автотрофної фіксації CO<sub>2</sub>).

**поліморфний клітинний цикл**- клітинний цикл за якого утворюється декілька морфологічних типів клітин.

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

**продигіозин** - внутрішньоклітинний червоний пігмент, утворює *Serratia marcescens*.

**проспора** - структура що розташована всередині материнської клітини має дві мембрани зовнішню та внутрішню; утв. на 3 стадії утворення ендоспор.

**простека** - цитоплазматичні вирости клітин бактерій, що оточені ЦПМ і клітинною стінкою; у роду *Caulobacter*.

**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

**процес перенесення груп** - механізм транспортування цукрів, спиртів, під час якого відбувається попереднє фосфорилування субстрату у фосфотрансферазних реакціях. В перенесенні груп через ЦПМ задіяна фосфоенолпіруватзалежна фосфотрансферазна система.

**псевдоміцелій** - ланцюжок функціонально не пов'язаних між собою клітин, утворюється якщо дочірні клітини після утворення септи не відокремлюються від материнської.

**псевдомуреїн** - гетерополімер, що утворюється з N-ацетилглюкозаміну, N-ацетилгалактозаміну та N-ацетилталозамінууронової кислоти, сполучених β-1,3-глікозидним зв'язком; пептиди містять лише L- АК; наявний у клітинній стінці деяких метаноутворюючих бактерій.

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

**рекомбінантна клітина** - клітина у якій відбулася генетична рекомбінація.

**ретиаль** - альдегідна форма вітаміну А, компонент бактеріородопсину, який функціонує як залежна від світла Н-помпа.

**ретроінгібування** - механізм інгібування кінцевим продуктом; притаманний алостеричним ферментам.

**рибосоми** - не мембранна органела, що складається з білка та рРНК, беруть участь у біосинтезі білка.

**рН-гомеостаз** - підтримання рН цитоплазми в межах вузького діапазону.

**родопін** - червоний пігмент, що є у пурпурових бактерій.

**сапротрофи** - організми, що отримують необхідні для функціонування речовини, руйнуючи відмерлі частини рослин і тварин.

**септа** - поперечні перегородки, якими розділена протоплазма гіфів грибів на окремі компартменти. Типи септ: прості, доліпорові та мікропорові

**сидерофори** - зв'язуючі агенти, що хелатують іони заліза та переносять їх у клітину. Виділяються деякими мікроорганізмами.

**симпорт** - пермеази, що здатні переносити декілька субстратів одночасно в одному напрямку через мембрану.

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

**спейсер** - простір між клітинами що знаходяться в спільному чохла; також оточений речовиною чохла, у місцях спейсерів можливе розривання нитки.

**спорангіоспори** - спеціалізовані клітини, призначені для нестатевого розмноження. Утворюються ендогенно; дрібні зневоднені спочиваючі тільця з товстою оболонкою, що виникають внаслідок численних нестатевих поділів ядра всередині спорангія. Утворюють лише фікоміцети.

**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).

**стебельце** - специфічні вирости наявні у бактерій, неклітинні вирости, не містять цитоплазми, клітинної стінки.

**стеригми** - спеціальні загострені вирости вегетативних клітин дріжджів на яких утворюються балістоспори.

**стрептобактерії** - паличкоподібні, грамнегативні бактерії, що розміщуються ланцюжками.

**стрептобацили** - паличкоподібні Гр<sup>+</sup> бактерії, що розміщуються ланцюжками.

**стрептококи** - кулясті бактерії, що діляться в одній площині, клітини після поділу зберігають між собою зв'язок, унаслідок 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.

**субстратний міцелій** - або вегетативний, сукупність гіфів у товщі середовища, необхідний для прикріплення до субстрату і використання поживних речовин з середовища.

**сульфатне дихання** - або дисиміляційна сульфатредукція - одержання Е шляхом її перенесення при якому кінцевим акцептором водню є сульфати. Відбувається в анаеробних умовах, кінцевим акцептором електронів є  $SO_4^-$ , а продуктом відновлення  $S^{-2}$ .

**сфероласти** - форма бактерій, що частково 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.

**тейхоєві кислоти** - кислоти, ковалентно зв'язані з муреїном у грампозитивних бактерій, рибітейхоєві (тільки в кл.ст; скл. з фосфорильованих залишків рибітолу), гліцеринтейхоєві (в кл.ст, ЦПМ, цитоплазмі; скл.з гліцеролфосфатних одиниць спол. 1,3- ефірним зв'язком; зв'язані з ліпідами ЦПМ у ліпотейхоєві к-ти)).

**тейхуронові кислоти** - кислоти утворені залишками уронових кислот та N-ацетилглюкозаміну, ковалентно зв'язані з муреїном у грампозитивних бактерій, синтезуються у разі нестачі фосфору в середовищі.

**телеоморфні дріжджі** - або перфектні, статева стадія представлена асками або базидіями.

**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), облігатні (+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.

**тилакоїди** - внутрішньоклітинні мембранні структури у формі плоских замкнутих дисків у яких локалізовано пігменти фотосинтезуючого електронтранспортного ланцюга та системи фосфорилування, є у фотосинтезуючих бактерій.

**Торіоди** - бактерії, клітини яких мають вигляд замкненого або незамкненого кільця.

**трансамінування** - реакції перенесення  $\alpha$ -аміногрупи від амінокислоти на  $\alpha$ -вуглецевий атом  $\alpha$ -кетокислоти — акцептора аміногрупи (здебільшого —  $\alpha$ -кетоглутарату). Внаслідок реакції утворюється  $\alpha$ -кетоаналог вихідної амінокислоти та нова амінокислота (у разі використання як акцептора  $\alpha$ -кетоглутарату — L-глутамат).

**трансдуктант** - або рекомбінант що утворюється у випадку інфікування трансдукуючим фагом у процесі трансдукції; клітина що містить частину геному донора перенесеної в процесі трансдукції.

**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.

**уніпортери** - пермеази, що можуть одночасно переносити тільки одну речовину через мембрану.

**уреаза**- фермент, що каталізує гідролітичне розщеплення сечовини на вуглекислий газ і амоній:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{NH}_3$ .

**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, нагромаджується 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.

**факультативні паразити**- паразити, що можна культивувати на штучних середовищах, що містять м'ясні гідролізати, кров або її сироватку.

**Феромони** - речовини, завдяки яким розпізнаються клітини протилежного типу спарювання у дріжджів.

**фікобілісоми** - органели, які прилягають до мембрани та в яких містяться світлозбираючі пігменти (антени) у ціанобактерій.

**фімбрії**, або пілі - поверхневі структури, які являють собою довгі тонкі прямі білкові циліндри; є загальні (від 50 до 400 шт, адгезивні властивості) та статеві пілі (1-2 шт, є у штамів що містять статевий фактор F).

**флагелін** - білок, з якого складається джгутикова нитка.

**фосфоліпіди** - похідні 3-фосфогліцерину, головний ліпідний компонент мембран бактерій, має амфіфільні властивості.

**фотолітоавтотрофи** - тип живлення мікроорганізмів, які як джерело енергії використовують світло, донор електронів - неорганічні сполуки, а джерело карбону –  $\text{CO}_2$ .

**фотолітогетеротрофи** - тип живлення мікроорганізмів, які, як джерело енергії, використовують світло, донор електронів - неорганічні сполуки, а джерело карбону – органічні сполуки.

**фотоорганавтотрофи** - тип живлення мікроорганізмів, які як джерело енергії використовують світло, донор електронів - органічні сполуки, а джерело карбону –  $\text{CO}_2$ .

**фотоорганогетеротрофи** - тип живлення мікроорганізмів, які як джерело енергії використовують світло, донор електронів - органічні сполуки, а джерело карбону – органічні сполуки

**фотореактивація** - спеціальний механізм репарації ушкоджень, що були спричинені УФ променями, її викликають видимі промені, довжина хвилі яких - 320-550 нм.

**фототаксис** - тип таксису за якого відбувається рух до або від джерела світла.

**фототрофи** - мікроорганізми, які як джерело енергії використовують світло.

**Фотифосфорилування** - трансформація енергії світла для відновлення  $\text{CO}_2$  і утворення АТФ за рахунок транспорту е через мембрану.

**фумаратне дихання** - це процес фосфорилування, під час якого кінцевим акцептором електронів є фумарат.  $2[\text{H}] + \text{фумарат} \rightarrow \text{сукцинат}$ , здійснюють сукциногенні бактерії.

**хемолітоавтотрофи** - тип живлення мікроорганізмів, які використовують енергію окисно-відносних реакцій, донор електронів - неорганічні сполуки, а джерело карбону –  $\text{CO}_2$ .

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

**хемоорганавтотрофи** - тип живлення мікроорганізмів, які використовують енергію окисно-відносних реакцій, донор електронів - органічні сполуки, а джерело карбону –  $\text{CO}_2$ .

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

**хеостат** - 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.

**хітин** - полімер, мономером якого є N-ацетилглюкозамін сполучений β-1,4-глікозид зв'язками, є компонентом клітинної стінки грибів та дріжджів.

**хлоросоми** - органели, які прилягають до мембрани та в яких містяться світлозбираючі пігменти (антени) у зелених бактерій.

**хроматофори** - внутрішньоклітинні мембранні структури у формі везикул у яких локалізовано пігменти фотосинтезуючого електронтранспортного ланцюга та системи фосфорилування, є у фотосинтезуючих бактерій.

**цисти** - кулеподібні товстостінні клітини, що служать для захисту від несприятливих умов середовища. Утворюються коли поживні речовини вичерпані зі всієї клітини. Цисти *Azotobacter* і *Methylocystis* стійкі до висушування, механічних впливів, опромінення, але нестійкі до температури.

**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.

**чохли** - це тонкі, багат шарові структури, які утворюються навколо клітин; може бути інкрустований сполуками металу; може оточувати декілька клітин; складається з вуглеводів, гексозамінів, білків, ліпідів, сполук фосфору.

**шварм** - колонії міксобактерій, які здатні ковзати по субстрату і таким чином поширюватись по поверхні субстрату.

**швермери** - рухомі клітини з джгутиками, які утворюються у разі диморфного типу розвитку (рід *Caulobacter*).

**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. Современная микробиология: прокариоты: в 2 т.; пер. с англ. / Й. Ленгелер, Г. Древе, Г.Шлегель. – М.: Мир, 2005. – 695 с.
2. Биотехнология /под ред. И.Хиггинса, д.Беста, Д. Джонса. М.: Мир, 1988. 479 с.
3. Альбер Сассон. Биотехнология: свершения и надежды. М.:Мир,1987. - 410с.
4. Виктор Балабанов. Нанотехнологии. Наука будущего.М.: Эксмо,2009.241с.
5. М. Е Бекер Введение в биотехнологию. М.: «Пищевая промышленность».- 1978. -230 с.
6. Мякенький В.И., Курдиш И.К. Микробиологическое окисление метана угольных шахт. Киев: Наукова думка,1991. -145 с.
7. Ширококов В.П., Янковский Д.С., Дымент Г.С. Микробы в биогеохимических процессах, эволюции биосферы и существовании человечества. К.: ФОП Верес О.И. –2014. –464 с.
7. Курдиш І .К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. Київ: Наукова думка, 2010. -253 с.
8. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. – М.: Наука, 2003. – 348с.
9. Паников Н.С. Кинетика роста микроорганизмов. Общие закономерности и экологические приложения. – М: Наука, 1989. –311 с.
10. Ротмистров М.Н., Гвоздяк П.И., Ставская С.С. Микробиология очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1978. – 268 с.
11. Безбородов А. М. Биохимические основы микробиологического синтеза. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 394 с.
12. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика. Киев: КВІЦ. 2001. -143 с.
13. Логинов И.П. Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Минск: Био, 2007. -402 с.
14. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: Навчальний посібник – К.: Арістей, 2006–284 с.
14. Nanobiotechnology in Bioformulations. Колективна монографія під ред. Ram Prasad et al. Munchen, 2019. Springer. -491 с.

### Допоміжні джерела:

1. Готтшалк Г. Метаболизм бактерий. – М. : Мир, 1982. – 310 с.
2. Экология микроорганизмов экстремальных водных системах: учеб. пособие / Б.Б. Намсараев, Е.Ю. Абидуева, Е.В. Лаврентьева и др. - Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2008. – 94 с.

3. Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж. Мир микробов (в 3-х т.). – М.: Мир, 1979. – Т. 1. – 320 с.; Т. 2. – 334 с.; Т. 3 – 486 с.
4. 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.
5. Гудзь С. П. Мікробіологія: підручник: [для студ. вищ. навч.закл.] / С. П. Гудзь, С. О. Гнатуш, І. С. Білінська. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 360.
6. Ґрунтова мікробіологія: Навчальний посібник. / Іутинська Г.О. – К.: Арістей, 2006 – 284 с.
7. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія: Підручник. / Т. П. Пирог – К.: НУХТ, 2004. – 471 с.
8. Люта В. А. Мікробіологія з технікою мікробіологічних досліджень, вірусологія та імунологія : підручник / В. А. Люта, О. В. Кононов. – Київ : Медицина, 2018. – 576 с.
9. Коммуникативные сигналы бактерий./ Грузина В.Д. Антибиотики и химиотерапия. - 2003. - 48, №10. - С. 32-39.

#### 7.4. Інформаційні ресурси

(нормативна база, джерела Інтернет, адреси бібліотек тощо)

1. <http://amac.md/Biblioteca/data/28/14/06/22.2.pdf>
2. <http://textbookofbacteriology.net/index.html>
3. <http://microbiologu.ru/index.php>
4. Журнал промислової мікробіології та біотехнології:  
<http://www.springer.com/life+sciences/microbiology/journal/10295>
5. Коротко наводиться переклад статей найвідоміших журналів:  
<http://www.elementy.ru>
6. Статті для написання контрольних робіт: <http://www.eLIBRARY.ru>
7. Каталог літератури (наукові видання, посібники, конспекти лекцій, тощо з мікробіології): <http://www.window.edu.ru>
8. <http://dspace.univer.kharkov.ua/>

#### 8. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

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