


КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»

Кафедра мікробіології та імунології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник директора  
з науково-педагогічної роботи  
Компанець Т.А.  
2020 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**МЕТАБОЛІЗМ МІКРООРГАНІЗМІВ**

для студентів

галузь знань 09 Біологія

спеціальність 091 Біологія

освітній рівень «Магістр»

освітня програма «Біологія»

вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	заочна
Навчальний рік	<u>2020/2021</u>
Семестр	<u>2</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>5</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Файдюк Ю.В.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2020

**Розробники:**

Файдюк Ю.В., к.б.н., асистент кафедри мікробіології та імунології

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри мікробіології та імунології

  
\_\_\_\_\_ (Сківка Л.М.)  
(підпис)

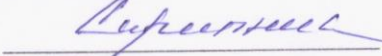
Протокол № 15 від «03» червня 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією

ННЦ «Інститут біології та медицини»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «18» 06 2020 року № 6

Голова науково-методичної комісії  (Скрипник Н.В.)

«18» 06 2020 року

**1. Мета дисципліни** – сформувати чітке уявлення про механізми основних метаболічних процесів у мікроорганізмів, причини і можливості широкого розповсюдження мікроорганізмів у природі, виходячи з особливостей їх метаболізму, що дозволить вирішувати задачі щодо використання різноманітних за метаболізмом фізіологічних груп мікроорганізмів у біотехнологіях.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Знати: основи загальної мікробіології, біохімії, молекулярної біології.
2. Вміти самостійно застосовувати знання з загальної мікробіології, біохімії та молекулярної біології, орієнтуватися в сучасних методах мікробіології та молекулярної біології.
3. Володіти елементарними навичками опрацювання наукової літератури, вирішення задач, біоінформатичного аналізу та аналізу даних, роботи з матеріалами та обладнанням, що використовуються в мікробіологічній лабораторії.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Предметом вивчення дисципліни є основні метаболічні процеси аеробних та анаеробних хемоорганотрофних, хемолітотрофних та фототрофних мікроорганізмів: основні способи отримання енергії, механізми отримання електронів, процеси розщеплення та синтезу речовин мікроорганізмами, шляхи їх регуляції у мікробній клітині, основні ферменти та ферментні комплекси, що здійснюють транспорт та перетворення речовин у бактеріальній клітині. Приділяється увага питанням використання сучасних підходів метаболоміки для реконструкції метаболічних мереж мікробної клітини.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

1) сформувати чітке уявлення про різноманітні типи метаболізму у мікроорганізмів; способи отримання енергії мікроорганізмами; схеми розщеплення органічних сполук мікроорганізмами; механізми отримання електронів мікроорганізмами; основні шляхи біосинтезу у аеробних та анаеробних мікроорганізмів; шляхи регуляції процесів метаболізму;

2) розглянути перемикання метаболічних шляхів залежно від наявності субстратів, з огляду на фактори середовища, тощо на молекулярно-генетичному рівні та рівні метаболічної мережі;

3) сформувати вміння адаптувати методи культивування мікроорганізмів відповідно до їх фізіологічних властивостей: самостійно розробляти і виготовляти поживні середовища для культивування, за допомогою прийнятих методик визначати харчові потреби мікроорганізмів в утилізації різних моно- та полісахаридів, амінокислот, ліпідів;

4) сформувати уявлення про сучасні методи вивчення метаболізму мікроорганізмів, реконструкції процесів метаболізму у мікробній клітині, побудови метаболічних мереж.

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти (восьмий рівень НРК України), галузь знань 09 «Біологія», спеціальність 091 «Біологія») дисципліна забезпечує набуття студентами таких *компетентностей*:

*інтегральна:*

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

*загальна:*

ЗК1. Здатність працювати у міжнародному контексті.

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

*спеціальні (фахові, предметні):*

СК1. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.

СК3. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.

СК8. Здатність презентувати та обговорювати результати наукових і прикладних досліджень, готувати наукові публікації, брати участь у наукових конференціях та інших заходах.

СК37. Здатність застосовувати сучасні методи та методологічні підходи для створення мікробіологічного продукту з метою його практичного застосування.

СК38. Поглиблене розуміння структури та функціонування мікроорганізмів та їхньої ролі у біосферних процесах.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати різноманітні типи метаболізму у мікроорганізмів; способи отримання енергії та механізми отримання електронів мікроорганізмами, методи вивчення їх фізіолого-біохімічних властивостей	Лекції, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	15
1.2	Знати основні катаболічні та анаболічні шляхи аеробних хемоорганотрофних і хемолітотрофних мікроорганізмів; особливості процесу анаеробного дихання бактерій, акцептори електронів, енергетичний вихід процесу; типи мікроорганізмів за їх ставленням до кисню у середовищі та механізми захисту мікроорганізмів від його дії;	Лекції, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	15
1.3	Знати основні схеми гомо- та гетеро	Лекції,	Модульні контрольні	15

	ферментативного молочнокислого бродіння, змішаного та бутандіолового мурашинокислого бродіння, пропіонового бродіння, три форми спиртового бродіння дріжджів, гліцерино-пірвіноградне та гліцеринове бродіння	самостійна робота	роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	
1.4	Знати принципи регуляції метаболізму і шляхи регуляції синтезу та активності ферментів, принципи регуляції експресії метаболічних генів при переході факультативно-анаеробних мікроорганізмів від аеробного до анаеробного дихання.	Лекції, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	15
1.5	Знати основні сучасні методи вивчення метаболізму мікроорганізмів, способи реконструкції процесів метаболізму у мікробній клітині, побудови метаболічних мереж	Лекції, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, підсумкова модульна контрольна робота, іспит	10
2.1	Вміти на основі теоретичних знань про фізіологічні потреби мікроорганізмів розробляти і виготовляти поживні середовища для культивування різноманітних фізіологічних груп мікроорганізмів	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
2.2	Визначати можливості підготовчого метаболізму у хемоорганотрофних мікроорганізмів щодо різних класів полімерів, за допомогою прийнятих методик визначати харчові потреби і схеми утилізації різних моно- та полісахаридів, амінокислот, ліпідів	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
2.3	Визначати харчові потреби і схеми окиснення різних неорганічних джерел електронів хемолітотрофними мікроорганізмами	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
2.4	Вміти використовувати дані біохімічного аналізу, біоінформатичного аналізу (дані геноміки і протеоміки) для побудови метаболічних мереж мікроорганізмів	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульні контрольні роботи, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
3.1	Здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію у професійній діяльності	Лабораторні роботи, самостійна робота	Оцінювання лабораторних робіт, підсумкова модульна контрольна робота	5
4.1	Самостійно вивчати наукову літературу та публікації у періодичних виданнях щодо метаболізму мікроорганізмів та застосовувати мікробіологічні методи у власних дослідженнях	Самостійна робота	Підсумкова модульна контрольна робота	5

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	4.1
ПР1. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для спілкування з професійних питань та презентації результатів власних досліджень.	+	+	+	+	+					+	+
ПР2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.		+	+	+	+		+	+	+	+	+
ПР12. Використовувати інноваційні підходи для розв'язання складних задач біології за невизначених умов і вимог.				+	+		+	+	+	+	+
ПР33. Вміти використовувати сучасні методи мікробіологічного аналізу та результати молекулярно-генетичних досліджень для розв'язання проблем геносистематики, екології та біотехнології мікроорганізмів, включаючи задачі медичної мікробіології.				+	+	+	+	+	+	+	+

### 7. Схема формування оцінки.

#### 7.1 Форми оцінювання студентів:

##### - семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 (дистанційно) – РН 1.1 – 2.4 – 10 балів / 5 балів

2. Модульна контрольна робота 2 (дистанційно) – РН 1.1 – 2.4 – 10 балів / 5 балів

3. Підсумкова модульна контрольна робота – РН 1.1. – 4.1. – 20 балів / 10 балів

4. Лабораторні роботи (2 роботи): РН 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1 – 10 балів/5 бали за кожну.

##### - підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання (дистанційно та під час проведення аудиторних занять; оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Форма проведення іспиту - письмово-усна, вид письмових завдань - тестові. Результатами навчання, які оцінюються під час проведення іспиту, є РН 1.1-1.5. Максимальна кількість балів, яка може бути отримана здобувачем освіти під час іспиту, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

##### - умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковою умовою допуску до іспиту є написання 2 модульних контрольних робіт, виконання лабораторних робіт та написання підсумкової модульної контрольної роботи. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

### 7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться дистанційно, підсумкова модульна контрольна робота – по завершенню лекційного курсу, оцінювання лабораторних робіт здійснюється протягом проведення аудиторного навчання.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	лабораторні роботи	Самостійна робота
<i>Розділ 1 Катаболізм мікроорганізмів</i>				
1	<b>ТЕМА 1. Різноманітність типів метаболізму мікроорганізмів як результат фізіолого-біохімічного спрямування еволюції</b>	2	0	50
2	<b>Лекція 1 Катаболізм, анаболізм і амфіболізм. Загальна схема хемоорганотрофного метаболізму бактерій. Схема метаболізму хемолітотрофів. Пряме і зворотнє перенесення електронів. Схема метаболізму фотосинтетиків.</b>	2		
3	<b>Самостійна робота Основні харчові потреби мікроорганізмів. Значення для мікроорганізмів факторів росту, макро- і мікроелементів. Вимоги до поживних середовищ. Загальноживані елективні середовища, диференційно-діагностичні середовища з елективними властивостями, комбіновані диференційно-діагностичні середовища</b>			5

4	<p><b>Самостійна робота Аеробні Хемоорганотрофи.</b>  Механізми транспорту поживних речовин у мікробну клітину Типи метаболізму в мікроорганізмів.  Поняття основного і периферійного метаболізму. Поняття субстратного та окисного фосфорилування. Будова дихального ланцюга прокаріотів та еукаріотів. Три шляхи розщеплення гексоз: гліколіз, пентозофосфатний шлях, шлях Ентнера-Дудорова.  Метилгліоксалевий шунт. Шляхи окиснення пірувату мікроорганізмами.  ЦТК. Хімічна природа переносників дихального ланцюга та їх розташування.  Пункти фосфорилування.</p>			15
5	<p><b>Самостійна робота Аеробні Хемолітотрофи.</b>  Джерела електронів у хемолітотрофних мікроорганізмів. Особливості будови дихального ланцюга хемолітотрофів.  Вихід АТФ за окисного фосфорилування у хемолітотрофів. Водневі бактерії.  Нітрифікувальні бактерії I і II фаз нітрифікації. Бактерії, що окиснюють сполуки сірки: безколірні сіркобактерії, тіонові бактерії. Карбоксидобактерії</p>			15
6	<p><b>Самостійна робота Аеробні Фотосинтетики.</b>  Поняття фотофосфорилування.  Оксигенний та аноксигенний фотосинтези. Пігменти фотосинтезувальних мікроорганізмів.  Циклічне та нециклічне перенесення електронів. Екзогенні донори електронів.  Фотосинтез прохлорофітів і ціанобактерій</p>			15
7	<p><b>Тема 2. Анаеробіоз. Бродіння. Анаеробне дихання. Метаногенез.</b></p>	2	4	40
8	<p><b>Лекція 2 Анаеробіоз. Розподіл мікроорганізмів за їх ставленням до кисню. Можливості метаболізму факультативно-анаеробної E.coli: регуляція експресії генів при переході від аеробного дихання до анаеробного дихання та бродіння. Енергетичні та фізіологічні особливості мікроорганізмів-бродильників. Анаеробне дихання.</b></p>	2		10



9	<p><b>Самостійна робота Анаероби: бродіння.</b>  Енергетичні та фізіологічні собливості мікроорганізмів-бродильників. Схеми гомо- та гетероферментативного молочнокислого бродіння. Мурашинокисле бродіння: змішане та бутандіолове. Пропіоновокисле бродіння. Спиртове бродіння. Три форми спиртового бродіння дріжджів за Нейбергом. Гліцеро-піровиноградне та гліцеринове бродіння. Особливості бродіння біфідобактерій. Яблучно-молочнокисле бродіння. Особливості спиртового бродіння бактерії <i>Zytoplas</i>. Мурашинокисле бродіння: змішане та бутандіолове. Пропіоновокисле бродіння. Бродіння <i>Clostridium</i> за росту на цукрах та амінокислотах.</p>			15
10	<p><b>Самостійна робота Анаеробне дихання та метаногенез. Нітратне дихання.</b>  Дисиміляційна амоніфікація і денітрифікація. Анаеробне окиснення амонію (ANAMMOX-процес). Залізне дихання. Фумаратне дихання. Дисиміляційна та асиміляційна сульфатредукція. Метаногенез</p>			15
11	<p><b>Лабораторна робота 1 Ідентифікація ферментів та ферментних систем мікроорганізмів.</b></p>		2	
12	<p><b>Лабораторна робота 2 Визначення метаболічних потужностей <i>E.coli</i> за кисневих, безкисневих та анаеробних умов.</b></p>		2	
<b>Розділ 2 Деякі процеси анаболізму мікроорганізмів. Метаболічні мережі мікроорганізмів</b>				
13	<p><b>ТЕМА 3 Анаболізм. Регуляція метаболізму. Метаболічні мережі</b></p>	2	0	50
14	<p><b>Лекція 3 Анаболізм. Три рівні біосинтезу в клітині. Регуляція метаболізму. Метаболом та метаболічна мережа.</b></p>	2		
15	<p><b>Самостійна робота Метаболічні петлі. Ключові метаболіти. Потіки вуглецю у гетеро- та автотрофів. Анаплеротичні реакції. Асиміляція мікроорганізмами C2-субстратів: гліоксилатний цикл. Глюконеогенез. Синтез полісахаридів. Синтез пептидоглікану. Біосинтез насичених та ненасичених жирних кислот.</b></p>			10
16	<p><b>Самостійна робота Шляхи асиміляції мікроорганізмами вуглекислого газу: цикл Кальвіна, цикл Еванса-Буханана-Арнона, шлях ацетил-КоА, 3-гідроксипропіонатний шлях. Три способи асиміляції мікроорганізмами формальдегіду: сериновий шлях,</b></p>			10

	<i>рибулозомонофосфатний шлях, дигідроксіяцетоновий шлях.</i>			
17	<b>Самостійна робота</b> <i>Асиміляція мікроорганізмами Нітрогену. Асиміляційна нітратредукція. Азотфіксація. Будова та функціонування нітрогеназного комплексу. Схема азотфіксації. Механізми включення амонію у біосинтез: глутаматний та глутаміновий шляхи. Трансамінування амінокислот. Азотфіксуючі мікроорганізми. Механізми захисту нітрогенази від кисню. Диференціація гетероцист ціанобактерій</i>			14
18	<b>Самостійна робота</b> <i>Алостерична регуляція активності ферментів. Катаболітна репресія. Регуляція синтезу ферментів</i>			5
19	<b>Самостійна робота</b> <i>Методи дослідження метаболізму мікроорганізмів. Сучасні підходи до реконструкції метаболічних мереж бактерій.</i>			9
20	<b>Модульна контрольна робота 1</b>			1
21	<b>Модульна контрольна робота 2</b>			1
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>140</b>

**Загальний обсяг 150 год, в тому числі:**

Лекції – 6 год.

Лабораторні заняття – 4 год.

Самостійна робота – 140 год.

## 9. Рекомендовані джерела:

### **Основні:** (Базові)

1. Сергійчук М. Г. Сківка Л. М., Сергійчук Т. М., Радченко О. С., Степура Л. Г., Сенчило Н. В., Юмина Ю. М., Домбровська І. В., Рудик М. П., Моложава О. С., Позур В. В., Файдюк Ю. В. Мікробіологія. Том 1 : підручник / Сергійчук М. Г., Сківка Л. М., Сергійчук Т. М. та ін. — К. : ФОП Маслаков, 2020. — 496 с.

2. Радченко О.С. Фізіолого-біохімічні властивості мікроорганізмів та методи їх визначення. Навчальний посібник. Київ: ТОВ «Аграр Медіа Груп».- 2012.- 211 с.

3. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти: Навч.посібник / І.П.Козлова, О.С.Радченко, Л.Г.Степура, Т.О.Кондратюк.- К.: Наук.думка, 2008.- 528 с.

4. Сиволоб, А. В. Молекулярна біологія. — К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008, 384 с.

5. Современная микробиология. Прокариоты: В 2-х томах/ Под.ред. Й.Ленгнера, Г.Древса, Г.Шлегеля.-М.: мир, 2005.-Т.1-656с, Т.2-496с.

6. Palsson B.O. Systems Biology. Constraint-based Reconstruction and Analysis. Cambridge University Press. - 2015. - 531 p.

7. Genetics Meets Metabolomics: from Experiment to Systems Biology. Ed. by Suhre K. – Springer. – 2012. – 318 p.

### *Додаткові:*

1. Радченко О.С., Степура Л.Г., Домбровська І.В., Фуртат І.В., Михальський Л.О. Практикум із загальної мікробіології. Навчальний посібник. Київ: Фітосоціоцентр.-2011.- 168 с.

2. Радченко О.С., Степура Л.Г., Сергійчук М.Г. Метаболічна активність бактерій. Методичні рекомендації до спецпрактикуму “Фізіологія мікроорганізмів”.- Київ: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”.- 2001.-30с.

3. Практикум із загальної мікробіології. За редакцією академіка НАН України В.В.Смірнова /Навчальний посібник для біологічних спеціальностей вищих закладів освіти / Михальський Л.О., Радченко О.С., Степура Л.Г., Домбровська І.В., Фуртат І.М. Київ: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”2002.-111с.

4. Methods in Microbiology Volume 39, Pages 2-186 (2012) Systems Biology of Bacteria Edited by Colin Harwood and Anil Wipat

5. Metabolomics and Microbiomics Personalized Medicine from the Fetus to the Adult (2015) Elsevier, V. Fanos – 131 p.

6. Microbial Metabolomics. Applications in Clinical, Environmental, and Industrial Microbiology. ed. By D.J. Beale, K.A. Kouremenos, E.A. Palombo. Springer International Publishing, 2016. p. 321

7. Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., & Stahl, D. A. (2015). Brock biology of microorganisms (Fourteenth edition.). Boston: Pearson.

8. Richardson D.J. Bacterial respiration: a flexible process for a changing environment // Microbiology.-2000.-v. 146.-P. 551-571

### **Додаткові ресурси:**

- <http://bigg.ucsd.edu>
- <https://ecocyc.org/>
- <http://www.genome.jp/kegg>
- <http://textbookofbacteriology.net/index.html>
- <http://microbiologu.ru/index.php>