

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор з науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_ А.В. Пантелеймонов

Робоча програма навчальної дисципліни

**Промислова мікробіологія**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 09 Біологія

(шифр і назва)

спеціальність 091 Біологія

(шифр і назва)

освітня програма Біологія

(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

вид дисципліни за вибором

обов'язкова / за вибором

факультет біологічний

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

19 червня 2019 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Віннікова О.І., кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,

Програму схвалено на засіданні кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів  
Протокол від 14 червня 2019 року, № 21

В.о. завідувача кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

\_\_\_\_\_ В.Ф. Тимошенко  
(підпис)

Програму погоджено методичною комісією біологічного факультету  
Протокол від 18 червня 2019 року, № 11

Голова методичної комісії біологічного факультету

\_\_\_\_\_ В.В. Мартиненко  
(підпис)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Промислова мікробіологія” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки Біологія

\_\_\_\_\_  
другий (магістерський)

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності \_\_\_\_\_  
091 Біологія

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів системи теоретичних знань про рівень наукових досягнень в галузі промислової мікробіології, існуючі промислові процеси мікробного синтезу цільових продуктів, технології бродильних виробництв, а також використання мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності у народному господарстві, необхідних для професійної діяльності в галузі біології.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни - розгляд теоретичних основ промислової мікробіології і знайомство студентів з основними мікробіологічними виробництвами продуктів метаболізму, біологічно активних речовин, окремих компонентів мікробних клітин, біомаси, а також методів пошуку, селекції та підготовки штамів продуцентів біологічно активних речовин.

1.3. Кількість кредитів - 4

1.4. Загальна кількість годин - 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / <u>за вибором</u>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	2-й
Лекції	
16 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
0 год.	0 год.
Самостійна робота	
88 год.	110 год.
Індивідуальні завдання	
10 год. (за рахунок самостійної роботи)	

1.6. Заплановані результати навчання

В результаті вивчення курсу студенти повинні знати особливості будови і розвитку мікроорганізмів, які використовуються в промисловості, особливості скринінгу та методи, що використовуються для отримання найбільш продуктивних штамів-продуцентів, характеристику, механізм дії та способи використання біологічно активних речовин, які отримані за допомогою мікроорганізмів, шляхи використання мікроорганізмів у бродильному виробництві, загальні відомості про технологічні схеми отримання органічних кислот, антибіотиків, вітамінів, ферментів. Окрім того студенти повинні знати можливості використання ґрунтових мікроорганізмів для виготовлення біопрепаратів, а також біогеохімічну діяльність мікроорганізмів та шляхи її використання у промисловості. В результаті вивчення курсу студенти повинні навчитися використовувати отримані теоретичні знання при виконанні обов'язків на засадах мікробіологічного профілю.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Отримання мікроорганізмів-продуцентів та їх використання.

**Тема 1. Предмет і значення промислової мікробіології.** Роль вітчизняних і зарубіжних вчених у розвитку промислової мікробіології. Традиційні та сучасні мікробіологічні виробництва. Поняття про мікробний синтез як складову частину біотехнології. Різноманітність продуктів мікробного синтезу, їхнє значення для різних галузей промисловості, медицини, сільського господарства.

**Тема 2. Складові частини промислового мікробіологічного процесу.** Загальна схема процесів промислового виробництва за участю мікроорганізмів. Обладнання для культивування мікроорганізмів різних фізіологічних та систематичних груп. Загальна будова ферментерів та їх типи. Сировина та середовища для культивування мікроорганізмів-продуцентів. Підготовка інокуляту. Закономірності росту мікроорганізмів у періодичних та безперервних (хемостат, турбідостат) системах культивування. Математичний розрахунок ростових параметрів бактеріальних культур. Методи стерилізації середовища, інокуляту, обладнання, повітря, комунікацій. Контроль за підтримкою асептичних умов виробництва. Контроль за процесами біосинтезу на різних етапах.

**Тема 3. Мікроорганізми-продуценти: загальна характеристика, методи пошуку та селекції.** Загальні закономірності будови і розвитку мікроорганізмів – продуцентів біологічно активних речовин. Характеристика вимог до штамів-продуцентів, методики відбору перспективних мікроорганізмів, особливості зберігання мікроорганізмів-продуцентів. Методи селекції штамів-продуцентів. Фенотиповий штучний добір, субклонування та стабілізація клонів. Штучний хімічний мутагенез. Аналіз та відбір мутантів. Методи хімічного мутагенезу. Використання методів рекомбінатних молекул ДНК, генної та клітинної інженерії у селекції мікроорганізмів.

**Тема 4. Мікроорганізми-продуценти: особливості біології та можливості використання у промисловості.** Псевдомонади, азотфіксуючі бактерії, ентеробактерії, види роду *Acetobacter* та їх використання у промисловому виробництві амінокислот, білка, ферментів та ферментних

препаратів, органічних кислот, бактеріальних препаратів та ін. Використання метанобактерій та бацил – продуцентів біологічно активних речовин. Збудники ацетон-бутилового й маслянокислого бродіння та їх застосування у промисловості. Актинобактерії: особливості біології та використання їх як продуцентів амінокислот, білка, ферментів і ферментних препаратів, вітамінів, антибіотиків. Мікроміцети, що використовуються у мікробіологічному виробництві.

**Тема 5. Мікробний синтез низькомолекулярних сполук.** Характеристика технологічних схем синтезу різних амінокислот (лізин, триптофан, глютамінова та аспарагінова кислоти). Шляхи використання амінокислот мікробного походження у медицині та промисловості. Загальна технологічна схема отримання органічних кислот шляхом мікробного синтезу. Особливості синтезу лимонної кислоти, ітаконової, фумарової, глюконової кислот. Використання органічних кислот у промисловості. Особливості біосинтезу каротину, вітамінів групи В: застосування стимуляторів, джерела сировини. Використання вітамінних препаратів у медицині та різних галузях народного господарства. Загальні принципи мікробного синтезу речовин спеціалізованого обміну та гормонів за допомогою мікроорганізмів.

### Розділ 2. Використання мікроорганізмів у різних промислових біовиробництвах.

**Тема 6. Технології, в яких використовується спиртове бродіння.** Дріжджі: особливості біології, розповсюдження у природі. Дріжджі дикі і культурні. Харчові і кормові дріжджі, способи їх одержання. Хлібопекарські дріжджі: технологія їх виробництва, шкідники, мікрофлора пшеничного та житнього хліба. Використання дріжджів при виробництві спирту, пива, вина. Технологічні схеми виробництва пива, спирту та виноматеріалів.

**Тема 7. Технології, в яких використовується молочнокисле бродіння.** Морфологія та культуральні властивості молочнокислих бактерій, їх класифікація і розповсюдження, гомо- та гетероферментативні молочнокислі бактерії. Взаємовідносини молочнокислих бактерій з іншими мікроорганізмами. Використання молочнокислих бактерій у хлібопеченні, у молочній промисловості. Технологічні схеми виготовлення молочнокислої продукції – сиру, сметани, масла йогуртів тощо. Використання молочнокислих бактерій при силосуванні кормів.

Мікрофлора силосу. Біологічне консервування овочів і фруктів. Квашення капусти. Соління огірків, маслин та інших рослинних продуктів. Використання молочнокислих бактерій у м'ясній та рибній промисловості.

**Тема 8. Біосинтез ферментів мікроорганізмами.** Ферменти: характеристика активності ферментних препаратів, номенклатура ферментних препаратів. Джерела одержання ферментних препаратів: рослини, органи та тканини тварин, мікроорганізмами. Ендо- і екзоферменти бактеріальної клітини та мікроміцетів. Різноманітність ферментних препаратів мікробного походження. Промислове одержання ферментів: типи ферментації, сировина та склад культурального середовища. Способи стабілізації та імобілізації ферментів. Одержання амілолітичних ферментних препаратів – бактеріальних та грибних амілаз. Умови ферментації для одержання глюкоамілаз грибного походження. Технології одержання протеаз, пектиназ. Технології одержання ліполітичних ферментів за участю мікроорганізмів різних систематичних груп.

**Тема 9. Використання ферментних препаратів у промисловості.** Використання ферментних препаратів у народному господарстві. Харчова промисловість: хлібопечення, кондитерське виробництво, первинне виноробство, спиртове виробництво, виробництво пива, соків, приготування консервованих пюре, супів, сушених овочів, м'ясопереробна промисловість, рибна промисловість, молочна промисловість. Застосування ферментних препаратів у сільському господарстві. Використання ферментних препаратів у легкій промисловості: обробка шкіри, хутрове виробництво, текстильна промисловість. Ферментні препарати у медичній промисловості та медицині.

**Тема 10. Мікроорганізми у виробництві інсектицидів, бактеріальних добрив, вилуджуванні металів із руд.** Мікробіологічні методи боротьби зі шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур. Інсектициди мікробного походження. Технології отримання бактеріальних та грибних біопрепаратів. Сучасні бактеріальні добрива: технології виробництва, особливості застосування. Біогеотехнологія. Мікроорганізми, що використовуються у вилуджуванні металів із бідних руд. Особливості технології вилуджування руд – чанове, купчасте, підземне.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Отримання мікроорганізмів-продуцентів та їх використання</b>												
Разом за розділом 1	56	8	4	0	6	38	56	2	2	0	6	46
<b>Розділ 2. Використання мікроорганізмів у різних промислових біовиробництвах</b>												
Разом за розділом 2	64	8	12	0	4	40	64	2	4	0	4	54
<b>Усього годин</b>	120	16	16	0	10	78	120	4	6	0	10	100

### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

#### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Принципові схеми мікробіологічних виробництв. Промислова асептика. Апарати біотехнологічних виробництв.	2	1
2	Скринінг мікроорганізмів-продуцентів біологічно активних речовин серед різних груп прокаріотів та грибів	2	1
3	Аналіз традиційного бродильного виробництва на основі дріжджів (на вибір студентів)	2	0
4	Аналіз традиційного бродильного виробництва на основі	2	0

	молочнокислотних бактерій (на вибір студентів)		
5	Ферменти: характеристика активності ферментних препаратів, номенклатура ферментних препаратів.	2	1
6	Різноманітність ферментних препаратів мікробного походження.	2	1
7	Інсектициди мікробного походження.	2	1
8	Особливості технології та мікроорганізми, які використовуються у вилуджуванні металів із бідних руд.	2	1
	<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>6</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Принципові схеми мікробіологічних виробництв. Промислова асептика. Апарати біотехнологічних виробництв”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	4
2	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо предмету і значення промислової мікробіології.	3	3
3	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо складових частин промислового мікробіологічного процесу.	0	4
4	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо математичного розрахунку ростових параметрів бактеріальних культур.	3	3
5	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо контролю за процесами біосинтезу на різних етапах.	3	3
6	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Скринінг мікроорганізмів-продуцентів біологічно активних речовин серед різних груп прокаріотів та грибів”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	4
7	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо загальної характеристики, методів пошуку та селекції мікроорганізмів-продуцентів.	1	5
8	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо різноманітності продуктів мікробного синтезу, їхнього значення для різних галузей промисловості, медицини, сільського господарства.	1	4
9	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо особливостей біології та можливостей використання у промисловості мікроорганізмів-продуцентів.	2	6
10	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо мікробного синтезу низькомолекулярних сполук.	3	4
11	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо загальних принципів мікробного синтезу речовин спеціалізованого обміну та гормонів за допомогою мікроорганізмів.	2	4
12	Вивчення наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Аналіз традиційного бродильного виробництва на основі дріжджів”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	0
13	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо особливості біології, розповсюдження у природі диких і культурних дріжджів.	2	4
14	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо різних видів традиційного бродильного виробництва на основі дріжджів.	2	5

15	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо морфології та культуральних властивостей молочнокислих бактерій, їх класифікації і розповсюдження.	2	5
16	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо технологій, в яких використовується молочнокисле бродіння.	2	6
17	Вивчення наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Аналіз традиційного бродильного виробництва на основі молочнокислотних бактерій”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	0
18	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо біосинтезу ферментів мікроорганізмами.	4	4
19	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Ферменти: характеристика активності ферментних препаратів, номенклатура ферментних препаратів”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	4
20	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо джерел одержання ферментних препаратів: рослини, органи та тканини тварин, мікроорганізмами.	2	4
21	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Різноманітність ферментних препаратів мікробного походження”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	4
22	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо використання ферментних препаратів у промисловості.	4	4
23	Мікроорганізми у виробництві бактеріальних добрив.	4	4
24	Способи стабілізації та іммобілізації ферментів.	3	3
25	Технології отримання бактеріальних та грибних біопрепаратів.	3	3
26	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Інсектициди мікробного походження”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	4
27	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Особливості технології та мікроорганізми, які використовуються у вилуджуванні металів із бідних руд”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	4
28	Виконання індивідуального науково-дослідного завдання	10	10
	<b>Разом</b>	<b>88</b>	<b>110</b>

## 6. Індивідуальні завдання

Запропоновано індивідуальне науково-дослідне завдання у вигляді аналізу наукової статті з різних напрямків промислової мікробіології. Для аналізу рекомендується обирати статті за останні 5-7 років, які опубліковані у провідних виданнях з біології. При написання даної роботи необхідно відповісти на всі питання, перелік яких наведено нижче.

Приклади статей у галузі промислової мікробіології, пропонувані до обговорення та план аналізу статті.

B. Sun, Ch. Kantzow, S. Bresch, K. Castiglione, D. Weuster-Botz Multi-Enzymatic One-Pot Reduction of Dehydrocholic Acid to 12-Keto-Ursodeoxycholic Acid With Whole-Cell Biocatalysts // Biotechnology and Bioengineering. – 2013. – 110, N 1. – P. 66–77. Режим доступу: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bit.24606/abstract>

### План аналізу:

1. Чи відповідає вона змісту статті, поставленій меті, задачам та висновкам /обґрунтуйте/?

2. Анотація статті:

Чи відображає вона суть експериментів, основні результати та їх інтерпретацію /обґрунтуйте/?

3. Ключові слова:

Чи відповідають вони змісту та чи можна за ними знайти статтю у інтернеті та зрозуміти її зміст?

4. Вступ:

5. Яка проблема ставиться у вступі? Зв'язок досліджуваної теми з важливими науковими або практичними завданнями? Чи подано короткий аналіз останніх публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми, виділення конкретних невіршених питань, яким присвячується стаття, формулювання мети роботи? Наведіть приклади.

Що стало відомо зі вступу: Що відомо у даній галузі? Що залишається невідомим? Яке завдання даної роботи? Яка мета та робоча гіпотеза даної статті?

6. Матеріали та методи. Об'єкт дослідження: Предмет дослідження: Умови експерименту: Які методи були застосовані та який принцип цих методів? Яку статистичну обробку проводили?

7. Результати. Які факти встановлено чи які результати отримано? – Перерахувати.

8. Обговорення. Чи проведена інтерпретація результатів, чим автори пояснюють отримані дані – коротко описати пояснення даних? Як отримані дані узгоджуються з існуючими літературними даними, чи приведений такий аналіз? Яка новизна отриманих результатів?

9. Висновки. Чи отримано відповідь на поставлене питання у проблемі, що висвітлювалася у вступі? Навести приклад. Які основні висновки отримані у результаті дослідження яке значення отриманих результатів?

10. Список посилань. Глибина аналізу існуючих джерел літератури: За які роки проаналізовано літературу?

## 7. Методи контролю

**Самоконтроль.** Посібники з відповідних розділів курсу містять завдання для самопідготовки і самоконтролю, які студенти можуть здійснювати, використовуючи підручники під час вирішення завдань.

**Поточний контроль.** Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

- усне опитування: здійснюється впродовж семінарських занять з метою контролю засвоєння теоретичних положень щодо теми, яка обговорюється;

- доповідь: призначена для контролю та формування здатності студентів узагальнювати набуті знання та отриману самостійно інформацію за обраною темою з даного курсу

- тестова контрольна робота проводиться під час практичного заняття і передбачає обрання правильної відповіді (правильних відповідей) на завдання тестів.

**Підсумковий контроль.** Екзаменаційна робота у письмовій формі.

## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання										Екзамен	Сума		
Розділ 1 (мін. 15, макс. 25)*					Розділ 2 (мін. 15, макс. 25)							ІНДЗ**	Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10				
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

\* мінімальну кількість балів студент може отримати за умови неактивної участі у семінарських заняттях, за умови недостатньо повної доповіді на занятті, за умови неправильної відповіді під час опитування, а також за умови неправильних відповідей на завдання тестової контрольної роботи. Максимальну кількість балів студент може отримати за умови вдалої доповіді під час проведення семінарського заняття, за умови активної участі в обговоренні доповідей на заняттях інших студентів, за умови правильних відповідей під час опитування, та за умови успішного виконання завдань тестової контрольної роботи.

\*\* При оцінюванні індивідуального науково-дослідного завдання враховується виконання вимог до написання даної роботи, викладені у даній робочій програмі. За невиконання одного з пунктів вимог знімається 1 бал.



## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для екзамену
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Буценко Л.М. Біотехнологічні методи захисту рослин / Л.М. Буценко, Т.П. Пирог. – Київ: Вид-во Ліра-К, 2018. – 346 с.
2. Гаркава К.Г. Біотехнологія. Вступ до фаху : навч. посіб. / К.П. Гаркава, Л.О. Косоголова, О.В. Карпов, Л.С. Ястремська. - К. : НАУ, 2012. - 296 с.
3. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002. – 589 с.
4. Егорова Т.А. Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Жинухина. – М.: Академия, 2006. – 208 с.
5. Капрельянц Л.В. Технічна мікробіологія / Л.В. Капрельянц, Л.М. Пилипенко, О.В. Єгорова та ін.. – Одеса: Друк, 2006. – 308 с.
6. Никитин Г.А. Биохимические основы микробиологических производств / Г.А. Никитин. – К.: Вища школа, 1994. – 230 с.
7. Підгорський В. С. Інтенсифікація технологій мікробного синтезу / В.С. Підгорський, Г.О. Іутинська, Т.П. Пирог. – Київ: Наукова думка, 2010. – 327 с.
8. Яворська Г. В. Промислова мікробіологія: Навч. посіб. / Г.В. Яворська, С.П. Гудзь, С.О. Гнатуш. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 256 с.

### Допоміжна література

1. Берегова, Х. А. Біоконверсія промислових відходів у поверхнево-активні речовини *Nocardia vaccini* ІМВ В-7405 : автореф. дис. ... канд. тех. наук : спец. 03.00.20 «Біотехнологія» / Берегова Христина Андріївна. – Київ, 2017. – 24 с.
2. Билай В.И. Рост грибов на углеводородах нефти / В.И. Билай, Э.З. Коваль. – К.: Наук. Думка, 1980. – 340 с.
3. Волосянко О. В., Ушкалов В. О., Терещенко С. А., Жукова О. В., Марущак Л. В. Бактерії роду *Lactobacillus* у харчовій промисловості (огляд) // Наукові доповіді НУБіП України. – 2018. – №6 (86). – С. 2-8.
4. Гавриленко О.С., Хоміцька О.А., Загорулько О.В. Мікробіологія м'ясних та м'ясо-рослинних консервів // Вісник Полтавської аграрної академії. – 2017. – №4. – С. 81-84.
5. Давыденко С. Г., Яровой Б. Ф., Степанова В. П., Афонин Д. В., Баташов Б. Э., Дедегкаев А. Т. Новый штамм дрожжей для пивоварения: свойства и преимущества // Генетика. – 2010. – Т. 46, №11. – С. 1473-1484.
6. Егоров Н.С. В.Н. Шапошников – основатель отечественной промышленной микробиологии и создатель научной школы микробиологов (к 125-летию со дня рождения и 85-летию со дня организации кафедры микробиологии МГУ имени М.В. Ломоносова) // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2011. – №1. – С. 52-57.
7. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 528 с.
8. Козлова І.П. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти: Навч. Посібник / І.П. Козлова, О.С. Радченко, Л.Г. Степура, Т.О. Кондратюк, А.І. Піляшенко-Новохатний. – К.: Наук. думка, 2008. – 528 с.
9. Кондратьева Е.Н. Хемолитотрофы и метилотрофы / Е.Н. Кондратьева. – М.:МГУ, 1983. – 172 с.
10. Кузьмінський Є.В., Щурська К.О. Приоритетні напрями розвитку біотехнології. 1. Природоохоронні біотехнології // Innov Biosyst Bioeng , 2018, vol. 2, no. 1, 22–32.

11. Кузякина Т.И., Хайнасова Т.С., Левенец О.О. Биотехнология извлечения металлов из сульфидных руд // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. – 2008. – № 2, Вып. 12. – С. 76-86.
- Лихач А. В. Промислова біотехнологія: курс лекцій. - Миколаїв: МНАУ, 2015. – 214 с.
12. Малашенко Ю.Р., Хайер Ю., Бергер В., Романовская В.А. Биология метанообразующих и метаноокисляющих микроорганизмов. – К.: Наук. думка, 1993. – 437 с.
13. Мацелюх А.Б. Стрептомицети – продуценты поликетидных антибиотиков // Микробиол. журн., 2003, Т. 65, №1-2. – С. 168-182.
14. Машенцева Н.Г. Создание бактериальных препаратов для мясной промышленности // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – №7. – С. 62-65.
15. Мікробіологічне виробництво кормів та кормових добавок : курс лекцій з дисципліни для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 162 “Біотехнологія та біоінженерія” денної форми навчання / Ю. Ф. Дехтяр. – Миколаїв : МНАУ, 2017. – 99 с.
16. Мікробіологія харчових виробництв: навч. посіб. / Л. В. Капрельянц, Л. М. Пилипенко, А. В. Єгорова та ін. - Херсон : Видавець ФОП Грінь Д.С., 2016. - 478 с.
17. Мікробіологія молока і молочних продуктів / В.А. Кириченко, С.П. Кот. – Миколаїв: Вид-во Миколаївського аграрного університету, 2019. – 181 с.
18. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / за ред. В. В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2006. – 312 с.
19. Подгорский В.С. Систематика, экология и физиолого-биохимические особенности промышленно важных микроорганизмов // Микробиол. журн., 2003, Т. 65, №1-2. – С. 149-167.14.
20. Скропишева О.В., Гнідець В.П. Удосконалення технології підготовки лляних текстильних матеріалів // Вісник ХНТУ. – 2016. – № 1(56). – С. 131-135.
21. Скроцька, О. І., Старовойтова С. О., Пенчук Ю. М. Використання рекомбінованих мікроорганізмів для створення сучасних пробіотичних препаратів // Наукові праці НУХТ. - 2012. - № 42. – С. 41-46.
22. Федоренко В.П., Ткаленко А.Н., Конверская В.П. Достижения и перспективы развития биологического метода защиты растений в Украине // Защита и карантин растений. – 2011. – №4. – С. 12-15.
23. Хамагаева И.С., Качанина Л.М., Тумурова С.М. Биотехнология заквасок пропионовокислых бактерий. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 172 С.
24. Hanson J.R. Chemistry of Fungi. – RSC Publishing, 2008. – 231 p.
25. Gronvall G.K. Safety, security, and serving the public interest in synthetic biology // Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology. – 2018. – Vol. 45. – P. 463-466.
26. Littlechild J. A. Improving the ‘tool box’ for robust industrial enzymes // Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology. – 2017. – Vol. 22. – P. 711-720.
27. Okafor N. Modern Industrial Microbiology and Biotechnology. – Science Publishers, 2007. – 550 p.
28. Raphael F., Florian D., Jens N. Advancing biotechnology with CRISPR/Cas9: recent applications and patent landscape // Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology. – 2018. – Vol. 45. – P. 467-480.

#### **10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

1. Журнал промислової мікробіології та біотехнології:  
<http://www.springer.com/life+sciences/microbiology/journal/10295>
2. Коротко наводиться переклад насцентних статей найвідоміших журналів:  
<http://www.elementy.ru>
3. Статті для написання курсових робіт: <http://www.eLIBRARY.ru>
4. Каталог літератури (наукові видання, посібники, конспекти лекцій, тощо з мікробіології):  
<http://www.window.edu.ru>
5. Електронний репозитарій ХНУ ім. В.Н. Каразіна: <http://dspace.univer.kharkov.ua/>
6. Огляд нових публікацій з біоаотехнології та суміжних дисциплін:  
<http://dspace.nbuu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/4190/16-publications-136-146.pdf?sequence=1>
7. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology. - <https://link.springer.com/>

**КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ****для перевірки знань за розділами та підсумкового контролю**

1. Метаногени – загальна характеристика, використання у мікробіологічному виробництві.
2. Спороутворювальні бактерії – загальна характеристика, використання у мікробіологічному виробництві.
3. Бактерії родів *Azotobacter* і групи *Rhizobium* – загальна характеристика, використання у мікробіологічному виробництві.
4. Бактерії родини *Enterobacteriaceae* – загальна характеристика, використання у мікробіологічному виробництві.
5. Бактерії родини *Pseudomonadaceae* – загальна характеристика, використання у мікробіологічному виробництві.
6. Бактерії роду *Acetobacter* і способи отримання оцту.
7. Актинобактерії, роль у природі та застосування у народному господарстві.
8. Мікобактерії, коринебактерії, артробактерії у природі та виробництві.
9. Молочнокислі бактерії та застосування їх у народному господарстві.
10. Дріжджі (кормові, харчові, раси) та шляхи їх використання.
11. Мікроскопічні аскоміцети та зигоміцети у природі та виробництві.
12. Використання молочнокислих бактерій при виготовленні молочнокислих продуктів.
13. Вирощування дріжджоподібних грибів і мікроміцетів на вуглецевих сполуках нафти.
14. Особливості отримання етилового спирту шляхом зброджування різних субстратів.
15. Технологічна схема виробництва вина та пива.
16. Вірусні пестициди.
17. Сировина для виробництва ферментних препаратів.
18. Мікроорганізми – продуценти ферментних препаратів.
19. Застосування ферментних препаратів мікробного походження при консервуванні фруктових пюре, супів, при заготівлі соків.
20. Застосування ферментних препаратів мікробного походження у виробництві спирту, вина, пива.
21. Застосування ферментних препаратів мікробного походження у м'ясопереробній, рибній і молочній промисловості.
22. Застосування ферментних препаратів мікробного походження у медицині.
23. Ферментні препарати мікробного походження у хутряному та шкіряному виробництві.
24. Застосування ферментних препаратів мікробного походження у текстильній та льонопереробній промисловості.
25. Використання мікроорганізмів при вилуджуванні металів із руд.
26. Загальна схема процесів промислового синтезу за участю мікроорганізмів.
27. Обладнання для культивування мікроорганізмів різних фізіологічних та систематичних груп.
28. Сировина та середовища для культивування мікроорганізмів-продуцентів.
29. Контроль за підтримкою асептичних умов виробництва.
30. Контроль за процесами біосинтезу на різних етапах.
31. Особливості ферментних реакцій клітин мікроорганізмів.
32. Ендо- і екзоферменти бактеріальної клітини та мікроміцетів. Різноманітність ферментних препаратів мікробного походження.
33. Промислове одержання ферментів: типи ферментації.
34. Способи стабілізації та іммобілізації ферментів.
35. Одержання амілолітичних ферментних препаратів – бактеріальних та грибних амілаз.
36. Умови ферментації для одержання глюкоамілаз грибного походження. Технології одержання протеаз, пектиназ.

37. Технології одержання ліполітичних ферментів за участю мікроорганізмів різних систематичних груп.
38. Шляхи одержання нуклеотидів мікробного походження.
39. Сфери застосування нуклеотидів, отриманих шляхом мікробного синтезу.
40. Утворення антибіотиків різними групами мікроорганізмів. Технологічна схема біосинтезу антибіотиків: поверхнева та глибинна ферментація.
41. Двохфазність ферментації при синтезі антибіотиків.
42. Використання антибіотиків у медицині та різних галузях народного господарства.
43. Характеристика технологічних схем синтезу різних амінокислот (лізин, триптофан, глютамінова та аспарагінова кислоти).
44. Шляхи використання амінокислот мікробного походження у медицині та промисловості.
45. Загальна технологічна схема отримання органічних кислот шляхом мікробного синтезу.
46. Особливості синтезу лимонної кислоти, ітаконової, фумарової, глюконової кислот.
47. Використання органічних кислот у медицині та промисловості.
48. Загальна характеристика вітамінів: групи, водо- та жиророзчинні вітаміни.
49. Особливості біосинтезу каротину, вітамінів групи В: застосування стимуляторів, джерела сировини.
50. Використання вітамінних препаратів у медицині та різних галузях народного господарства.