

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

## **ЗАГАЛЬНА МІКРОБІОЛОГІЯ ТА ВІРУСОЛОГІЯ**

ПРОГРАМА  
нормативної навчальної дисципліни  
підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»  
напряму 6.051401 «Біотехнологія»

(Шифр за ОПІ – 3.02)

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Кафедрою біотехнології та здоров'я людини  
Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

*Пасенко Альона Вікторівна*, к.т.н., доцент

ЗАТВЕРДЖЕНО на засіданні кафедри біотехнології та здоров'я людини

Протокол № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014 року

Завідувач кафедри

біотехнології та здоров'я людини \_\_\_\_\_ (підпис) (Никифоров В.В.)  
(прізвище та ініціали)

ОБГОВОРЕННО ТА РЕКОМЕНДОВАНО до видання методичною комісією  
КрНУ за напрямом підготовки 6.051401 «Біотехнологія»

Протокол від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014 року № \_\_\_\_\_

Голова \_\_\_\_\_ (підпис) ( \_\_\_\_\_ )  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Загальна мікробіологія та вірусологія» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму «Біотехнологія» (шифр за ОПП – 3.02). Дисципліна є однією з найважливіших в системі підготовки фахівців-біотехнологів, оскільки одержання продуктів мікробіологічного синтезу базується на життєдіяльності мікроорганізмів. На використанні мікроорганізмів основані методи генетичної інженерії, які дозволяють одержувати нові штами з корисними властивостями.

**Предметом вивчення навчальної дисципліни «Загальна мікробіологія та вірусологія» є вивчення морфології, систематики, фізіології, особливостей метаболізму та екології різних груп мікроорганізмів (бактерій, мікроскопічних міцеліальних грибів та дріжджів, вірусів) – потенційних об'єктів біотехнології.**

**Міждисциплінарні зв'язки:** сучасна дисципліна «Загальна мікробіологія та вірусологія» має зв'язки з багатьма науками, які відрізняються об'єктами та методологією досліджень. Базується на знаннях, які отримані студентами при вивченні біології клітини, генетики, біохімії, неорганічної, органічної, фізичної та колоїдної хімії, фізики. Дисципліна «Загальна мікробіологія і вірусологія» є важливою базовою теоретичною складовою освітньої програми й забезпечує вивчення переважної більшості фахових дисциплін («Загальна біотехнологія», «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв», технологічні дисципліни) та практичної підготовки фахівця з галузі знань 0514 «Біотехнологія».

**Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:**

1. Функціональна цитологія прокариот.
2. Метаболізм прокариотичних організмів.
3. Вірусологія.
4. Прикладна та промислова мікробіологія.

### **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Загальна мікробіологія та вірусологія» є надання студентам знань про організацію та життєдіяльність мікроорганізмів, їх можливості при використанні в біотехнології; пізнання теоретичних основ будови, особливостей розвитку, еволюції, біофізичних, біохімічних, молекулярних механізмів процесів життєдіяльності та функцій мікроорганізмів; формування у студентів світогляду в області мікробіології та вірусології; оволодіння теоретичними засадами, на яких базується мікробіологічний синтез, що дозволить у подальшому фахівцю розуміти основні шляхи використання прокариотичних**

та еукаріотичних клітин у сучасних біологічних технологіях.

## **1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Загальна мікробіологія та вірусологія» є:**

- оволодіння знаннями про будову, структурні, хімічні, генетичні, функціональні особливості прокаріот (еубактерій, архебактерій, ціанобактерій) та еукаріот (мікроміцетів та дріжджів);
- вивчення систематики мікроорганізмів (принципи класифікації, фенотипова систематика, геносистематика, філогенетична класифікація, сучасні напрямки та проблеми систематики);
- оволодіння знаннями про фізіологію росту, різні типи живлення мікроорганізмів та шляхи використання ростових та неростових субстратів (міксотрофія, диауксія, кометаболізм, синтаболізм);
- вивчення основних механізмів обміну речовин та перетворення енергії у мікроорганізмів (енергетичний та конструктивний метаболізм, метаболічна активність аеробних гетеротрофів, шляхи асиміляції ними різних вуглецевих субстратів – від полімерних до одновуглецевих);
- з'ясування особливостей метаболізму анаеробних бактерій (типи бродіння, анаеробне дихання), а також метаболізму хемолітоавтотрофних та фототрофних бактерій;
- оволодіння знаннями про мінливість мікроорганізмів та шляхи переносу генетичної інформації;
- з'ясування принципів регуляції біохімічних процесів у мікроорганізмів на різних рівнях;
- ознайомлення з екологією, з'ясування ролі та взаємовідношень мікроорганізмів у природі;
- оволодіння знаннями про будову, структурні, хімічні, генетичні, функціональні особливості вірусів;
- ознайомлення з критеріями класифікації вірусів;
- вивчення особливостей життєвого циклу вірусів, основних механізмів їх розмноження;
- ознайомлення з перспективами практичного застосування мікроорганізмів як об'єктів біотехнології;
- вивчення шляхів використання мікроорганізмів для синтезу важливих метаболітів, отримання препаратів на основі біомаси, в біогеотехнології металів, в біотрансформації сполук, в біоенергетиці, медицині, харчовій промисловості, сільському господарстві та ін.

## **1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:**

### **знати:**

- історію розвитку мікробіології, методи дослідження прокаріот (еубактерій, архебактерій, ціанобактерій) та еукаріот (міксоміцетів, дріжджів), положення мікроорганізмів у природі;

- загальні властивості мікроорганізмів (морфологію, співвідношення між поверхнею та об'ємом; пластичність метаболізму; розповсюдження мікроорганізмів);

- хімічний склад, фізико-хімічні властивості мікробних клітин;

- будову мікробної клітини (клітинної стінки, поверхневих структур клітинної стінки, мембран прокаріот та еукаріот, внутрішньоклітинних структур, нуклеоїду);

- будову та функції форм спокою у мікроорганізмів (ендоспори, екзоспори, цисти, міксоспори);

- характерні ознаки еукаріот та прокаріот; структурні, генетичні, функціональні та хімічні їх відмінності; ознаки грампозитивних та грамнегативних бактерій;

- вплив на мікроорганізми факторів зовнішнього середовища, адаптивні реакції мікроорганізмів на стресові дії середовища; методи стерилізації та консервування мікроорганізмів;

- способи й типи живлення мікроорганізмів, потреби мікроорганізмів в елементах живлення, субстрати – джерела речовин, класифікація поживних середовищ, елективні методи культивування;

- фізіологію росту культури мікроорганізмів, параметри кривої росту популяції, принципові відмінності між періодичною та безперервною культурами, синхронні культури;

- принципи класифікації мікроорганізмів, систематику прокаріот (фенотипова, геносистематика, філогенетична), сучасні напрямки в систематиці бактерій, друге видання (загальне 10-те видання) керівництва Бергі з систематики бактерій;

- ознаки, будову, положення грибів серед живих організмів, розмноження і фази розвитку;

- систематику грибів, екологічні групи грибів, географічне розповсюдження, значення в природі й практичне застосування;

- будову, розмноження, систематику дріжджів, значення в природі й практичне застосування;

- форми існування, походження, будову й організацію вірусів, їх класифікацію, умови культивування, репродукцію, значення в природі й практичне застосування;

- основні закономірності обміну речовин і перетворення енергії у мікроорганізмів;

- будову й роль ферментів у метаболізмі;

- компоненти, функціонування дихального ланцюга;

- механізми синтезу АТФ;

- шляхи енергетичного метаболізму (катаболізму) вуглеводів (гліколіз, шлях Ентнера-Дудорова, пентозофосфатний цикл, цикл трикарбонових кислот та ін.);

- метаболізм  $C_1$ -сполук,  $C_2$ -сполук;

- катаболізм алканів, алкенів, ароматичних вуглеводнів;

- процеси неповного окислення речовин аеробними гетеротрофами;

- процеси бродіння різних типів, їх значення;
- катаболізм білків та амінокислот (амоніфікація);
- процеси аеробного й анаеробного дихання;
- процеси використання неорганічних донорів водню хемолітотрофними бактеріями;
- мікробіологічні процеси трансформації неорганічних сполук нітрогену (нітрифікація, денітрифікація, азотфіксація);
- процеси сульфофікації і десульфофікації;
- мікробіологічні процеси трансформації сполук фосфору й феруму;
- процеси фіксації CO<sub>2</sub> (цикл Кальвіна-Бассама);
- процеси фотосинтезу (окисигенний, анокисигенний фотосинтез);
- біосинтетичні процеси мікроорганізмів;
- генетичний код бактерій, процеси реплікації, транскрипції, трансляції, синтез білка;
- мутації, механізми їх виникнення;
- способи передавання ознак: кон'югація, трансдукція, трансформація;
- механізми генетичної рекомбінації;
- плазміди, їх роль;
- регуляцію метаболізму: індукція, репресія;
- екологію мікроорганізмів, їх участь у кругообігу речовин у природі;
- типи біотичних взаємовідносин організмів: симбіотичні, антагоністичні;
- мікробні біотехнології, їх значення;
- мікроорганізми як об'єкти генної інженерії;

### **вміти:**

- виготовляти поживні середовища для культивування мікроорганізмів;
- проводити стерилізацію лабораторного посуду та поживних середовищ для культивування мікроорганізмів;
- володіти технікою стерилізації в лабораторному стерилізаційному обладнанні, у тому числі в автоклавах;
- володіти технікою різних методів мікроскопіювання;
- застосовувати різні типи й способи фарбування мікробної клітини;
- визначати морфологічний тип мікроорганізму, використовуючи мікроскоп та цитохімічні барвники;
- визначати поверхневі структури мікробної клітини;
- досліджувати цитоплазматичні структури бактеріальної клітини;
- володіти технікою різних типів посіву клітин мікроорганізмів;
- проводити аналіз чистоти посівного матеріалу продуцентів;
- проводити визначення культуральних властивостей продуцентів;
- виділяти чисті культури мікроорганізмів;
- застосовувати різні способи забезпечення елективних умов культивування в лабораторних умовах;
- проводити кількісне визначення мікроорганізмів у рідких субстратах;
- проводити кількісне визначення мікроорганізмів у сухих субстратах;

- досліджувати метаболізм мікроорганізмів;
- проводити визначення біохімічних властивостей мікроорганізмів;
- визначати вид мікроорганізмів;
- володіти методикою отримання посівного матеріалу продуцентів для засіву біореактора;
- визначити тривалість фаз розвитку продуцентів в періодичній культурі;
- застосовувати методи визначення мінливості мікроорганізмів;
- володіти методологією визначення впливу антибіотиків на мікроорганізми;
- проводити аналіз чутливості заданого штаму бактерій до різних хімічних груп антибіотиків;
- складати антибіотикограми штамів бактерій, використовуючи інформацію про спектр антибактеріальної активності антибіотиків;
- визначати в лабораторних умовах морфологію та хімічний склад вірусів;
- визначати в лабораторних умовах типи взаємодії вірусів з клітинами-хазяїв;
- проводити аналіз субстрату на вміст вірусів, у том числі інфікованість промислових продуцентів фагами;
- проводити профілактичні заходи щодо унеможливлення інфікування виробничих штамів мікроорганізмів фагами;

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 288 годин/ 8 кредитів ECTS.

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1**

#### **Функціональна цитологія прокаріот**

Навчальна дисципліна «Загальна мікробіологія і вірусологія». Предмет, об'єкт, завдання, історія розвитку. Мета викладання дисципліни. Методологія. Становлення та розвиток мікробіології. Морфологічний період розвитку мікробіології. Еколого-фізіологічний період розвитку мікробіології. Відкриття Луї Пастера (участь мікробів у біохімічному перетворенні речовин; бродіння; анаеробіоз; проблема самозародження життя; мікроорганізми – збудники захворювань; атенуація мікробів). Відкриття Роберта Коха. Розробка методів досліджень. Вклад у розвиток мікробіології вітчизняних вчених (фагоцитарна теорія імунітету; хемосинтез, накопичувані культури; відкриття вірусів та ін.). Розвиток мікробіології у 20-му столітті.

Положення мікроорганізмів у природі. Класифікація живих організмів. Акаріоти, прокаріоти та еукаріоти. Загальні властивості мікроорганізмів (розмір особини та співвідношення між поверхнею та об'ємом; пластичність метаболізму; розповсюдження мікроорганізмів).

Морфологія мікроорганізмів. Бактерії (сферичні бактерії, або коки;

циліндрична форма бактерій; бактерії спіральної форми; звивисті, бактерії незвичної форми; нитчасті форми бактерій). Мікроскопічні міцеліальні гриби (вегетативне тіло; ріст та розмноження грибів). Дріжджі.

Хімічний склад бактеріальної клітини. Клітинна вода; елементний склад; органічні сполуки: білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди, пігменти. Фізико-хімічні властивості бактеріальної клітини (броунівський рух, показник заломлення, густина, в'язкість, еластичність, електричний заряд, окисно-відновний потенціал, гідрофобність та гідрофільність, неспецифічна аглютинація, адсорбція іонів, осмотичний тиск, свічення).

Будова мікробної клітини. Клітинні стінки мікроорганізмів. Поверхневі структури клітинної стінки бактерій (джгутики і рухомість; фімбрії та пілі; таксиси; капсула та слизовий шар). Будова і хімічний склад клітинних стінок прокариот (фарбування за Грамом; пептидоглікани; клітинна стінка грампозитивних та грамнегативних бактерій; дія лізоциму та пеніциліну; зовнішні шари клітинних стінок грамнегативних бактерій; функції зовнішньої мембрани). Клітинні стінки еукаріот (дріжджів та мікроміцетів). Мембрани мікробних клітин. Загальні уявлення про хімічний склад і будову мембран. Цитоплазматична мембрана (мембранні білки; мембранні вуглеводи; ліпіди мембран). Структурні і функціональні особливості мембран прокариот та еукаріот (мембранні утворення грамнегативних та грампозитивних бактерій; мембрани та органели еукаріот; ендцитоз та ендосимбіотична гіпотеза). Внутрішньоклітинні структури. Рибосоми. Вакуолі. Карбоксисоми. Магнітосоми. Запасні речовини (полісахариди, жироподібні речовини, поліфосфати, сірка). Нуклеоїд. Позахроосомні генетичні елементи. Форми спокою у бактерій. Ендоспори (терморезистентність спор; характеристика спороутворювальних бактерій; виявлення ендоспор; спороутворення; властивості зрілих спор; проростання спор; тривалість життя спор). Інші форми спокою (цисти, екзоспори, міксоспори). Характерні ознаки еукаріот та прокариот. Структурні, генетичні, функціональні та хімічні відмінності прокариот та еукаріот. Характерні ознаки грампозитивних та грамнегативних бактерій.

Живлення мікроорганізмів. Головні та мінорні біоелементи. Потреби мікроорганізмів у факторах росту. Механізми поглинання субстратів. Пасивна дифузія. Полегшена дифузія. Активний транспорт. Перенесення груп (транслокація груп). Типи живлення (поживні речовини як джерела енергії; поживні речовини як джерела вуглецю та донори електронів). Ростові та неростові субстрати; трансформація мікроорганізмами суміші ростових та неростових субстратів – міксотрофія, диауксія, кометаболізм, синтаболізм. Типи поживних середовищ для вирощування мікроорганізмів. Елективні методи культивування (накопичувальні та чисті культури).

Ріст мікроорганізмів. Фізіологія росту. Визначення росту (поняття «ріст»). Розмноження бактерій. Ріст бактерій в бактеріальній популяції. Методи визначення концентрації бактерій та біомаси. Експоненційний ріст та тривалість генерації. Ріст бактерій в періодичній культурі. Параметри кривої



росту. Ріст в безперервній культурі. Принципові відмінності між періодичною та безперервною культурами. Синхронні культури.

Дія на мікроорганізми зовнішніх факторів. Фізичні фактори (температура; вологість і осмотичний тиск; гідростатичний тиск; промениста енергія; електрика; ультразвук). Хімічні фактори (концентрація іонів водню; кисень та аерація, окисно-відновний потенціал середовища; хімічні сполуки). Загибель та знищення мікроорганізмів. Методи стерилізації (вологий жар; сухий жар; фільтрація; опромінення; хімічні засоби). Методи консервування (фізичні та хімічні методи). Адаптивні реакції мікроорганізмів на стресові дії. Зміни в ліпідному складі мембран. Утворення протекторних сполук (осмопротектори; пігменти; вуглеводи; протекторні білки). Антирадикальний захист. Роль міжклітинних хімічних комунікацій в адаптації мікроорганізмів до стресу. Регуляторні системи відповіді на стресові дії.

Систематика прокариот. Вступ до систематики бактерій. Принципи класифікації бактерій; термінологія, яка використовується в систематиці (класифікація; номенклатура; таксон, ідентифікація). Концепція виду в бактеріології. Історичні аспекти систематики бактерій. Розділення 9-го видання Бергі на Керівництво з систематики і Керівництво з ідентифікації бактерій. Характеристика таксонів вищого рангу згідно 9-го видання Керівництва Бергі з систематики бактерій. Відділ Gracilicutes (грамнегативні бактерії, які мають клітинну стінку). Клас Scotobacteria (частини №№ 1 - 14). Клас Anoxyphotobacteria (частина № 15). Клас Oxyphotobacteria (частина № 16). Відділ Firmicutes (грампозитивні еубактерії, які мають клітинну стінку). Клас Firmibacteria (частини №№ 17- 19). Клас Thallobacteria (частина № 20). Відділ Tenericutes (еубактерії, які не мають клітинної стінки). Клас Mollicutes (частина № 21). Характеристика мікоплазм. Відділ Mendosicutes (архебактерії). Характеристика 5-ти груп архебактерій згідно Керівництва Бергі з ідентифікації бактерій (1997 рік) (метаногени; сульфатредуючі археї; екстремально галофільні аеробні архебактерії – галобактерії; архебактерії, які не мають клітинної стінки; екстремальні термофіли і гіпертермофіли, які метаболізують S<sup>0</sup>). Сучасні напрямки в систематиці бактерій. Недоліки фенотипової систематики. Геносистематика бактерій (вміст ГЦ в ДНК; гібридизація ДНК–ДНК та ДНК–рНК; амінокислотна послідовність білків; нуклеотидна послідовність генів: метод полімеразної ланцюгової реакції та аналіз 16S рРНК). Філогенетична систематика - 11 основних груп бактерій; клас Proteobacteria; видання “Prokaryotes”, друге видання (загальне 10-те видання) Керівництва Бергі з систематики бактерій.

Загальна характеристика грибів. Розвиток мікології, положення грибів серед живих організмів. Ознаки грибів, спільні з рослинами і тваринами. Будова грибної клітини. Характеристика органел грибної клітини. Вегетативне тіло гриба. Нижчі (фікоміцети) та вищі (еуміцети) гриби. Видозмінення міцеліального росту (хламідоспори, тяжі, ризоморфи, склероції, апресорії, гаусторії, кільця). Явище диморфізму. Розмноження грибів (вегетативне – фрагментація гіфів, їх брунькування, утворення хламідоспор; безстатеве – за допомогою безстатевих екзогенних (конідій) та

ендогенних (спорангіоспори) спор; статеве – за допомогою статевих спор: ооспор, зигоспор, аскоспор, базидіоспор). Три фази статевого процесу (плазмогамія, каріогамія, мейоз).

Систематика грибів. Систематика 70-80-х років ХХ століття (відділ Мухомycota; відділ Eumycota – класи Chytridiomycetes, Oomycetes, Zygomycetes, Trichomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes, Deuteromycetes). Проблеми сучасної систематики грибів (аналіз 18S рРНК і філогенетична класифікація грибів; систематика грибів Хоуксворта (1995), Маргеліс та Шварц (1997), Кавалір-Сміта (1998); виключення з царства грибів міксоміцетів, ооміцетів та гіфохітридієвих грибів).

Біологічно активні речовини грибів. Ферменти (амілази, целюлази, ксиланази, глюканази, пектинази, протеази, глюкозооксидаза та каталаза); антибіотики; полісахариди; токсини; стимулятори росту рослин та вітаміни; органічні кислоти. Екологічні групи грибів. Географічне розповсюдження грибів. Грунтові гриби. Гриби у повітрі. Водні гриби. Фітопатогенні гриби. Гриби, які розкладають деревину. Гриби, патогенні для людини та тварин. Ентомофільні гриби. Гриби-хижаки. Мікофільні гриби. Гриби-симбіонти. Їстівні гриби. Гриби, які спричиняють пошкодження промислових виробів, матеріалів, споруд.

Дріжджі. Основні етапи у дослідженні дріжджів. Будова дріжджової клітини. Розмноження дріжджів (безстатеве – брунькуванням, діленням, безстатевими хламідо- та бластоспорами; статеве – ендогенними (аскоспори) та екзогенними (споридії) спорами). Систематика дріжджів (систематика Крегер-ван Рій (1984); аналіз 18S та 23S рРНК і філогенетична класифікація дріжджів Куртцмана і Фела (1998-2000 рр.); положення аспорогенних дріжджів серед аско- та базидіоміцетів). Характеристика деяких промислових дріжджів. Дріжджі *Saccharomyces* у промисловості (виробництво алкогольних напоїв, виробництво етанолу, пекарські дріжджі та отримання біомаси; продукти, які отримуються з дріжджів).

Синтез білка та генетичний код. Мутації та їх виникнення. Передавання ознак та генетична рекомбінація. Структура ДНК. Визначення поняття «ген». Реплікація ДНК (консервативний, дисперсивний та напівконсервативний механізм). Транскрипція ДНК. Генетичний код. Трансляція мРНК: синтез білка. Спонтанні мутації. Індуковані мутації. Відбір мутантів. Механізми генетичної рекомбінації (загальна гомологічна рекомбінація; сайт-специфічна рекомбінація; негомологічна рекомбінація). Кон'югація. Трансдукція. Трансформація. Рестрикція та модифікація. Плазмід. Загальні принципи клонування генів (конструювання гібридних молекул ДНК *in vitro*). Злиття протопластів.

## **Змістовий модуль 2**

### **Метаболізм прокаріотичних організмів**

Загальні поняття про метаболізм. Шляхи катаболізму глюкози та інших вуглеводів. Конструктивний метаболізм. Енергетичний метаболізм (макроергічні сполуки; АТФ як кофермент для активації метаболітів;

відновлювальні еквіваленти). Два основні механізми синтезу АТФ (фосфорилування при перенесенні електронів та субстратне фосфорилування). Принцип «біохімічної єдності». Роль ферментів у метаболізмі. Ферменти мікроорганізмів.

Дихальний ланцюг та фосфорилування (синтез АТФ) при перенесенні електронів. Компоненти дихального ланцюга (флавопротеїни, заліzosіркові білки, хінони та цитохроми). Окисно-відновний потенціал. Розміщення та функції окисно-відновних систем у дихальному ланцюгові. Коефіцієнт P/O та енергетичний баланс. Механізм синтезу АТФ при перенесенні електронів. Гіпотеза Мітчелла та трансмембранний електрохімічний градієнт протонів (протонрушійна сила, протонний потенціал). Зворотній перенос електронів за рахунок енергії АТФ у аеробних хемолітоавтотрофів. Токсична дія молекулярного кисню на аеробні та анаеробні мікроорганізми. Електрон-транспортні процеси у анаеробних бактерій. Інгібітори дихального ланцюга.

Метаболізм вуглеводів. Фруктозо-1,6-дифосфатний шлях (гліколіз, шлях Ембдена-Мейєргофа-Парнаса). Шлях Ентнера-Дудорова (КДФГ-шлях). Розщеплення глюкози через глюконат. Пентозофосфатний цикл (фосфоглюконатний шлях, гексозофосфатний шунт). Поняття “ключові ферменти”. Катаболізм вуглеводів, відмінних від глюкози. Окислення пірувату. Цикл трикарбоних кислот. Анаплеротичні реакції при рості мікроорганізмів на вуглеводах (карбоксілювання пірувату та фосфоенолпірувату).

Метаболічна активність аеробних гетеротрофів. Метаболізм C<sub>2</sub>-сполук (етанол та ацетат як субстрати; гліюксилатний цикл; глюконеогенез; гліюксилат та оксалат як субстрати, гліцератний шлях). Ріст на відновлених C<sub>1</sub>-сполуках (енергетичний метаболізм метанотрофів; конструктивний метаболізм: серин-ізоцитрат-ліазний шлях та рибулозомонофосфатний цикл; факультативні метилотрофи). Катаболізм вищих n-алканів та жирних кислот. Катаболізм білків та амінокислот. Катаболізм ароматичних сполук. Неповні окислення (утворення оцтової кислоти та оцтовокислі бактерії; утворення кислот грибами; утворення амінокислот бактеріями; трансформація речовин мікроорганізмами; утворення вторинних метаболітів: синтез антибіотиків, мітотоксинів, мікробних екзополісахаридів; лектинів та поверхнево-активних речовин).

Типи бродіння. Загальна характеристика процесу бродіння. Регенерація АТФ при бродінні. Роль процесів бродіння у балансі природи. Спиртове бродіння (утворення етанолу дріжджами та бактеріями). Молочнокисле бродіння і родина *Lactobacillaceae* (характеристика молочнокислих бактерій; гомоферментативне та гетероферментативне молочнокисле бродіння; використання молочнокислих бактерій). Пропіоновокисле бродіння та пропіоновокислі бактерії. Мурашинокисле бродіння та родина *Enterobacteriaceae* (характеристика ентеробактерій; продукти бродіння та метаболічні шляхи). Маслянокисле та ацетоно-бутилове бродіння (характеристика бактерій роду *Clostridium*; зброджування глюкози клостридіями; зброджування клостридіями субстратів, відмінних від

глюкози; клостридії – збудники захворювань). Гомоацетатне бродіння:  $\text{CO}_2$  як акцептор водню. Зброджувані та незброджувані природні сполуки.

Перенесення електронів в анаеробних умовах (анаеробне дихання). Денітрифікація та відновлення нітрату (денітрифікуючі бактерії). Утворення сірководню при відновленні сульфату (сульфатредукуючі бактерії). Утворення метану при відновленні карбонату (метаногенні бактерії). Утворення ацетату при відновленні карбонату (ацетогенні бактерії). Утворення сукцинату при відновленні фумарату. Відновлення іонів Fe (III) до Fe (II).

Використання неорганічних донорів водню: аеробні хемолітотрофні бактерії. Окислення аміаку та нітриту. Нітрифікуючі бактерії (бактерії, які окислюють аміак; бактерії, які окислюють нітрит; роль процесів нітрифікації в ґрунті). Окислення відновлених сполук сірки. Бактерії, які окислюють сірку та її сполуки. Окислення двовалентного заліза. Визолювання металів з руд. Окислення молекулярного водню. Водневі та карбоксидобактерії. Фіксація  $\text{CO}_2$  (цикл Кальвіна-Бассама; анаеробний ацетил-КоА-шлях; відновлювальний цикл трикарбонових кислот).

Фіксація молекулярного азоту Фіксація азоту симбіотичними (бульбочковими) бактеріями. Фіксація азоту вільно існуючими бактеріями. Біохімія азотфіксації.

Фототрофні бактерії та фотосинтез. Характеристика та особливості метаболізму пурпурових та зелених фототрофних бактерій. Розповсюдження фототрофних бактерій. Ціанобактерії. Процеси фотосинтезу (окислений та аноксигенний фотосинтез). Використання світлової енергії галобактеріями.

Біосинтетичні процеси у мікроорганізмів. Потреби в АТФ для утворення бактеріальних клітин з глюкози. Біосинтез амінокислот. Біосинтез нуклеотидів. Біосинтез жирних кислот. Утворення вуглеводів – компонентів клітинної стінки.

Регуляція метаболізму. Регуляція синтезу ферментів: індукція та репресія. Індукція субстратом (послідовна та координувана). Індукція проміжними продуктами реакцій. Репресія кінцевим продуктом. Катаболітна репресія. Регуляція активності ферментів (інгібування кінцевим продуктом – ретроінгібування; інгібування за типом зворотнього зв'язку). Механізми регуляції синтезу ферментів (індукція лактозного оперону; репресія триптофанового оперону кінцевим продуктом). Механізми регуляції активності ферментів (алостерична регуляція; ковалентна модифікація ферментів).

### **Змістовий модуль 3**

#### **Вірусологія**

Віруси. Відкриття вірусів. Етапи розвитку вірусології. Хронологія відкриття вірусів. Форми існування і загальна організація вірусів. Будова вірусів. Природа і походження вірусів. Класифікація вірусів (критерії систематики вірусів, характеристика ДНК- і РНК-вмісних вірусів). Культивування і репродукція вірусів (способи культивування вірусів, стадії і

фази репродукції вірусів). Віруси бактерій (класифікація, форма і будова бактеріофагів, властивості фагів, розмноження вірулентного фага: літичний цикл; розвиток помірних фагів: лізогенія, одержання і практичне використання фагів у біології і медицині). Фітопатогенні віруси (таксономія, віроїди, основні властивості). Патогенні віруси комах. Форми і види вірусних інфекцій у людини і тварин. Відношення вірусів і плазмід до утворення пухлин (онкогенезу).

#### **Змістовий модуль 4**

##### **Прикладна та промислова мікробіологія**

Мікроорганізми та навколишнє середовище. Участь мікроорганізмів у кругообігу речовин у природі (кругообіг вуглецю, азоту, фосфору, сірки). Екологія мікроорганізмів (поняття «еконіша», «екосистема»; мешканці екосистеми: автохтонні та аллохтонні мікроорганізми; водні екосистеми: океани, озера, проточні водойми, очистка стічних вод).

Мікроорганізми як симбіотичні партнери (симбіоз, нейтралізм, мутуалізм, коменсалізм, антагонізм). Мутуалістичний симбіоз (асоціації між мікроорганізмами; мікроорганізми та рослини; мікроорганізми та тварини). Антагоністичний симбіоз.

Мікроорганізми і геологічна історія Землі (відкладення заліза; відкладення карбонату кальцію; відкладення сірки). Еволюція мікроорганізмів (первинна атмосфера Землі; хімічна еволюція; біологічна еволюція; еволюція прокариот; перехід від первинної атмосфери до атмосфери, яка містить кисень; еволюція еукариот).

Перспективи розвитку мікробних біотехнологій. Шляхи використання мікроорганізмів у біотехнології. Біосинтез практично важливих метаболітів. Синтез органічних кислот бактеріями та грибами. Утворення амінокислот бактеріями. Біосинтез антибіотиків. Мікробні екзополісахариди. Лектини мікробного походження. Мікробні поверхнево-активні речовини. Токсини грибів. Ферменти грибів. Стимулятори росту рослин. Одержання етанолу. Препарати на основі біомаси. Пробіотики. Бактеріальні добрива. Білкові продукти. Одержання біогазу. Біогеотехнологія металів. Мікробіологічна трансформація речовин (стероїдів, вуглеводів, гетероциклічних сполук). Рекомбінантні білки терапевтичної дії.

#### **3. Рекомендована література**

##### **Основна:**

1. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: Підруч. – 2-е вид., доп. І перероб. – К. : НУХТ, 2010. – 632 с.
2. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія. – К. : НУХТ, 2004. – 471 с.
3. Сергійчук М.Г., Позур В.К., Вінніков А.І. та ін. Мікробіологія. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2005. – 375 с.
4. Современная микробиология. Прокариоты. Том 1 / под.ред. Ленгеера Й., Дрекса Е., Шлегеля Г. – М. : Мир, 2005. – 656 с.

5. Современная микробиология. Прокариоты. Том 2 / под.ред. Ленгеера Й., Дрекса Е., Шлегеля Г. – М. : Мир, 2005. – 496 с.

**Додаткова:**

1. Асонов Н.Р. Микробиология. – М.: Колос, Колос-Пресс, 2002. – 352 с.
2. Безбородов А.М. Биохимические основы микробиологического синтеза. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 394 с.
3. Билай В.И. Основы общей микологии. – К.: Вища шк., 1988. – 392 с.
4. Готтшалк Г. Метаболизм бактерий. – М.: Мир, 1982. – 310 с.
5. Каратыгин И.В. Проблемы макросистематики грибов // Микология и фитопатология. – 1999. – Т. 33. – Вып. 3. – С. 150 – 165.
6. Квасников Е.И., Щелокова И.Ф. Дрожжи. Биология. Пути использования. – К.: Наук. думка, 1991. – 326 с.
7. Общая микробиология / Под ред. А.Е.Вершигоры. – Киев: Вища шк., 1988. – 343 с.
8. Определитель бактерий Берги. – 9-е изд. / Пер. под ред. Г.А. Заварзина. – М.: Мир, 1997. – Т. 1, 2. – 800 с.
9. Павлович С.А. Основы вирусологии. – Минск: Вышэйш. шк., 2001. – 192 с.
10. Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: Мир, 1987. – 566 с.
11. Kurtzman C.P. , Fell J.W. The Yeastes: a taxonomic study. – 4<sup>th</sup> ed. – Amsterdam etc.: Elsevier, 1998. – 1055 p.
12. Kurtzman C.P. Systematics and Taxonomy of Yeasts. In: Dimorphism in Human Pathogenic and Apathogenic Yeasts / Ed. E.J.F. Schmidt. - Contrib. Microbiol. Basel. Karger. – 2000. – Vol. 5. – P. 1 – 14.
13. The Prokaryotes. An evolving electronic resource for the microbiological community / Eds.: M.Dvorkin, S.Falkow, E.Rosenberg, K.H.Schleifer, E.Stackebrandt. – 3<sup>rd</sup> ed. – Online version. Springer Link, 1999.

**4. Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Іспит.

**5. Засоби діагностики успішності навчання**

Діагностика залишкових базових знань з дисципліни проводиться з використанням комплектів завдань для діагностики успішності навчання за змістовними модулями.