

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття



ЗАТВЕРДЖУЮ»

На засіданні вченої ради агробіологічного факультету

Протокол № 9 від 10 червня 2020 р.

Декан факультету Тонха О. Л.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

На засіданні кафедри екобіотехнології та біорізноманіття

Протокол № 4 від 02 червня 2020 р.

Завідувач кафедри Патика М. В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МІКРОБНИЙ СИНТЕЗ»

Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність	201 «Агрономія»
Рівень вищої освіти	Третій освітньо-науковий
Факультет	Агробіологічний

Розробники: д. с.-г. н., член-кор. НААН Патика М. В.,
д. с.-г. н., с. н. с. Патика Т. І.

Київ – 2020

1. Опис навчальної дисципліни «Мікробний синтез»

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»	
Освітньо-науковий рівень	Третій	
Освітній ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	201 «Агрономія»	
Освітньо-наукова програма	«Агрономія»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	-	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	2
Семестр	2	1
Лекційні заняття	20	20
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30	30
Самостійна робота	100	100
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мікробні технології, поряд з інформаційними та нанотехнологіями, є ключовими елементами для інноваційного розвитку сучасної економіки. Глобальні виклики – виснаження сировинних джерел, несприятливі зміни клімату, зростання народонаселення, забруднення навколишнього середовища – диктують необхідність забезпечення сталого розвитку світової економіки і є основними стимулами розвитку біоекономіки, заснованої на використанні поновлюваних ресурсів і розробки технологій їх ефективної переробки.

Розширення виробництва та спектру мікробіологічної продукції, розробка відповідних технологій вимагають надійного наукового фундаментального базису. Так, мікробні технології (в тому числі біотехнології) до 2030 р. у розвинених країнах забезпечать до 2,7 % ВВП, а для країн, що розвиваються, частка буде ще вище. За оцінками OECD (Організація Економічного Співробітництва та Розвитку), світовий ринок біотехнологій в 2025 р. досягне рівня в 2 трильйони доларів, а темпи зростання по окремих сегментах ринку складуть від 5–7 до 30 відсотків щорічно. З використанням новітніх технологій у 2030 р. буде виробництво 35,0 % хімічної продукції, 50,0 % сільськогосподарської продукції та 80,0 % лікарських засобів. Мікробний синтез є перспективним шляхом усунення дефіциту харчових ресурсів і нестачі енергії, поліпшення охорони здоров'я і екологічного стану навколишнього середовища.

Мікробний синтез відносять до числа пріоритетних дисциплін, де можна прогнозувати більш швидкі та найважливіші досягнення для соціально-економічного прогресу суспільства. Мікробна біотехнологія є багатогалузевим і надзвичайно наукоємним виробництвом. У наукових і промислових цілях вона використовує біохімічні, мікробіологічні, хіміко-аналітичні та інші методи досліджень, які розробляються і застосовуються в фундаментальних науках. Формування технології мікробного синтезу як самостійного наукового напрямку сприяло розвитку власних методів, наприклад, методи культивування біооб'єктів, ферментації біомаси, ізоляції та очищення отриманих продуктів.

Пріоритетними є взаємопов'язані завдання щодо проведення фундаментальних досліджень в галузі мікробіології, геноміки, біоінженерії та генетичної інженерії, біокаталізу, системної та структурної біології. Актуальні проблемно-орієнтовані дослідження і розробка технологій в напрямках промислової технології, біогеотехнології, біоремедіації, розробки методів молекулярної діагностики, лікарських препаратів і технологій їх виробництва, агробіотехнологій, функціональних продуктів харчування. На сьогодні поряд з розвитком великотоннажних виробництв (кормові дріжджі, лізин, антибіотики) є необхідність до збільшення виробництва ліків, діагностикумів, вакцин та профілактичних препаратів для медицини, продуктів для харчової промисловості, парфумерії, сучасних засобів біологічного захисту рослин, корекції біоценозів ґрунтів, в тому числі з використанням рекомбінантних продуцентів. Все більше технологія мікробного синтезу впроваджується в рослинництво для створення та поширення нових сортів рослин на основі

клітинних культур, розмноження безвірусних сортів. Таким чином, сучасна технологія мікробного синтезу пропонує оригінальні рішення важливих глобальних проблем і конкурує з багатьма існуючими технологіями.

Мета і завдання курсу.

Метою даного курсу є поглиблене оволодіння теоретичними основами мікробного синтезу, вивчення найважливіших мікробіологічних процесів, які відбуваються в природі, і зокрема, в ґрунті та при переробці сільськогосподарської сировини. Навчитися цілеспрямовано управляти функціональною активністю мікроорганізмів на користь людини; використовувати та коригувати мікробні процеси для промислового біосинтезу, практично впливати на окремі біологічні групи мікроорганізмів з метою управління мікробіологічними процесами для підвищення родючості ґрунтів та продуктивності сільськогосподарських культур.

Завдання курсу полягає у формуванні у здобувачів освітньо-наукового ступеня навиків цілеспрямованого регулювання мікробіологічних процесів синтезу та деструкції, основні методи регуляції мікробного синтезу, володіння протоколом підготовки зразків до мікробіологічних аналізів та обробки їх результатів, навиків по створенню та практичному застосуванню мікробних препаратів для землеробства, рослинництва, можливості самостійно в лабораторних та промислових умовах відтворити мікробіологічні процеси, що відбуваються у системі «середовище-мікроорганізм».

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

знати:

- сучасний стан і тенденції розвитку світової і вітчизняної мікробіологічної науки.
- метаболізм, фізіологічні основи регуляції мікробного синтезу;
- найважливіші продукти мікробного синтезу, технології виробництва корисних речовин;
- особливості просторових і функціональних взаємовідносин мікроорганізмів і середовища.
- роль і значення мікроорганізмів у агроінженерії.

вміти:

- створювати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях;
- управляти мікробіологічними процесами, які проходять у середовищі (ґрунті) і впливають на його стабільні характеристики;
- позитивно впливати на життєдіяльність корисних мікроорганізмів у посівах сільськогосподарських культур та при виробництві різних речовин, що базуються на промисловому використанні мікроорганізмів;
- застосовувати знання з курсу мікробіології при розробці технологій захисту сільськогосподарських культур від грибних, бактеріальних і вірусних хвороб та промислового біосинтезу;
- брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію на конференціях, семінарах та форумах;
- брати участь у критичному діалозі та зацікавити результатами

дослідження мікробіології;

- проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів з мікробіології;
- критично сприймати та аналізувати чужі думки й ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми, здійснювати критичний аналіз власних матеріалів.
- генерувати власні ідеї та приймати обґрунтовані

рішення. *оволодіти:*

- здатністю до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатністю до ретроспективного аналізу наукового доробку у напрямі дослідження мікробного синтезу;
- здатністю генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність);
- комплексністю у володінні інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку світової і вітчизняної мікробіологічної науки;
- комплексністю у розробці та реалізації наукових проектів та програм;
- комплексністю у прийнятті обґрунтованих рішень найбільш важливих біохімічних, фізіологічних та генетичних закономірностей мікроорганізмів, які використовують в промисловості, аграрній сфері.

Для організації самостійної роботи по курсу необхідно використовувати сучасні інформаційні технології: розмістити в мережевому доступі комплекс навчальних та навчально-методичних матеріалів (програма, список рекомендованої літератури і інформаційних ресурсів, завдання для виконання рефератів і самоконтролю).

Особливою формою закріплення знань є предметний екзамен. Ефективність самостійної роботи здобувачів доцільно перевіряти вході поточного та підсумкового контролю знань у формі усного опитування, колоквиумів, тестового комп'ютерного контролю за темами і розділів курсу. Для загальної оцінки якості засвоєння здобувачами навчального матеріалу рекомендується використання накопичувальної рейтингової системи.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну денної (заочної) форми навчання

Тема 1. Вступ. Основні критерії оцінки мікробіологічних процесів. Регуляція ефективності мікробного синтезу. Процеси технологій мікробного синтезу (за групами виробництва біомаси та інших цінних продуктів метаболізму). Розгляд стадійних мікробіотехнологічних виробництв, їх схожість і відмінність в залежності від кінцевої мети технологічного процесу. Найголовніші вимоги до біосинтезу. Основні параметри для управління мікробіологічними процесами. Екологічна чистота мікробного синтезу. Системи транспорту і катаболізму, особливості їх регуляції (за швидкість, ефективністю синтезу продуктів). Обмін речовин (метаболізм) як сукупність біохімічних реакцій перетворення сполук (метаболітів), що відбуваються в живих організмах.

Тема 2. Регуляція транспорту субстратів і ферментів. Питання швидкості росту мікроорганізмів (бактерій) і синтезу ними цільових продуктів

через знання механізмів регуляції ферментів (шляхи утворення цільових продуктів).

Тема 3. Надсинтез продуктів у мікроорганізмів зі зміненим генотипом. 2 год. Індукований мутагенез і ступінчастий відбір отриманих клонів методом селекції. Методи отримання штамів мікроорганізмів зі зміненими властивостями. Ауксотрофність. Баланс потоків субстратів за необхідними метаболічними шляхами. Поліпшення регуляторних властивостей різних продуцентів. Отримання продуцентів зі зміненою генетичною регуляцією. Отримання штамів-продуцентів, стійких до фагів і бактерицидних речовин. Стабільність генетичних властивостей використовуваних мутантів і рекомбінантів в процесі ферментації. Механізми відповіді мікробної популяції на зміни середовища.

Тема 4. Фізіологічні особливості мікроорганізмів при культивуванні (ферментації). Типи живлення мікроорганізмів, їх фізіолого-біохімічна характеристика. Енергетичний метаболізм. Джерела енергії у мікроорганізмів. Хемосинтез і фотосинтез. Способи синтезу АТФ у мікроорганізмів. Аеробне дихання та анаеробне дихання. Вторинний метаболізм. Використання мікроорганізмів для синтезу білка, вітамінів, амінокислот, антибіотиків, ферментів, гетероауксину, гібереліну та інших речовин. Основи мікробіологічного виробництва: культивування промислових штамів мікроорганізмів.

Тема 5. Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю, азоту, сірки, фосфору, заліза та інших елементів. Значення процесів перетворення вуглецевмісних речовин у кругообігу вуглецю в природі та роль мікроорганізмів у трансформації органічної речовини. Молочнокисле бродіння. Гомоферментативне, гетероферментативне молочнокисле бродіння. Хімізм цих процесів, їх збудники. Мікробіологічні процеси при висушуванні і силосуванні кормів, молочно-кисле бродіння в агроінженерії.

Спиртове бродіння, його хімізм. Дріжджі як збудники спиртового бродіння (дикі й культурні, низові і верхові). Використання дріжджів у спиртовій промисловості, виноробстві, пивоварінні, хлібопеченні. Одержання гліцерину при спиртовому бродінні. Причини і умови переходу спиртового бродіння на гліцеринове.

Пропіоновокисле бродіння: збудники, хімізм, значення процесу. Маслянокисле й ацетонобутилове бродіння: збудники. Хімізм, значення процесу. Бродіння пектинових речовин. Мікробіологічна трансформація органічних речовин ґрунту.

Аеробна та анаеробна трансформація целюлози. Неповне окислення вуглеводів /інших органічних сполук/ мікроорганізмами. Окислення етилового спирту в оцтову кислоту. Окислення мікроорганізмами жиру й високомолекулярних кислот жирного ряду, аліфатичних і ароматичних вуглеводнів. Збудники і хімізм процесів. Практичне використання мікроорганізмів, що засвоюють вуглеводні. Заходи по підсиленню процесів окислення вуглеводнів мікроорганізмами для одержання мікробного білка захисту навколишнього середовища від забруднення.

Амоніфікація азотовмісних органічних речовин (білків, нуклеїнових кислот сечовини, хітину) та її значення. Характеристика збудників процесу амоніфікації в аеробних і анаеробних умовах та його хімізм. Мінералізація органічних сполук та іммобілізація азоту в ґрунті. Умови накопичення аміаку в ґрунті. Процеси нітрифікації. Енергетика процесу. Позитивна й негативна роль нітрифікації в родючості ґрунту. Роль мікроорганізмів у денітрифікації.

Вільноживучі та симбіотичні азотфіксуючі мікроорганізми. Хімізм азотфіксації. Властивості бульбочкових бактерій (специфічність, вірулентність, активність), що визначають ефективність симбіозу. Перспективи переносу генів азотфіксації в клітини вищих рослин. Роль азотфіксуючих мікроорганізмів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських рослин.

Утворення сірководню із сірковмісних органічних сполук. Утворення сірководню із мінеральних сполук (сульфатів) і мікроорганізми, що викликають ці процеси. Окислення мікроорганізмами сірководню в сірку й сірчану кислоту. Сіркобактерії і тіонові бактерії. Сульфатфіксація та її значення в родючості ґрунту.

Роль мікроорганізмів у відщепленні фосфорної кислоти від органічних сполук і перетворенні нерозчинних фосфатів у розчинні. Біологічне зв'язування фосфору. Відновлення окислених сполук фосфору й можлива роль мікроорганізмів у цьому процесі. Роль мікроорганізмів у фосфорному живленні рослин.

Окислення та відновлення мікроорганізмами сполук заліза. Характеристика основних представників залізобактерій. Мікроорганізми, що відновлюють сполуки заліза та зумовлюють оглеєння ґрунтів.

Трансформація мікроорганізмами сполук кальцію, магнію, кремнію, калію та інших елементів.

Тема 6. Продукти мікробного синтезу. Підтримка чистої культури штаму-продуцента. Колекції чистих культур (штамів) мікроорганізмів. Біомаса інокулята для виробництва, доза інокулюма. Підбір поживного середовища (оптимізація). Дотримання вимог асептики, типи стерилізації всіх потоків і біореактора.

Тема 7. Переробка культуральної рідини та сировини: концентрати, біомаса, очищені продукти. Технологічні варіанти обробки продуктів ферментації. Процеси фільтрації, відцентрової сепарації або фракціонування. Екстрагування. Метод осадження або кристалізації з нативних розчинів. Центрифугування. Сепарація. Випарювання. Методи дезінтеграції клітин.

Тема 8. Технологія виробництва корисних речовин. Комерційно цінні та найважливіші: алкалоїди, амінокислоти, антибіотики, антиметаболіти, антиоксиданти, білки, вітаміни, гербіциди, інсектициди, коферменти, ліпіди, нуклеїнові кислоти, органічні кислоти, пігменти, поверхнево-активні речовини (ПАР), полісахариди, поліоксиалканоати, протівопухлинні агенти, розчинники, цукру, стерини, ферменти, емульгатори.

Тема 9. Мікробні препарати та їх ефективність у аграрному виробництві. Використання мікроорганізмів у виробництві кормів та

продуктів мікробного синтезу. Інокуляція (бактеризація) бобових рослин бульбочковими бактеріями. Ефективність інокуляції на різних ґрунтах. Ринок мікробних препаратів на основі симбіотичних азотфіксаторів. Шляхи підвищення ефективності інокуляції. Використання бактерій азоспірілум для бактеризації рослин. Використання ціанобактерій (синьо-зелених водоростей). Препарати на основі фосфатмобілізуючих мікроорганізмів, їх значення та застосування. Мікробні препарати на основі мікоризо утворюючих мікроміцетів. Комплексні мікробні препарати на основі асоціацій мікроорганізмів. Мікробні препарати для трансформації поживних решток. Препарати на основі мікроорганізмів з антагоністичними властивостями для захисту рослин. Мікробіологічні методи боротьби із шкідливими комахами. Бактерії та їх використання для знищення комах-шкідників. Грибні і вірусні препарати, що застосовують для захисту від шкідників. Знищення гризунів за допомогою мікробіологічних препаратів.

Мікробіологічні процеси при висушуванні і силосуванні кормів. Біотехнологічні методи виготовлення і зберігання рослинних кормів.

Силосування кормів. Методи силосування кормів. Мікробіологічні процеси, які проходять при силосуванні кормів їх регулювання. Умови, що сприяють правильному розвитку процесу силосування. Застосування заквасок і хімічних консервантів при силосуванні кормів. Використання сульфідних шолоків. Хімічні і мікробіологічні показники якості кормів.

Сінажування кормів. Мікробіологічні процеси при дозріванні сінажу. Фактори, що зумовлюють зберігання сінажу. Використання вуглекислоти при силосуванні і сінажуванні кормів. Мікрофлора комбикормів і коренеплодів. Використання мікроорганізмів у готуванні кормів до згодовування й поліпшення їх якостей.

Синтез мікроорганізми кормового білка. Вирощування мікроорганізмів на гідролізатах та інших відходах різних виробництв для одержання кормового білка. Технічне здійснення синтезу білка на вуглеводнях. Синтез та застосування амінокислот і вітамінів мікробного походження. Синтез та застосування антибіотичних речовин. Механізм дії антибіотиків, що додаються до кормів.

Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усьо- го	у тому числі					усьо- го	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
1. Вступ. Основні критерії оцінки мікробіологічних процесів. Регуляція ефективності мікробного синтезу	16	2	-	4	-	10	16	2	-	4	-	10
2. Регуляція транспорту субстратів і ферментів	14	2	-	2	-	10	14	2	-	2	-	10
3. Надсинтез продуктів у мікроорганізмів зі зміненим генотипом.	14	2	-	2	-	10	14	2	-	2	-	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4. Фізіологічні особливості мікроорганізмів при культивуванні (ферментації)	16	2	-	4	-	10	16	2	-	4	-	10
5. Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю, азоту, сірки, фосфору, заліза та інших елементів	14	2	-	2	-	10	14	2	-	2	-	10
6. Продукти мікробного синтезу	16	2	-	4	-	10	16	2	-	4	-	10
7. Переробка культуральної рідини та сировини: концентрати, біомаса, очищені продукти	14	2	-	2	-	10	14	2	-	2	-	10
8. Технологія виробництва корисних речовин	16	2	-	4	-	10	16	2	-	4	-	10
9. Мікробні препарати та їх ефективність у аграрному виробництві. Використання мікроорганізмів у виробництві кормів та продуктів мікробного синтезу	30	4	-	6	-	20	30	4	-	6	-	20
Усього годин	150	20	-	30	-	100	150	20	-	30	-	100

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Мікроскопічні методи дослідження мікроорганізмів	2
2	Регуляція ефективності мікробного синтезу Вивчення процесу спороутворення, глибинне культивування мікроорганізмів.	4
3	Фізіологічні особливості мікроорганізмів при культивуванні (ферментації).	4
4	Поживні середовища для культивування мікроорганізмів	4
5	Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю: спиртове, молочнокисле, маслянокисле, пропіоновокисле бродіння	2
6	Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю: аеробна та анаеробна трансформація целюлозвмісних речовин	2
7	Вивчення морфології та функціональних властивостей симбіотичних азотфіксаторів бобових культур	2
8	Визначення чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів ґрунту: приготування розведень ґрунтової суспензії та техніка посіву, облік чисельності мікроорганізмів	2
9	Вивчення якісної структури мікробного угруповання ризосфери рослин. Виділення домінуючих форм мікроорганізмів у чисту культуру	4
10	Аналіз продуцентів мікробних препаратів та їх ефективність у аграрному виробництві	4

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Організація, обладнання та правила роботи в мікробіологічній лабораторії у відповідності до вимог біобезпеки	10
2	Особливостей організації генетичного матеріалу прокариот	10
3	Методи селекції та генетичної трансформації прокариот	10
4	Процеси амоніфікації в аеробних і анаеробних умовах	10
5	Морфолого-фізіологічні особливостей фосфатмобілізівних мікроорганізмів	10
6	Перетворення мікроорганізмами сірковмісних органічних сполук	10
7	Визначення ступеня емісії CO ₂ з ґрунту «дихання ґрунту»	10
8	Визначення інтенсивності симбіотичної азотфіксації, культивування ризобій. Вивчення асоціативної азотфіксації ґрунтовими мікроорганізмами	10
9	Виділення епіфітної мікрофлори з надземної біомами та коренеплодів	10
10	Визначення основних якісних параметрів мікробних препаратів: титр клітин, функціональна активність	10

6. Методи навчання

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності аспірантів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Аспіранта здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у «готовому» вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам – в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть – в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, – перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

7. Форми контролю

Контроль знань і умінь (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтуються і знаходять правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60 % питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35 % питань, або на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

8. Розподіл балів

Оцінювання здобувачів відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 25.09.2019 р. протокол № 2

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг здобувача, бали
Відмінно	A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90–100
Добре	B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82–89
	C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74–81
Задовільно	D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64–73
	E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60–63
Незадовільно	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим як отримати залік	35–39
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01–34

Для визначення рейтингу здобувача із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 10 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів):

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$$

9. Методичне забезпечення

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

10. Рекомендована література

Базова:

1. В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. Микробиологія: учебник для вузов - 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2005. 445 с.
2. Голштак Г. Метаболизм бактерий. М.: «Мир», 1982. 310с.
3. Теппер Е. З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Агропромиздат, 1987. 239 с.
4. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія: Підручник К.: НУХТ, 2004. 471 с.
5. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв: Учебник М.: МГУ, 2005. 445 с.

6. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія: навчальний посібник К.: Арістей, 2006. 284 с.
7. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Л. М. Токмакова та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія К.: Аграрна наука, 2010. 465 с.
8. Гадзало Я. М., Патыка Н. В., Заришняк А.С. Агробиологія ризосфери рослин. Монографія. К.: Аграрна наука, 2015. 386 с. ‘
9. Лабинская А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. М.: «Медицина», 1978. 394 с.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под редакцией Д. Г. Звягинцева. М.: МГУ, 1991. 304 с.
11. Нетрусов А. П., Егорова М. А., Захарчук Л. М. и др. Практикум по микробиологии: Учебное пособие М.: «Академия», 2005. 608 с.
12. Климнюк С. І., Ситник І. О., Творко М. С., Широбоков В. П. Практична мікробіологія: Посібник. Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. 77 с.

Додаткова:

1. Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології: Підручник. К.: Либідь, 2001. 312с.
2. Векірчик К. М. Практикум з мікробіології: Навч. посібник. К.: Либідь, 2001. 144 с.
3. Харченко С. М. Мікробіологія.: Підручник. К.: Сільгоспосвіта, 1994. 352 с.
4. Кудряшева А. А. Микробиологические основы сохранения плодов и овощей. М.: Агропромиздат, 1986. 190 с.
5. Колтунов В. А., Бородай В. В. Підвищення стійкості плодоовочевої продукції проти хвороб при зберіганні. К.: Колообіг, 2007. 216 с.
6. Современная микробиология. Прокариоты. В 2-х томах. Т. 1. / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005. 656 с.
7. Звягинцев Д. Г., Асеева И. В., Бабьева И. П., Мирчинг Т. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ. 1980.