НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-педагогічної роботи та розвитку
_____ **С. М. Кваша**
«__01__» ____06_____2021 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні вченої ради агробіологічного факультету
Протокол № 4 від «18» 05 2021 р.
Декан _____ Тонха О. Л.

на засіданні кафедри екобіотехнології та біорізноманіття
Протокол № 9 від «23» жовтня 2021 р.
Завідувач кафедри _____ Патика М. В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МІКРОБІОЛОГІЯ»

1. Рівень вищої освіти – Третій освітньо-науковий
2. Галузь знань – 20 «Аграрні науки та продовольство»
3. Спеціальність – 201 «Агрономія»
4. Освітньо-наукова програма – «Агрономія»
5. Гарант ОНП: Танчик Семен Петрович
6. Розробники:

Патика М. В., завідувач кафедри екобіотехнології та біорізноманіття, д. с.-г. н., член-кор. НААН
Патика Т. І., професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики, д. с.-г. н., с. н. с.

Київ – 2021

1. Опис навчальної дисципліни «Мікробіологія»

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	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни		
	Денна та вечірня форми 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

Мікробіологія, як одна з провідних біологічних наук, є теоретичною основою агроінженерних дисциплін, сприяє формуванню фундаментальних знань, як важлива складова частина генетики, молекулярної біології, біохімії та біотехнології, що на сучасному етапі науково-технічного прогресу набувають все більшого значення.

В умовах високого антропогенного навантаження на біосферу важливо розуміти і вивчати різноманітність метаболічних шляхів мікроорганізмів, мікробіологічні процеси, які проходять у ґрунті і впливають на його родючість; роль мікроорганізмів у очищенні забруднених ґрунтів, вплив 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 заходів захисту сільськогосподарських культур від грибних, бактеріальних і вірусних хвороб.

Мета і завдання курсу.

Метою даного курсу є поглиблене оволодіння теоретичними основами мікробіології, 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 кількісного обліку та визначення якісного складу мікрофлори ґрунтів, аналізу функціональної спрямованості та активності мікробних угруповань ґрунту, володіння протоколом підготовки зразків до мікробіологічних аналізів та обробки їх результатів, навиків по створенню та практичному застосуванню мікробних препаратів для захисту рослин і землеробства, можливості самостійно в лабораторних та промислових умовах відтворити мікробіологічні процеси, що відбуваються у природі.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

знати:

- сучасний стан і тенденції розвитку світової і вітчизняної мікробіологічної науки.
- морфологію, систематику, метаболізм, екофізіологію та екологічні ніші мікроорганізмів, участь у біогеохімічних циклах;
- суть найважливіших мікробіологічних процесів, що відбуваються у ґрунті при вирощуванні сільськогосподарських рослин та при очищенні забруднених ґрунтів;
- особливості просторових і функціональних взаємовідносин

мікроорганізмів і рослин.

- знати теоретичні та прикладні аспекти формування мікробіоценозу ґрунтів.

- значення мікроорганізмів у агроінженерних та біотехнологічних виробництвах.

вміти:

- створювати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях;

- управляти мікробіологічними процесами, які проходять у ґрунті і впливають на його родючість;

- 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 у галузі 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 мікробіології;

- 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 генетичних закономірностей мікроорганізмів, які використовують в селекції, біотехнології, еволюції, систематиці, аграрній галузі та охороні довкілля.

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 іспит. Ефективність самостійної роботи здобувачів доцільно перевіряти вході поточного та підсумкового контролю знань у формі усного опитування, колоквіумів, 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 ідеї, концепції розвитку та сучасний стан мікробіології в Україні та світі. Предмет і завдання мікробіології; її місце і роль в сучасній біології. Значення мікробіології для народного господарства і охорони здоров'я в умовах високого антропогенного навантаження на біосферу. Відкриття мікроорганізмів А. Ван Левенгуком. Роль Л. Пастера і Р. Коха у формуванні мікробіології як науки. Значення робіт М. Тереховського, М. Бейерінка, А. Флемінга, І. І. Мечникова, Л. С. Ценковського, Н. Ф. Гамалії, С. Н. Виноградського, В. Л. Омелянського, Д. І. Івановського та ін.

Внесок мікробіології у розвиток генетики, молекулярної біології і біотехнології. Практичне застосування отриманих знань у регулюванні мікробіологічних процесів при зберіганні та переробці біологічної сировини, застосуванні основних методів кількісного обліку та визначення складу мікрофлори ґрунту, води, санітарно-мікробіологічного аналізу об'єктів, що контактують з сировиною для агроінженерного виробництва, практичного застосування мікробіологічних препаратів для захисту рослин і землеробства.

Розвиток і основні напрямки мікробіологічних досліджень в Україні. Промислова мікробіологія і мікробіологічна технологія; перспективи розвитку цих галузей.

Тема 2. Сучасна філогенетична систематика мікроорганізмів. Положення мікроорганізмів в системі живого світу. Таксономічний поліморфізм мікроорганізмів і їх спільність з іншими організмами. Сучасні молекулярно-біологічні та генетичні методи, на яких базується сучасна систематика мікроорганізмів. Філотипова систематика прокаріот. Прокаріотичні і еукаріотичні мікроорганізми; схожість і основні відмінності.

Характеристика основних таксономічних груп бактерій. Коротка характеристика актиноміцетів, дріжджів і плісеневих грибів. Віруси, відмінності від клітинних організмів життя. Бактеріофаги: властивості, хімічний склад, будова, розповсюдження в природі.

Тема 3. Особливості морфології основних таксономічних груп мікроорганізмів. Морфологічна характеристика основних груп одноклітинних та багатоклітинних мікроорганізмів. Будова прокаріотичної клітини. Морфологія бактерій (форма, розміри, рух, спороутворення, розмноження) та актиноміцетів. Морфологія еукаріотів – грибів, водоростей, лишайників, найпростіших. Сучасні методи досліджень мікробних клітин.

Тема 4. Фізіологічні особливості мікроорганізмів: живлення та особливості енергетичних процесів. Хімічний склад мікроорганізмів і різноманітність потреб в їх живленні. Механізм живлення. Типи живлення, їх характеристика. Фототрофи та хемотрофи. Автотрофи і гетеротрофи. Джерела

вуглецю, азоту та інших елементів для різних груп мікроорганізмів. Ферменти мікроорганізмів. Фізіологічні групи живлення бактерій. Сапрофіти і паразити.

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 використанню мікроорганізмів, що засвоюють вуглеводні. Заходи по підсиленню процес? 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. Сульфофікація 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. **Основи ґрунтової мікробіології. Мікробні угруповання ґрунту. Роль мікроорганізмів у процесах ґрунтоутворення та формуванні родючості ґрунту**. Ґрунт як жива система. Історія становлення ґрунтової мікробіології. Геохімічні функції ґрунтових мікроорганізмів. Роль мікроорганізмів в агрегатуванні й формуванні ґрунтової структури. Розповсюдження мікроорганізмів по профілю різних ґрунтів. Відображення горизонтальної і вертикальної поясності в складі мікробних ценозів ґрунту. Мікробний пул. Показники біологічної активності ґрунтів. Мікробіологічна діагностика й індикація типу й окультуреності ґрунту. Трансформація органічних решток у ґрунті. Трофічні ланцюги й фізіологічні групи мікроорганізмів: автохтонна, зимогенна мікрофлора ґрунту. Вплив агрозаходів (обробіток ґрунту, система удобрення, система захисту рослин) на структуру мікробного комплексу ґрунту та спрямованість мікробних процесів. Використання мікробіологічних показників для оцінки ефективності меліорації ґрунту.

Тема 7. Основні процеси та форми взаємодії мікробних угруповань ґрунту. Асоціації мікроорганізмів ґрунту. Спрямованість мікробних процесів у ґрунті: мінералізація вуглецевмісних та азотовмісних сполук, амоніфікація, денітрифікація, іммобілізація вуглецевмісних сполук, педотрофність та оліготрофність ґрунту. Основні форми взаємовідносин мікроорганізмів: нейтралізм, конкуренція, синтрофія, симбіоз, коменсалізм, паразитизм, мутуалізм, хижацтво, антагонізм. Основні форми симбіозу. Практичне використання симбіозу й антагонізму в агроінженерії, сільському господарстві та медицині. Сапрофітні і паразитичні мікроорганізми. Хижі бактерії й гриби.

Тема 8. Мікробіологія ризосфери рослин. Основні форми взаємодії у системі «ґрунт – мікроорганізм – рослина» та їх роль для формування агроценозів. Епіфітна мікрофлора сільськогосподарських рослин. Значення мікробних угруповань ризосфери рослин в глобальних масштабах. Потоки вуглецю та його трофізм в ризосфері: мікробна ефективність асиміляції кореневих ексудатів, методи вивчення вуглецевих потоків у ризосфері. Основні форми взаємодії мікроорганізмів з рослинами: симбіотичні мікроорганізми, антагонізм, патогенність. Ріст стимулюючі ризосферні бактерії, їх значення та

функції у ризосфері. Взаємодія РРБ з ризосферою, мікробними угрупованнями, вплив на ріст і розвиток рослин.

Основні форми рослинно-мікробного симбіозу. Ризобіальний симбіоз (бульбочкоутворення): суть процесу, специфічність, генетичний механіз формування симбіоситеми. Мікориза як симбіотичний медіаторі ризосферних і екосистемних процесів. Ектотрофна, ендотрофна (арбускулярна) та екто-ендотрофна мікориза: суть та значення. Генетичні механізми мікоризоутворення. Мікориза як фактор формування трофічних взаємодій.

Роль епіфітних мікроорганізмів у житті рослин Склад епіфітної мікрофлори основних сільськогосподарських культур. Мікрофлора зерна та її зміни за різних

умов зберігання зерна. Використання видового складу епіфітної мікрофлори для оцінки якості зерна.

Тема 9. Мікробіологічні основи підвищення родючості ґрунтів та Формування продуктивних агрофітоценозів. Визначення забезпеченості ґрунтів азотом, фосфором і калієм мікробіологічними методами. Визначення потреби у вапнуванні ґрунтів за допомогою мікроорганізмів. Мікробіологічні методи визначення запасу мікроелементів у ґрунті. Роль біологічного і технічною азоту в землеробстві. Біологічний азот як джерело білка і добрив. Активізація діяльності асоціативних азотфіксаторів у ґрунті. Значення одно і багаторічних бобових рослин в азотфіксації. Заходи із підвищення зв'язування азоту вільноживучими азотфіксаторами в ґрунті. Перспективи використання біологічної азотфіксації в землеробстві та рослинництві. Мікробіологічні процеси, що відбуваються в гною при різних способах його зберігання. Вплив гербіцидів та інших пестицидів на ґрунтову мікрофлору. Розкладання мікроорганізмами пестицидів. Фактори, що обумовлюють швидкість розкладання в ґрунті пестицидів. Вплив сівозмін і монокультур на мікрофлору ґрунту. Принципи управління мікробними процесами з метою підвищення родючості ґрунту, збільшення врожайності сільськогосподарських культур.

Тема 10. 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 фосфотмобілізивних мікроорганізмів, їх значення та застосування. Мікробні препарати на основі мікоризо утворюючих мікроміцетів. Комплексні мікробні препарати на основі асоціацій мікроорганізмів. Мікробні препарати для трансформації пожнивних 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 сульфітних 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 комбікормів і коренеплодів. Використання мікроорганізмів у готуванні кормів до згодовування й поліпшення їх якостей.

Синтез мікроорганізми кормового білку. 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 дисципліни

Назви тем	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
1. Вступ. Основні ідеї, концепції розвитку та сучасний стан мікробіології в Україні та світі	15	2	2			10	15	2	2			10
2. Сучасна філогенетичне систематика мікроорганізмів	15	2	2			10	15	2	2			10
3. Особливості морфології основних таксономічних груп мікроорганізмів	15	2	4			10	15	2	4			10
4. Фізіологічні особливості мікроорганізмів: живлення та особливості енергетичних процесів	15	2	4			10	15	2	4			10
5. Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю, азоту, сірки, фосфору, заліза та інших елементів	15	2	2			10	15	2	2			10
6. Основи ґрунтової мікробіології. Мікробні угруповання ґрунту. Роль мікроорганізмів у процесах ґрунтоутворення та формуванні родючості ґрунту	15	2	2			10	15	2	2			10
7. Основні процеси та форми взаємодії мікробних угруповань ґрунту. Асоціації мікроорганізмів ґрунту	15	2	2			10	15	2	2			10
8. Мікробіологія ризосфери рослин. Основні форми взаємодії у системі «ґрунт – мікроорганізм – рослина» та їх роль для формування агроценозів. Епіфітна мікрофлора сільськогосподарських рослин	15	2	2			10	15	2	2			10

9. Мікробіологічні основи підвищення родючості ґрунтів та формування продуктивних агрофітоценозів	15	2	5			10	15	2	5			10
10. Мікробні препарати та їх ефективність у аграрному виробництві. Використання мікроорганізмів у виробництві кормів та продуктів мікробного синтезу	15	2	5			10	15	2	5			10
Усього годин	150	20	30			100	150	20	30			100

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Мікроскопічні методи дослідження морфології мікроорганізмів. Приготування простих та складних фіксованих препаратів. Вивчення морфології основних форм бактерій.	2
2	Вивчення процесу спороутворення, виявлення бактеріальних ендоспор, капсул, запасаючих речовин, нуклеоїда. Вивчення рухливості бактерій	2
3	Вивчення морфології актиноміцетів та мікроміцетів.	2
4	Поживні середовища для культивування мікроорганізмів: техніка приготування та стерилізації	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	4
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	5
10	Визначення антагоністичних та антибіотичних властивостей мікроорганізмів, фітотоксичної та ріст стимулюючої активності по відношенню до рослин	5

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 прокаріот	10
3	Методи селекції та генетичної трансформації прокаріот	10
4	Процеси амоніфікації в аеробних і анаеробних умовах	10
5	Морфолого-фізіологічні особливостей фосфатмобілізивних 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 знаходить 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 засвоювання 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 $R_{ДИС}$ (до 10 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача з навчальної роботи $R_{НР}$ (до 70 балів):

$R_{ДИС}=R_{НР}+ R_{АТ}$

9. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркових 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. Емцев В. Т., Мишустин Е. Н. Микробиология: учебник для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. М. : Дрофа, 2005. 445 с.

2. Патика Т. І., Патика М. В. Біотехнологія мікробного синтезу: навчальний посібник. НУБіП України. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. 272 с.

3. Мікробіологія / [М. Г. Сергійчук, В. К. Позур, А. І. Вінніков та ін.]. – К.: Київський університет, 2005. 375 с.

4. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Агропромиздат, 1987. 239 с.

5. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія: Підручник К.: НУХТ, 2004. 471 с.

6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / [Асеева И. В., Бабьева И. П., Бызов Б. А. и др.]; под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: МГУ, 1991. 330 с.

7. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв: Учебник М.: МГУ, 2005. 445 с.

8. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія: навчальний посібник К.: Арістей, 2006. 284 с.

9. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія К.: Аграрна наука, 2010. 465 с.

10. Гадзало Я. М., Патыка Н. В., Заришняк А. С. Агробиология ризосферы растений. Монография. К.: Аграрна наука, 2015. 386 с.

11. Ленгелер И., Древс Г., Шлегель Г. Современная микробиология. Прокариоты: в 2 т. М.: Мир, 2005. Т.1. 2005. 656 с.; Т.2. 2005. 496 с.

12. Нетрусов А. П., Егорова М. А., Захарчук Л. М. и др. Практикум по микробиологии: Учебное пособие М.: «Академия», 2005. 608 с.

13. Климнюк С. І., Ситник І. О., Творко М. С., Широбоков В. П. Практична мікробіологія: Посібник Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. 77. С.

14. Лукашов В. В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ М.: БИНОМ, 2009. 256 с.

Додаткова:

1. Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології: Підручник. К.: Либідь, 2001. 312 с.

2. Векірчик К. М. Практикум з мікробіології : Навч. посібник. К.: Либідь, 2001. 144 с.

3. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія Волкогон В.В. та ін. К. : Аграрна наука, 2006. 312 с.

4. Агроэкологическая роль азотфиксирующих микроорганизмов в аллелопатии высших растений: монографія. Патыка В.Ф., Наумов Г.Ф., Подоба Л.В. и др. К. : Основа, 2004. 318 с.

5. Paul E. A. Soil microbiology, ecology and biochemistry. Academic press, 2014. 573 p.