НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ ТА АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

ВІДДІЛ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою Радою ІСМАВ НААН

Протокол № 11 від 21.08.2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. директора ІСМАВ НААН

_____ Ольга ТЕРТИЧНА

СИЛАБУС

З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ЗНАЧЕННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ В ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН В АГРОЕКОСИСТЕМАХ»

Статус дисципліни: за вільним вибором

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Галузь знань: Н – «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина»

Спеціальність: Н1 – «Агрономія»

Курс: 2, навчальний семестр 3, 4

Навчальний рік: 2027–2028

Кількість кредитів ЄКТС: 4

Чернігів – 2026 рік

1. Розробник

Козар Сергій Федорович – завідувач сектору ростової і функціональної активності мікроорганізмів лабораторії фізіології мікроорганізмів, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Контакти: +38-(095)-529-12-02; e-mail: kozarsf@gmail.com

Бібліометричні профілі та сторінки:

https://orcid.org/0000-0003-1341-5603
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219329965
https://publons.com/researcher/3622700//
https://scholar.google.com.ua/citations?user=jEuAg38AAAAJ&hl=uk

2. Назва, код модуля та / або навчальної дисципліни і кількість кредитів, що відводяться на її вивчення

Назва дисципліни: «Значення мікроорганізмів в оптимізації живлення рослин в агроекосистемах».
Кількість кредитів: 4 кредити ЄКТС.

3. Час і місце проведення навчальної дисципліни

Час проведення аудиторних занять: за розкладом ІСМАВ НААН
Місце проведення: за розкладом ІСМАВ НААН

4. Передреквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Prerequisite: Передумовою для вивчення дисципліни є успішне засвоєння дисциплін «Сучасні теорії пізнання», «Методика дослідної справи та організація підготовки дисертаційної роботи», «Наукові основи сучасного аграрного виробництва». Перед тим як починати вивчення дисципліни аспірант повинен знати особливості роботи з інформаційними джерелами та вміти використовувати різноманітні методи наукових досліджень.

Postrequisite: знання, уміння і навички, що здобуваються після закінчення вивчення даної дисципліни потрібні для написання та захисту дисертаційної роботи.

5. Мета, завдання, зміст вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Значення мікроорганізмів в оптимізації живлення рослин в агроекосистемах» є формування у здобувачів освіти науково обґрунтованих знань про роль мікроорганізмів у живленні рослин, засвоєння механізмів мікробіологічної трансформації поживних елементів та опанування сучасних методів застосування біопрепаратів і мікробних консорціумів для підвищення ефективності та екологічної сталості агровиробництва.

Завданням дисципліни «Значення мікроорганізмів в оптимізації живлення рослин в агроекосистемах» є:

– вивчення структури та функціональної ролі ґрунтової мікробіоти;

– ознайомлення з мікробіологічними процесами трансформації основних елементів живлення рослин (N, P, K, мікроелементів);

– вивчення мікоризних асоціацій та механізмів ризосферної взаємодії;

– аналіз застосування біопрепаратів у сільському господарстві та умов їх ефективності;

– набуття навичок лабораторних досліджень мікроорганізмів, визначення їх активності та впливу на рослини;

– формування здатності оцінювати стан та функціональність мікробних угруповань у ґрунтах агроекосистем;

– розвиток умінь впроваджувати мікробіологічні підходи у технології живлення рослин і систему удобрення.

Зміст навчальної дисципліни формує наукові знання, уміння і навички, засвоєння яких дозволяє набувати ті чи інші компетентності для успішної професійної діяльності, а саме:

1. Компетентності, які отримують аспіранти після вивчення навчальної дисципліни «Значення мікроорганізмів в оптимізації живлення рослин в агроекосистемах».

Загальні компетентності:

– **ЗК 1**. Здатність використовувати іноземну мову для представлення наукових результатів в усній та письмовій формах, для розуміння іншомовних наукових та професійних текстів;

– **ЗК 3**. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

– **ЗК 4.** Здатність розв’язувати комплексні проблеми агрономії на основі системного наукового та загального культурного світогляду із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності;

– **ЗК 6**. Володіння методами математичного і алгоритмічного моделювання при аналізі проблематики наукового дослідження;

– **ЗК 7**. Здатність до критичного аналізу та оцінювання сучасних наукових досягнень при вирішенні дослідницьких і практичних завдань, у тому числі в міждисциплінарних областях;

– **ЗК 8**. Здатність приймати обґрунтовані рішення, планувати і здійснювати комплексні дослідження на сучасному рівні на основі цілісного системного наукового світогляду;

– **ЗК 9**. Дотримання норм наукової етики, авторського і суміжних прав інтелектуальної власності; державної та міжнародної систем правової охорони інтелектуальної власності.

Спеціальні (фахові) компетентності:

– **ФК 1**. Здатність продукувати і обґрунтовувати нові перспективні ідеї, гіпотези, стратегії виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в агрономії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з сільськогосподарських наук і суміжних галузей;

– **ФК 2**. Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері агрономії, інформаційні технології, методи комп'ютерного моделювання, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та освітній діяльності;

– **ФК 4**. Здатність аналізувати, оцінювати і прогнозувати сучасний стан і тенденції розвитку агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур;

– **ФК 5**. Здатність ініціювати та реалізовувати інноваційні комплексні проєкти в агрономії та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти, лідерство під час їх реалізації;

– **ФК 6**. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері агрономії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;

– **ФК 7**. Здатність до аналізу інформаційних джерел, авторських методик, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі агропромислового виробництва, агрономії і сільськогосподарської мікробіології;

– **ФК 8**. Здатність брати участь у критичному діалозі, наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію, до підприємництва та прояву ініціативи щодо впровадження у виробництво результатів дисертаційного дослідження;

– **ФК 9**. Вміння обробляти отримані експериментальні дані на основі застосування стандартних математичних пакетів обробки інформації;

– **ФК 10**. Компетентність у володінні теоретичними основами управління мікробіологічними процесами у ґрунті;

– **ФК 11**. Компетентність у науково-методичних підходах щодо створення рослинно-мікробних асоціацій і симбіозів, щодо селекції корисних ґрунтових мікроорганізмів та пошуку алгоритму антропогенного впливу на колообіг поживних речовин в агроценозах.

2. Під час вивчення дисципліни аспірант (здобувач) має досягти або вдосконалити наступні програмні результати навчання (ПРН), передбачені освітньою програмою:

– **РН 1**. Застосовувати передові концептуальні та методологічні знання з філософії науки, агрономії та суміжних галузей, а також дослідницькі вміння для планування й проведення актуальних прикладних наукових досліджень;

– **РН 2**. Висувати і перевіряти гіпотези; обґрунтовувати та інтерпретувати результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного або комп'ютерного моделювання;

– **РН 5**. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми агрономії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях;

– **РН 6**. Розробляти та реалізовувати наукові й інноваційні проєкти, які дають можливість вирішити наукові, технологічні, економічні й організаційні проблеми агрономії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням технічних, соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів;

– **РН 7**. Глибоко розуміти загальні принципи та методи аграрних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері агрономії та викладацькій практиці;

– **РН 9**. Вміти аналізувати наукові джерела інформації стосовно проблеми, яка досліджується, працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами, такими як Web of Science, Scopus та ін., відслідковувати найновіші досягнення в агрономії. Дотримуватися правил цитування та посилання на використані джерела, правил оформлення бібліографічного списку, академічної доброчесності;

– **РН 10**. Знати закономірності розповсюдження, життєдіяльності мікроорганізмів у ґрунті, їх взаємозв'язків у мікробних угрупованнях, а також з рослинами;

– **РН 11**. Знати теоретичні та прикладні аспекти формування мікробіоценозу ґрунтів: типів живлення ґрунтових мікроорганізмів; типів взаємовідносин між мікроорганізмами та з рослинами; впливу екологічних факторів на розвиток мікроорганізмів у ґрунті. Вміти здійснювати моніторинг мікробних угруповань ґрунтів, створювати ефективні рослинно-мікробні симбіози та асоціації;

– **РН 12**. Знати теоретичні основи управління мікробіологічними процесами у ґрунті з метою підвищення ефективності аграрного виробництва. Вміти створювати та застосувати мікробні препарати у сільському господарстві для отримання додаткової якісної продукції.

3. У результаті засвоєння матеріалу, передбаченого програмою, аспірант (здобувач) зі спеціальності агрономія отримає знання з:

– основних груп ґрунтових мікроорганізмів та їхні функції;

– механізмів біологічної фіксації азоту;

– процесів мобілізації фосфору, калію та мікроелементів мікроорганізмами;
– принципів формування ризосферних взаємодій і мікоризних систем;
– методів культивування та ідентифікації ґрунтових мікроорганізмів;
– видів, властивостей та особливостей застосування біопрепаратів і біодобрив;
– впливів агротехнічних практик на структуру мікробіоти ґрунту;
– екологічних та біотехнологічних принципів підвищення ефективності живлення рослин.

4. У результаті засвоєння матеріалу, передбаченого програмою, аспірант (здобувач) зі спеціальності агрономія буде уміти:
– проводити аналіз біологічної активності ґрунтів;
– здійснювати мікроскопію, висів, культивування та оцінку росту мікроорганізмів;
– визначати активність азотфіксуючих, фосфатмобілізуючих та інших корисних мікробів;
– працювати з мікробними препаратами та оцінювати їх ефективність;
– застосовувати методи моніторингу мікробних угруповань у ґрунті.

5. У результаті засвоєння матеріалу, передбаченого програмою, аспірант (здобувач) зі спеціальності агрономія отримає такі навички:
– інтегрувати мікробіологічні підходи в технології удобрення та живлення рослин;
– обґрунтовувати вибір біопрепаратів для конкретних культур і типів ґрунтів;
– прогнозувати реакцію рослин на застосування мікробних консорціумів;
– розробляти елементи систем біологізації живлення рослин;
– оцінювати ризики та екологічні наслідки застосування біотехнологій у агроекосистемах;
– формувати рекомендації щодо підвищення ефективності живлення рослин на основі мікробіологічних методів.

6. Творча діяльність забезпечує здатність генерувати аспірантом (здобувачем) нові науково-теоретичні та практичні ідеї.

6. Характеристика навчальної дисципліни

Анотація курсу. Дисципліна «Значення мікроорганізмів в оптимізації живлення рослин в агроекосистемах» спрямована на формування у здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти системного розуміння ролі мікроорганізмів у кругообігу елементів живлення, ґрунтотворних процесах і підвищенні продуктивності агроекосистем. Курс розкриває структуру та функціональне значення ґрунтового мікробіому, біохімічні механізми біологічної фіксації азоту, процеси мобілізації фосфору, калію та мікроелементів, а також принципи функціонування сучасних мікробних препаратів. Особлива увага

приділяється ризосферним взаєминам, мікоризації, впливу систем обробітку ґрунту та хімізації на мікробіом, а також розрахунку агрономічної, економічної та біоенергетичної ефективності застосування мікробіологічних підходів. Курс інтегрує аналітичні та проєктні підходи для створення сталих, ресурсоефективних агросистем.

Короткий зміст дисципліни і план її реалізації

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ҐРУНТОВОГО МІКРОБІОМУ ТА ЙОГО РОЛЬ У КРУГООБІГУ ЕЛЕМЕНТІВ

Тема 1. Структура та функціональна роль ґрунтового мікробіому в агроекосистемах.

Склад, архітектоніка та екологічні ніші ґрунтового мікробіому. Закономірності його просторово-часової організації. Функціональні групи мікроорганізмів та їх роль у ґрунтоутворенні й трансформації органічної речовини.

Аналітичний огляд сучасних методів дослідження структури ґрунтового мікробіому. Складання порівняльних характеристик функціональних груп мікроорганізмів на основі наукових публікацій.

Тема 2. Біологічна фіксація азоту.

Фізіолого-біохімічні засади біологічної фіксації азоту. Симбіотичні (родина *Rhizobiaceae*), асоціативні та вільноживучі азотфіксатори. Молекулярно-генетичні механізми взаємодії в системі «рослина–мікроорганізм». Роль нітрифікації та денітрифікації в агросфері.

Розрахунок потенційних обсягів накопичення біологічного азоту різними сільськогосподарськими культурами на основі вихідних даних урожайності та коефіцієнтів фіксації.

Тема 3. Процеси мобілізації фосфору, калію та мікроелементів мікроорганізмами.

Роль мікроорганізмів у мобілізації важкорозчинних сполук фосфору та калію. Силікатні та фосфатмобілізуючі бактерії. Біохімічні механізми виділення органічних кислот та комплексонів (сидерофорів). Трансформація заліза, сірки, кремнію та мікроелементів у ґрунті.

Порівняльний аналіз фізіологічної активності різних штамів фосфатмобілізаторів за науковими даними. Побудова розрахункових моделей вивільнення доступного фосфору залежно від pH ґрунту.

Тема 4. Ризосферні взаємодії та функціонування мікоризних асоціацій.

Ризосфера та філосфера як специфічні зони взаємодії. Ексудація рослин та її сигнальна роль у залученні корисних мікроорганізмів. Арбускулярна мікориза: структура, екологія та механізми впливу на водно-фізичний стан і фосфорне живлення рослин.

Моделювання сигнальних шляхів взаємодії в ризосфері. Розробка та аналіз блок-схем формування мікоризного симбіозу залежно від рівня агрохімічного фону.

Тема 5. Вплив антропогенних факторів та систем обробітку ґрунту на ґрунтовий мікробіом.

Чинники деградації та сукцесії ґрунтового мікробіому. Вплив пестицидів, мінеральних добрив, важких металів та різних технологій обробітку ґрунту (No-till, Mini-till, глибока оранка) на біологічну активність і структуру мікробних консорціумів.

Аналіз наукових кейсів щодо відновлення біологічної стійкості ґрунтового мікробіому за різних систем землеробства. Складання прогнозних моделей динаміки чисельності корисних бактерій.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ТА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

Тема 6. Характеристика та класифікація сучасних мікробних препаратів для рослинництва.

Біологічні агенти сучасних біопрепаратів (бактерії та мікроскопічні гриби). Монопрепарати та поліфункціональні мікробні консорціуми. Механізми дії: пряма стимуляція росту (PGPR), біоконтроль фітопатогенів та оптимізація мінерального живлення.

Порівняльний аналіз державних реєстрів біопрепаратів України та ЄС. Класифікація комерційних препаратів за цільовим призначенням та складом біологічних агентів.

Тема 7. Методологічні основи оцінки стану та біологічної активності ґрунтового мікробіому.

Показники біологічної активності ґрунту (дихання ґрунту, ферментативна активність). Методики визначення чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері. Принципи інтерпретації результатів мікробіологічних аналізів.

Методологія та алгоритм обліку чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп. Математична обробка та інтерпретація результатів посівів ґрунтової суспензії на елективні поживні середовища (розрахунок КУО/г ґрунту).

Тема 8. Технологічні регламенти застосування біопрепаратів та умови їх ефективності.

Чинники, що визначають приживлюваність та активність інтродукованих штамів. Способи застосування біопрепаратів (інокуляція насіння, обробка вегетуючих рослин, внесення в ґрунт з поливною водою). Сумісність мікробних препаратів із хімічними протруйниками, гербіцидами та мінеральними добривами в бакових сумішах.

Складання сумісних технологічних регламентів (карт) застосування біопрепаратів разом із хімічними засобами захисту.

Тема 9. Інтеграція мікробіологічних підходів у сучасні системи удобрення та живлення сільськогосподарських культур.

Науково обґрунтоване коригування доз мінеральних добрив за умови використання біопрепаратів. Специфіка біологізованого живлення бобових і небобових культур. Стратегії збереження родючості за умов інтенсивного землеробства.

Розробка індивідуальних інтегрованих схем живлення для обраної сільськогосподарської культури з оптимізацією мінерального фону за рахунок мікробіологічного компонента.

Тема 10. Економічна та енергетична оцінка ефективності використання мікробних препаратів.

Методологія розрахунку окупності застосування мікробіологічних препаратів у рослинництві. Біоенергетична оцінка технологій вирощування за використання мікробних препаратів.

Розрахунок економічної та біоенергетичної ефективності використання біопрепаратів. Обчислення коефіцієнтів енергетичної ефективності та чистих доходів на основі експериментальних даних польових дослідів.

План реалізації навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем		Кількість годин для денної/вечірньої форми здобуття освіти			
		Всього	У тому числі		
			Лекції	Практичні	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1.					
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ҐРУНТОВОГО МІКРОБІОМУ ТА ЙОГО РОЛЬ У КРУГООБІГУ ЕЛЕМЕНТІВ					
1	Структура та функціональна роль ґрунтового мікробіому в агроекосистемах	12	2	2	8
2	Біологічна фіксація азоту	12	2	2	8
3	Процеси мобілізації фосфору, калію та мікроелементів мікроорганізмами	12	2	2	8
4	Ризосферні взаємодії та функціонування мікоризних асоціацій	12	2	2	8
5	Вплив антропогенних факторів та систем обробітку ґрунту на ґрунтовий мікробіом	12	2	2	8
Разом за змістовим модулем 1		**60**	**10**	**10**	**40**
МОДУЛЬ 2.					
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ТА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН					
6	Характеристика та класифікація сучасних мікробних препаратів для рослинництва	12	2	2	8
7	Методологічні основи оцінки стану та біологічної активності ґрунтового мікробіому	12	2	2	8
8	Технологічні регламенти застосування біопрепаратів та умови їх ефективності	12	2	2	8
9	Інтеграція мікробіологічних підходів у сучасні системи удобрення та живлення сільськогосподарських культур	12	2	2	8
10	Економічна та енергетична оцінка ефективності використання мікробних препаратів	12	2	2	8
Разом за змістовим модулем 2		**60**	**10**	**10**	**40**
Усього годин за дисципліну		**120**	**20**	**20**	**80**

7. Призначення навчальної дисципліни

Призначення навчальної дисципліни «Значення мікроорганізмів в оптимізації живлення рослин в агроекосистемах» полягає у формуванні у здобувачів цілісного розуміння ролі мікроорганізмів як ключових регуляторів біологічної доступності поживних елементів, підтримання родючості ґрунтів та продуктивності агроекосистем. Дисципліна покликана забезпечити студентів знаннями та практичними інструментами, необхідними для впровадження екологічно безпечних і ресурсоефективних біотехнологій живлення рослин, що дозволяють підвищувати ефективність використання добрив, зменшувати антропогенне навантаження на довкілля та оптимізувати агровиробництво на засадах сталості й наукової обґрунтованості.

8. План вивчення дисципліни

№п/п	Тема	Форми навчання	Методи навчання
1	Структура та функціональна роль ґрунтового мікробіому в агроекосистемах	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
2	Біологічна фіксація азоту	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу.
3	Процеси мобілізації фосфору, калію та мікроелементів мікроорганізмами	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
4	Ризосферні взаємодії та функціонування мікоризних асоціацій	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу.

5	Вплив антропогенних факторів та систем обробітку ґрунту на ґрунтовий мікробіом	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
6	Характеристика та класифікація сучасних мікробних препаратів для рослинництва	Лекція, практичне заняття, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
7	Методологічні основи оцінки стану та біологічної активності ґрунтового мікробіому	Лекція, практичне заняття, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод;
8	Технологічні регламенти застосування біопрепаратів та умови їх ефективності	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу.
9	Інтеграція мікробіологічних підходів у сучасні системи удобрення та живлення сільськогосподарських культур	Лекція, практичне заняття, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод.
10	Економічна та енергетична оцінка ефективності використання мікробних препаратів	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.

9. Форми і методи навчання

Програма курсу передбачає навчання у формі лекцій, практичних (семінарських) занять, самостійної роботи аспірантів та отримання консультацій у викладача.
Під час лекції викладач розкриває основні теоретичні положення конкретної теми, аналізує і узагальнює їх, що дає можливість аспірантам сприймати і осмислювати вивчений матеріал і робити певні узагальнюючі висновки. Лекційний матеріал подається у вигляді розповіді, пояснення, роз’яснення, бесіди, демонстрації та

ілюстрації з використанням мультимедійного обладнання, плакатів та натуральних предметів.

Практичне заняття – форма навчального заняття, за реалізації якої викладач організує детальний розгляд аспірантами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання аспірантом відповідно сформульованих завдань. Практичне заняття включає не лише здійснення контролю знань, умінь і навичок аспірантів, постановку загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю аспірантів, а і передбачає формування навичок розв'язування ситуаційних задач та здійснення науково-пошукової діяльності, що стосуються тематики згідно навчальної програми.

Мета практичних (семінарських) занять полягає в тому, щоб у вільній, ненав'язливій обстановці, в умовах творчої дискусії, шляхом обміну думок аспіранти під керівництвом викладача змогли поглибити свої знання, отримані на лекціях і в ході самостійної роботи. У ході цих занять здійснюється проведення поточного модульного контролю засвоєння аспірантами теоретичного та практичного матеріалу.

Зміст практичних (семінарських) занять:

– розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком контрольних питань по відповідних темах лекційних занять;

– розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком питань для самостійного опрацювання;

– проведення семінарів з публічними виступами, підготовленими аспірантами самостійно за рекомендованою тематикою (у вигляді конференцій, форумів, круглих столів, тощо);

– виконання поточних і залікових контрольних робіт;

– проведення модульного контролю засвоєння теоретичного матеріалу;

– проведення консультацій з дисципліни.

При проведенні аудиторних занять використовують такі методи, як: словесний; практичний; пояснювально-ілюстративний; дослідницький, проблемного викладу, тощо.

10. Самостійна робота аспірантів

Самостійна робота аспіранта передбачає більш глибоке вивчення теоретичного і практичного матеріалу тематики курсу з метою оволодіння додатковими знаннями, навичками і уміннями. Вона сприяє розвитку таких якостей як самостійність мислення, організованість і цілеспрямованість. Самостійна робота аспіранта є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Зміст самостійної роботи визначається завданнями та вказівками викладача. Самостійна робота аспіранта над засвоєнням навчального

матеріалу може виконуватися в лабораторіях, бібліотеках, навчальних кабінетах, аудиторіях, а також у домашніх умовах.

Самостійна робота аспірантів передбачає вивчення програмного матеріалу з використанням рекомендованої літератури. Самостійна робота сприяє поглибленому вивченню основного матеріалу, а також опрацювання тем та розділів, що винесені на самостійну підготовку.

Суттєве значення в системі контролю знань аспірантів має ступінь засвоєння тієї частини навчального матеріалу, яка запропонована для самостійного опрацювання.

На самостійну роботу робочим планом передбачено 80 годин, що складає 66,7 % усього відведеного для вивчення дисципліни часу.

Теми, що винесені на самостійне вивчення

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структура та функціональна роль ґрунтового мікробіому в агроекосистемах	8
2	Біологічна фіксація азоту	8
3	Процеси мобілізації фосфору, калію та мікроелементів мікроорганізмами	8
4	Ризосферні взаємодії та функціонування мікоризних асоціацій	8
5	Вплив антропогенних факторів та систем обробітку ґрунту на ґрунтовий мікробіом	8
6	Характеристика та класифікація сучасних мікробних препаратів для рослинництва	8
7	Методологічні основи оцінки стану та біологічної активності ґрунтового мікробіому	8
8	Технологічні регламенти застосування біопрепаратів та умови їх ефективності	8
9	Інтеграція мікробіологічних підходів у сучасні системи удобрення та живлення сільськогосподарських культур	8
10	Економічна та енергетична оцінка ефективності використання мікробних препаратів	8
	Разом	**80**

11. Контроль

Поточний контроль проводиться шляхом спілкування з аспірантами під час практичних занять та консультацій, опитування та тестування, і має на меті перевірку рівня підготовленості аспіранта до виконання конкретної роботи.

Загальні оцінки за усну відповідь, звіти за практичні роботи по кожному модулю виводяться як відношення суми зароблених балів по кожному виду робіт до кількості робіт кожного виду.

Бали, набрані аспірантом під час поточного контролю, дораховуються до балів за практичні роботи, доповіді та модульні контрольні роботи і отримуються модульні оцінки за відповідні модулі.

Семестровий контроль за результатами вивчення дисципліни проводиться в останній атестаційний тиждень семестру (сесію). Аспіранти, які повністю виконали навчальний план і позитивно атестовані з дисципліни за результатами поточного та модульного контролів (набрали більше 60 балів), отримують залік автоматично, можуть не складати залік і залишити набрану кількість балів, як підсумкову оцінку.

У випадку, якщо аспірант не набрав достатню кількість балів (менше 60 балів), він відповідає на залікові питання. Залікові питання знаходяться в пакеті документів на дисципліну.

Аспірант може отримати більше ніж 90 балів за семестр при умові отримання додаткових балів (участі у конференціях і публікації наукових робіт).

Для ефективної перевірки рівня засвоєння студентами знань, умінь і навичок з навчальної дисципліни використовують різні методи і форми контролю:

1) метод усного контролю: основне запитання, додаткові, допоміжні; запитання у вигляді проблеми; індивідуальне, фронтальне опитування і комбіноване;

2) метод письмового контролю;

3) метод тестового контролю;

4) метод графічного контролю;

5) метод програмованого контролю.

Розподіл балів

Поточний контроль за модулями

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю		Кількість балів
Змістовий модуль 1. Теоретико-методологічні основи функціонування ґрунтового мікробіому та його роль у кругообігу елементів.		0-45
1	Оформлення матеріалу практичного завдання.	0-20
2	Доповідь (реферат або презентація результатів СРС).	0-10
3	Усна відповідь (на практичних заняттях по темах 1–5).	0-15
Змістовий модуль 2. Практичні аспекти застосування біопрепаратів та екологізації живлення рослин		0-45
1	Оформлення матеріалу практичного завдання.	0-20
2	Доповідь (реферат або презентація результатів СРС).	0-10
3	Усна відповідь (на практичних заняттях по темах 6–10).	0-15
	Кількість балів за поточний контроль	0-90

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
66-74	D	задовільно	
60-65	E		
0-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

13. Політика навчального курсу

Політика навчального курсу передбачає дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти та обов’язкове врахування інтелектуальної власності, що передбачає:

– самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

– посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;

– дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;

– надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

14. Рекомендована література

Базова

1. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / За ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
2. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / За ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграр. наука, 2010. 464 с.
3. Biofertilizer Manual / FNCA Biofertilizer Project Group. Tokyo: Japan Atomic Industrial Forum, 2006. 330 с.
4. Principles and applications of soil microbiology / ed. by Terry J. Gentry, Jeffry J. Fuhrmann, David A. Zuberer. 3rd ed. London; San Diego: Academic Press, 2021. 712 p.

Додаткова

1. Козар С. Ф., Білоконська О. М., Кравченко Н. О. Біосинтез фітогормонів та вірулентність *Azotobacter chroococcum* 2.1 — інокулянта *Cucumis sativus* L. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2022. Вип. 35. С. 17–27.
2. Козар С. Ф., Білоконська О. М. Вплив *Azotobacter chroococcum* IMB B-7836 сумісно з полісахаридно-білковим комплексом на урожайність огірка. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 79–84.
3. Халеп Ю. М., Козар С. Ф. Економічна та енергетична ефективність комплексної бактеризації при вирощуванні сої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. Чернігів : ІСМАВ НААН, 2016. Вип. 23. С. 24–29.
4. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія. Київ: Арістей, 2006. 282 с.
5. Зубець М.В. та ін. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і Західного регіону України / За ред. М. В. Зубця. Київ: Урожай, 2004. 560 с.

Інформаційні ресурси

1. http://www.nbuv.gov.ua/ – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського
2. https://link.springer.com/ – база даних журналів, книг, довідкових матеріалів.
3. http://naas.gov.ua/ – Національна академія аграрних наук України
4. http://www.nas.gov.ua/UA/Pages/default.aspx - Національна академія наук України
5. https://smic.in.ua/index.php/journal – міжвідомчий тематичний науковий збірник «Сільськогосподарська мікробіологія».