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
«РОСЛИННО-МІКРОБНІ ВЗАЄМОДІЇ»

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 – 2025 рік

1. Розробник

Надкернична Олена Володимирівна – завідувачка лабораторії рослинно-мікробних взаємодій, доктор біологічних наук, професор, h-index – 2 (Scopus), ORCID 0000-0001-7542-528X

Контакти: тел. +38(096) 229-14-59

Бібліометричні профілі та сторінки:
https://orcid.org/0000-0001-7542-528X
https://scholar.google.com/citations?user=DHoqh_oAAAAJ&hl=en
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26536462500

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

Назва дисципліни: Рослинно-мікробні взаємодії
Кількість кредитів: 4 кредити ЄКТС

3. Час і місце проведення навчальної дисципліни

Час проведення аудиторних занять: вівторок, друга пара (9.40 - 11.00)
Місце проведення: корпус № 3, кім. №19 / On-Line

4. Передреквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Prerequisite: вивчення дисципліни розширює знання і навички, отримані в процесі вивчення курсу «Наукові основи сучасного аграрного виробництва». Зміст курсу «Рослинно-мікробні взаємодії» побудовано на основі сучасних уявлень про закономірності просторової, таксономічної і функціональної структури рослинно-мікробних угруповань кореневої зони рослин, функціонування надорганізмових гінетичних систем симбіозу, специфічність симбіотичних відносин мікро- і макроорганізмів, особливості мікроорганізмів, що здатні до ендофітії, їх роль у забезпеченні рослини макро- і мікроелементами, поліпшенні живлення, продукуванні біологічно активних речовин, що стимулюють ріст і розвиток рослин.

Postrequisite: в процесі вивчення курсу «Рослинно-мікробні взаємодії» аспіранти поглиблюють знання про закономірності просторової, таксономічної і функціональної структури рослинно-мікробних угруповань кореневої зони рослин та процеси, які лежать в основі рослинно-мікробних взаємодій.

5. Мета, завдання, зміст вивчення дисципліни

Мета навчальної дисципліни – формування у аспірантів знань та вмінь у галузі сільськогосподарської мікробіології, а саме: уявлень про просторову, таксономічну і функціональну структуру рослинно-мікробних угруповань кореневої зони рослин, процеси, які лежать в основі рослинно-мікробних

взаємодій, поширення діазотрофів у ґрунті, формування ефективних рослинно-мікробних симбіотичних та асоціативних систем, морфологічну та біохімічну диференціацію клітин партнерів симбіозу, функціонування надорганізмових гінетичних систем симбіозу, специфічність симбіотичних відносин мікро- і макроорганізмів, особливості мікроорганізмів, що здатні до ендофітії, їх фізіологія та систематика, роль ендофітів у забезпеченні рослини макро- і мікроелементами, поліпшенні живлення, продукуванні біологічно активних речовин, що стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищенні стійкості рослин до дії патогенів.

Завданням вивчення дисципліни «Рослинно-мікробні взаємодії» є:

– з'ясувати закономірності формування і ефективного функціонування рослинно-мікробних симбіотичних та асоціативних систем;

– засвоїти принципи аналітичної селекції симбіотичних та асоціативних діазотрофів, їх систематики;

– засвоїти особливості протікання обміну речовин та основних біохімічних процесів при рослинно-мікробних взаємодіях;

– з'ясувати особливості процесів, які лежать в основі рослинно-мікробних взаємодій;

– з'ясувати взаємодію діазотрофів з рослинами як один з основних механізмів регулювання кругообігу азоту в біосфері.

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 «Рослинно-мікробні взаємодії»:

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.

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 проекти в агрономії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, 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 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 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. В результаті засвоєння матеріалу, передбаченого програмою, аспірант (здобувач) зі спеціальності агрономія отримає такі знання:

– методи наукових мікологічних досліджень на рівні доктора філософії;

– закономірності формування і ефективного функціонування рослинно-мікробних симбіотичних та асоціативних систем;

– просторову, таксономічну і функціональну структуру рослинно-мікробних угруповань кореневої зони рослин;

– принципи створення ефективних симбіозів бульбочкових бактерій з бобовими культурами та асоціацій діазотрофів з небобовими рослинами;

– критерії відбору ефективних штамів діазотрофів, які сприяють росту і розвитку рослин;

– мати уявлення про процеси, які лежать в основі рослинно-мікробних взаємодій.

4. В результаті засвоєння матеріалу, передбаченого програмою, аспірант (здобувач) зі спеціальності агрономія буде уміти:

– використовувати методи наукових досліджень для обґрунтування окремих аспектів наукового ведення аграрного виробництва;

– виявляти та вирішувати наукові завдання та проблеми у сфері аграрного виробництва;

– працювати з культурами діазотрофів;

– здійснювати процес аналітичної селекції і культивування ізолятів діазотрофів;

– володіти основами мікроскопії;

– проводити біотестування здатності діазотрофів продукувати біологічно активні сполуки;

– проводити моніторинг азотфіксувального угруповання кореневої зони рослин;

– володіти ацетилен-етиленовим методом вивчення здатності діазотрофів до азотфіксації.

5. В результаті засвоєння матеріалу, передбаченого програмою, аспірант (здобувач) зі спеціальності агрономія отримає такі навички:

– здійснювати виділення, культивування та облік азотфіксувальних мікроорганізмів;

– застосовувати принципи аналітичної селекції симбіотичних та асоціативних діазотрофів;

– здійснювати культивування ізолятів бактерій на поживних середовищах;

– здійснювати диференційний моніторинг нітрогеназної активності в кореневій зоні культурних рослин та чистих культурах ізолятів діазотрофів.

6. Творча діяльність забезпечує здатність планувати аспірантом (здобувачем) науково-дослідну да науково-теоретичну роботу.

6. Характеристика навчальної дисципліни

Анотація курсу. Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні закономірності просторової, таксономічної і функціональної структури рослинно-мікробних угруповань кореневої зони рослин, функціонування надорганізмових гінетичних систем симбіозу, специфічність симбіотичних відносин мікро- і макроорганізмів, особливості мікроорганізмів, що здатні до ендофітії, їх роль у забезпеченні рослини макро- і мікроелементами, поліпшенні живлення, продукуванні біологічно активних речовин, що стимулюють ріст і розвиток рослин. Зміст курсу "Рослинно-мікробні взаємодії" побудовано на основі сучасних уявлень про роль і функції мікроорганізмів у формуванні симбіотичних і асоціативних рослинно-мікробних систем. Система отриманих на цій основі знань має забезпечити формування чітких і

обґрунтованих уявлень про основні закономірності просторової, таксономічної і функціональної структури рослинно-мікробних угруповань кореневої зони рослин та процеси, які лежать в основі рослинно-мікробних взаємодій. Обов'язковою умовою викладання дисципліни є проведення лабораторного практикуму із застосуванням сучасних науково-методичних підходів для закріплення теоретичних знань та розвитку практичних умінь і навичок.

Короткий зміст дисципліни і план її реалізації

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ЗАГАЛЬНІ АСПЕКТИ РОСЛИННО-МІКРОБНОЇ ВЗАЄМОДІЇ.

Тема 1. Вступ. Коренева зона рослин як екологічна ніша існування мікроорганізмів. Біорізноманіття ризосферних мікроорганізмів. Просторова, таксономічна і функціональна структура рослинно-мікробних угруповань кореневої зони рослин.

Тема 2. Процес азотфіксації в кореневій зоні рослин та його екологічна роль. Дослідження активності процесу азотфіксації. Взаємодія діазотрофів з рослинами як один з основних механізмів регулювання кругообігу азоту в біосфері. Поширення діазотрофів у ґрунті. Моніторинг азотфіксувального угруповання кореневої зони рослин. Аналітична селекція діазотрофів.

Тема 3. Вплив генотипу макросимбіонту на формування і функціонування асоціативного комплексу діазотроф-небобова рослина. Азотфіксувальний потенціал небобових рослин. Генетична детермінація небобовими рослинами азотфіксувального комплексу з ризосфорними діазотрофами. Міжсортова та внутрішньо сортова мінливість рослин за здатністю до асоціативної азотфіксації.

Тема 4. Явище ендофітії діазотрофів. Рослинні тканини – екологічна ніша існування ендофітних діазотрофів. Використання діазотрофі, здатних до ендофітії, формування ефективних рослинно-мікробних асоціативних систем.

Тема 5. Явище паранодуляції. Спонтанне утворення парабульбочок на коренях небобових рослин. Штучне формування азотфіксувального симбіозу: диазотроф-небобова рослина. Явище паранодуляції на рослинах шовковиці. Хімічні фактори нодуляції. Біотичні нодуляційні агенти. Штучне формування азотфіксувального симбіозу у небобових рослин.

Тема 6. Інтродукція діазотрофів у кореневу зону рослин – перспективний шлях підвищення продуктивності агробіоценозів Процес адаптації інтродукованих діазотрофів до умов кореневої зони рослин. Синтез ризосферними діазотрофами фітогормональних речовин. Вплив ризосферних діазотрофів на процес фотосинтезу у рослин. Антагонізм діазотрофів щодо фітопатогенних мікроорганізмів та їх здатність підвищувати імунний статус рослин.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МІКРОБНО-РОСЛИННІ СИМБІОЗИ І АСОЦІАЦІЇ

Тема 7. Азотфіксувальні мікробно-рослинні симбіози. Симбіози бобових рослин і ризобій. Морфологічна та біохімічна диференціація клітин партнерів симбіозу. Функціонування надорганізмових гінетичних систем симбіозу. Специфічність симбіотичних відносин мікро- і макроорганізмів. Факультативність симбіозів ризобій і бобових рослин. Аналітична селекція ризобій.

Тема 8. Симбіози грибів і рослин (мікориза). Гриби-мікоризоутворювачи, їх особливості. Упізнавання партнерів симбіозу, обмін сигналами та формування мікоризи. Види мікоризи. Просторові структури мікоризи. Особливості формування і функціонування різних видів мікоризи.

Тема 9. Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини. Фітогормональний вплив ризосферних грибів на рослини. Ґрунтові гриби - продуценти фітотоксичних сполук. Хімічна природа фітотоксичних сполук. Особливості дії фітотоксинів на рослину.

Тема 10. Потрійні симбіози: рослина-мікоризний гриб-діазотроф Симбіози бобових рослин з мікоризними грибами і ризобіями. Особливості формування симбіозів рослин з ґрунтовими сапротрофними грибами і діазотрофами. Біологічна роль потрійних симбіозів: рослина-мікоризний гриб-діазотроф**.**

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. ЗАГАЛЬНІ АСПЕКТИ РОСЛИННО-МІКРОБНОЇ ВЗАЄМОДІЇ					
1	Коренева зона рослин як екологічна ніша існування мікроорганізмів.	12	2	2	8
2	Процес азотфіксації в кореневій зоні рослин та його екологічна роль.	12	2	2	8
3	Вплив генотипу макросимбіонту на формування і функціонування асоціативного комплексу діазотроф-небобова рослина.	12	2	2	8
4	Явище ендофітії діазотрофів.	12	2	2	8
5	Явище паранодуляції.	12	2	2	8
6	Інтродукція діазотрофів у кореневу зону рослин – перспективний шлях підвищення продуктивності агробіоценозів	12	2	2	8

Разом за змістовим модулем 1		**72**	**12**	**12**	**48**
МОДУЛЬ 2.					
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Мікробно-рослинні симбіози і асоціації					
7	Азотфіксувальні мікробно-рослинні симбіози.	12	2	2	8
8	Симбіози грибів і рослин (мікориза).	12	2	2	8
9	Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини.	12	2	2	8
10	Потрійні симбіози: рослина-мікоризний гриб-діазотроф	12	2	2	8
Разом за змістовим модулем 2		**48**	**8**	**8**	**32**
Усього годин за дисципліну		**120**	**20**	**20**	**80**

7. Призначення навчальної дисципліни

Дисципліну: «Рослинно-мікробні взаємодії» потрібно вивчати під час здобуття третього (освітньо-наукового) рівня освіти зі спеціальності 201 – «Агрономія» для формування науково-професійного рівня та підготовки дисертаційної роботи.

Після завершення засвоєння змісту даної дисципліни аспіранти набудуть таких компетенцій, як: здатність до абстрактного та креативного мислення, аналізу та синтезу; здатність розробляти та управляти науковими проектами, ініціювати організацію досліджень в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності з урахуванням фінансування науково-дослідницьких робіт; здатність комплексно та системно підходити до проведення наукових досліджень на рівні доктора філософії; здатність до комплексності проведення досліджень у галузі агропромислового виробництва та агрономії; вміння володіти інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку світових і вітчизняних технологій вирощування сільськогосподарських культур; 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, тощо.

8. План вивчення дисципліни

№п/п	**Тема**	**Форми навчання**	**Методи навчання**
1	Коренева зона рослин як екологічна ніша існування мікроорганізмів.	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
2	Процес азотфіксації в кореневій зоні рослин та його екологічна роль.	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей.	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
3	Вплив генотипу	Лекція, практичне заняття, робота з	Словесний метод;

	макросимбіонту на формування і функціонування асоціативного комплексу діазотроф-небобова рослина.	навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
4	Явище ендофітії діазотрофів.	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу.
5	Явище паранодуляції.	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу.
6	Інтродукція діазотрофів у кореневу зону рослин – перспективний шлях підвищення продуктивності агробіоценозів	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
7	Азотфіксувальні мікробно-рослинні симбіози.	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
8	Симбіози грибів і рослин (мікориза).	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу.
9	Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини.	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу.
10	Потрійні симбіози: рослина-мікоризний гриб-діазотроф	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу.

9. Форми і методи навчання

Програма курсу передбачає навчання у формі лекцій, практичних (семінарських) занять, самостійної роботи аспірантів та отримання консультацій у викладача.

На лекції викладач усно розкриває основні теоретичні положення конкретної теми, аналізує і узагальнює їх, що дає можливість аспірантам сприймати і осмислювати вивчений матеріал і приходити до певних узагальнюючих висновків. 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, при якій 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 тільки проведення попереднього 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. Також на практичних заняттях здійснюється оцінювання знань аспірантів.

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. В 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 відповідним темам 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 метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод, метод проблемного викладу, тощо.

10. Самостійна робота аспірантів

Самостійна робота аспіранта передбачає більш глибоке вивчення теоретичного і практичного матеріалу тематики курсу з метою оволодіння додатковими різнобічними 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 виконуватись 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% усього відведеного для вивчення дисципліни часу.

Теми винесені на самостійне вивчення

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (д/з)
1	2	3
1	Відмінності прокаріот від еукаріот. Особливості будови клітини прокаріот. Хімічний склад клітин прокаріот та еукаріот.	8
2	Біогеохімічна діяльність мікроорганізмів, участь ґрунтових мікроорганізмів у кругообігу речовин у природі. Кругообіг вуглецю, нітрогену, фосфору. Нітроген і фосфор як фактори, що лімітують продукцію біомаси рослин.	8
3	Вплив екологічних факторів на розвиток мікроорганізмів у ґрунті. Типи взаємовідносин між мікроорганізмами.	8
4	Мікробіологічна трансформація сполук фосфору в ґрунті та мікроорганізми, що її здійснюють.	8
5	Процеси амоніфікації, нітрифікації, денітрифікації в ґрунті. Мікроорганізми, що їх здійснюють	8
6	Типи живлення ґрунтових мікроорганізмів. Пластичність метаболізму.	8
7	Фізіологічні особливості ґрунтових мікроорганізмів. Катаболізм і біосинтез у мікроорганізмів.	8
8	Енергетичний метаболізм у мікроорганізмів.	8
9	Сучасні напрями в систематиці бактерій. Генетичні особливості мікроорганізмів. Генотип, фенотип.	8
10	Плазміди бактерій і їх біологічна роль. Генетична рекомбінація у мікроорганізмів. Трансформація. Кон'югація. Мутації мікроорганізмів.	8
	Разом	**80**

11. Контроль

При оцінюванні навчальної діяльності аспірантів перевага надається стандартизованим методам контролю: тестуванню, виконанню завдань, структурованим письмовим роботам, структурованому за процедурою контролю практичних навичок в реальних умовах.

Бали, набрані аспірантом під час поточного контролю, дораховуються до балів модульної оцінки.

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), можуть за бажанням отримати залік автоматично. У випадку недостатньої кількості балів, аспірант складає залік. Залікові питання знаходяться в пакеті документів на дисципліну.

Розподіл балів

Поточний контроль за модулями

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю		Кількість балів
Змістовий модуль 1. Загальні аспекти рослинно-мікробної взаємодії		0-30
1	Оформлення матеріалу практичного завдання	0-10
2	Виконання поточних тестових завдань за темою	0-20
Змістовий модуль 2. Мікробно-рослинні симбіози і асоціації		0-30
1	Оформлення матеріалу практичного завдання	0-10
2	Виконання поточних тестових завдань за темою	0-20

Модульний контроль

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю		Кількість балів
Змістовий модуль 1. Загальні аспекти рослинно-мікробної взаємодії		0-30
1	Теоретичне питання	0-10
2	Практичне завдання	0-10
3	Результат поточного контролю	0-10
Змістовий модуль 2. Мікробно-рослинні симбіози і асоціації		0-30
1	Теоретичне питання	0-10
2	Практичне завдання	0-10
3	Результат поточного контролю	0-10
Залік		0-40

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

12. Політика навчального курсу

Політика навчального курсу передбачає дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти, 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.

13. Рекомендована література

Базова

1. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: Навчальний посібник. Київ: Арістей, 2006. 284 с.
2. Taylor D.J., Green N.P.O., Stout G.W. Biological Science 1&2. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 992 p.
3. Надкернична О.В., Толмакова Л.М., Мельничук Т.М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / За ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграр. наука, 2010. 464 с.
4. Швартау В.В., Зозуля О.Л., Михальська Л.М., Санін О.Ю. Фузаріози культурних росли. Київ: Логос, 2016. 164 с.

Додаткова

5. Драговоз І.В., Копилов Є.П., Йовенко А.С. Метаболіти гриба *Chaetomium cochliodes* Palliser з фітостимулювальною та протекторною активністю. *Мікробіологічний журнал*. 2018. Т.80, №1. С. 34–45.
6. Кислинська А.С. Вплив ґрунтового сапротрофного гриба *Chaetomium cochliodes* Palliser на фотосинтетичну активність гречки посівної. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 26. С. 13–16.
7. Кислинська А.С. Полігалактуроназна активність *Chaetomium cochliodes*. Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: матеріали XIII наукової конференції молодих вчених (м. Чернігів, 24-25 жовтня 2018 р.). Чернігів, 2018. С. 156–159.
8. Копилов Є.П., Кислинська А.С. Формування мікоценозу кореневої зони гречки посівної за дії сапротрофного гриба *Chaetomium cochliodes*. *Вісник Уманського Національного університету садівництва*. 2017. №2. С. 90–93.
9. Копилов Є.П., Надкерничний С.П., Маклюк О.І., Мельник А.І., Усманова Г.О. Вплив гриба *Chaetomium cochliodes* Palliser – біоагенту препарату Хетомік на поглинання рослинами пшениці ярої поживних елементів із ґрунту. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2010. Вип. 73. С. 73–78.
10. Копилов Є.П., Мамчур О.Є., Стрекалов В. М. Діазотрофи роду *Azospirillum* як ендофіти рослин пшениці ярої. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія Біологія. 2009. Вип. 25. С. 13–18.

11. Копилов Є.П., Йовенко А.С. Азотфіксувальне мікробне угруповання кореневої зони та продуктивність гречки за впливу гриба *Chaetomium cochliodes*. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 3. С. 125–130.
12. Надкернична О.В. Здатність діазотрофів до формування асоціативних систем з рослинами озимого жита. *Агроекологічний журнал*. 2003. №3. С. 17–20.
13. Надкернична О.В., Воробей Ю. О., Шаховніна О.О., Ушакова М. А., Леонов Ю.О. Створення ефективних асоціацій «пшениця яра – діазотрофи роду *Azospirillum*». *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2009. Вип. 8. С. 71–80.
14. Патика В.П., Надкернична О.В., Шаховніна О.О. Вплив *Azospirillum brasilense* 10/1 на асоціативну азотфіксацію і внутрішньосортовий поліморфізм тритикале ярого. *Мікробіологічний журнал*. 2015. Т. 77, № 5. С. 29–36.
15. Патика В.П., Коць С. Я., Волкогон В.В., Шерстобоєва О.В., Мельничук Т.М., Калініченко А. В., Гриник І. В. Біологічний азот: монографія / за ред. В. П. Патики. К.: Світ, 2003. 424 с.
16. Bashan Y., de-Bashan L.E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth – a critical assessment. *Advances in Agronomy*. 2010. Vol. 108. P. 77–136.
17. Bashan Y., Holguin G., de-Bashan L.E. *Azospirillum*–plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003). *Canadian Journal of Microbiology*. 2004. Vol. 50, № 8. P. 521–577.
18. Cassan F., Maiale S., Masciarelli O., Vidal A., Luna V., Ruiz O. Cadaverine production by *Azospirillum brasilense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. *European Journal of Soil Biology*. 2009. № 45. P. 12–19.
19. Kharwar R. N., Verma V. C., Strobel G., Ezra D. The endophytic fungal complex of Catharanthus roseus (L.) G. Don. *Current science*. 2008. Vol. 95, № 2 P. 228–233.
20. Kopilov E., Kyslynska A., Nadkernychna O., Tsekhmister H. Formation and functioning of *Chaetomium cochliodes*/*Fagopyrum esculentum* endophytic association. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020. Vol. 10, № 2. P. 190–196.
21. Gorban V., Nadkernychna O., Tsekhmister H., Kopylov Ye., Kyslynska A. The influence of soil fungus *Gliocladium* sp. on white lupine/*Bradyrhizobium lupine* symbiotic system. *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula Biologie*. 2022. Vol. XXIX, Is. 2. P. 133–139.
22. Копилов, Є. П., Шаховніна, О. О., Надкернична, О. В., Новікова, Т. П., Тарасов, В. В. Мікроміцети кореневої зони рослин сої культурної та їхня функціональна дія на рослини. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2022. Вип. 36. С. 13–27. https://doi.org/10.35868/1997-3004.36.13-27

Інформаційні ресурси

1. http://www.nbuv.gov.ua/ – Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського

2. http://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