

Національна академія аграрних наук України

ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ ТА
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Відділ сільськогосподарської мікробіології

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інституту сільськогосподарської
мікробіології та агропромислового
виробництва НААН

протокол № 6

від "10" серпня 2020 р.

Голова вченої ради ІСМАВ НААН,
директор ІСМАВ НААН



А.М. Москаленко

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
РОСЛИННО-МІКРОБНІ ВЗАЄМОДІЇ**

Рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 201 Агрономія

Курс 2, навчальний семестр 3, 4

Навчальний рік 2020 - 2021

Кількість кредитів ЄКТС 4

Чернігів – 2020 рік

1 Розробник

Надкернична Олена Володимирівна – завідувачка лабораторії рослинно-мікробних взаємодій ІСМАВ НААН, доктор біологічних наук, професор, h-index – 1 (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.ru/citations?user=DHoqh_oAAAAJ&hl=ru

<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
На вивчення дисципліни **відводиться** 4 кредити.

3 Час і місце проведення навчальної дисципліни

Час проведення аудиторних занять: четвер, перша пара (8.30 - 9.50)

Місце проведення: Головний корпус, мала актовна зала

4 Передреквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Prerequisite: вивчення дисципліни розширює знання і навички, отримані в процесі вивчення курсу "Наукові основи сучасного аграрного виробництва" та "Застосування мікробних препаратів в рослинництві". 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 ендосимбіозу, 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 надорганізованих генетичних систем симбіозу, специфічність симбіотичних відносин мікро- і макроорганізмів, особливості мікроорганізмів, що здатні до ендодіазототрофії, їх фізіологія та систематика, роль ендодіазототрофів у забезпеченні рослин 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 3. Креативність, здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 4. Здатність приймати обґрунтовані рішення, планувати і здійснювати комплексні дослідження на сучасному рівні з використанням новітніх інформаційних і комунікаційних технологій на основі цілісного системного наукового світогляду з використанням знань в області історії і філософії науки.
- ЗК 8. Здатність здійснювати науково-дослідну та науково-виробничу діяльність, зберігаючи природне та культурне надбання.
- ЗК 10. Здатність до критичного аналізу та оцінювання сучасних наукових досягнень при вирішенні дослідницьких і практичних завдань, у тому числі в міждисциплінарних областях.
- ЗК 11. Здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї.

Фахові компетентності

- ФК 4. Комплексність у проведенні критичного аналізу різних інформаційних джерел, авторських методик, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі агропромислового виробництва, агрономії і сільськогосподарської мікробіології.
- ФК 6. Здатність створювати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях.
- ФК 7. 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 8. Здатність до вибору конкретних модифікацій і методів досліджень, раціональної методики польових і лабораторних досліджень та оцінки необхідної точності вимірювань і якості кінцевих результатів.
- ФК 10. Вміння розробляти систему експериментальних досліджень для практичного підтвердження теоретичних допущень та реалізувати її у агротехнологічному процесі.
- ФК 11. Знання і дотримання норм наукової етики і академічної доброчесності.
- ФК 12. Компетентність у володінні теоретичними основами управління мікробіологічними процесами у ґрунті.
- ФК 13. 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:

- ПРН 7. Ініціювати, організувати та проводити комплексні дослідження, а також впроваджувати результати досліджень у виробництво.
- ПРН 8. Нести відповідальність за новизну наукових досліджень та прийняття експертних рішень, мотивувати співробітників та рухатися до спільної мети.
- ПРН 9. Уміти проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових наукових положень та ідей.
- ПРН 10. Генерувати власні ідеї та приймати обґрунтовані рішення.
- ПРН 15. Мати ґрунтовні знання предметної області та розуміння професії, знання праць провідних вітчизняних та зарубіжних вчених, фундаментальні праці у галузі дослідження, формулювати мету

власного наукового дослідження як складову загально-цивілізаційного процесу.

- ПРН 17. Мати здатність діяти соціально свідомо і відповідально на основі етичних мотивів, приймати обґрунтовані рішення, саморозвиватися і самовдосконалюватися.
- ПРН 19. Здійснювати організацію досліджень відповідно до вимог безпеки життєдіяльності і охорони праці.
- ПРН 23. Знати закономірності розповсюдження, життєдіяльності, фізіологічних особливостей мікроорганізмів у ґрунті, їх взаємозв'язків у мікробних угрупованнях, а також з рослинами. Вміти здійснювати селекцію корисних мікроорганізмів, встановлювати видову належність мікроорганізмів, їх номенклатурну назву та функціональні особливості; володіти методами кількісного обліку та визначення складу мікробіоти ґрунтів, навичками підготовки мікробіологічних аналізів та оброблення результатів.
- ПРН 24. 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, створення ефективних рослинно-мікробних симбіозів та асоціацій.

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 вміти:

- 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 та 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 ендofітії, 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 ризосферними діазотрофами. Міжсортова та внутрішньо сортова мінливість рослин за здатністю до асоціативної азотфіксації.

Тема 4. Явище ендодіазотрофії діазотрофів.

Рослинні тканини – екологічна ніша існування ендодіазотрофів. Використання діазотрофі, здатних до ендодіазотрофії, формування ефективних рослинно-мікробних асоціативних систем.

Тема 5. Явище паранодуляції.

Спонтанне утворення паранодульбок на коренях небобових рослин. Штучне формування азотфіксувального симбіозу: діазотроф-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 надорганізованих генетичних 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-мікоризоутворювачі, 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/заочної форми навчання							
		Всього		У тому числі					
				Лекції		Практичні		Самостійна робота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Змістовий модуль 1 Загальні аспекти рослинно-мікробної взаємодії.									
1	Коренева зона рослин як екологічна ніша існування мікроорганізмів.			2		2		8	
2	Процес азотфіксації в кореневій зоні рослин та його екологічна роль.			2		2		8	
3	Вплив генотипу макросимбіонту на формування і функціонування асоціативного комплексу діазотроф-небобова рослина.			2		2		8	
4	Явище ендofітії діазотрофів.			2		2		8	
5	Явище паранодуляції.			2		2		8	
6	Інтродукція діазотрофів у кореневу зону рослин – перспективний шлях підвищення продуктивності агробіоценозів			2		2		8	
Разом за змістовим модулем 1		72		12		12		48	
Змістовий модуль 2. Мікробно-рослинні симбіози і асоціації									
7	Азотфіксувальні мікробно-рослинні симбіози.			2		2		8	
8	Симбіози грибів і рослин (мікориза).			2		2		8	
9	Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини.			2		2		8	

10	Потрійні симбіози: рослина-мікоризний гриб-діазотроф			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 набувають 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 макросимбіонту на формування і функціонування асоціативного комплексу діазотроф-небобова рослина.	Лекція, практичне заняття, робота з навчально-методичною літературою, самостійна робота, оцінювання досягнення компетентностей	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод.
4	Явище ендofітії 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,	Словесний метод; практичний метод; пояснювально-ілюстративний метод;

		оцінювання досягнення компетентностей	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 вміннями. 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 прокариот від еукариот. Особливості будови клітини прокариот. Хімічний склад клітин прокариот та еукариот.	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	Плазмідні бактерій і їх біологічна роль. Генетична рекомбінація у мікроорганізмів. Трансформація. Кон'югація. Мутації мікроорганізмів.	8

Рекомендована література

Базова

1. Іутинська Г.О. Грунтова мікробіологія: Навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. – 284 с.
2. Експериментальна грунтова мікробіологія: монографія / за наук. ред. Волкогона В.В. К.: Аграр. наука, 2010. 464 с.
3. Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениям: монографія / отв. ред. В.В. Игнатов. Москва. Наука, 2005. 262 с.

Додаткова

4. 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.
5. Кислинська А.С. Вплив ґрунтового сапротрофного гриба *Chaetomium cochliodes* Palliser на фотосинтетичну активність гречки посівної. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 26. С. 13–16.
6. Кислинська А.С. Полігалактуропазна 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.
7. 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.
8. 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.
9. Копилов Є.П., Мамчур О.Є., Стрекалов В. М. Діазотрофи роду *Azospirillum* як ендofіти рослин пшениці ярої. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія Біологія. 2009. Вип. 25. С. 13–18.
10. 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.
11. Крипка А.В., Сорочинский Б.В., Гродзинский Д.М. Молекулярные и клеточные аспекты развития арбускулярных микоризных симбиозов и их значение в жизнедеятельности растений. *Цитология и генетика*. 2002. №4. С. 72–81.

12. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н., Тихонович И.А., Ходжайнова Л.Т., Шишкова С.О. Генетика развития растений / Под ред. С. Г. Инге-Вечтомова СПб: Наука, 2000. 539 с.
13. Надкернична О.В. Здатність діазотрофів до формування асоціативних систем з рослинами озимого жита. *Агроекологічний журнал*. 2003. №3. С. 17–20.
14. 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.
15. Патица В.П., Надкернична О.В., Шаховніна О.О. Вплив *Azospirillum brasilense* 10/1 на асоціативну азотфіксацію і внутрішньосортний поліморфізм тритикале ярого. *Мікробіологічний журнал*. 2015. Т. 77, № 5. С. 29–36.
16. Патица В.П., Коць С. Я., Волкогон В.В., Шерстобоева О.В., Мельничук Т.М., Калініченко А. В., Гриник І. В. Біологічний азот: монографія / за ред. В. П. Патики. К.: Світ, 2003. 424 с.
17. Цавкелова Е.А., Александрова А.В., Чердынцева Т.А. и др. Грибы, ассоциированные с корнями орхидей, в условиях оранжереи. *Микология и фитопатология*. 2003. Т. 37, №4. С. 57–63.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. 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.

12 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. Загальна мікологія.		0-30
1	Оформлення матеріалу практичного завдання.	0-10
2	Виконання поточних тестових завдань за темою.	0-20
Змістовий модуль 2. Прикладна мікологія.		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. Загальна мікологія.		0-30
1	Теоретичне питання	0-10
2	Практичне завдання	0-10
3	Результат поточного контролю	0-10
Змістовий модуль 2. Прикладна мікологія.		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

13. 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);
- посилення 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.