

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК  
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ ТА  
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

ВІДДІЛ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор

\_\_\_\_\_ А.М.Москаленко



*серпень* 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
"Роль мікроорганізмів у функціонуванні агроєкосистем"  
**Освітньо-наукова програма «Сільськогосподарська мікробіологія»**

Рівень вищої освіти – *третій (освітньо-науковий)*

Спеціальність 201 „Агрономія”

галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Мова навчання: *українська*

Статус дисципліни: *за вільним вибором*

Форма навчан.	Рік навч.	Сем.	Розподіл годин					Разом	За тиждень		ІНДЗ	Контр.
			Всього ауд.	Лек	Прак	Лаб.	СРС		Ауд.	СРС		
Денна	1	2	20	10	10		40	60	2	2	-	-
	2	3	20	10	10		40	60	2	2	-	3
	Разом			40	20	20		80	120	2	4	

Чернігів – 2020

Робоча програма Роль мікроорганізмів у функціонуванні агроєкосистем  
(назва навчальної дисципліни)

для аспірантів за спеціальністю 201 Агрономія за спеціалізацією:  
сільськогосподарська мікробіологія (20 – Аграрні науки та продовольство)

Розробник: О.В. Надкернична д.б.н., професор, зав. лабораторії рослинно-  
мікробних взаємодій ІСМАВ НААН

Робоча програма затверджена на засіданні вченої ради ІСМАВ НААН

Протокол від “10” серпня 2020 року № 6



Голова

(підпис)

(Москаленко А.М.)

(прізвище та ініціали)

## **Abstract**

Faculty VNT /Course Code - The role of microorganisms in the functioning of  
agroecosystems

2020-2021

### Course Description

The purpose of the course is the forming of postgraduate knowledge and skills in the field of microbiomethods in agriculture technologies, namely: ideas about biology of pathogens; features of pathogens taxonomy; physiology of pathogens; nutrition basics and environmental groups of micromycetes and pathogenic bacteria; features of the processes that underlie the life activity of phytopathogenic fungi; basic principles of interaction between microorganisms in biocenoses; the role of fungi in biosphere caused their effect on pathogenic processes.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство Спеціальність 201 Агрономія	Нормативна
Модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування):	Рік підготовки:
Змістових модулів – 4		1-й – 2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – програмою не передбачено		Семестр
Загальна кількість годин – 120		3-й – 4-й
Тижневих годин: аудиторних – 2; самостійної роботи аспіранта – 2.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: третій (освітньо-науковий) рівень	Лекції
		20 год.
		Практичні, лабораторні
		20 год.
		Самостійна робота
		80 год.
		Індивідуальні завдання
-		
Вид контролю:		
Залік		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить 1:2.

Передумовою для вивчення дисципліни є успішне засвоєння дисциплін:  
 «Сучасні теорії пізнання»,  
 «Методика дослідної справи та організація підготовки дисертаційної роботи»,  
 «Наукові основи сучасного аграрного виробництва».

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни – формування у аспірантів знань та вмінь у галузі сільськогосподарської мікробіології, а саме: уявлень про закономірності поширення, життєдіяльності, фізіологічних особливостей мікроорганізмів у ґрунті, їх взаємозв'язків у мікробних угрупованнях, функціонування мікробіоценозу ґрунтів, впливу екологічних факторів на розвиток мікроорганізмів. Особлива увага приділена взаємодії мікроорганізмів з рослинами та селекції господарсько - цінних штамів, які здатні позитивно впливати на ріст сільськогосподарських рослин і формування урожаю. У програмі висвітлено значення мікроорганізмів як найважливішої складової ґрунтової біоти. Показано біогеохімічну роль ґрунтових мікроорганізмів, їх участь у кругообігу речовин у природі, що полягає як у продукційних, так і у деструкційних процесах, які разом підтримують кругообіг речовин у природі. Відображено життєдіяльність мікроорганізмів як основу формування родючості ґрунту і стабільного функціонування агроєкосистем.

Завдання, які вирішуються в процесі вивчення дисципліни:

1. сформувати знання щодо закономірностей поширення, життєдіяльності, фізіологічних особливостей мікроорганізмів у ґрунті, їх взаємозв'язків у мікробних угрупованнях, функціонування мікробіоценозу ґрунтів, впливу екологічних факторів на розвиток мікроорганізмів;
2. засвоїти принципи взаємодії мікроорганізмів з рослинами та основні етапи селекції господарсько - цінних штамів, які здатні позитивно впливати на ріст сільськогосподарських рослин і формування урожаю;
3. засвоїти біогеохімічну роль ґрунтових мікроорганізмів, їх участь у кругообігу речовин у природі, що полягає як у продукційних, так і у деструкційних процесах, які разом підтримують кругообіг речовин у природі;
4. з'ясувати особливості взаємозв'язків між автотрофними мікроорганізмами, які використовують енергію сонячного світла або хімічних сполук для синтезу органічної речовини із диоксиду вуглецю і гетеротрофними мікроорганізмами, які беруть участь у деструкції рослинних і тваринних решток;
5. з'ясувати взаємодію діазотрофів з рослинами як один з основних механізмів підвищення урожаю сільськогосподарських культур і поліпшення якості отриманої продукції з одночасним поліпшенням стану довкілля.

### **3 Компетентності, які отримують аспіранти після вивчення навчальної дисципліни «Роль мікроорганізмів у функціонуванні агроєкосистем»**

#### **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.

#### **4 Програмні результати навчання**

- ПРН 7. Ініціювати, організовувати 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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни дисертант повинен:

- **знати:** закономірності поширення, життєдіяльності, фізіологічних особливостей мікроорганізмів у ґрунті, їх взаємозв'язків у мікробних угрупованнях, функціонування мікробіоценозу ґрунтів, впливу екологічних факторів на розвиток мікроорганізмів; значення мікроорганізмів як найважливішої складової ґрунтової біоти, біогеохімічну роль ґрунтових мікроорганізмів, їх участь у кругообігу речовин у природі, життєдіяльність мікроорганізмів як основу формування родючості ґрунту і стабільного функціонування агроecosystem;
- **вміти:** працювати з культурами корисних ґрунтових мікроорганізмів, здійснювати процес аналітичної селекції і культивування їх ізолятів, володіти основами мікроскопії, встановлювати видову належність мікроорганізмів, володіти методами кількісного обліку та визначати склад мікрофлори ґрунтів, здійснювати моніторинг мікробних угруповань ґрунтів, створювати ефективні рослинно-мікробні симбіози та асоціації.

## **5 Засоби діагностики результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- залік;
- тестові та контрольні завдання;
- презентація результатів виконаних завдань та досліджень;
- анотація прочитаної додаткової літератури з курсу.

## **6. Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1. Загальні аспекти формування мікробіоценозу ґрунтів.**

**Тема 1. Вступ. Поширення мікроорганізмів у ґрунті.**

Біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів. Закономірності поширення та життєдіяльності мікроорганізмів у ґрунті. Моніторинг мікробних угруповань ґрунтів.

**Тема 2. Формування мікробіоценозу ґрунтів.**

Фізіологічні особливості мікроорганізмів у ґрунті, їх взаємозв'язки у мікробних угрупованнях. Типи взаємовідносин між мікроорганізмами.

**Тема 3. Значення мікроорганізмів як найважливішої складової ґрунтової біоти.**

Біогеохімічна роль ґрунтових мікроорганізмів. Продукційні та деструкційні процеси, які здійснюють мікроорганізми у ґрунті. Вплив екологічних факторів на розвиток мікроорганізмів у ґрунті.



#### **Тема 4. Кругообіг речовин у природі.**

Кругообіг вуглецю, нітрогену, фосфору. Нітроген і фосфор як фактори, що лімітують продукцію біомаси рослин. Мікробіологічна трансформація сполук фосфору в ґрунті та мікроорганізми, що її здійснюють.

#### **Тема 5. Екологічна роль процесу фіксації молекулярного азоту.**

Біологічна фіксація азоту у ґрунті та мікроорганізми, що її здійснюють. Основні етапи дослідження активності процесу азотфіксації. Зв'язки між азотфіксацією та фотосинтезом.

#### **Тема 6. Сучасні напрями в систематиці бактерій.**

Генетичні особливості мікроорганізмів. Генотип, фенотип. Плазмідні бактерій і їх біологічна роль. Генетична рекомбінація у мікроорганізмів. Трансформація. Кон'югація. Мутації мікроорганізмів.

**Змістовий модуль 2. Життєдіяльність мікроорганізмів як основа формування родючості ґрунту і стабільного функціонування агроєкосистем.**

#### **Тема 7. Фізіологічні особливості ґрунтових мікроорганізмів.**

Типи живлення ґрунтових мікроорганізмів. Пластичність метаболізму. Катаболізм і біосинтез у мікроорганізмів. Енергетичний метаболізм у мікроорганізмів.

#### **Тема 8. Корисні ґрунтові мікроорганізми.**

Мікроорганізми – продуценти біологічно активних сполук (фітогормонів, ферментів, антибіотиків, вітамінів, пігментів і т.і.).

**Тема 9. Ризосферні мікроорганізми як біотичний чинник впливу на рослини.**

Особливості мікробно-рослинних взаємодій у кореневій зоні рослин. Оптимізація структури мікробних угруповань кореневої зони сільськогосподарських культур.

#### **Тема 10. Аналітична селекція ґрунтових мікроорганізмів.**

Критерії відбору ефективних штамів корисних ґрунтових мікроорганізмів. Живильні середовища та умови росту. Інтродукція корисних ґрунтових мікроорганізмів у кореневу зону с.-г. рослин. Створення штучних ефективних рослинно-мікробних симбіозів та асоціацій.

## 7. Структура 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
<b>Змістовий модуль 1 Загальні аспекти формування мікробіоценозу ґрунтів.</b>									
1	Поширення мікроорганізмів у ґрунті.			2		2		8	
2	Формування мікробіоценозу ґрунтів.			2		2		8	
3	Значення мікроорганізмів як найважливішої складової ґрунтової біоти.			2		2		8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Кругообіг речовин у природі.			2		2		8	
5	Екологічна роль процесу фіксації молекулярного азоту.			2		2		8	
6	Сучасні напрями в систематиці бактерій.			2		2		8	
Разом за змістовим модулем 1		72		12		12		48	
<b>Змістовий модуль 2. Життєдіяльність мікроорганізмів як основа формування родючості ґрунту і стабільного функціонування агроєкосистем.</b>									
7	Фізіологічні особливості ґрунтових мікроорганізмів.			2		2		8	
8	Корисні ґрунтові мікроорганізми.			2		2		8	
9	Ризосферні мікроорганізми як біотичний чинник впливу на рослини.			2		2		8	
10	Аналітична селекція ґрунтових мікроорганізмів.			2		2		8	
Разом за змістовим модулем 2		48		8		8		32	
Усього годин за дисципліну		120		20		20		80	

## 8. Теми практичних занять

№ 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.	2
2	Методи культивування мікроорганізмів. Поживні середовища. Мікробіологічний посів на тверді, рідкі та напіврідкі середовища. Облік результатів. Методи визначення чисельності бактерій у ґрунті та в кореневій зоні рослин.	2
3	Методи виділення симбіотичних азотфіксаторів. Методи дослідження активності симбіотичної азотфіксації. Методи вивчення симбіотичних властивостей ризобій. Методи визначення бульбочкових бактерій у ґрунті.	2
4	Методи виділення активних асоціативних азотфіксаторів. Облік чисельності діазотрофів кореневої зони рослин. Особливості дослідження активності асоціативної азотфіксації	2
5	Методи визначення бактерій, що здійснюють процеси амоніфікації в ґрунті. Дослідження нітрифікувальних бактерій. Методи дослідження денітрифікувальних мікроорганізмів.	2

1	2	3
6	<p>Методи визначення активності процесу біологічної фіксації азоту в ґрунті та в системі ґрунт-мікроорганізми-рослина. Ацетиленовий метод визначення нітрогеназної активності. Потенційна активність азотфіксації в ґрунті. Методи дослідження несимбіотичних (вільноіснуючих) азотфіксаторів.</p>	2
7	<p>Методи обліку та виділення бактерій, здатних розчиняти фосфати кальцію, алюмінію та феруму. Методи обліку та виділення мікроорганізмів, здатних до ферментативного гідролізу органічних форм фосфатів ґрунту.</p>	2
8	<p>Селекція активних штамів агрономічно цінних мікроорганізмів. Методи ідентифікації корисних ґрунтових мікроорганізмів (морфолого-культуральні, фізіолого-біохімічні, генетично-молекулярні)</p>	2
9	<p>Методи визначення приживаності корисних мікроорганізмів у кореневій зоні рослин. Методи адаптивної здатності бактерій до умов кореневої зони сільськогосподарських культур. Методи визначення конкурентоздатності мікроорганізмів.</p>	2
10	<p>Функціональні особливості корисних ґрунтових мікроорганізмів. Критерії оцінки біологічної активності культур мікроорганізмів. Методи дослідження біологічно активних речовин мікроорганізмів (ферментативна активність, здатність синтезувати речовини фітогормональної природи, жирні кислоти та ін.)</p>	2
Разом		20

## 9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (д/з)
1	2	3
1	Фітогормональний вплив ризосферних мікроорганізмів на рослини.	8
2	Роль мікроорганізмів у забезпеченні рослин макро- і мікроелементами.	8
3	Процеси амоніфікації, нітрифікації, денітрифікації в ґрунті. Мікроорганізми, що їх здійснюють	8
4	Мікробіологічна трансформація сполук фосфору в ґрунті та мікроорганізми, що її здійснюють.	8
5	Фізіологічні особливості ґрунтових мікроорганізмів. Катаболізм і біосинтез у мікроорганізмів.	8
1	2	3
6	Функціональна активність корисних ґрунтових мікроорганізмів. Критерії оцінки біологічної активності культур мікроорганізмів.	8
7	Симбіози грибів і рослин (мікориза).	8
8	Азотфіксувальні мікробно-рослинні симбіози.	8
9	Потрійні симбіози: рослина-мікоризний гриб-діазотроф	8
10	Ґрунтові мікроорганізми - продуценти фітотоксичних сполук. Хімічна природа фітотоксичних сполук. Особливості дії фітотоксинів на рослину.	8

## 10 Індивідуальні завдання

Робочим планом не передбачено.

## 11. Методи навчання

Видами навчальної діяльності аспірантів згідно з навчальним планом є: лекції; практичні заняття; самостійна робота студентів.

Теми лекційного курсу розкривають проблемні питання дисципліни "Роль мікроорганізмів у функціонуванні агроєкосистем".

Для засвоєння тем практичних занять передбачається: проведення лабораторних досліджень з оцінкою їхніх результатів; опрацювання методів виділення, культивування, мікроскопії, морфологічного аналізу, методів одержання і тестування корисних мікроорганізмів.

## 12. Методи контролю.

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.

Підсумковий контроль здійснюється у формі заліку.

### Розподіл балів, які отримують студенти.

#### Поточний контроль за модулями

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю		Кількість балів
Змістовий модуль 1. Загальні аспекти формування мікробіоценозу ґрунтів.		0-30
1	Оформлення матеріалу практичного завдання.	0-10
2	Виконання поточних тестових завдань за темою.	0-20
Змістовий модуль 2. Життєдіяльність мікроорганізмів як основа формування родючості ґрунту і стабільного функціонування агроєкосистем.		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 формування мікробіоценозу ґрунтів.		0-30
1	Теоретичне питання	0-10
2	Практичне завдання	0-10
3	Результат поточного контролю	0-10
Змістовий модуль 2. Життєдіяльність мікроорганізмів як основа формування родючості ґрунту і стабільного функціонування агроєкосистем.		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. Мінімальні вимоги до знань та вмінь.

Дисципліну можна вважати такою, що засвоєна, якщо дисертант:  
**знає:**

1. закономірності формування мікробіоценозу ґрунтів;
2. кругообіг речовин у природі за дії мікроорганізмів;
3. значення мікроорганізмів як найважливішої складової ґрунтової біоти;
4. сучасні напрями в систематиці бактерій;
5. принципи аналітичної селекції корисних ґрунтових мікроорганізмів;
6. особливості протікання обміну речовин та основних біохімічних процесів у ґрунті;
7. особливості процесів, які лежать в основі рослинно-мікробних взаємодій;
8. критерії оцінки біологічної активності культур мікроорганізмів.
9. роль мікроорганізмів у забезпеченні рослини макро- і мікроелементами, поліпшенні живлення, продукуванні біологічно активних речовин, що стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищенні стійкості рослин до дії патогенів;

**вміє:**

1. виділяти ізоляти симбіотичних і асоціативних діазотрофів на поживні середовища;
2. здійснювати культивування діазотрофів;
3. оптимізувати склад поживних середовищ для культивування діазотрофів
4. проводити кількісний облік діазотрофів в субстраті;
5. проводити основні мікроскопічні дослідження;
6. визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні характеристики корисних ґрунтових мікроорганізмів
7. визначати функціональну активність корисних ґрунтових мікроорганізмів.

### **13 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна**

Лекційний матеріал подається у вигляді презентацій за допомогою медіа-проектора. Під час лекцій аналізуються проблемні ситуації, організується зворотний зв'язок з аудиторією шляхом формулювання запитань і стислих відповідей з обох сторін. Для проведення практичних завдань використовується обладнання (мікроскоп, термостат, сушильна шафа, качалки тощо).

#### **Рекомендована література**

##### **Базова**

1. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / за наук. ред. Волкогона В.В. К.: Аграр. наука, 2010. 464 с.
2. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: Підручник. К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
3. Тейлор Д., Грін Н., Стаут В. Біологія. М.:Мир, 2002. 451 с.
4. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.

##### **Додаткова**

5. Белимов А.А., Сафронова В.И. АЦК-деаминаза и растительно-микробные взаимодействия. *Сельскохозяйственная биология*. 2011. №3. С. 23–28.
6. 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.
7. Кислинська А.С. Вплив ґрунтового сапротрофного гриба *Chaetomium cochliodes* Palliser на фотосинтетичну активність гречки посівної. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 26. С. 13–16.
8. 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.
9. 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.
10. 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. *Агрехімія і ґрунтознавство*. 2010. Вип. 73. С. 73–78.
11. 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.
  12. 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.
  13. 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.
  14. 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.
  15. Надкернична О.В. Здатність діазотрофів до формування асоціативних систем з рослинами озимого жита. *Агроекологічний журнал*. 2003. №3. С. 17–20.
  16. 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.
  17. Патики 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.
  18. Патики 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.
  19. 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.
  20. 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.
  21. 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.
  22. 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.
  23. 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.

24. 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.