

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ ТА
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

ВІДДІЛ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор

А.М.Москаленко

10 ” серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Рослинно-мікробні взаємодії

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 Рослинно-мікробні взаємодії

(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)

10 серпня 2020 року

Abstract

Faculty VNT /Course Code - Plant-microbial interactions

2020-2021

Course Description

The purpose of the discipline - the formation of graduate students' knowledge and skills in agricultural microbiology, namely: ideas about the spatial, taxonomic and functional structure of plant-microbial groups of the root zone of plants, the processes underlying plant-microbial interactions, the spread of diazotrophs in soil formation of effective plant-microbial symbiotic and associative systems, morphological and biochemical differentiation of symbiosis partner cells, functioning of superorganismic genetic systems of symbiosis, specificity of symbiotic relations of micro- and macroorganisms, features of microorganisms capable of endophytosis and their physiophytes macro- and microelements, improving nutrition, production of biologically active substances that stimulate plant growth and development, increasing plant resistance to pathogens.

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 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 ендоситію, їх фізіологія та систематика, роль ендоситів у забезпеченні рослини макро- і мікроелементами, поліпшенні живлення, продукуванні біологічно активних речовин, що стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищенні стійкості рослин до дії патогенів.

Завдання, які вирішуються в процесі вивчення дисципліни:

1. з'ясувати закономірності формування і ефективного функціонування рослинно-мікробних симбіотичних та асоціативних систем;
2. засвоїти принципи аналітичної селекції симбіотичних та асоціативних діазотрофів, їх систематики;
3. засвоїти особливості протікання обміну речовин та основних біохімічних процесів при рослинно-мікробних взаємодіях;
4. з'ясувати особливості процесів, які лежать в основі рослинно-мікробних взаємодій.
5. з'ясувати взаємодію діазотрофів з рослинами як один з основних механізмів регулювання кругообігу азоту в біосфері;

3 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.

-

Спеціальні (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 Очікувані результати навчання з дисципліни

Під час вивчення дисципліни аспірант 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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни дисертант повинен:

- **знати:** 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;
- **вміти:** 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 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 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 ендofітії діазотрофів.

Рослинні тканини – екологічна ніша існування ендofітних діазотрофів. Використання діазотрофі, здатних до ендofітії, формування ефективних рослинно-мікробних асоціативних систем.

Тема 5. Явище паранодуляції.

Спонтанне утворення парабубльочок 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 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-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.

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
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	

8. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (д/з)
1	2	3
1	Методи культивування діазотрофів. Поживні середовища. Мікробіологічний посів на тверді, рідкі та напіврідкі середовища. Облік результатів.	2
2	Методи визначення чисельності діазотрофів у ґрунті та в кореневій зоні рослин.	2
3	Методи виділення симбіотичних азотфіксаторів. Ідентифікація бульбочкових бактерій. Методи дослідження активності симбіотичної азотфіксації.	2
4	Методи вивчення симбіотичних властивостей ризобій. Методи визначення бульбочкових бактерій у ґрунті.	2
5	Методи аналітичної селекції Методи ідентифікації асоціативних діазотрофів. (морфолого-культуральні, фізіолого-біохімічні, генетично-молекулярні)	2
6	Облік чисельності діазотрофів кореневої зони рослин. Особливості дослідження активності асоціативної азотфіксації	2
7	Ацетиленовий метод визначення нітрогеназної активності. Визначення активності процесу біологічної фіксації азоту в ґрунті та в системі ґрунт-мікроорганізми-рослина.	2
8	Визначення нітрогеназної активності симбіотичних і асоціативних систем.	2
9	Методи визначення приживаності корисних мікроорганізмів у кореневій зоні рослин. активності культур мікроорганізмів.	2
10	Функціональна активність корисних ґрунтових мікроорганізмів. Критерії оцінки біологічної	2
Разом		20

9. Самостійна робота

№ 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

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 "Сільськогосподарська мікологія".

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 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

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 тощо).

14 Рекомендована література

Базова

1. Іутинська Г.О. Грунтова мікробіологія: Навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. – 284 с.
2. Експериментальна ґрунтова 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. 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.
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 ендофіти 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.