

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ А.В. Пантелеймонов

Робоча програма навчальної дисципліни

Механізми взаємодії рослина-мікроорганізм

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 09 Біологія
(шифр і назва)

спеціальність 091 Біологія
(шифр і назва)

освітня програма Біологія
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни за вибором
обов'язкова / за вибором

факультет біологічний

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

19 червня 2019 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Віннікова О.І., кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,

Програму схвалено на засіданні кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

Протокол від 14 червня 2019 року, № 21

В.о. завідувача кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

В.Ф. Тимошенко

_____ (підпис)

Програму погоджено методичною комісією біологічного факультету

Протокол від 18 червня 2019 року, № 11

Голова методичної комісії біологічного факультету

В.В. Мартиненко

_____ (підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Механізми взаємодії рослина-мікроорганізм” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки Біологія

другий магістерський

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 091 Біологія

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування уявлень про особливості відносин рослин і мікроорганізмів різних груп, а також розвиток у студентів здібностей до самостійного аналізу, співставленню та узагальненню матеріалу, що стосується симбіотичних та асоціативних відносин між макро- і мікропартнерами.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни - надати знання з питань симбіотичних, асоціативних та паразитичних відносин між рослинами і мікроорганізмами, а також привити навички практичної орієнтації, необхідні для професійної діяльності в галузі біології.

1.3. Кількість кредитів - 3

1.4. Загальна кількість годин - 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
3-й	3-й
Лекції	
15 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	
15 год.	4 год.
Лабораторні заняття	
0 год.	0 год.
Самостійна робота	
60 год.	82 год.
Індивідуальні завдання	
10 год. (за рахунок самостійної роботи)	

1.6. Заплановані результати навчання

В результаті вивчення курсу студенти повинні знати основні типи симбіотичних взаємовідносин рослин з іншими організмами, принципи регуляції взаємовідносин в симбіозі, асоціації або за умов паразитичних відносин між рослиною та мікроорганізмом, орієнтуватися у питаннях вибору методу дослідження таких відносин. Студенти повинні оволодіти навичками обробки теоретичної інформації в галузі досліджень відносин між рослиною та мікроорганізмами.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Особливості взаємовідносин рослина-мікроорганізм.

Тема 1. Характеристика мікробно-рослинної взаємодії. Значення рослин як центральної ланки консорцій з мікробними популяціями. Види рослин-едифікаторів. Функціональні групи мікроорганізмів-консортів: біотрофи, сапротрофи, паразити. Роль мікроорганізмів в житті рослин. Методи дослідження рослинно-мікробних взаємовідносин.

Тема 2. Рослинно-мікробні взаємовідносини на рівні надземної частини рослинного організму. Взаємовідносини рослин і мікроорганізмів у спермосфері, філосфері та філоплані. Мікробно-рослинні взаємодії за умови росту і розвитку рослин. Мікробіота спермосфери та насіння. Зміни складу мікроорганізмів під час проростання насіння. Філософера і філоплан як проточний культиватор різних груп мікроорганізмів. Джерела живлення епіфітних мікроорганізмів. Особливості мікробіоти філосфери, механізми прикріплення мікроорганізмів до поверхні листка. Залежність складу мікробіоти філосфери і філоплана від біотичних та абіотичних факторів.

Тема 3. Взаємодія рослин і мікроорганізмів в ризосфері і ризоплані. Визначення понять ризосфера і ризоплан. Мікробіологічні та біохімічні аспекти ризосфери, кореневі виділення. Колонізація ризосфери ґрунтовими мікроорганізмами. Склад і функції мікроорганізмів в ризосфері і ризоплані. Ризосферні мікроорганізми, що вільно мешкають. Механізми впливу мікроорганізмів ризосфери на ріст рослин, регулятори росту мікробного походження. Реалізація системи «Quorum Sensing» мікробіотою ризосфери і ризоплана. Мікроорганізми-фітопатогени, мікроорганізми-мутуалісти. Можливості інтродукції мікроорганізмів до ризосфери та шляхи використання біопрепаратів на основі ґрунтових мікроорганізмів.

Тема 4. Асоціативні мікроорганізми та рослина. Роль рослин в асоціативній азотфіксації, взаємодія рослина-асоціативні мікроорганізми. Бактерії PGPR-групи. Енергетичне забезпечення асоціативної азотфіксації в ризосфері різних рослин. Вплив рослин на активність діазотрофних бактерій в ризосфері та ризоплані. Вплив факторів зовнішнього середовища на формування асоціативних азотфіксуючих взаємовідносин рослина-мікроорганізми. Значення асоціативної азотфіксації в азотному балансі ґрунту.

Розділ 2. Симбіоз як форма існування життя.

Тема 5. Типи та функції симбіозу. Історія вчення про симбіоз. Праці О.С. Фамінцина та О.В. Баранецького, теорії К.С. Мережковського і Б.М. Козо-Полянського щодо провідної ролі симбіозу у прогресивній еволюції органічного світу. Типи, функції та еволюція симбіозу. Еволюційна роль симбіотичних відносин за участю мікроорганізмів. Гіпотеза симбіозу та її значення. Значення коеволуції в симбіозах мікроорганізмів з рослинами. Взаємовідносини рослин і мікроорганізмів як один із типів симбіозу.

Тема 6. Мікориза як форма співіснування рослин і грибів. Роль рослин і грибів у формуванні мутуалістичних взаємовідносин. Види мікоризи – екзо-, ендомікориза та мікориза Орхідних. Механізми мікоризоутворення. Вплив біотичних і абіотичних факторів на формування мікоризи. Можливості використання мікоризоутворення у сільському господарстві.

Тема 7. Бобово-ризобіальний симбіоз. Особливості біології бактерій групи *Rhizobium*. Механізм взаємодії між бобовою рослиною та бульбочковими бактеріями. Зв'язок між мутуалізмом і паразитизмом за умов симбіозу бактерій з бобовими рослинами. Процес утворення бульбочок. Бульбочкова азотфіксація: механізм, регуляція, можливості використання.

Тема 8. Симбіоз бактерій з небобовими рослинами. Взаємовідносини актинобактерій роду *Frankia* з рослинами та їх участь в симбіотичній азотфіксації. Інші форми взаємовигідних відносин між рослинами і мікроорганізмами. Симбіоз рослин з ціанобактеріями. Можливості використання біопрепаратів на основі бактерій-симбіонтів не бобових рослин.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Особливості взаємовідносин рослина-мікроорганізм.												
Разом за розділом 1	50	8	8	0	6	28	50	2	2	0	6	40
Розділ 2. Симбіоз як форма існування життя.												
Разом за розділом 2	40	7	7	0	4	22	40	2	2	0	4	32
Усього годин	90	15	15	0	10	50	90	4	4	0	10	72

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Взаємовідносини рослин і мікроорганізмів у спермосфері, філосфері та філоплані.	2	1
2	Взаємовідносини рослин і мікроорганізмів у ризосфері та ризоплані.	2	1
3	Мікробіота насіння. Зміни складу мікроорганізмів під час проростання насіння.	1	0
4	Бактерії PGPR та їхній вплив на рослини.	2	0
5	Сучасні погляди на симбіоз як форму існування життя.	2	1
6	Взаємовідносини рослин і мікроміцетів, характеристика форм взаємовідносин.	2	0
7	Методи вивчення мікробно-рослинних взаємовідносин.	2	1
8	Симбіоз бактерій з небобовими рослинами.	2	0
	Разом	15	4

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття "Взаємовідносини рослин і мікроорганізмів у спермосфері, філосфері та філоплані", складання тексту доповіді чи презентації.	4	4
2	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо значення рослин як центральної ланки консорцій з мікробними популяціями.	0	2
3	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати дані щодо характеристики функціональних груп мікроорганізмів-консорцій: біотрофів, сапротрофів, паразитів.	2	2
4	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо ролі мікроорганізмів в житті рослин.	0	2
5	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо мікробно-рослинних взаємодій за умови росту і розвитку рослин.	0	4

6	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Взаємовідносини рослин і мікроорганізмів у ризосфері та ризоплані”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	4
7	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Мікробіота насіння. Зміни складу мікроорганізмів під час проростання насіння”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	0
8	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо характеристики мікробіоти насіння.	0	4
9	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо змін складу мікроорганізмів під час проростання насіння.	0	2
10	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо визначення філосфера і філоплану як проточного культиватора різних груп мікроорганізмів.	0	4
11	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо джерел живлення епіфітних мікроорганізмів.	2	2
12	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо особливостей мікробіоти філосфери та механізмів прикріплення мікроорганізмів до поверхні листка.	0	2
13	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо залежності складу мікробіоти філосфери і філоплана від біотичних та абіотичних факторів.	0	4
14	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо визначення понять ризосфера і ризоплан.	0	2
15	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо мікробіологічних та біохімічних аспектів ризосфери та склад кореневих виділень рослин.	2	4
16	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо колонізації ризосфери ґрунтовими мікроорганізмами.	0	2
17	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо біології мікрорганізмів-фітопатогенів та мікроорганізмів-мутуалістів.	2	4
18	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо механізму впливу мікроорганізмів ризосфери на ріст рослин та регуляторів росту мікробного походження.	0	2
19	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо ролі рослин в асоціативній азотфіксації та взаємодію рослина-асоціативні мікроорганізми.	0	4
20	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо впливу факторів зовнішнього середовища на формування асоціативних азотфіксувальних взаємовідносин рослина-мікроорганізми.	0	2
21	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо впливу рослин на активність діазотрофних бактерій в ризосфері та ризоплані.	0	4
22	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо значення асоціативної азотфіксації в азотному балансі ґрунту.	2	2
23	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Бактерії PGPR та їхній вплив на рослини”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	0
24	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо вчення про симбіоз.	0	2
25	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати праці О.С. Фамінцина та О.В. Баранецького, теорії К.С. Мережковського і Б.М. Козо-Полянського щодо провідної ролі симбіозу у прогресивній еволюції органічного світу.	2	2

26	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Сучасні погляди на симбіоз як форму існування життя”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	0
27	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Взаємовідносини рослин і мікроміцетів, характеристика форм взаємовідносин”, складання тексту доповіді чи презентації.	4	0
28	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо можливості використання мікоризоутворення у сільському господарстві.	2	2
29	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо впливу біотичних і абіотичних факторів на формування мікоризи.	0	2
30	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо можливості використання біопрепаратів на основі бактерій-симбіонтів небобових рослин.	2	2
31	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Методи вивчення мікробно-рослинних взаємовідносин”, складання тексту доповіді чи презентації.	5	0
32	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття “Симбіоз бактерій з небобовими рослинами”, складання тексту доповіді чи презентації.	5	0
33	Виконання науково-дослідного завдання	10	10
	Разом	60	82

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні навчально-дослідні завдання виконуються у формі наукової реферативно-пошукової роботи згідно запропонованих тем в рамках програми курсу. Орієнтовний перелік тем наведено у Додатках. Обсяг роботи не більше 10-15 сторінок друкованого тексту, робота повинна бути структурованою (розбита, за змістом, на розділи і підрозділи), містити перелік посилань. Кожний підрозділ має закінчуватися узагальненням. Джерела інформації, які можна використовувати при написання даної роботи, повинні бути сучасними (не пізніше 2010 р. видання, за винятком класичних праць з певних питань), та містити наукову, а не науково-популярну інформацію.

7. Методи контролю

Самоконтроль. Посібники з відповідних розділів курсу містять завдання для самопідготовки і самоконтролю, які студенти можуть здійснювати, використовуючи підручники під час вирішення завдань.

Поточний контроль. Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

- усне опитування: здійснюється впродовж семінарських занять з метою контролю засвоєння теоретичних положень щодо теми, яка обговорюється;
- доповідь: призначена для контролю та формування здатності студентів узагальнювати набуті знання та отриману самостійно інформацію за обраною темою з даного курсу.

Підсумковий контроль. Екзаменаційна робота у письмовій формі.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Екзамен	Сума		
Розділ 1 (мін. 10, макс. 20)*				Розділ 2 (мін. 10, макс. 20)*						Інд. завд.**	Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8				
5	5	5	5	5	5	5	5	20	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

* мінімальну кількість балів студент може отримати за умови неактивної участі у семінарських заняттях, за умови недостатньо повної доповіді на занятті, за умови неправильної відповіді під час опитування, а також за умови неправильних відповідей на завдання тестової контрольної роботи. Максимальну кількість балів студент може отримати за умови вдалої доповіді під час

проведення семінарського заняття, за умови активної участі в обговоренні доповідей на заняттях інших студентів, за умови правильних відповідей під час опитування, та за умови успішного виконання завдань тестової контрольної роботи.

** При оцінюванні індивідуального науково-дослідного завдання враховується виконання вимог до написання даної роботи, викладені у даній робочій програмі. За невиконання кожної з вимог до написання роботи з даного курсу знімається 2 бали, таким чином, мінімальна кількість балів, яку може отримати студент, складає 10 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для екзамену
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

9. Рекомендована література

Основна література

1. Биологическая фиксация азота. Ассоциативная азотфиксация // С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.П. Патица, В.Ф. Петриченко, Е.В. Надкерничная, Е.В. Кириченко. – Київ: Логос, 2014. – 412 с.
2. Биологическая фиксация азота. Бобово-ризобияльный симбиоз. Том 1. // С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патица, В.К. Даценко, Е.Д. Кругова, Е.В. Кириченко, Н.Н. Мельникова, Л.М. Михалкив. – Київ: Логос, 2010. – 508 с.
3. Биологическая фиксация азота. Бобово-ризобияльный симбиоз. Том 2. // С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патица, В.К. Даценко, Е.Д. Кругова, Е.В. Кириченко, Н.Н. Мельникова, Л.М. Михалкив. – Київ: Логос, 2010. – 523 с.
4. Биорегуляция микробно-растительных систем. – Київ: Нічлава, 2010. – 467 с.
5. Біотехнологія ризосфери овочевих рослин (за ред. В.П. Патики). – Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2015. – 266 с.
6. Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. – Київ: Наукова думка, 2010. – 267 с.
7. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. – М.: Наука, 2004. – 176 с.
8. Петриченко В.Ф., Коць С.Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві // Вісн. НАН України. – 2014. – №3. – С. 57-66.
9. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Современное состояние и перспективы развития симбиогенетики // Экологическая генетика. – 2019. – Т. 17. – № 1. – С. 5–10. Режим доступа: <https://doi.org/10.17816/ecogen1715-10>.
10. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин. Том 1. // Р.І. Гвоздяк, Л.А. Пасічник, Л.М. Яковлева, С.М. Мороз, О.О. Литвинчук, Н.В. Житкевич, С.Ф. Ходос, Л.М. Буценко, Л.А. Данкевич, І.В. Гриник, В.П. Патица. – Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. – 444с.

Допоміжна література

1. Борисов А.Ю., Штарк О.Ю., Жуков В.А и др. Взаимодействие бобовых с почвенными микроорганизмами: от генов растений к сортам // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 3. – с. 41-47
2. Гвоздяк Р.І., Гойчук А.Ф., Розенфельд В.В., Пасічник Л.А. Бактеріальні хвороби сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) та мікрофлора її насіння. – Житомир: Полісся, 2011. – 224 с.
3. Ермошин А.А., Кондратков П.В., В.В. Алексеева В.В., Рукавцова Е.Б.. Развитие арбускулярной микоризы у трансгенных растений табака с измененным синтезом

изопреноидов и растений с гиперпродукцией ауксинов // Вестник Нижегородского университета имени Н.И. Лобачевского. – 2013, № 1(1). – С.146-150.

4. Жуков В.А., Штарк О.Ю., Борисов А.Ю., Тихонович И.А. Молекулярно – генетические механизмы контроля растением ранних стадий развития взаимовыгодных (мутуалистических) симбиозов бобовых // Генетика. – 2009. – Т. 45, № 11. – С. 1449 – 1460.
5. Кондратюк Ю. Ю., Маменко П. М., Коць С. Я. Протеоміка бобово-ризобіального симбіозу: досягнення та перспективи // Ukr. Biochem. J. – 2015. – Vol. 87, N 5. – С. 24-37.
6. Сальник П.В., Волкогон В.В, Мальцева Н.М., Мамчур О.Е. Вплив інокуляції триман-1 на активність азотфіксації, розвиток та формування симбіозу люцерни з бульбочковими бактеріями // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – №6. – С. 529-534.
7. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм, как форма консортивных связей в растительном покрове. – М: Наука, 1981. – 231 с.
8. Javot N., Pumplin N., Harrison M.J. Phosphate in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: transport properties and regulatory roles // Plant Cell Environ. – 2007. – Vol. 30, № 3. – P. 310-322.
9. Küster H., Vieweg M.F., Manthey K. et al. Identification and expression regulation of symbiotically activated legume genes // Phytochemistry. – 2007. – Vol. 68, №1. – P. 8–18.
10. Provorov N.A., Shtark O.Y., Zhukov V.A. et.all. Developmental genetics of plant-microbe symbioses. N.Y., USA, 2010. – 645 p.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Статті та реферати статей вітчизняних авторів: <http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07.html>
2. Коротко наводиться переклад статей найвідоміших журналів: <http://www.elementy.ru>
3. Статті для написання рефератів: <http://www.eLIBRARY.ru>
4. Каталог літератури (наукові видання, посібники, конспекти лекцій, тощо з мікробіології) : <https://scholar.google.com.ua>
5. Матеріали підручників з мікробіології в он-лайн версії: <http://evolution.powernet.ru/library/micro/>
6. Матеріали Європейського співтовариства мікробіологів стосовно проблем мікоризоутворення та її дослідження: <http://www.mykorrhiza.eu/21.html>
Ілюстративний матеріал – таблиці, схеми, відео- та фотоматеріали, електронні презентації матеріалів лекцій, тези лекцій для студентів заочного відділення. Бібліотечний фонд кафедри.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ
для перевірки знань за розділами та підсумкового контролю

1. Значення рослин як центральної ланки консорцій з мікробними популяціями.
2. Функціональні групи мікроорганізмів-консортів: біотрофи, сапротрофи, паразити.
3. Методи дослідження рослинно-мікробних взаємовідносин.
4. Взаємовідносини рослин і мікроорганізмів у спермосфері, філосфері та філоплані.
5. Мікробіота насіння, зміни складу мікроорганізмів під час проростання насіння.
6. Особливості мікробіоти філосфери і філоплана.
7. Залежність складу мікробіоти філосфери і філоплана від біотичних та абіотичних факторів.
8. Мікробіологічні та біохімічні аспекти ризосфери, кореневі виділення.
9. Склад і функції мікроорганізмів в ризосфері і ризоплані.
10. Ризосферні мікроорганізми, що вільно мешкають.
11. Грунтові мікроорганізми-фітопатогени та мікроорганізми-мутуалісти.
12. Можливості інтродукції мікроорганізмів до ризосфери та шляхи використання біопрепаратів на основі ґрунтових мікроорганізмів.
13. Бактерії PGPR-групи.
14. Вплив рослин на активність діазотрофних бактерій в ризосфері та ризоплані.
15. Вплив факторів зовнішнього середовища на формування асоціативних азотфіксувальних взаємовідносин рослина-мікроорганізми.
16. Типи, функції та еволюція симбіозу.
17. Еволюційна роль симбіотичних відносин за участю мікроорганізмів.
18. Гіпотеза симбіозу та її значення.
19. Роль рослин і грибів у формуванні мутуалістичних взаємовідносин.
20. Види мікоризи – екзо-, ендомікориза та мікориза Орхідних.
21. Механізми мікоризоутворення.
22. Можливості використання мікоризоутворення у сільському господарстві.
23. Механізм взаємодії між бобовою рослиною та бульбочковими бактеріями.
24. Бульбочкова азотфіксація: механізм, регуляція, можливості використання.
25. Взаємовідносини актинобактерій роду *Frankia* з рослинами та їх участь в симбіотичній азотфіксації.
26. Симбіоз рослин з ціанобактеріями.

Орієнтовний перелік тем для написання реферату

1. Зв'язок між мутуалізмом і паразитизмом за умов симбіозу бактерій з бобовими рослинами.
2. Мікробно-рослинні взаємодії за умов росту і розвитку рослин.
3. Взаємовідносини актинобактерій роду *Frankia* з рослинами та їх участь у симбіотичній азотфіксації.
4. Вплив рослин на активність діазотрофних бактерій в ризосфері.
5. Роль грибів-мікроміцетів в стабілізації фітоценозів.
6. Явище синцианозів — симбіозів ціанобактерій з іншими організмами.
7. Захисна роль мікробів-антагоністів в умовах агроценозів.
8. Значення мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенів у створенні імунітету рослин.
9. Утворення та накопичення мікроорганізмів-антагоністів у ґрунті.
10. Взаємодія мікроміцетів з живими рослинами — паразитизм, мутуалізм, коменсалізм.