

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття



**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету  
захисту рослин, біотехнологій та екології  
(Коломієць Ю.В.)  
02 2023 р.

**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри  
екобіотехнології та біорізноманіття  
Протокол № 02 від “15” лютого 2023 р.  
Завідувач кафедри  
*Кваско* (Кваско О.Ю.)

**”РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОНП «Біотехнології біологічних систем»  
Гарант ОНП

*Прилуцька* (Прилуцька С.В.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
БІОТЕХНОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Спеціальність – 091 «Біологія»

Освітньо-наукова програма – «Біотехнології біологічних систем»

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробники: д.с.-г.н., професор Коломієць Ю.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### «БІОТЕХНОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

<b>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь</b>		
Освітньо-науковий ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	091 «Біологія»	
Освітньо-наукова програма	«Біотехнології біологічних систем»	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	Не передбачено	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Форма контролю	Іспит	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30 год	8 год
Практичні, семінарські заняття	30 год	12 год
Лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота	90 год.	130 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год	6 год

## **2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни**

**Метою** даного курсу є набуття знань, необхідних при проведенні наукових досліджень, вирішення завдань прикладного застосування методів і технологій біотехнології.

**Завдання** курсу: формування знань про використання тих чи інших біотехнологічних методів у захисті та охороні навколишнього середовища і навиків їх практичного застосування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен **знати:**

- біотехнологічні основи виробництва бактеріальних препаратів;
- вихідний матеріал для селекції рослин, мікроорганізмів;
- вплив чинників навколишнього середовища на генотип рослин, мікроорганізмів з метою досягнення їх максимальної продуктивності;
- методи виявлення ентомопатогенів, грибів-антагоністів і гіперпаразитів фітопатогенів;
- визначення біологічної активності бактеріального препарату.

**вміти:**

- застосовувати методи виявлення і відбору мікроорганізмів-продуцентів біопрепаратів, оцінки якості та ефективності біологічних засобів захисту рослин;
- забезпечити умови для реалізації біотехнологічних процесів за допомогою мікроорганізмів, рослин;
- забезпечити умови для дотримання технологічних режимів;
- застосовувати біотехнологічні методи і процеси для поліпшення технологічних характеристик біотехнологічної продукції і підвищення ефективності процесів біотехнологічного виробництва;
- складати технічну документацію на розробку біотехнологічних процесів;
- відбирати мікроорганізми для отримання біопрепаратів в боротьбі з комахами;
- відбирати мікроорганізми для отримання біопрепаратів в боротьбі зі збудниками хвороб рослин.
- проводити селекцію штамів для отримання біопестицидів.

**Набуття компетентностей:**

**ЗК05.** Здатність генерувати нові ідеї (креативність), проводити наукові досліджень на відповідному рівні

**ФК02.** Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері біотехнології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з біотехнологій та суміжних галузей.

**ФК04.** Здатність оцінювати ризики впровадження сучасних біотехнологій для природного навколишнього середовища, здоров'я людей, її відповідність національним і міжнародним стандартам та практикам.

**Програмні результати навчання (ПРН) ОНП:**

**РН05.** Мати передові концептуальні та методологічні знання з біотехнології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових

досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми біотехнології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН09. Розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології отримання практично цінних біотехнологічних продуктів різного призначення і природоохоронні біотехнології.

РН010. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біотехнології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних спеціалізованих знань та інструментальних методів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної (заочної) форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
<b>Змістовий модуль 1. Практичне застосування біотехнологій в захисті навколишнього середовища</b>														
Тема 1. Біотехнології в сільському господарстві	1	10	2	2			6	11	1	1				9
Тема 2. Біотехнології та біологічний захист рослин	2	10	2	2			6	11	1	1				9
Тема 3. Біотехнології в боротьбі з хворобами рослин	2	10	2	2			6	10		1				9
Тема 4. Інфекційні хвороби рослин і заходи боротьби з ними	4	10	2	2			6	11	1	1				9
Тема 5. Біотехнології в боротьбі з комахами - шкідниками рослин	5	10	2	2			6	10		1				9

Тема 6. Клітинні біотехнології в сільськогосподарській науці і практиці	6	10	2	2			6	11	1	1			9
Тема 7. Утилізація органічних відходів та отримання нових продуктів	7	10	2	2			6	10		1			9
Тема 8. Біотехнологія і сільськогосподарська мікробіологія	8	10	2	2			6	10	1				9
Тема 9. Імунітет рослин і екологічно безпечні заходи боротьби з хворобами	9	10	2	2			6	10		1			9
Тема 10. Порушення природних механізмів регуляції в агробіоценозах	10	10	2	2			6	11	1	1			9
Тема 11. Практичне використання екотрофологічної біотехнології	11	10	2	2			6	9	1				8
Тема 12. Біоконверсні технології	12	10	2	2			6	9		1			8
Тема 13. Біотехнологія розробки комплексів важких металів із органічними сполуками для зменшення забруднення навколишнього середовища	13	10	2	2			6	9	1				8
Тема 14. Біомаса – відновне джерело енергії.	14	10	2	2			6	9		1			8
Тема 15. Технології фітоочиснення	15	10	2	2			6	9		1			8

промислових та побутових стоків													
Разом	150	30	30			90	150	8	12			130	
Усього годин	150	30	30			90	150	8	12			130	

#### 4. Темі семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

#### 5. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи виявлення продуцентів біопрепаратів	2
2	Методи відбору продуцентів біопрепаратів	2
3	Методи зберігання продуцентів біопрепаратів	2
4	Біометод оцінки стійкості рослин проти збудників бактеріальних хвороб за допомогою клітинної селекції	2
5	Визначення антиоксидантної активності рослин за дії фітотоксичних метаболітів збудників хвороб	2
6	Вивчення впливу фунгіцидів на збудників хвороб	2
7	Вивчення впливу мікробіологічних препаратів на збудників хвороб	2
8	Вивчення впливу природних індукторів у формуванні стійкості рослин до збудників хвороб	2
9	Вивчення антагоністичної активності біологічно активних речовин бактерій роду <i>Bacillus</i>	2
10	Вивчення целюлозолітичної активності штамів бактерій	2
11	Застосування біопрепаратів в боротьбі з хворобами рослин	2
12	Розробка біотехнологій виробництва і застосування біопрепаратів на основі ентомопатогенних мікроорганізмів для захисту рослин від хвороб	2
13	Утилізація відходів та побічних продуктів сільського господарства та отримання органічних добрив, що пригнічують фітопатогенну мікрофлору	2
14	Утилізація відходів методом спрямованої мікробіологічної ферментації	2
15	Селекція мікроорганізмів для отримання штамів з новими властивостями	2
<b>Разом</b>		<b>30 год</b>

## 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

## 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тенденції розвитку біоіндустрії і основних типів біовиробництва	5
2	Отримання безвірусного насінневого матеріалу	5
3	Захист рослин від фітопатогенів і можливості генної інженерії	5
4	Захист рослин від хвороб, як основа сучасного сільського господарства	5
5	Сучасне значення біотехнологій в захисті рослин.	5
6	Хвороба рослини, як результат взаємодії збудника хвороби, рослини-хазяїна і комплексу факторів навколишнього середовища.	5
7	Пошук антагоністів і гіперпаразитів для пригнічення збудників хвороб рослин.	5
8	Розробка біотехнологій виробництва і застосування біопрепаратів на основі антагоністів фітопатогенів для захисту рослин від хвороб.	5
9	Хвороби рослин, як складний динамічний стан, що характеризується патологічним процесом та супроводжується порушенням фізіологічних функцій, зміною структури і зниженням продуктивності рослин.	5
10	Зниження щільності популяцій комах-шкідників сільськогосподарських культур за допомогою біопрепаратів.	5
11	Біотехнологія і використання різних організмів для отримання нових продуктів і біопрепаратів для захисту рослин.	5
12	Розмноження антагоністів ґрунтових фітопатогенів біотехнологічними методами.	5
13	Виробництво біопрепаратів за допомогою мікроорганізмів	5
14	Виробництво фітогормонів.	5
15	Виробництво біофунгіцидів	5
16	Екологічні проблеми біотехнологічних виробництв.	5
17	Імунітет, стійкість, толерантність і сприйнятливність рослин до інфекційних захворювань.	5

18	Причини і закономірності імунітету до інфекційних захворювань.	5
	<b>Разом</b>	<b>90</b>

### **8. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами**

1. Економічні пороги шкодочинності і оцінка економічної ефективності хімічних і біологічних засобів захисту рослин
2. Розвиток біологічних методів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів, заснованих на природних механізмах регуляції чисельності видів в їх угруповуваннях.
3. Які існують види біопошкоджень та в чому полягає їх екологічна небезпечність?
4. Які методи використовуються для знешкодження ксенобіотиків?
5. У чому полягає екологічність процесу біоочищення навколишнього середовища?
6. Які існують мікробіологічні особливості біодеградації пестицидів?
7. Яким чином відбувається біодеградація відходів за участю хемосинтезуючих бактерій?
8. Які існують методи біоочищення об'єктів довкілля від нафтових забруднень?
9. За яких умов виникають біопошкодження конструкційних матеріалів?
10. Які біологічні методи використовуються для захисту будівельних і конструкційних матеріалів?
11. Які особливості метаболізму мікроорганізмів використовуються для захисту від біопошкоджень?
12. У яких галузях економіки застосовують біотехнологічні методи захисту споруд?
13. Які групи мікроорганізмів викликають пошкодження будівельних і промислових матеріалів?
14. Від яких чинників залежить антагоністична активність мікроорганізмів?
15. У чому полягають екологічні переваги біологічних методів захисту споруд?
16. Які умови можуть спричинити виникнення корозійних процесів?
17. Назвіть види мікроорганізмів, що негативно впливають на якість вуглеводневого палива.
18. Що являє собою мікологічна корозія і як їй можна запобігати?
19. Які існують біологічні методи захисту від мікологічної корозії будівельних споруд?
20. На яких принципах ґрунтується біотехнологія виготовлення рослинних кормів?
21. Які фактори сприяють біостабілізації рослинних матеріалів?
22. Які групи мікроорганізмів беруть участь у процесах біостабілізації рослинних кормів?
23. Якими способами можна підтримувати стабільні умови силосування?



24. Які добавки рекомендовано вводити у трав'яні суміші для біостабілізації рослинних кормів?
25. У чому полягає ефект використання біодобавок у силосуванні?
26. Які основні групи молочнокислих бактерій, що беруть участь у процесі силосування?
27. Які властивості притаманні селекційним мікробним штамам, щ застосовують у силосуванні?
28. Яким чином впливає фактор внесення азотних добрив на процес силосування?
29. У чому полягає механізм пробіотичної активності молочнокислих бактерій?
30. Яким чином можна визначити біопрепарати або біопрепаративні форми?
31. Що являють собою біодобрива?
32. Назвіть принципи застосування біопрепаратів в агропромисловій галузі.
33. Які екологічно безпечні способи захисту сільськогосподарських рослин є альтернативою пестицидам?
34. У чому полягає екологічна безпечність біопрепаратів та біодобрив?
35. На основі яких популяцій мікроорганізмів виготовляються біопрепарати?
36. Які перспективи використання біопрепаратів і біодобрив у практиці АПК?
37. Які існують екологічні переваги застосування біопрепаратів та біодобрив, на відміну від пестицидів?
38. Які біологічні способи збагачення ґрунту азотом використовуються в сільському господарстві?
39. Охарактеризуйте принцип фіксування азоту ґрунтовими мікроорганізмами?
40. Охарактеризуйте альтернативні види енергетичних джерел біологічного походження.
41. Використання яких видів сировини має еколого-економічні переваги при виготовленні біогазу?
42. Які властивості метаногенних бактерій зумовлюють їхню можливість утворювати біогаз?
43. З якою метою в біотехнології використовують процес метанового бродіння?
44. Яку екологічну роль відіграють мікроорганізми в природних процесах утворення біогазу?
45. Охарактеризуйте компонентний склад біогазу?
46. У чому полягає хімічний принцип метаногенезу?
47. Назвіть основні технологічні фактори і стадії метаногенезу
48. Які групи бактерій і за якою схемою беруть участь у процесі утворення біогазу з органічної сировини?
49. Які технологічні параметри впливають на якість біогазу?
50. У чому виявляються конструкційні особливості біогазових установок?
51. Охарактеризуйте види метанових біореакторів.
52. У яких галузях національної економіки доцільно використовувати біогазові реактори?

53. Назвіть екологічні переваги виробництва й використання біогазу.
54. Які перспективи використання біогазових установок в Україні?
55. Охарактеризуйте хімічні особливості біоетанолу й біодизельного палива?
56. Розкрийте еколого-економічні принципи використання біоетанолу й біодизельного палива.
57. Які існують екологічні переваги виробництва рідкого біопалива в Україні?
58. Назвіть види сировини, які доцільно використовувати для виготовлення біоетанолу й біодизельного палива.
59. Зробіть порівняльний аналіз перспектив застосування біопалива в країнах ЄС.
60. Охарактеризуйте перспективи біопаливних ресурсів України.
61. Визначте екологічні аспекти виробництва біоетанолу, біодизельного палива та біогазу в Україні.
62. Як використовуються мікроорганізми у виробництві різних видів продукції широкого вжитку?
63. Які існують методи підвищення продуктивності біооб'єктів?
64. У чому полягає екологічність іммобілізованих систем?
65. Окресліть методи й принципи іммобілізації біологічних об'єктів.
66. Які види носіїв використовуються для іммобілізації ферментів?
67. У чому полягають екологічні переваги промислового застосування іммобілізованих ферментів?
68. У яких галузі використовують клітинну іммобілізацію?
69. Які біооб'єкти беруть участь в утворенні іммобілізованих систем?
70. У чому полягає принцип «ускладнення» іммобілізованих систем?
71. Яку роль відіграють іммобілізовані системи для деградації шкідливих ксенобіотиків?
72. Охарактеризуйте типи біореакторів з іммобілізованими системами.
73. У чому полягають конструктивні переваги та недоліки біореакторів з іммобілізованими біооб'єктами?
74. Чому виникає необхідність захисту рослин від хвороб і шкідників?
75. До яких економічних наслідків може призводити ураження рослин шкідниками?
76. Охарактеризуйте фактори патогенності мікроорганізмів, що спричиняють хвороби рослин.
77. Яка форма взаємодії організмів отримала назву мутуалізм?
78. Яка форма взаємодії організмів отримала назву паразитизм?
79. Чим відрізняються форми коменсалізму епіойкія та ептойкія?
80. Які форми взаємовідносин між організмами знайшли своє застосування у захисті рослин?

#### Питання 1.

Гідроліз крохмалу відбувається під дією ферментів	
1	лаказ
2	естераз
3	пероксидаз

4	дегалогеназ
5	амілаз

Питання 2.

Повністю мінералізувати ксенобіотики здатні	
1	мікроорганізми
2	рослини
3	водорості
4	справжні гриби
5	хлорела

Питання 3.

Ферменти, які приймають участь в розкладанні лігніну	
1	амілаза, лаказа, нітратредуктаза, дегалогеназа
2	оксидоредуктаза, пероксидаза, лігніназа, лаказа
3	нітратредуктаза, дегалогеназа, тирозиназа, лаказа
4	лігніназа, лаказа, тирозиназа, марганцева пероксидаза
5	лігніназа, тирозиназа, естераза, гідролаза

Питання 4.

В якості препаратів для гідролізу лігноцелюлози використовують ферменти	
1	Chlorella, Scenedesmus
2	Flavobacterium, Achromobacter, Clostridium
3	Trichoderma viride, Trichoderma reesei
4	Nocardia, Pseudomonas, Micrococcus
5	Aspergillus, Trichoderma, Fusarium

Питання 5.

Бактерії, які руйнують шовк	
1	Fusarium
2	Bacillus
3	Pseudomonas
4	Trichoderma
5	Aspergillus

Питання 6.

Лігнін біодерградують	
1	гриби білої, бурої гнилі
2	цвільові гриби
3	справжні гриби
4	несправжні гриби
5	гриби бурої, м'якої, білої гнилі

Питання 7.

Транслокаційне перенесення металів здійснюється в результаті	
1	активного поглинання, пасивного надходження
2	прямого, непрямого транспорту
3	біогенної акумуляції
4	вилуговування
5	підвищення рухливості іонів металів

Питання 8.

В деструкції рослинних полімерів приймає участь	
1	H <sub>2</sub> O
2	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
3	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
4	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
5	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

Питання 9.

Ферменти, які розкладають пектин	
1	лігніназа, лаказа
2	нітратредуктаза, дегалогеназа
3	оксидоредуктаза, пероксидаза
4	естераза, гідролаза
5	тирозиназа, марганцева пероксидаза

Питання 10.

Адсорбція ферментів на лігноцелюлозному субстраті залежить від	
1	субстрату, виду мікроорганізмів
2	косубстрату, виду мікроорганізмів
3	сировини, водорозчинності
4	аморфності целюлози
5	кількості атомів целюлози

**9. Методи навчання.**

Основними видами навчальних занять дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища» є заняття: аудиторні (лекція, лабораторне заняття, консультація) та позааудиторні - самостійна робота аспірантів.

**10. Форми контролю.**

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Екзамен.

**11. Розподіл балів, які отримують здобувачі.** Оцінювання знань здобувача відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг здобувача, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	

<b>0-59</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>Не зараховано</b>
-------------	---------------------	----------------------

Для визначення рейтингу здобувача (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{нр}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$ .

### **11. Навчально-методичне забезпечення**

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти, навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

### **12. Рекомендовані джерела інформації**

#### **Основна література:**

1. Біотехнології в екології : навч. посібник. А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
2. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія: підручник. К.: НУХТ, 2009. 336 с.
3. Галяс В.Л., Колотницький А.Г. Біохімічний і біотехнологічний словник. Л.: Оріяна-Нова, 2006. 468 с.
4. Карпов О.В., Демидов С.В., Кириченко С.С. Клітинна та генна інженерія: підручник. К. : Фітосоціоцентр, 2010. 208 с.
5. Екологічна біотехнологія: навч. посібник: у 2 кн. Кн. I. О.В. Швед, Р.О. Петріна, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 424 с.
6. Екологічна біотехнологія: навч. посібник: у 2 кн. Кн. II. О.В. Швед, Р.О. Петріна, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 368 с.

#### **Додаткова література**

1. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Цвіліховський А.І. та ін. Біотехнологія: підручник. К.: ІНК ОС, 2006. 647 с.
2. Кучеренко М.Е., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень. К.: Фітосоціоцентр, 2011. 424 с.
3. Царенко О.М., Несветов О.О., Кадацький М.О. Основи екології та економіка природокористування: навч. посібник. Суми: Університетська книга, 2011. 324 с.
4. Ісаєнко В.М., Войціцький В.М., Бабенюк Ю.Д. та ін. Екологічна біохімії: навч. посібник. К.: Книжкове вид-во НАУ, 2015. 647 с.
5. Вершигора А.Ю., Пастер Є.У., Колибка та ін. Імунологія: підручник. К.: Вища шк., 2015. 599 с.

6. Бровдій В. М. Біологічний захист рослин. К.: Світ, 2004. 348 с.
7. Імунітет рослин. М. Д. Євтушенко, М. П. Лісовий, В. К. Пантелєєв, О. М. Слюсаренко. К.: Колобіг, 2004. 304 с.
8. Фітофармакологія : підручник [М. Д. Євтушенко, Ф. М. Марютін, В. П. Туренко, В. М. Жеребко, М. П. Секун]. К. : Вища освіта, 2004. 432 с.
9. Лісовий М. П. Історичні етапи розвитку генетики стійкості рослин щодо збудників хвороб. Захист і карантин рослин. К., 2011. Вип. 47. С. 3–31.

### **Інформаційні ресурси**

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958166907000560> 2.

<https://www.jstor.org/stable/20166408?seq=1> 3.

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-60327-140-0\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-60327-140-0_1) 4.

<https://www.bonafil.com/> 5. <https://plen.ku.dk/english/research/microbial-ecology-and-biotechnology/>