

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
Кафедра фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан факультету захисту рослин, біотехнологій  
та екології

  
Коломієць Ю.В.

протокол № 6 від « 21 » лютого 2023р.  
вченої ради факультету захисту рослин,  
біотехнологій та екології

**«СХВАЛЕНО»**

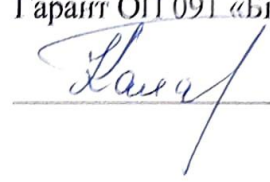
на засіданні кафедри фітопатології ім. акад.  
В.Ф. Пересипкіна

протокол № 8 від « 09 » лютого 2023р.

Завідувач кафедри  Гентош Д.Т.

**«РОЗГЛЯНУТО»**

Гарант ОП 091 «Біологія»

  
проф. Калачнюк Л.Г.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**МОЛЕКУЛЯРНА ФІТОПАТОЛОГІЯ**

Рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий) рівень

Галузь знань – 09 Біологія

Спеціальність – 091 «Біологія»

Освітньо-наукова програма – БІОЛОГІЯ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробник: к.б.н., с.н.с. Волощук Н.М

**1. Опис навчальної дисципліни**  
**МОЛЕКУЛЯРНА ФІТОПАТОЛОГІЯ**

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Галузь знань	09 Біологія	
Освітньо-науковий рівень	Третій	
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	091 Біологія	
Освітньо-наукова програма	Фітопатологія	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	Не передбачено	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Форма контролю	Екзамен	
<b>Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	30	12
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30	12
Самостійна робота	120	156
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4	6

## 2. Мета, завдання та компетенції навчальної дисципліни

Предметом дисципліни «Молекулярна фітопатологія» є питання, присвячені біохімії та молекулярній біології взаємовідношень рослин з паразитами; молекулярним методам ідентифікації та кількісного обліку фітопатогенів; молекулярним механізмам токсичності фунгіцидів та резистентності до них фітопатогенів.

**Метою** вивчення дисципліни є формування у здобувачів професійних знань по основним напрямкам сучасної фітопатології, по яких ведуться інтенсивні дослідження в різних країнах світу, зокрема, у сфері молекулярних механізмів взаємодії рослин і їх паразитів та практичного використання цих даних у фітобіотехнологіях.

Опанування цієї дисципліни дає майбутнім спеціалістам можливість самостійно розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти у фітопатології, планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з використанням сучасного інструментарію.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

### **з н а т и:**

- ідеї та методи молекулярної біології та генетики, що вплинули на розвиток фітопатології та методи фітопатологічних досліджень;
- біохімічні, фізико-хімічні та мікробіологічні аспекти взаємодії між рослинами та фітопатогенами, отримані за допомогою традиційних та молекулярних методів досліджень;
- генетику взаємовідносин рослин з фітопатогенами;
- молекулярні фактори вірулентності патогенів та стійкості рослин до хвороб;
- основні фітопатологічні терміни, які використовуються в сучасній фундаментальній та прикладній біології;
- сучасні інструментальні методи діагностики хвороб рослин та ідентифікації фітопатогенів;
- молекулярні механізми токсичності фунгіцидів та набуття ними резистентності.

## **В М І Т И:**

- проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі біології та фітопатології;
- проводити оригінальні дослідження та створювати нові знання, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях;
- створювати модельні патосистеми для дослідження взаємодії рослина-фітопатоген; проводити аналіз результатів взаємодії рослин з фітопатогенами для визначення стійкості сорту та патогенності/вірулентності збудника хвороби;
- використовувати відомості про механізми взаємовідношень рослин з фітопатогенами для підвищення стійкості рослин до хвороб;
- брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію на конференціях, семінарах та форумах.

Основними компетентностями, якими повинен володіти здобувач під вивчення дисципліни є:

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- здатність працювати в міжнародному контексті;
- здатність розробляти та управляти проектами;
- здатність мотивувати людей та рухатися вперед;
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- здатність працювати автономно.

### **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)**

СК01. Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у біології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у наукових виданнях з біології та суміжних галузей.

СК05. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, які проводять.

СК 09 Здатність до ретроспективного аналізу наукового доробку у напрямі дослідження біопроектів у живих організмах.

### **Програмні результати навчання (ПРН)**

ПН01. Мати концептуальні та методологічні знання з біології і на межі

предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

PH04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у біології та дотичних міждисциплінарних напрямках.

PH05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

## 3.

## Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	Всього	денна форма					Всього	Заочна форма					
		у тому числі						у тому числі					
		л	п	лаб	ін д	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Тема 1. Загальні відомості про паразитизм. Мікроорганізми – паразити рослин	25	4		6		15	23	1		2			20
Тема 2. Феноменологія взаємовідношень рослин з паразитами..Фактори атаки паразитів	17	2		0		15	16	1		0			15
Тема 3. Фактори стійкості. Горизонтальна патосистема Вертикальна патосистема: гени авірулентності та стійкості	23	8		0		15	22	2		0			20
Тема 4. Трансдукція сигналу. Роль саліцилової, жасмонової кислот і етилену у захисті. Імунна відповідь. PR-білки. Утворення активних форм кисню та пероксиду водню на ранніх етапах розвитку стійкості.	23	4		4		15	19	2		2			15
Тема 5. Надчутливість. Біохімія апоптозу. Фітоалексини. Формування механічних бар'єрів. Лігніфікація	29	4		10		15	26	2		4			20
Тема 6. Подібність і відмінність імунітету тваринних і рослинних організмів	17	2		0		15	16	1		0			15
Тема 7. Сучасні інструментальні методи ідентифікації вірусів і бактерій. Імунно-ферментний аналіз. Молекулярні методи ідентифікації збудників хвороб рослин. ПЛР-аналіз. Секвенування ДНК	25	2		8		15	26	1		4			21
Тема 8. Метаболітні профілі мікроорганізмів. Практичне використання методів молекулярної біології. Дослідження резистентності фунгіцидів до фітопатогенів. Створення генетично-модифікованих рослин.	21	4		2		15	32	2		0			30
<b>Всього годин</b>	<b>180</b>	<b>30</b>		<b>30</b>		<b>120</b>	<b>180</b>	<b>12</b>		<b>12</b>			<b>156</b>

#### 4. Теми семінарських занять

Заняття №	Тема заняття	Кількість годин
	Не передбачено навчальним планом	

#### 5. Теми практичних занять

Заняття №	Тема заняття	Кількість годин
	Не передбачено навчальним планом	

#### 6. Теми лабораторних занять

Заняття №	Тема заняття	Кількість годин
1	Гриби – збудники хвороб рослин.	4
2	Фітопатогенні бактерії.	2
3	Віруси та хвороби, які вони спричиняють.	2
4	Активні форми кисню та пероксид водню	2
5	Реакція надчутливості. Хімія апоптозу	4
6	Фітоалексини, їх виявлення та ідентифікація	2
7	Лігніфікація, утворення калусу та тилоутворення	4
8	Метаболітні профілі мікроорганізмів. Інструментальні методи ідентифікації мікробних метаболітів	4
9	Серологічна діагностика хвороб рослин. ІФА.	2
10	ПЛР-аналіз	4
<b>Всього</b>		<b>30</b>

#### 7. Теми самостійної роботи

Заняття №	Тема заняття	Кількість годин
1	Загальні відомості про паразитизм. Мікроорганізми – паразити рослин	15
2	Феноменологія взаємовідношень рослин з паразитами. Фактори атаки паразитів	15
3	Фактори стійкості. Горизонтальна патосистема Вертикальна патосистема: гени авірулентності та стійкості	15
4	Трансдукція сигналу. Роль саліцилової, жасмонової кислот і етилену у захисті. Імунна відповідь. PR-білки. Утворення активних форм кисню та пероксиду водню на ранніх етапах розвитку стійкості.	15

5	Надчутливість. Біохімія апоптозу. Фітоалексини. Формування механічних бар'єрів. Лігніфікація	15
6	Подібність і відмінність імунітету тваринних і рослинних організмів	15
7	Сучасні інструментальні методи ідентифікації вірусів і бактерій. Імунно-ферментний аналіз. Молекулярні методи ідентифікації збудників хвороб рослин. ПЛР-аналіз. Секвенування ДНК	15
8	Метаболітні профілі мікроорганізмів. Практичне використання методів молекулярної біології. Дослідження резистентності фунгіцидів до фітопатогенів. Створення генетично-модифікованих рослин.	15
<b>Всього</b>		<b>120</b>

### **8. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами**

1. Типи взаємовідношень між рослиною-хазяїном і патогеном.
2. Паразитизм і патогенність. У чому полягає відмінність між паразитизмом і патогенністю?
3. Властивості паразитів. Трофність.
4. Патогенність, агресивність і вірулентність фітопатогенів.
5. Фактори атаки паразитів. Фітогормони, ензими, токсини.
6. Фенотипічний прояв стійкості.
7. Генетика стійкості рослин до хвороб.
8. Спеціалізація фітопатогенів.
9. Фактори специфічної і неспецифічної стійкості.
10. Горизонтальна патосистема. Фактори патогенності паразитів.
11. Фактори горизонтальної стійкості.
12. Вертикальна стійкість: гени авірулентності та їх продукти.
13. Еліситори: абіогенні, неспецифічні біогенні, ендогенні рослинні або вторинні еліситори.
14. Гени авірулентності і специфічні еліситори.
15. Гени вірулентності та їх продукти. Супресори. Патотоксини.
16. Ферменти, які розкладають антимікробні сполуки.
17. Вертикальна патосистема: гени стійкості та їх продукти.
18. Дослідження вертикальної патосистеми методами класичної генетики.
19. Дослідження стійкості рослин методами молекулярної генетики.
20. Двофазність відповіді рослин на вторгнення патогену: розпізнавання чужинного і захисна реакція.
21. Оксидний вибух на ранніх етапах зараження рослин фітопатогенами.
22. Сигнальні системи в рослинних клітинах.
23. Сигнальні молекули: саліцилова, жасмонова, абсцизова кислоти та етилен.



24. Реакція надчутливості. Морфологічні зміни при апоптозі та некрозі.
25. Біохімія апоптозу.
26. Реакція надчутливості при ураженні біотрофними та некротрофними фітопатогенами.
27. Молекулярні механізми трансдукції сигналів.
28. Індукована стійкість.
29. Лігніфікація клітинних стінок як фактор стійкості рослин до ураження
30. Утворення калюсу в судинах рослин як фактор стійкості до хвороб. Тилоутворення.
31. Утворення фенольних сполук при формуванні стійкості рослин до хвороби.
32. Фітоалексини, механізми їх дії.
33. Фітоалексини як маркери індукованої хворобостійкості рослин.
34. PR-білки. Хітіназа, глюканаза.
35. Антивірусні білки. Інгібітори протеїназ.
36. Фенілпропаноїди та лігнін. Глікопротеїни.
37. Роль лектинів у патогенезі та стійкості рослин до хвороб.
38. Вроджена і набута стійкість. Системна набута стійкість.
39. Створення ГМО – сортів, стійких до хвороб.
40. Подібність і відмінність імунітету тваринних і рослинних організмів.
41. Класичні та сучасні методи ідентифікації грибів – збудників хвороб рослин.
42. Охарактеризуйте класичні і сучасні методи діагностики вірусів. Дайте їм порівняльну оцінку.
43. Класичні методи ідентифікації бактерій. Біохімічні тести.
44. Жирнокислотний склад ліпідів при ідентифікації бактерій.
45. Метаболітні профілі мікроорганізмів та їх використання в ідентифікації видової належності.
46. Опишіть метод спектрофотометрії. Наведіть приклади його використання в дослідженнях біологічних об'єктів.
47. Опишіть метод мас-спектроскопії. Наведіть приклади його використання в дослідженнях біологічних об'єктів.
48. Опишіть метод хроматографії. Як типи хроматографії ви знаєте? Наведіть приклади використання хроматографічного методу при дослідженні біологічних об'єктів.
49. Охарактеризуйте метод ВЕРХ (високоєфективна рідинна хроматографія). Наведіть приклади його використання в дослідженнях біологічних об'єктів.
50. Охарактеризуйте метод ВЕРХ-МС. Наведіть приклади його використання в дослідженнях біологічних об'єктів.
51. Охарактеризуйте серологічний метод ідентифікації мікроорганізмів.
52. Метод імуноферментного аналізу і його використання в діагностиці бактеріальних, вірусних та грибних хвороб рослин.

53. Опишіть класичний метод ідентифікації віроїдів, який вважається передвісником методу ПЛР.
54. Наведіть приклади розміру геномів віруса, мікоплазми, бактерії, гриба.
55. У чому відмінності між прокаріотами та еукаріотами?
56. Який відсоток становлять кодуючі послідовності в геномі бактерії?
57. Який відсоток становлять кодуючі послідовності в геномах грибів?
58. Використання явища флуорисценції в біологічних дослідженнях. Флуорофори.
59. Молекулярні методи ідентифікації збудників хвороб рослин. ПЛР-аналіз.
60. Історія винаходу ПЛР-аналізу.
61. Які основні етапи ПЛР-аналізу?
62. Обладнання, необхідне для ПЛР-аналізу. Термоциклери.
63. Що таке праймери?
64. Опишіть роль ДНК-полімерази в методі ПЛР.
65. Структура ДНК. Нуклеотиди, нуклеозиди, нуклеозидтрифосфати, дезоксинуклеозидтрифосфати.
66. Азотисті основи ДНК і РНК.
67. Пентози у складі нуклеїнових кислот.
68. Як відбувається синтез нуклеїнових кислот? В якому напрямку записуються нуклеотиди у ланцюгу ДНК при їх синтезі?
69. Наведіть приклади послідовностей нуклеотидів і розшифруйте їх.
70. Наведіть приклади структурних формул ділянок ДНК (РНК).
71. Що означає принцип комплементарності у нуклеїнових кислотах?
72. В основі яких молекулярних методів біології лежить принцип комплементарності ДНК?
73. Що таке реплікація ДНК? Основний матеріал, який необхідний для реплікації ДНК.
74. Що таке ренатурація і денатурація ДНК?
75. Що таке рестрикція? Рестриктази.
76. В яких одиницях вимірюються фрагменти ДНК. Розмір праймерів
77. Рестриктази і лігаза у ПЛР.
78. Трансформація ДНК.
79. Що таке «липкі кінці» у фрагментів ДНК (РНК)?
80. Використання методу гель-електрофрезу в ПЛР.
81. ПЛР в реальному часі.
82. Що таке «експресія генів»? Як визначається експресія генів у молекулярних дослідженнях?
83. Етапи синтезу білка: трансляція, транскрипція.
84. Біосенсорний аналіз в діагностиці хвороб та ідентифікації збудників.
85. Метод мікроареїв. Наведіть приклади використання методу мікроареїв в дослідженнях біологічних об'єктів та їх функцій.
86. Секвенування. Історія секвенування ДНК. Секвенатори.

87. Які інструментальні методи використовують для ідентифікації мікроскопічних грибів-збудників хвороб рослин?
88. Які інструментальні методи використовують для ідентифікації бактерій – збудників хвороб рослин?
89. Які інструментальні методи використовують для ідентифікації вірусів-збудників хвороб рослин?
90. Які інструментальні методи використовують для ідентифікації віроїдів-збудників хвороб рослин?
91. Які інструментальні методи використовують для ідентифікації мікоплазм-збудників хвороб рослин?
92. Які інструментальні методи використовують для ідентифікації нематод-збудників хвороб рослин?
93. Вторинні токсичні метаболіти фітопатогенних грибів. Фітотоксини. Мікотоксини. Патотоксини.
94. Методи виявлення та ідентифікації мікотоксинів в рослинній продукції.
95. Фунгіциди. Охарактеризуйте основні класи фунгіцидних сполук.
96. Які механізм дії фунгіцидних речовин на грибні організми.
97. Механізми антипатогенної активності сучасних біопрепаратів.
98. Антибіотики, які продукуються грибами роду *Trichoderma*, та інші чинники антипатогенної дії.
99. Антибіотики, які продукуються бактеріями – антагоністами грибних фітопатогенів.
100. Які механізми підвищення стійкості рослин проти хвороб при використанні регуляторів росту?

## 9. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни використовуються нормативні документи, наочне обладнання, комп'ютерні програми з відповідним програмним забезпеченням, наочні стенди, каталоги нормативних документів, Закони України тощо.

## 10. Форми контролю

Усний і письмовий поточний контроль знань.

Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання самостійних завдань.

Екзамен

Оцінювання знань студента 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)

<b>Рейтинг студента, бали</b>	<b>Оцінка національна за результати складання екзамену</b>
<b>90-100</b>	<b>Відмінно</b>
<b>74-89</b>	<b>Добре</b>
<b>60-73</b>	<b>Задовільно</b>
<b>0-59</b>	<b>Незадовільно</b>

Для визначення рейтингу студента (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. 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. Рекомендована література

1. Методичні рекомендації до розділу «Молекулярна біотехнологія» курсу «Загальна біотехнологія». // Драницина А. С., Савчук О. М., Гребіник Д. М., Кравченко О.О., Остапченко Л. І. – К. – 2018. – 185 с.
2. Молекулярна біологія клітини: навч. посіб. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2021. – 135 с.
3. Основи молекулярної біології (курс лекцій). – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 255 с.
4. Bioinformatics and data analysis in microbiology / ed. O. Bishop. Caister Academic Press. 2014. 248p.
5. Fang Y, Ramasamy RP. Current and Prospective Methods for Plant Disease Detection. Biosensors (Basel). 2015 Aug 6;5(3):537-61. doi: 10.3390/bios5030537.
6. Molecular Identification of Fungi. Ed. Y. Gherbawy, K. Voigt. – 2014. –Springer. – P. 512.
7. Raja H. A., Miller A. N., Pearce C. J., Oberlies N. H. Fungal Identification Using Molecular Tools: A Primer for the Natural Products Research Community. / J. Nat. Prod. 2017. – Vol. 80, P. 756–770. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.6b01085
8. Rubio L, Galipienso L and Ferriol I (2020) Detection of Plant Viruses and Disease Management: Relevance of Genetic Diversity and Evolution. Front. Plant Sci. 11:1092. doi: 10.3389/fpls.2020.01092
9. Srinivasa C., Sharanaiah U., Shivamallu C. Molecular detection of plant pathogenic bacteria using polymerase chain reaction single-strand conformation polymorphism / *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, 2012. – Vol. 44, Issue 3, P. 217–223. <https://doi.org/10.1093/abbs/gmr129>

### Інформаційні ресурси

1. <https://www.biomerieux-diagnostics.com/sites/clinic/files/9308960-002-gb-b-apiweb-booklet.pdf>
2. [https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&BLAST\\_SPEC=GenomeBlast&PAGE\\_TYPE=BlastSearch](https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&BLAST_SPEC=GenomeBlast&PAGE_TYPE=BlastSearch)
3. <https://www.mycobank.org/>
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
5. <https://universe84a.com/collection/api-test-bacteria/>