

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології  
Кафедра фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

**Перший проректор**

\_\_\_\_\_ І.І. Ібатуллін

» \_\_\_\_\_

2020 р

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

на засіданні Вченої ради факультету захисту  
рослин, біотехнологій та екології

Протокол № \_ від « \_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

В.о. декана \_\_\_\_\_ Ю.В. Коломієць

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

Протокол № \_ від « \_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

В.о. зав. кафедри \_\_\_\_\_

Д.Т. Гентош

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
МОЛЕКУЛЯРНА ФІТОПАТОЛОГІЯ**

рівень вищої освіти – **третій освітньо-науковий**

спеціальність – 091 «**Біологія**»

Розробники: д.б.н. Крючкова Л.О., к.б.н. Піковський М.Й.

Київ – 2020 р.

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

| Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь                       |                      |                       |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Галузь знань                                                        | 09 Біологія          |                       |
| Освітньо-науковий рівень                                            | Третій               |                       |
| Освітній ступінь                                                    | доктор філософії     |                       |
| Спеціальність                                                       | 091 Біологія         |                       |
| Освітньо-наукова програма                                           | Фітопатологія        |                       |
| Характеристика навчальної дисципліни                                |                      |                       |
| Вид                                                                 | Вибіркова            |                       |
| Загальна кількість годин                                            | 150                  |                       |
| Кількість кредитів ECTS                                             | 5                    |                       |
| Кількість змістових модулів                                         | Не передбачено       |                       |
| Курсовий проект (робота)                                            | Не передбачено       |                       |
| Форма контролю                                                      | Залік                |                       |
| Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання |                      |                       |
|                                                                     | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Рік підготовки (курс)                                               | 1                    | 1                     |
| Семестр                                                             | 2                    | 2                     |
| Лекційні заняття                                                    | 20                   | 20                    |
| Практичні, семінарські заняття                                      |                      |                       |
| Лабораторні заняття                                                 | 20                   | 20                    |
| Самостійна робота                                                   | 110                  | 110                   |
| Індивідуальні завдання                                              |                      |                       |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання       | 20                   | 20                    |

## **2. Мета та завдання 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,

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.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

### **знати:**

- 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.

## 2. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                 | Кількість годин |              |   |     |     |      |              |              |    |    |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|---|-----|-----|------|--------------|--------------|----|----|-----|-----|
|                                                                                               | денна форма     |              |   |     |     |      | Заочна форма |              |    |    |     |     |
|                                                                                               | усяго           | у тому числі |   |     |     |      | усяго        | у тому числі |    |    |     |     |
|                                                                                               |                 | л            | п | лаб | інд | с.р. |              | го           | л  | п  | лаб | інд |
| 1                                                                                             | 2               | 3            | 4 | 5   | 6   | 7    | 8            | 9            | 10 | 11 | 12  | 13  |
| Тема 1. Загальні відомості про паразитизм.                                                    | 5               | 2            |   | 0   |     | 3    | 5            | 2            |    | 0  |     | 3   |
| Тема 2. Властивості паразитів                                                                 | 4               | 1            |   | 0   |     | 3    | 4            | 1            |    | 0  |     | 3   |
| Тема 3. Мікроорганізми – паразити рослин.                                                     | 8               | 1            |   | 4   |     | 3    | 8            | 1            |    | 4  |     | 3   |
| Тема 4. Феноменологія взаємовідношень рослин з паразитами.                                    | 5               | 2            |   | 0   |     | 3    | 5            | 2            |    | 0  |     | 3   |
| Тема 5. Фактори атаки паразитів.                                                              | 7               | 1            |   | 0   |     | 6    | 7            | 1            |    | 0  |     | 6   |
| Тема 6. Фактори стійкості.                                                                    | 7               | 1            |   | 0   |     | 6    | 7            | 1            |    | 0  |     | 6   |
| Тема 7. Горизонтальна патосистема.                                                            | 7               | 1            |   | 0   |     | 6    | 7            | 1            |    | 0  |     | 6   |
| Тема 8. Вертикальна патосистема: гени авірулентності та їх продукти.                          | 4,5             | 0,5          |   | 0   |     | 4    | 4,5          | 0,5          |    | 0  |     | 4   |
| Тема 9. Вертикальна патосистема: гени стійкості та їх продукти.                               | 4,5             | 0,5          |   | 0   |     | 4    | 4,5          | 0,5          |    | 0  |     | 4   |
| Тема 10. Гени вірулентності та їх продукти.                                                   | 4,5             | 0,5          |   | 0   |     | 4    | 4,5          | 0,5          |    | 0  |     | 4   |
| Тема 11. Трансдукція сигналу. Роль саліцилової, жасмонової кислот і етилену у захисті         | 4,5             | 0,5          |   | 0   |     | 4    | 4,5          | 0,5          |    | 0  |     | 4   |
| Тема 12. Імунна відповідь. PR-білки                                                           | 4,5             | 0,5          |   | 0   |     | 4    | 4,5          | 0,5          |    | 0  |     | 4   |
| Тема 13. Утворення активних форм кисню та пероксиду водню на ранніх етапах розвитку стійкості | 6,5             | 0,5          |   | 2   |     | 4    | 6,5          | 0,5          |    | 2  |     | 4   |
| Тема 14. Надчутливість. Біохімія апоптозу.                                                    | 6               | 0            |   | 2   |     | 4    | 6            | 0            |    | 2  |     | 4   |
| Тема 15. Фітоалексини                                                                         | 6               | 0            |   | 2   |     | 4    | 6            | 0            |    | 2  |     | 4   |
| Тема 16. Формування механічних бар'єрів. Лігніфікація                                         | 8               | 0            |   | 4   |     | 4    | 8            | 0            |    | 4  |     | 4   |
| Тема 17. Подібність і відмінність імунітету тваринних і рослинних організмів                  | 6               | 2            |   | 0   |     | 4    | 6            | 2            |    | 0  |     | 4   |
| Тема 18. Сучасні інструментальні методи ідентифікації вірусів і бактерій                      | 8               | 0            |   | 2   |     | 6    | 8            | 0            |    | 2  |     | 6   |
| Тема 19. Імунно-ферментний аналіз                                                             | 6               | 0            |   | 2   |     | 4    | 6            | 0            |    | 2  |     | 4   |
| Тема 20. Молекулярні методи ідентифікації збудників хвороб рослин. ПЛР-аналіз.                | 6               | 0            |   | 2   |     | 4    | 6            | 0            |    | 2  |     | 4   |
| Тема 21. Секвенування ДНК                                                                     | 6               | 2            |   | 0   |     | 4    | 6            | 2            |    | 0  |     | 4   |

|                                                                                                                        |            |           |   |           |   |            |            |           |   |           |   |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|---|-----------|---|------------|------------|-----------|---|-----------|---|------------|
| 1                                                                                                                      | 2          | 3         | 4 | 5         | 6 | 7          | 2          | 3         | 4 | 5         | 6 | 7          |
| Тема 22. Метаболітні профілі мікроорганізмів                                                                           | 5          | 1         |   | 0         |   | 4          | 5          | 1         |   | 0         |   | 4          |
| Тема 23. Фітотоксини. Мікотоксини. Патотоксини. Методи виділення і ідентифікації.                                      | 7          | 1         |   | 0         |   | 6          | 7          | 1         |   | 0         |   | 6          |
| Тема 24. Практичне використання методів молекулярної біології. Дослідження резистентності фунгіцидів до фітопатогенів. | 7          | 1         |   | 0         |   | 6          | 7          | 1         |   | 0         |   | 6          |
| Тема 25. Створення генетично-модифікованих рослин                                                                      | 7          | 1         |   | 0         |   | 6          | 7          | 1         |   | 0         |   | 6          |
| <b>Усього годин</b>                                                                                                    | <b>150</b> | <b>20</b> |   | <b>20</b> |   | <b>110</b> | <b>150</b> | <b>20</b> |   | <b>20</b> |   | <b>110</b> |

### 3. Теми лабораторних занять

| Заняття №     | Тема заняття                                                                                    | Кількість годин |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1             | Гриби – збудники хвороб рослин.                                                                 | 2               |
| 2             | Фітопатогенні бактерії.                                                                         | 1               |
| 3             | Віруси та хвороби, які вони спричиняють.                                                        | 1               |
| 4             | Активні форми оксигену та пероксид водню                                                        | 2               |
| 5             | Реакція надчутливості. Хімія апоптозу                                                           | 2               |
| 6             | Фітоалексини, їх виявлення та ідентифікація                                                     | 2               |
| 7             | Лігніфікація, утворення калюсу та тилоутворення                                                 | 4               |
| 8             | Метаболітні профілі мікроорганізмів. Інструментальні методи ідентифікації мікробних метаболітів | 2               |
| 9             | Серологічна діагностика хвороб рослин. ІФА.                                                     | 2               |
| 10            | ПЛР-аналіз                                                                                      | 2               |
| <b>Всього</b> |                                                                                                 | <b>20</b>       |

### 4. 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, ендегенні 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 вірусу, 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?

## **5. 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.

## **6. Форми контролю**

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

## **7. 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.

## **8. Рекомендована література**

1. Барковский В.Ф., Горелик С.М., Городенцева Т.Б. Физико-химические методы анализа. – М.: Высшая школа, 1972. – 344 с.
2. Браун А.Д., М.Д. Фаддева. Молекулярные основы жизни. М.: Просвещение. – 1976. – 207 с.
3. Вавилов Н.И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. – М.: Наука, 1986. – 520 с.
4. Выделение и идентификация бактерий. Методические рекомендации / Сост. О.И. Винникова, А.М. Самойлов, Ю.В. Попова – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2011. - 60с.

5. Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология: Учеб. пособие. Москва, изд. Общество фитопатологов, 2001. – 302 с.
6. Методы экспериментальной микологии: Справочник / Под ред. В.Й. Билай. – К.: Наук. Думка, 1982. – 550 с.
7. Плотникова Л.Я. Иммуитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям. – М.: Колос. 2007, – 359 с.
8. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія. Підручник. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». – 2008. – 384 с.
9. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. – М.: Наука, 2002. – 294 с.
10. Agrios G. Plant pathology. 5-th ed. ELSEVIER Academic Press. - 2005. – 948p.
11. Bioinformatics and data analysis in microbiology / ed. O.Bishop. Caister Academic Press. – 2014. – 248p.