

**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  
ТОКСИЧНІ МЕТАБОЛІТИ ЕНДОФІТНИХ ГРИБІВ**

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., доцент Башта О.В.

Київ – 2023

**1. Опис навчальної дисципліни**  
**ТОКСИЧНІ МЕТАБОЛІТИ ЕНДОФІТНИХ ГРИБІВ**

<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 компетентності навчальної дисципліни

Предметом дисципліни «Токсичні метаболіти ендоефітних грибів» є питання, присвячені сучасним теоретичним та прикладним аспектам зараження рослин мікроскопічними грибами-ендофітами, формуванню ними симбіотичних та паразитичних взаємовідношень з рослиною-хазяїном, синтезу ними метаболітів з ріст-стимулюючими та інгібувальними властивостями. Особлива увага приділяється питанням синтезу грибами метаболітів, токсичних для теплокровних тварин і людей – потенційних споживачів рослинної продукції.

**Метою** вивчення дисципліни є формування у здобувачів професійних знань по основним напрямкам сучасної мікотоксикології, по яких ведуться інтенсивні дослідження в різних країнах світу, зокрема, у сфері безпеки харчування та практичного використання цих даних у агротехнологіях.

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

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

### **знати:**

- види ендоефітних грибів, які колонізують рослини, не завдаючи їм шкоди, та види фітопатогенних грибів – ендоефітів – продуцентів токсичних метаболітів;
- сучасний стан проблеми з мікотоксинами; новітні дані про афлатоксини, охратоксини, трихотецени та інші мікотоксини, особливості їх біологічного впливу на живі організми та віддалені ефекти;
- біохімічні, фізико-хімічні та мікробіологічні аспекти взаємодії між рослинами та ендоефітними грибами, отримані за допомогою традиційних та молекулярних методів досліджень;
- основні методи виявлення ендоефітних грибів у вегетуючих рослинах і зерні;
- сучасні інструментальні методи виявлення та ідентифікації мікотоксинів у рослинній продукції.

### **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;
- проводити аналіз рослинної продукції на ураженість токсиноутворюючими грибами та забрудненість мікотоксинами;
- розробляти та удосконалювати заходи захисту рослин від ураження фітопатогенними грибами – продуцентами мікотоксинів;
- розрізняти види ендоефітних грибів, які колонізують рослини, не завдаючи їм шкоди, та види фітопатогенних грибів-ендоефітів – продуцентів токсичних метаболітів;
- брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію на конференціях, семінарах та форумах.

Основними компетентностями, якими повинен володіти здобувач підвивчення 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)**

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 біопроцесів у живих організмах.

### **Програмні результати навчання (РН)**

РН01. 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.

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

## 3.

## Програма і структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	всього	у тому числі				всього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.		л	п	лаб	с.р.
Тема 1. Ендофітні гриби – фітопатогени. Типи колонізації рослинної тканини та функціональна активність грибів-ендофітів.	30	6		4	20	30	2		1	27
Тема 2. Особливості взаємовідношень грибів – ендоефітів з рослиною-господарем	22	2		4	16	22	1		1	20
Тема 3. Ендофітні гриби – біотрофи. Ріст-стимулюючі та імунно-протекторні властивості грибів-ендофітів	28	4		4	20	28	2		2	24
Тема 4. Токсичні метаболіти, які продукуються фітопатогенними грибами. Фітотоксини, патотоксини, мікотоксини.	35	6		4	25	35	1		2	32
Тема 5. Основні групи мікотоксинів. Методи виявлення в рослинних тканинах мікотоксинів та їх ідентифікація	30	8		8	14	30	4		4	22
Тема 6. Вплив грибів-ендофітів на якість рослинної продукції. Мікози і мікотоксикози людей і тварин. Біотероризм	35	4		6	25	35	2		2	31
<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	Види ендofітних грибів і їх рослини - господарі	2
2	Методи виявлення грибів-ендофітів в тканинах рослин	4
3	Методи інокуляції рослин грибами-ендофітами	2
4	Фітопатогенні гриби – ендofіти. Дослідження впливу фітотоксинів на рослину-господаря	2
5	Дослідження ріст-стимулюючої активності грибів-ендофітів на рослину-хазяїна	4
6	Методи дослідження мікобіоти насіння рослин	4
7	Методи дослідження мікобіоти грубих кормів	6
8	Методи виявлення та ідентифікація мікотоксинів в продукції рослинництва	6
<b>Всього</b>		<b>30</b>

#### 7. Теми самостійної роботи

Заняття №	Тема заняття	Кількість годин
1	Ендofітні гриби – фітопатогени. Типи колонізації рослинної тканини та функціональна активність грибів-ендофітів.	20
2	Особливості взаємовідношень грибів – ендofітів з рослиною-господарем	16
3	Ендofітні гриби – біотрофи. Ріст-стимулюючі та імунно-протекторні властивості грибів-ендофітів	20
4	Токсичні метаболіти, які продукуються фітопатогенними грибами. Фітотоксини, патотоксини, мікотоксини.	25
5	Основні групи мікотоксинів. Методи виявлення в рослинних тканинах мікотоксинів та їх ідентифікація	14

6	Вплив грибів-ендофітів на якість рослинної продукції. Мікози і мікотоксикози людей і тварин. Біотероризм	25
<b>Всього</b>		120

**Тема лекційного заняття 1.** Історія вивчення грибів-ендофітів. Гриби-ендофіти роду *Claviceps* як причина отруєння людей в епоху середньовіччя. Приклади масових отруєнь людей, спричинених токсичними метаболітами грибів роду *Fusarium*.

**Тема лекційного заняття 2.** Ендофітні гриби – фітопатогени. Типи колонізації рослинної тканини та функціональна активність грибів-ендофітів.

**Тема лекційного заняття 3.** Ендофітні гриби – біотрофи. Ріст-стимулюючі та імунно-протекторні властивості грибів-ендофітів.

**Тема лекційного заняття 4.** Токсичні метаболіти, які продукуються фітопатогенними грибами. Фітотоксини, патотоксини, мікотоксини.

**Тема лекційного заняття 5.** Основні групи мікотоксинів. Методи виявлення в рослинних тканинах мікотоксинів та їх ідентифікація. Мікотоксини грибів роду *Aspergillus*. Афлатоксини, охратоксини. Мікотоксини грибів роду *Fusarium*. Мікотоксини грибів роду *Penicillium*. Мікотоксини ендофітних грибів *Claviceps purpurea*, *Eriochloe* spp.

**Тема лекційного заняття 6.** Вплив грибів-ендофітів на якість рослинної продукції. Мікобіота зерна. Мікологічний аналіз зерна. Мікобіота грубих кормів. Значення грибів-ендофітів для сільського господарства. Вплив мікотоксинів на здоров'я теплокровних тварин і людей. Мікози і мікотоксикози людей і тварин. Біотероризм

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

1. Дайте визначення ендофітним мікроорганізмам.
2. Історія виявлення ендофітів.
3. Типи взаємовідношень рослин з мікроорганізмами. Симбіоз рослин з мікроорганізмами.
4. Ендофітні бактерії і гриби.
5. Колонізація рослинних тканин ендофітами.
6. Ектомікориза на рослинах. гриби-базидіоміцети, які спричиняють ектомікоризу.
7. Везикуло-арбускулярна мікориза.
8. Охарактеризуйте гриби роду *Glomus*.
9. Ріст-стимулюючі та імунно-протекторні властивості грибів-ендофітів
10. Можливість штучного зараження рослин грибами-ендофітами роду *Glomus*.
11. Синтез продуктів адаптивного призначення у клітинах грибів (токсини, антибіотики, пігменти).
12. Токсичні метаболіти, які продукуються фітопатогенними грибами. Фітотоксини, патотоксини, мікотоксини.



13. Мікотоксини і патогенез рослин.
14. Фітотоксичні метаболіти грибів.
15. Назвіть токсиноутворюючі гриби порядку *Hydroziales* та охарактеризуйте їх взаємовідношення з рослиною-хазяїном.
16. Безсимптомні ендоефіти злакових трав *Gliocladium* та *Phyalophora*, їх взаємовідношення з рослинами-хазяїнами
17. Безсимптомні ендоефіти злакових трав роду *Acremonium*.
18. Гриби роду *Erichloe*, та споріднені з ним гриби роду *Neotyrodium*, типіих взаємовідношень з рослинами-хазяїнами.
19. Мікотоксини грибів роду *Erichloe* та споріднених видів, їх вплив на теплокровних тварин, комах і нематод.
20. Методи виявлення грибів-ендоефітів в тканинах рослин.
21. Екологічні особливості грибів-ендоефітів.
22. Безсимптомні гриби-ендоефіти та їх конкурентні взаємовідношення з фітопатогенними грибами
23. Гриб *Claviceps purpurea* та хвороби сільськогосподарських рослин, які він спричиняє
24. Алкалоїди гриба *Claviceps purpurea*, симптоми ерготизму у людей.
25. Наведіть приклади масових отруєнь людей, спричинених токсичними метаболітами гриба *Claviceps purpurea*
26. Мікобіота зерна та забруднення його мікотоксинами
27. Мікотоксини грибів роду *Fusarium*.
28. Методи виявлення та ідентифікації мікотоксинів *Fusarium* у зерні.
29. Трихотеценові мікотоксини, механізм їх дії на молекулярному і клітинному рівнях
30. Забруднення харчових продуктів трихотеценовими мікотоксинами. Детоксикація харчових продуктів і кормів.
31. Зеараленон, механізм їх дії на молекулярному і клітинному рівнях
32. Фумонізени, їх характеристика та види-продуценти
33. Наведіть приклади масових отруєнь людей, спричинених токсичними метаболітами грибів роду *Fusarium*.
34. Охарактеризуйте гриби роду *Fusarium*. Опишіть методи їх ізоляції та ідентифікації.
35. Охарактеризуйте гриби роду *Aspergillus*.
36. Мікотоксини грибів роду *Aspergillus*. Види, що продукують афлатоксини і охратоксини.
37. Забруднення харчових продуктів афлатоксинами.
38. Вплив афлатоксинів на здоров'я людей і тварин. Механізм їх дії на молекулярному і клітинному рівнях.
39. Забруднення харчових продуктів охратоксинами.
40. Вплив охратоксинів на здоров'я людей і тварин. Механізм їх дії на молекулярному і клітинному рівнях.
41. Мікотоксини грибів роду *Penicillium*. Цитринін, патулін.
42. Мікози та мікотоксикози людей і тварин.
43. Мікобіота грубих кормів. Стахіботріотоксини.
44. Наведіть приклади біотероризму з використанням мікотоксинів.
45. Мікотоксини грибів роду *Alternaria*

## 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.

Основними видами навчальних занять дисципліни «Токсичні метаболіти ендоефітних грибів» є заняття: аудиторні (лекція та лабораторна робота) та за межами аудиторій – самостійна робота аспірантів.

Навчальна лекція дисципліни «Токсичні метаболіти ендоефітних грибів» – це логічно вивершений, науково обґрунтований і систематизований виклад наукових питань, які представлені у формі презентації.

Лабораторна робота являє собою вид навчального заняття, на якому аспіранти під керівництвом викладача проводять експерименти в спеціально обладнаних навчальних лабораторіях з використанням устаткування, пристосованого для умов навчального процесу. Етапами підготовки і проведення лабораторного заняття є: проведення попереднього контролю підготовленості аспірантів до виконання конкретної лабораторної роботи; виконання конкретних завдань у відповідності з запропонованою тематикою; оформлення індивідуального звіту; оцінювання результатів роботи аспірантів викладачем. У випадку виконання лабораторних робіт, пов'язаних з можливою небезпекою для здоров'я і життя аспірантів, обов'язковим етапом його підготовки і проведення є інструктаж з правил безпеки і контроль за їх дотриманням, що проводиться як і на першому занятті (загальний інструктаж роботи в лабораторіях кафедри фітопатології), так і наступних (інструктаж щодо окремих можливо небезпечних умов проведення дослідів).

Самостійна робота є основним засобом засвоєння аспірантом навчального матеріалу з вивчення токсичних метаболітів грибів у вільний час від обов'язкових навчальних занять.

## 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)

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

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{дис}$

(до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{НР}$  (до 70 балів):  $R_{дис} = R_{НР} + R_{ат}$ .

## 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. Духницький В.Б. Ветеринарна мікотоксикологія / В.Б. Духницький, Г.О. Хмельницький, Г.В. Бойко, В.Д. Іщенко / – Київ, Аграрна освіта, 2011, 240 с.
2. Духницький В.Б. Ветеринарна мікотоксикологія : електронний навчальний посібник / В.Б. Духницький, Г.О. Хмельницький, Г.В. Бойко, В.Д. Іщенко / – Київ, Аграрна освіта, 2013, 240 с.
3. Крючкова Л.О. Біологічний захист рослин від хвороб: монографія. – Київ: КОМПРИНТ, 2017. – 123 с.
4. Agrios G. Plant pathology. 5-th ed. ELSEVIER Academic Press. - 2005. – 948p.
5. Bennett J.W., Klich M. Mycotoxins / Clinical Microbiology Reviews, 2003. – 16(3). – 497-516
6. Deacon J.W. Fungal biology, 4-th edition. — Edinburgh: Blackwell Publishing Ltd., 2006. — 380 p.
7. Logrieco A., Mule G., Moretti A., Bottalico A. Toxigenic Fusarium species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe // European Journal of Plant Pathology.— 2002.— V. 108.— P. 597-609.
8. Codex Alimentarius - FAO/WHO Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed, Codex Stan 193-1995. Доступ: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS\\_193e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf)

## Інформаційні ресурси

1. Журнал: Карантин і захист рослин – режим доступу:  
<http://kr.ipp.gov.ua/index.php/journal>
2. Журнал: European Journal of Plant Pathology – режим доступу:  
<https://www.springer.com/journal/10658>
3. Журнал: Biological Invasions – режим доступу:  
<https://www.springer.com/journal/10530>
4. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського – режим доступу: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/>
5. Український ботанічний журнал - режим доступу:  
[http://botany.kiev.ua/journal\\_en.htm](http://botany.kiev.ua/journal_en.htm)
6. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/natural-toxins-in-food>
7. <https://www.fda.gov/food/chemical-contaminants-pesticides/natural-toxins-food>
8. <https://www.foodcircle.com/magazine/contaminants-toxins-foods>
9. [https://www.mdpi.com/journal/toxins/special\\_issues/mycotoxins\\_feed\\_food\\_chain](https://www.mdpi.com/journal/toxins/special_issues/mycotoxins_feed_food_chain)
10. [https://www.bfr.bund.de/en/health\\_risk\\_assessment\\_of\\_mycotoxins\\_and\\_plant\\_toxins\\_in\\_food-54450.html](https://www.bfr.bund.de/en/health_risk_assessment_of_mycotoxins_and_plant_toxins_in_food-54450.html)
11. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7232292/>