

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної  
роботи та розвитку



**С. М. Кваша**

« 01 » 06 2021 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**


на засіданні вченої ради агробіологічного  
факультету

Протокол № 4 від «18» 05 2021 р.

Декан  Тонха О. Л.

на засіданні кафедри екобіотехнології та  
біорізноманіття

Протокол № 9 від «23» жовтня 2021 р.

Завідувач кафедри  Патики М. В.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«БІОІНДИКАЦІЯ МІКРОБНОЇ АКТИВНОСТІ»**

1. Рівень вищої освіти – Третій освітньо-науковий
2. Галузь знань – 20 «Аграрні науки та продовольство»
3. Спеціальність – 201 «Агрономія»
4. Освітньо-наукова програма – «Агрономія»
5. Гарант ОНП: Танчик Семен Петрович
6. Розробники:

Патика М. В., завідувач кафедри екобіотехнології та біорізноманіття, д. с.-г. н.,  
член-кор. НААН

Патика Т. І., професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики,  
д. с.-г. н., с. н. с.

### 1. Опис навчальної дисципліни «Біоіндикація мікробної активності»

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»	
Освітньо-науковий рівень	Третій	
Освітній ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	201 «Агрономія»	
Освітньо-наукова програма	«Агрономія»	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	-	
Форма контролю	Іспит	
<b>Показники навчальної дисципліни</b>		
	Денна та вечірня форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	2
Семестр	2	1
Лекційні заняття	20	20
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30	30
Самостійна робота	100	100
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	-

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

Мета дисципліни «Біоіндикація мікробної активності» – вивчення головних положень сучасної індикації (діагностики) середовищ (ґрунтів), основних питань охорони та екологічного стану довкілля, раціонального природокористування і ресурсозабезпечення відповідно до умов сьогодення.

Програму розроблено з урахуванням сучасних вимог до фундаментальних знань в сільськогосподарській галузі, наявності базових мікробіологічних, екологічних знань. Основна увага зосереджена на мікробіологічних, біохімічних напрямках індикації середовищ (ґрунтів), а також біодіагностики антропогенно порушених ґрунтів. Кожен майбутній спеціаліст у будь-якій галузі, кожна свідомо людина повинні обов'язково мати загальне уявлення про особливості сучасного екологічного стану, особливості формування мікробних угруповань екосистем, а також про основні напрями у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки. В умовах високого антропогенного навантаження на біосферу важливо розуміти і вивчати різноманітність метаболічних шляхів мікроорганізмів, мікробіологічні процеси, які проходять у ґрунті і впливають на його родючість; роль мікроорганізмів у очищенні забруднених ґрунтів, вплив на життєдіяльність корисних мікроорганізмів у посівах сільськогосподарських культур та при виробництві різних речовин, що базуються на промисловому використанні мікроорганізмів; застосовувати знання з курсу мікробіології при розробці заходів захисту сільськогосподарських культур від фітопатогенів.

Особливою формою закріплення знань є предметний залік. Ефективність роботи здобувачів доцільно перевіряти вході поточного та підсумкового контролю знань у формі тестового контролю за темами і розділів курсу.

## **3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну денної (заочної) форми навчання**

**Тема 1. Вступ.** Предмет і завдання біоіндикації мікробної активності. Зв'язок дисципліни з іншими науковими напрямами. Об'єкти вивчення біоіндикації. Основні принципи, мета біоіндикації мікробної активності.

**Тема 2. Мікробіологічна і біохімічна діагностика і індикація ґрунтів.** Мікроорганізми як чуйні індикатори. Аналіз складної системи мікробних угруповань з точки зору їх функціональної, морфологічної, таксономічної та екологічної структури. Еколого-трофічні групи (зимогенні, автохтонні, оліготрофні, автотрофні, хемолітотрофні), асоціації.

**Тема 3. Ферментативна активність та функціональна спрямованість мікробного біому ґрунту в агроценозах.** Ферментативна активність чорнозему типового, вміст у ньому гумусу та оцінка спрямованості мікробних процесів у ризосфері сільськогосподарських культур (наприклад, буряка цукрового) за різних агрозаходів. Методична складова щодо визначення таксономічної структури прокаріот мікробіому ґрунту. Метод піросеквенування. Поліфенолоксидазна і пероксидазна, інвертазна активності мікробіому. Оцінка

спрямованості мікробних процесів у ґрунті (за допомогою відповідних коефіцієнтів).

**Тема 4. Біодіагностика і індикація антропогенно порушених ґрунтів.** Основні положення біодіагностики антропогенно порушених ґрунтів. Кількісна оцінка природного стану (абсолютні та відносні стандарти порівняння). Індикатори антропогенного впливу (чутливі, акумулятивні). Основні рівні біоіндикації (біохімічний, фізіологічний, морфологічний і анатомічний, флористичний, фауністичний, хорологічний й популяційно-динамічний, ценотичний, біогеоценотичний). Параметри ценозу як індикаційні ознаки. Ландшафтна біоіндикація (індекс екологічної цінності, ступінь гемеробності ландшафтів).

Форми впливу на ґрунт (фізичний, в т. ч. рекреаційне навантаження; тривале сільськогосподарське використання ґрунтів; хімічне забруднення ґрунтів; забруднення ґрунтів важкими металами; радіоактивне забруднення ґрунтів; біологічне забруднення ґрунтів). Приклади ґрунтової біодіагностики різних антропогенних порушень. Основні принципи застосування методів біоіндикації ґрунтів (активний і пасивний моніторинг).

**Тема 5. Роль мікроорганізмів у біодеградації ксенобіотиків.** Поняття біодеградації (біодеструкції, біоруйнування) та біоремедіації. Основні типи біодеградації токсичних ксенобіотиків (у тому числі пестицидів) мікроорганізмами. Мікробна деградація нерозчинних у воді пестицидів. Природоохоронні заходи із зниження пестицидного навантаження (інтродукція в ґрунт мікроорганізмів, інокуляція; посів і культивування вищих рослин на ґрунті; внесення органічних, мінеральних добрив). Застосування мікробних препаратів як альтернатива хімічним пестицидам.

**Тема 6. Рослинно-мікробна взаємодія, системи, значення для агровиробництва.** Методи вивчення вуглецевих потоків в ризосфері. Трофізм, моделі формування. Роль ризосфери в ґрунтоутворенні. РРБ (рістстимулюючі ризосферні бактерії) в агробіології. Підвищення ефективності процесу фотосинтезу. Підвищення стійкості рослин до фітопатогенів, гербіцидів, комах, посухи та інших стресових факторів. Поліморфізм ефективних симбіозів в агроценозах.

**Тема 7. Особливості формування просторово-функціональної структури мікробного біому ґрунту та його активність за трансформації рослинних решток.** Комплексна оцінка впливу способів внесення соломи злакових культур на формування просторово-функціональної структури мікробного угруповання ґрунту та вивчення «корового» метагеному прокариот, що беруть участь у трансформації рослинних решток у ґрунті.

Чисельність мікроорганізмів по профілю ґрунту за методом посіву ґрунтових суспензій на агаризовані поживні середовища. Аналіз метагеномного складу та філотипової структури прокариотного комплексу виконували методом T-RFLP. Активність функціонування мікробного угруповання за швидкістю емісії CO<sub>2</sub> та залишковим вмістом соломи у ґрунті флотаційним методом.

## Тема 8. Особливості ґрунтового середовища. Рослинно-мікробні взаємодії, умови формування взаємодій. Склад мікробних інокулянтів.

Ґрунт як основне джерело формування біологічного і генетичного різноманіття мікроорганізмів. Успіхи розвитку молекулярної біології для розробки молекулярно-генетичних методів ідентифікації мікроорганізмів і створення філогенетичної систематики їх класифікації. Дослідження видової і функціональної структури змішаних культур і асоціацій мікроорганізмів. Ефективність взаємодії системи, що сформувалася в процесі еволюції: ґрунт – мікроорганізми – рослини. Інтродукція мікроорганізмів різної домінуючої функціональної спрямованості, формування умов їх активності в ризосфері рослин. Розробка технологій виробництва високоефективних біопрепаратів.

### Структура дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усь-го	у тому числі					усь-го	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
1. Вступ. Предмет і завдання біоіндикації мікробної активності. Зв'язок дисципліни з іншими науковими напрямками. Об'єкти вивчення біоіндикації. Основні принципи, мета біоіндикації мікробної активності синтезу	16	2	4			10	16	2	4			10
2. Мікробіологічна і біохімічна діагностика і індикація ґрунтів.	16	2	4			10	16	2	4			10
3. Ферментативна активність та функціональна спрямованість мікробного біому ґрунту в агроценозах.	16	2	4			10	16	2	4			10
4. Біодіагностика і індикація антропогенно порушених ґрунтів.	16	2	4			10	16	2	4			10
5. Роль мікроорганізмів у біодеградації ксенобіотиків.	14	2	2			10	14	2	2			10
6. Рослинно-мікробна взаємодія, системи, значення для агровиробництва.	16	2	4			10	16	2	4			10
7. Особливості формування просторово-функціональної структури мікробного біому ґрунту та його активність за трансформації рослинних решток.	16	2	4			10	16	2	4			10
8. Особливості ґрунтового середовища. Рослинно-мікробні взаємодії, умови формування взаємодій. Склад мікробних інокулянтів.	16	2	4			10	16	2	4			10
Усього годин	150	20	30			100	150	20	30			100

#### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Мікробіологічна і біохімічна діагностика і індикація ґрунтів.	4
2	Ферментативна активність ґрунтових мікроорганізмів.	4
3	Біодіагностика і індикація антропогенно порушених ґрунтів.	6
4	Рослинно-мікробні системи, особливості формування мікробіому ризосфери.	8
5	Особливості ґрунтового середовища. Рослинно-мікробні взаємодії	4
6	Склад мікробних інокулянтів. Властивості та функції.	4

#### 5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Організація, обладнання та правила роботи в мікробіологічній лабораторії у відповідності до вимог біобезпеки	10
2	Особливостей організації генетичного матеріалу прокариот	10
3	Методи селекції та генетичної трансформації прокариот	10
4	Процеси амоніфікації в аеробних і анаеробних умовах	10
5	Морфолого-фізіологічні особливостей фосфатмобілізуючих мікроорганізмів	10
6	Перетворення мікроорганізмами сірковмісних органічних сполук	10
7	Визначення ступеня емісії CO <sub>2</sub> з ґрунту «дихання ґрунту»	10
8	Визначення інтенсивності симбіотичної азотфіксації, культивування ризобій. Вивчення асоціативної азотфіксації ґрунтовими мікроорганізмами	10
9	Виділення епіфітної мікрофлори з надземної біомами та коренеплодів	10
10	Визначення основних якісних параметрів мікробних препаратів: титр клітин, функціональна активність	10

#### 6. Методи навчання

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності аспірантів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Аспіранта здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у «готовому» вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам – в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть – в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, – перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

## **7. Форми контролю**

Контроль знань і умінь (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтуються і знаходять правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60 % питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну

відповідь не менше ніж на 35 % питань, або на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоювання теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

## 8. Розподіл балів

Оцінювання здобувачів відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 25.09.2019 р. протокол № 2

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг здобувача, бали
Відмінно	A	<b>ВІДМІННО</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	<b>90–100</b>
Добре	B	<b>ДУЖЕ ДОБРЕ</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	<b>82–89</b>
	C	<b>ДОБРЕ</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	<b>74-81</b>
Задовільно	D	<b>ЗАДОВІЛЬНО</b> – непогано, але зі значною кількістю недоліків	<b>64–73</b>
	E	<b>ДОСТАТНЬО</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	<b>60-63</b>
Незадовільно	FX	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – потрібно працювати перед тим як отримати залік	<b>35–39</b>
	F	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – необхідна серйозна подальша робота	<b>01–34</b>

Для визначення рейтингу здобувача із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 10 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$$

## 9. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, виробничої та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи аспірантів.



## 10. Рекомендована література

### Базова:

1. Емцев В. Т., Мишустин Е. Н. Микробиология: учебник для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. М. : Дрофа, 2005. 445 с.
2. Теппер Е. З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М. : Агропромиздат, 1987. 239 с.
3. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія: Підручник К.: НУХТ, 2004. 471 с.
4. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв: Учебник М.: МГУ, 2005. 445 с.
5. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія: навчальний посібник К.: Арістей, 2006. 284 с.
6. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія К.: Аграрна наука, 2010. 465 с.
7. Гадзало Я. М., Патыка Н. В., Заришняк А. С. Агробиология ризосферы растений. Монография. К.: Аграрна наука, 2015. 386 с.
8. Нетрусов А. П., Егорова М. А., Захарчук Л. М. и др. Практикум по микробиологии: Учебное пособие М.: «Академия», 2005. 608 с.
9. Климнюк С. І., Ситник І. О., Творко М. С., Ширококов В. П. Практична мікробіологія: Посібник Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. 77 с.
13. Біотехнологічна поліфункціональність метаболітного спорокристалічного комплексу та особливості культивування *Bacillus thuringiensis* / Т.І. Патики, М.В. Бойко, М. В. Патики. Мікробіологічний журнал. 2017. Том 79. № 2. – С. 78–85.
14. Patyka M. V., Boroday V. V. Ecology of biological systems (Ecology of microorganisms) Laboratory manual. 2019. Kyiv, 2019. 266 p.

### Додаткова:

1. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / [Волкогон В.В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін.]. К. : Аграрн наука, 2010: 464.
2. Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології: Підручник. К.: Либідь, 2001. 312 с.
3. Векірчик К. М. Практикум з мікробіології: навч. посібник. К.: Либідь, 2001. 144 с.
4. Харченко С. М. Мікробіологія : Підручник. К.: Сільгоспосвіта, 1994. 352 с.
5. Кудряшева А. А. Микробиологические основы сохранения плодов и овощей. М.: Агопромиздат, 1986. 190 с.
6. Современная микробиология. Прокариоты. В 2-х томах. Т. 1. / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005. 656 с.
7. Звягинцев Д. Г., Асеева И. В., Бабьева И. П., Мирчинг Т. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ. 1980.
8. Спайнк Г., Кондорози А., Хукас П. *Rhizobiaceae*. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями; под ред. И. А. Тихоновича, Н. А. Проворова. СПб, 2002. 567 с.