

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

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

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри
фізіології, біохімії рослин та біоенергетики
Протокол № 7 від “8” лютого 2023 р.
Завідувач кафедри
(Прилуцька С.В.)

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОНП «Біотехнології біологічних систем»
Гарант ОНП
(Прилуцька С.В.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ У СІЛЬСЬКОМУ
ГОСПОДАРСТВІ**

Спеціальність – 091 «Біологія»

Освітньо-наукова програма – «Біотехнології біологічних систем»

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробники: завідувач кафедри, д.б.н., проф., С.В. Прилуцька

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітньо-науковий ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	091 «Біологія»	
Освітньо-наукова програма	«Біотехнології біологічних систем»	
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	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	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 вивчення навчальної дисципліни «Нанобіотехнології у сільському господарстві» є професійний розвиток фахівця з біотехнологій та спрямована ця дисципліна на формування системних уявлень щодо цілеспрямованого застосування сучасних нанотехнологій у біології, ветеринарії та сільському господарстві. Ця дисципліна, як інтегральна наука, виникла на стику біологічних, аграрних, медичних, хімічних та фізичних наук. Основна увага приділяється потенційній можливості контрольованого маніпулювання фізико-хімічними та біологічними властивостями живої та неживої речовин на молекулярному рівні, що уможливорює створення нових ефективних добрив, ліків, діагностичних та профілактичних систем. Наразі саме ця дисципліна є однією з тих важливих дисциплін, що визначає науково-технічний прогрес. З її стрімким розвитком пов'язано вирішення глобальної проблеми людства – підвищення врожайності та якості рослинної сировини.

Завдання курсу

1. Вивчити біосумісність нанорозмірних матеріалів.
2. Опанувати мікроскопічні та спектроскопічні методи дослідження нанорозмірних матеріалів.
3. З'ясувати біодоступність, мембранотропність і токсичність нанорозмірних біоматеріалів *in vitro* та *in vivo*.
4. Опанувати такі загальні компетентності, як знання та розуміння предметної області, здатність до пошуку, оброблення та комплексного аналізу інформації з різних джерел, здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

Набуття компетентностей:

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

- ФК09. Здатність проводити теоретичні і експериментальні дослідження, математичне і комп'ютерне моделювання біотехнологічних процесів.
- ФК10. Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, необхідних для розроблення сучасних біотехнологій.
- ФК11. Здатність продемонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці природоохоронних біотехнологій.

Програмні результати навчання (ПРН) ОП:

- РН04. Знання та використання сучасних фізіологічних, біохімічних та генетичних підходів для вдосконалення біологічних агентів і регуляції біотехнологічних процесів.
- 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 проекти, 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;
- скороченого 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	
Змістовий модуль 1. Структура, властивості, біосумість та застосування наноматеріалів у агротехнологіях														
Тема 1. Предмет і завдання сучасних нанобіотехнологій	1	10	2	2			6	10		1				9
Тема 2. Біосумісність нанорозмірних матеріалів	2	10	2	2			6	10		1				9
Тема 3. Мікроскопічні методи дослідження нанорозмірних матеріалів	3	10	2	2			6	10		1				9
Тема 4. Спектроскопічні методи дослідження нанорозмірних матеріалів	4	10	2	2			6	10		1				9
Тема 5. Біодоступність, мембранотропність і токсичність нанорозмірних біоматеріалів <i>in vitro</i> та <i>in vivo</i>	5	10	2	2			6	10	1					9
Тема 6. Основні поняття та напрямки розвитку сучасних агробіотехнологій	6	10	2	2			6	11	1	1				9
Тема 7. Нанорозмірні біоматеріали проти вірусів та бактерій. Використання штучних нанорозмірних матеріалів на основі біомолекул.	7	10	2	2			6	10	1					9

Тема 8. Біологічні наноструктури. Створення ефективних діагностичних систем на основі нанобіоматеріалів	8	10	2	2			6	10		1			9
Тема 9. Технології «зеленого» синтезу наноб'єктів із унікальними властивостями та широким спектром застосувань	9	10	2	2			6	11	1	1			9
Тема 10. Біотехнологічний синтез наночастинок срібла, золота та біметалічних срібно-золотих наночастинок за використання біологічної сировини	10	10	2	2			6	10	1				9
Тема 11. Нанобіосенсори		10	2	2			6	9		1			8
Тема 12. Таргентна доставка мінеральних добрив		10	2	2			6	10	1	1			8
Тема 13. Комп'ютерна біоінженерія		10	2	2			6	9		1			8
Тема 14. Наноматеріали та їх екологічний аспект		10	2	2			6	10	1	1			8
Тема 15. Біобезпека наноматеріалів		10	2	2			6	10	1	1			8
Разом за змістовим модулем 1		150	30	30			90	150	8	12			130
Усього годин		150	30	30			90	150	8	12			130

4. Теми семінарських занять

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

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методологічні підходи визначення розміру водорозчинних вуглецевих наночастинок за допомогою атомно-силової мікроскопії і сканувально-тунельної мікроскопії.	2
2	Методологічні підходи визначення гідродинамічного розміру водорозчинних наночастинок за допомогою динамічного розсіювання світла та фотокореляційної спектроскопії.	2
3	Методологічні підходи оцінки внутрішньоклітинної локалізації наночастинок за використання флуоресцентної і конфокальної мікроскопії.	2
4	Спектри поглинання вуглецевих наночастинок в УФ-Вид діапазоні за використання спектрофотометру.	2
5	Методологічні підходи оцінки цитотоксичності наночастинок. Визначення показника IC ₅₀ .	2
6	Методологічні підходи оцінки біохімічного складу тканин рослин.	2
7	Методологічні підходи отримання клітинних суспензій, культивування клітин <i>in vitro</i> .	2
8	Методологічні підходи розділення мембранних ліпідів методом тонкошарової хроматографії.	2
9	Методологічні підходи виділення мембранних білків і пептидів за використання хроматографічних і електрофоретичних методів (Афінна хроматографія. Гель-електрофорез. Електрофорез у поліакриламідному гелі (SDS PAGE). Вестерн-блот аналіз.	2
10	Методологічні підходи визначення концентрації білка спектрофотометрично.	2
11	Оцінка цілісності клітинних мембран за використання вітальних барвників.	2
12	Біореактори і біокатализатори в нанотехнологіях.	2
13	Нанобіотехнології на основі структури та властивостей молекул ДНК.	2
14	Об'єкти та інструменти нанобіотехнологій.	2
15	Ризики та наслідки дії наночастинок та наноматеріалів на живі організм та наколишне середовище.	2
Разом		30 год

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	Сучасні біотехнологічні методи, які широко використовуються у нанобіотехнологіях.	5
2	Застосування наноматеріалів у агротехнологіях.	5
3	Біотехнологічні підходи синтезу наночастинок з рослинної сировини.	5
4	Регуляція механізмів стресостійкості у сільськогосподарських культур за використання наноматеріалів.	5
5	Шляхи і механізми проникнення наночастинок всередину клітин.	5
6	Механізми цитотоксичної дії наночастинок.	5
7	Біологічна дія наноматеріалів на рослини.	5
8	Шляхи і механізми метаболізму наночастинок у сільськогосподарських культур.	5
9	Антиокисдантні та проокисдантні властивості вуглецевих наночастинок.	5
10	Перспективність використання наноматеріалів для відновлення забруднених сільськогосподарських територій.	5
11	Вуглецеві наноматеріали як модифікатори мінерального живлення у рослин	5
12	Стійкість пшениці за природної посухи <i>in vitro</i> та <i>in vivo</i> .	5
13	Детекція клітинної загибелі шляхом апоптозу за використання флуоресцентних білків.	5
14	Методи верифікації клітин з ознаками апоптозу.	5
15	Стан клітинної стінки тканин коренів сільськогосподарських рослин за активації каталази і хітинази за дії вуглецевих наноматеріалів.	5
16	Фізіолого-біохімічний стан пшениці за дії вуглецевих наноматеріалів.	3
17	Регуляція вуглецевими наноматеріалами захисних реакцій у пшениці.	3
18	Водний статус і продуктивність озимої пшениці за дії посухи та наноматеріалів.	3

19	Біотехнологічні підходи формування продуктивності культур та якості рослинної сировини.	3
20	Регуляція вуглецевими наноматеріалами фотосинтетичної активності пшениці.	3
...	Разом	90

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

1. Типи класифікації наночастинок.
2. Унікальні фізико-хімічні і біологічні властивості притаманні вуглецевим, магнітним і залізним наночастинкам.
3. Шляхи використання наночастинок у різних галузях промисловості.
4. Перспективність використання наночастинок у сільському господарстві.
5. Типи взаємодії і шляхи проникнення наночастинок всередину клітин.
6. Механізми проникнення наночастинок всередину клітин і їх внутрішньоклітинна локалізація.
7. Метаболізм наночастинок у живих організмах.
8. Як наночастинок впливають на мінеральне живлення рослин?
9. Що таке біопродуктивність і як вона впливає на врожайність?
10. Як наночастинок впливають на стресостійкість і врожайність сільськогосподарських рослин?
11. Які методи дозволяють визначити розмір і стабільність наночастинок у розчинах?
12. Як наночастинок впливають на активність антиоксидантних ензимів у сільськогосподарських рослин?
13. Як наночастинок регулюють синтез вторинних метаболітів у рослин?
14. Фітотоксичні властивості наночастинок та механізми їх дії.
15. Які існують біотехнологічні підходи для синтезу наночастинок срібла, золота та біметалічних срібно-золотих наночастинок за використання біологічної сировини?
16. Які використовуються технології «зеленого» синтезу наноб'єктів?
17. Шляхи і підходи використання наночастинок з антибактеріальною і антивірусною дією.

1. Розмірність наноматеріалів:

- A - 1-100 нм,
- B - 1-2 мкм,
- C - 1-100 мкм,
- D - 1-1000 мкм

2. Для визначення концентрації сполук використовують метод:

- A - Спектрофотометрії
- B - Центрифугування
- B - Автоклавування
- Г - Мікроскопії

3. Сільськогосподарська біотехнологія вивчає:

- А - розробку методів знешкодження відходів і очищення води і повітря
- В - розробку і використання вакцин, вітамінів, гормонів, антибіотиків тощо
- С - розробку і використання харчових домішок
- Д - розробку і використання інсектецидів та фунгіцидів

4. Які азотовмісні сполуки використовують як джерела азоту у живильних середовищах для культивування рослинних клітин, тканин та органів?

- А - Амінокислоти.
- Б - Аміак.
- В - Нітрати або нітрати.
- Г - Аміни.

5. За допомогою яких показників оцінюють ріст суспензійної культури?

- А - Кількість клітин.
- Б - Довжина і ширина клітини.
- В - Збільшення об'єму ядра.
- Г - Зміна забарвлення цитоплазми.

6. Які методи використовують для оцінки життєздатності клітин?

- А - Фарбування клітин вітальними барвниками (метиленовий синій, нейтральний червоний, малахітовий зелений).
- Б - Світлова мікроскопія.
- В - УФ-Вид спектрофотометрія.
- Г - Роздільне центрифугування

7. Біомаса –

- А - це поновлюване джерело енергії, органічний матеріал, який утворюється з рослин, мікроорганізмів і тварин,
- В - повільно відновлюється,
- С - джерело світла,
- Д - шкідливий забруднювач навколишнього середовища

8. Встановіть послідовність етапів наукового дослідження:

- А - експерименти *in vitro*,
- В - методи комп'ютерного моделювання (*in silico*),
- С - експерименти *in vivo*,
- Д - аналіз літературних даних

9. Ксенобіотики:

- А - хімічні речовини, які природньо не синтезуються, і при потраплянні в організм можуть спричиняти алергічні реакції, мутації, хвороби, послаблювати імунітет, порушувати обмін речовин тощо,
- В - біологічно активні речовини, які виконують каталітичну (ферменти, вітаміни, коферменти) функцію,
- С - біологічно активні речовини, які виконують енергетичну (вуглеводи, ліпіди) функцію,
- Д - біологічно активні речовини, які виконують пластичну функцію

9. Методи навчання.

Основними видами навчальних занять дисципліни «Нанобіотехнології у сільському господарстві» 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 студенти. 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	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

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): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

12. 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.

1. Біохімія. Навчальний посібник / Прилуцька С.В., Гринюк І.І., Ткаченко Т.А. - Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. - 2022. - 192 с.
2. Біохімія. Навчально-методичні рекомендації до виконання лабораторних занять / Прилуцька С.В., Демчук Т.Л., Бойко О.А., Коломієць Ю.В. - Київ: Видавничий центр НУБіП України. - 2012. - 44 с.

13. Рекомендовані джерела інформації

Основна література: (Базова)

1. Nanobiotechnology: BioInspired Devices and Materials of the Future / Edited by Oded Shoseyov & Ilan Levy. – Humana Press, 2018.
2. Zaytseva O, Neumann G (2016). Carbon nanomaterials: production, impact on plant development, agricultural. Chem. Biol. Technol. Agric. – 2016. - 3:17. DOI 10.1186/s40538-016-0070-8
3. Багатофункціональні наноматеріали для біології і медицини: молекулярний дизайн, синтез і застосування. Р.С. Стойка, Ю.І. Прилуцький, А.Г. Наумовець та ін. – К.: Наукова Думка, 2017. – 368с.

4. L. Bulavin, Yu. Prylutskyy, O. Kyzyma, M. Evstigneev, U. Ritter, P. Scharff. Chapter 1. Self-organization of pristine C₆₀ fullerene and its complexes with chemotherapeutic drugs in aqueous solution as promising anticancer agents. In “Modern Problems of Molecular Physics” (Editors: L. Bulavin, A. Chalyi), Springer International Publishing AG, 2018, P. 3-22.

Додаткова література:

1. С.В. Прилуцька, О.В. Ременяк, Ю.В. Гончаренко, Ю.І. Прилуцький. Вуглецеві нанотрубки як новий клас матеріалів для біонанотехнології / Біотехнологія, 2019, Т. 2, N 2, С. 55-66.
2. І.Ю. Сагалянов, Ю.І. Прилуцький, Т.М. Радченко, В.А. Татаренко. Графенові системи: способи виготовлення й оброблення, структуроутворення та функціональні властивості / УФМ, 2020, Т. 11, N 1, С. 95-138.
3. Д.М. Ротко, С.В. Прилуцька, К.І. Богуцька, Ю.І. Прилуцький. Вуглецеві нанотрубки як новітні матеріали для нейроінженерії / Біотехнологія, 2021, Т. 4, №5, С. 9-24.
4. С.В. Прилуцька, Д.М. Ротко, Ю.І. Прилуцький, В.К. Рибальченко. Токсичність вуглецевих наноструктур у системах *in vitro* та *in vivo* / Современные проблемы токсикологии, 2012, №3-4, С. 49-57.