

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
захисту рослин, біотехнологій та екології
Коломієць Ю.В.
“23” травня 2023 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри
фізіології, біохімії рослин та біоенергетики
Протокол № 10 від “22” травня 2024 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**

Галузь знань 09 «Біологія»
Спеціальність 091 «Біологія та біохімія»
Освітньо-наукова програма – «Біотехнології біологічних систем»
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Розробники: завідувач кафедри, д.б.н., проф., С.В. Прилуцька

Київ – 2024 р.

Опис навчальної дисципліни «НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ»

| | | |
|--|------------------------------------|--------------------------|
| Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь | | |
| Освітньо-науковий ступінь | Доктор філософії | |
| Спеціальність | 091 «Біологія та біохімія» | |
| 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 |

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати 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 уможлиблює 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.

Завданням дисципліни є ознайомлення і вивчення біосумісності нанорозмірних матеріалів. Опанувати мікроскопічні та спектроскопічні методи дослідження нанорозмірних матеріалів. З'ясувати біодоступність, мембранотропність і токсичність нанорозмірних біоматеріалів *in vitro* та *in vivo*. 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:

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати комплексні завдання в галузі біології у процесі проведення дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає переосмислення наявних та створення нових цілісних знань, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення самостійного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення і інтегруються у світовий науковий простір через публікації.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК09. Здатність критично оцінювати отримані результати, приймати рішення та рекомендувати альтернативні стратегії вирішення проблем щодо створення та регулювання життєдіяльністю біологічних об'єктів, методів досліджень та технологій за їх участю.

СК10. Здатність оцінювати ризики впровадження сучасних біотехнологій для природнього навколишнього середовища, здоров'я людей, її відповідність національним і міжнародним стандартам та практикам.

СК11. Здатність розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біотехнології.

Програмні результати навчання (ПРН):

РН09. Знання і розуміння проблемних питань сучасної біотехнології (в тому числі і на межі предметних галузей) для створення новітніх біотехнологій.

PH10. Знання та використання сучасних фізіологічних, біохімічних та генетичних підходів для вдосконалення біологічних агентів і регуляції біотехнологічних процесів.

PH11. 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.

2. 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 | 6 | 10 | 2 | 2 | | | 6 | 11 | 1 | 1 | | | | 9 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|---|---|--|--|---|----|---|---|--|--|---|
| напрямки розвитку сучасних агробіотехнологій | | | | | | | | | | | | | |
| 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 нанооб'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. Нанобіосенсиори | | 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 |

3. 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 |

4. Теми самостійної роботи.

| № 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 |

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- реферати;
- захист практичних робіт;
- презентації і усні наукові доповіді.

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, написання реферату, підготовка презентації і доповіді);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань).

7. Методи оцінювання:

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- командні проєкти;
- реферати, есе;
- захист практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

8. Розподіл балів,

які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

| Рейтинг здобувача вищої освіти, бали | Оцінка національна та результати складання | |
|--------------------------------------|--|---------------|
| | екзаменів | заліків |
| 90-100 | відмінно | зараховано |
| 74-89 | добре | |
| 60-73 | задовільно | |
| 0-59 | незадовільно | не зараховано |

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення:

електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn -<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3693>);

- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації:

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. 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.
5. 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.
6. 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.
7. С.В. Прилуцька, Д.М. Ротко, Ю.І. Прилуцький, В.К. Рибальченко. Токсичність вуглецевих наноструктур у системах *in vitro* та *in vivo* / Сучасні проблеми токсикології, 2012, №3-4, С. 49-57.