

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Державна установа
«ІНСТИТУТ ХАРЧОВОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ГЕНОМІКИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ДУ «ІХБГ НАН України»
академік НАН України
Я.Б.Блюм
наказ № 17 від 22 червня 2021 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БІОСИНТЕЗ НАНОЧАСТИНОК ТА ЗАСТОСУВАННЯ НАНОСТРУКТУР У БІОЛОГІЇ

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії
галузь знань 09 «Біологія»

спеціальність 091 «Біологія»

профілі підготовки «Біотехнологія», «Молекулярна генетика»,
«Цитологія, клітинна біологія, гістологія»

КИЇВ – 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «**Біосинтез наночастинок та застосування наноструктур у біології**» для здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії галузі знань 09 «Біологія» за спеціальністю 091 «Біологія» за *профілями підготовки* «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія» «22» червня 2021 року – 13 с.

Розробник:

Пірко Я.В., к.б.н., с.н.с.

Робоча програма дисципліни «Біосинтез наночастинок та застосування наноструктур у біології» схвалена на засіданні вченої ради ДУ «ІХБГ НАН України» (протокол № 10 від «22» червня 2021 року).

Робоча програма дисципліни «Біосинтез наночастинок та застосування наноструктур у біології» розглянута на засіданні випускового відділу геноміки та молекулярної біотехнології «ІХБГ НАН України».

Завідувач відділу академік НАН України

Я.Б.Блюм

16 червня 2021

© Пірко Я.В., 2021 рік

© _____, 20__ рік

© _____, 20__ рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Біосинтез наночастинок та застосування наноструктур у біології» є складовою освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* 09 «Біологія» за *спеціальністю* 091 «Біологія» за *профілями підготовки* «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія»

Дана дисципліна є навчальною дисципліною за вибором аспіранта за *спеціальністю* 091 «Біологія».

Викладається у 4 семестрі II курсу аспірантури **в обсязі – 90 год (3 кредити ECTS)** зокрема: *лекції – 12 год, практичні роботи – 18 год, самостійна робота – 60 год.* У курсі передбачено *1 змістовий модуль.* Завершується дисципліна **заліком.**

Мета дисципліни – формування системного і цілісного уявлення про сучасні методи та підходи нанобіотехнології для створення наноприладів, вивчення біологічних систем, а також використання наночипів і нанороботів

Завдання –

- 1) сформувати уявлення стосовно протеїн-ліпідних агрегатів;
- 2) дати уявлення про супермолекулярні комплекси ДНК, їх синтез, характеристику та властивості;
- 3) ознайомити із синтезом неорганічних наночастинок (срібла та золота, окису заліза тощо) та їх застосуванням і використанням в біології та медицині;
- 4) сформувати уявлення про основні методи аналізу наноструктур: трансмісійна електронна мікроскопія, скануюча електронна мікроскопія, конфокальна та флуоресцентна мікроскопія, ДНК макроарей, білковий макроарей тощо;
- 5) надати інформацію про «живі» наномашини, біосенсори, біочіпи;
- 6) ознайомити із біоміметичними наноструктурами;

В результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

знати:

- терміни, поняття та методи, що використовуються у біонаноструктурній технології;
- структуру та функції наноструктур ДНК;
- особливості нанобіотехнологічного синтезу неорганічних наночастинок та їх використання в біології і медицині;
- особливості полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), ДНК та білковий макроарей;
- особливості створення і використання біологічних наночипів для діагностики соматичних та інфекційних захворювань;
- особливості створення геномів, що здатні самовідновлюватися і можуть бути застосовані в біотехнології та наномедицині з метою виробництва ліків;
- особливості створення біосумісних наноматеріалів широкого спектра застосування;
- біоміметику;
- особливості використання вуглецевих наноматеріалів у біології;
- про медичні соціальні та економічні аспекти нанобіотехнології.

вміти:

- здійснювати пошук, самостійно вивчати та аналізувати наукову літературу;
- аналізувати наноструктури за допомогою спектроскопічних та мікроскопічних методів (конфокальної, флуоресцентної, атомно-силової мікроскопії);
- створювати супермолекулярні комплекси ДНК (поліплекси, ліпоплекси), ДНК – орігамі
- здійснювати синтез неорганічних наночасток срібла, золота, окису заліза, нанодотів CdS;
- використовувати неорганічні наночастинки для досліджень *in vitro* та *in vivo*;
- використовувати біологічні наночіпи, біосумісні наноматеріали широкого спектра застосування;
- створювати геноми, що здатні самовідновлюватися та можуть бути використані в області біотехнології та наномедицини з метою виробництва ліків;
- здійснювати перенесення генетичного матеріалу за допомогою векторів;
- використовувати вуглецеві та інші наноматеріали у біологічних дослідженнях.

Місце дисципліни (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку підготовки).

Навчальна дисципліна «Біосинтез наночастинок та застосування наноструктур у біології» є вибірковою навчальною дисципліною програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* 09 «Біологія» за спеціальністю 091 «Біологія» за профілями підготовки «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія».

Дисципліна висвітлює загальні принципи і підходи до сучасних методів отримання та аналізу наноструктурних матеріалів та їх подальшого використання у біології та медицині.

Зв'язок з іншими дисциплінами.

Основою для вивчення навчальної дисципліни «Біосинтез наночастинок та застосування наноструктур у біології» є обов'язкові дисципліни «Геномна інженерія та синтетична біологія», «Біотехнологія зеленої енергетики: біопалива», «Методологія наукових досліджень».

Навчальна дисципліна «Біосинтез наночастинок та застосування наноструктур у біології» є дисципліною за вибором для поглиблення знань та вмінь у системі професійної підготовки третього (освітньо-наукового) рівня з підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 Біологія за профілями підготовки «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія».

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль. Нанобіотехнологія. Біоміметичні наноструктури. «Зелений» синтез наночастинок. Методи аналізу наноструктурних матеріалів.

Тема 1. Нанобіотехнологія. Біоміметика, біоміметичні наноструктури. Протеїн-ліпідні агрегати. (15 год.)

Нанобіотехнологія. Основні пріоритетні напрямки нанобіотехнології. Біоміметика, біоміметичні наноструктури (біологічні мембрани, протеїн-ліпідні

комплекси, використання біоміметичних мембран у нанобіотехнології). Протеїн-ліпідні агрегати.

Тема 2. Неорганічні наночастки. Вуглецеві наноматеріали. «Зелений» синтез та використання наночастинок металів з плазмонним резонансом. **(15 год.)**

Неорганічні наночастинки і їх використання в біології та медицині. Фулерени, нанотрубки, графени. «Зелений» синтез наночастинок металів (срібла та золота) з плазмонним резонансом.

Тема 3. Загальна характеристика квантум-дот наночастинок **(15 год.)**

*Загальна характеристика квантум-дот наночастинок. CdS – наночастинки. Застосування квантум-дот наночастинок в дослідженнях *in vitro* та *in vivo*.*

Тема 4. Методи аналізу наноструктурних матеріалів. **(15 год.)**

Методи аналізу наноструктурних матеріалів (флуоресцентна мікроскопія, конфокальна мікроскопія, атомна силова мікроскопія, трансмісійна електронна мікроскопія, скануюча електронна мікроскопія, спектроскопічні методи аналізу).

Тема 5. Біосенсори. Біочіпи. Біологічні нанороботи. **(15 год.)**

Біосенсори. Біочіпи. Створення біологічних наночіпів для діагностики соматичних та інфекційних захворювань, в тому числі для видової ідентифікації збудників особливо небезпечних захворювань та токсинів. Створення біологічних нанороботів, що здатні ліквідувати дефекти в організмі хворої людини завдяки нанохірургічному втручань. ДНК та білковий макроарей.

Тема 6. Перенесення генетичного матеріалу за допомогою різноманітних наноматеріалів. Медичні соціальні та економічні аспекти нанобіотехнології. **(15 год.)**

Перенесення генетичного матеріалу за допомогою різноманітних наноматеріалів (наноночастинки металів, вуглецевих наноматеріалів). Використання наночастинок як лікувальних препаратів нового покоління, а також як контейнерів для адресної доставки ліків в клітини-мішені. Медичні соціальні та економічні аспекти нанобіотехнології.

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ,
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

| № з/п | Назва | Кількість годин | | |
|---|--|-----------------|-----------|-----------|
| | | лекції | практичні | СРС |
| Змістовий модуль | | | | |
| <i>Нанобіотехнологія. Біоміметичні наноструктури. «Зелений» синтез наночастинок. Методи аналізу наноструктурних матеріалів.</i> | | | | |
| 1 | Тема 1. <i>Нанобіотехнологія. Біоміметика, біоміметичні наноструктури. Протеїн-ліпідні агрегати.</i> | 2 | 3 | 10 |
| 2 | Тема 2. <i>Неорганічні наночастки. Вуглецеві наноматеріали. «Зелений» синтез та використання наночастинок металів з плазмонним резонансом</i> | 2 | 3 | 10 |
| 3 | Тема 3. <i>Загальна характеристика квантум-дот наночастинок</i> | 2 | 3 | 10 |
| 4 | Тема 4. <i>Методи аналізу наноструктурних матеріалів</i> | 2 | 3 | 10 |
| 5 | Тема 5. <i>Біосенсори. Біочіпи. Біологічні нанороботи</i> | 2 | 3 | 10 |
| 6 | Тема 6. <i>Перенесення генетичного матеріалу за допомогою різноманітних наноматеріалів. Медичні соціальні та економічні аспекти нанобіотехнології</i> | 2 | 3 | 10 |
| ВСЬОГО | | 12 | 18 | 60 |

Загальний обсяг – **90 год (3 кредити ECTS)**, у тому числі:

Лекцій – **12 год.**

Практичні заняття – **18 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ

*Нанобіотехнологія. Біоміметичні наноструктури. «Зелений» синтез наночастинок.
Методи аналізу наноструктурних матеріалів.*

ТЕМА 1. НАНОБІОТЕХНОЛОГІЯ. БІОМІМЕТИКА, БІОМІМЕТИЧНІ НАНОСТРУКТУРИ. ПРОТЕЇН-ЛІПІДНІ АГРЕГАТИ (15 год)

Лекція 1. НАНОБІОТЕХНОЛОГІЯ. ОСНОВНІ ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ. БІОМІМЕТИКА, БІОМІМЕТИЧНІ НАНОСТРУКТУРИ (БІОЛОГІЧНІ МЕМБРАНИ, ПРОТЕЇН-ЛІПІДНІ КОМПЛЕКСИ, ВИКОРИСТАННЯ БІОМІМЕТИЧНИХ МЕМБРАН У НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ). ПРОТЕЇН-ЛІПІДНІ АГРЕГАТИ (2 год)

Практичне заняття 1 (3 год)

Приготування ліпосом.

Завдання для самостійної роботи (10 год)

Робота з літературою.

Використання біоміметики у повсякденному житті.

Контрольні запитання та завдання:

1. Основні пріоритетні напрямки нанобіотехнології.
2. Біоміметика, біоміметичні наноструктури.
3. Протеїн-ліпідні агрегати.

Рекомендована література:

[1-18]

ТЕМА 2. НЕОРГАНІЧНІ НАНОЧАСТКИ. ВУГЛЕЦЕВІ НАНОМАТЕРІАЛИ. «ЗЕЛЕНИЙ» СИНТЕЗ ТА ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ З ПЛАЗМОННИМ РЕЗОНАНСОМ (15 год)

Лекція 2. НЕОРГАНІЧНІ НАНОЧАСТИНКИ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ. ФУЛЕРЕНИ, НАНОТРУБКИ, ГРАФЕНИ. «ЗЕЛЕНИЙ» СИНТЕЗ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ (СРІБЛА ТА ЗОЛОТА) З ПЛАЗМОННИМ РЕЗОНАНСОМ (2 год)

Практичне заняття 2 (3 год)

1. Знайомство з обладнанням в лабораторії.
2. Техніка безпеки на робочому місці.
3. Приготування розчинів для синтезу наночастинок срібла та золота.

Завдання для самостійної роботи (10 год)

Робота з літературою. Опрацювати загальні принципи синтезу наночастинок з плазмонним резонансом.

Контрольні запитання та завдання:

1. Неорганічні наночастинок і їх використання в біології та медицині.
2. Фулерени, нанотрубки, графени.
3. «Зелений» синтез наночастинок металів (срібла та золота) з плазмонним резонансом.

Рекомендована література:

[1- 18]

ТЕМА 3. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАНТУМ-ДОТ НАНОЧАСТИНОК (15 год)

Лекція 3. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАНТУМ-ДОТ НАНОЧАСТИНОК. CDS – НАНОЧАСТИНКИ. ЗАСТОСУВАННЯ КВАНТУМ-ДОТ НАНОЧАСТИНОК В ДОСЛІДЖЕННЯХ IN VITRO ТА IN VIVO (2 год).

Практичне заняття 3 (3 год)

1. Техніка безпеки на робочому місці.
2. Приготування екстрактів міцелію грибів для синтезу квантум-дот наночастинок.
3. Приготування екстрактів рослин для синтезу наночастинок металів.

Завдання для самостійної роботи (10 год)

*Робота з літературою.
Методи синтезу квантум-дот наночастинок.*

Контрольні запитання та завдання:

1. Загальна характеристика квантум-дот наночастинок.
2. CdS – наночастинок.
3. Застосування квантум-дот наночастинок в дослідженнях in vitro та in vivo.

Рекомендована література:

[1-18]

Тема 4. МЕТОДИ АНАЛІЗУ НАНОСТРУКТУРНИХ МАТЕРІАЛІВ (15 год)

Лекція 4. МЕТОДИ АНАЛІЗУ НАНОСТРУКТУРНИХ МАТЕРІАЛІВ (ФЛУОРЕСЦЕНТНА МІКРОСКОПІЯ, КОНФОКАЛЬНА МІКРОСКОПІЯ, АТОМНА СИЛОВА МІКРОСКОПІЯ, ТРАНСМІСІЙНА ЕЛЕКТРОННА МІКРОСКОПІЯ, СКАНУЮЧА ЕЛЕКТРОННА МІКРОСКОПІЯ, СПЕКТРОСКОПІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ) (2 год).

Практичне заняття 4 (3 год)

1. Техніка безпеки на робочому місці.
2. «Зелений» синтез наночастинок срібла.

Завдання для самостійної роботи (10 год)

Робота з методичними рекомендаціями по проведенню ізолюванню хлоропластів.

Контрольні запитання та завдання:

1. Загальна характеристика методів аналізу наноструктурних матеріалів.
2. Атомна силова мікроскопія.
3. Трансмісійна електронна мікроскопія.
4. Скануюча електронна мікроскопія.
5. Спектроскопічні методи аналізу.

Рекомендована література:

[1-18]

Тема 5. БІОСЕНСОРИ. БІОЧІПИ. БІОЛОГІЧНІ НАНОРОБОТОТИ. (15 год)

Лекція 5. БІОСЕНСОРИ. БІОЧІПИ. СТВОРЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ НАНОЧИПІВ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ СОМАТИЧНИХ ТА ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ, В ТОМУ ЧИСЛІ ДЛЯ ВИДОВОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗБУДНИКІВ ОСОБЛИВО НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТА ТОКСИНІВ. СТВОРЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ НАНОРОБОТІВ, ЩО ЗДАТНІ ЛІКВІДОВУВАТИ ДЕФЕКТИ В ОРГАНІЗМІ ХВОРОЇ ЛЮДИНИ ЗАВДЯКИ НАНОХІРУРГІЧНОМУ ВТРУЧАНЬ. ДНК ТА БІЛКОВИЙ МАКРОАРЕЙ (2 год).

Практичне заняття 5 (3 год)

1. Ознайомлення з технікою безпечного поводження з приладами для електрофорезу.
2. Приготування буферних розчинів для електрофорезу.
3. Оцінка якості ДНК за допомогою електрофорезу в агарозному гелі.

Завдання для самостійної роботи (10 год)

Робота з літературою.

Молекулярна гібридизація як основа роботи біочипів та біосенсорів.

Контрольні запитання та завдання:

1. Біосенсори. Біочіпи.
2. Створення біологічних наночипів для діагностики соматичних та інфекційних захворювань, в тому числі для видової ідентифікації збудників особливо небезпечних захворювань та токсинів.

3. Створення біологічних нанороботів, що здатні ліквідувати дефекти в організмі хворої людини завдяки нанохірургічному втручань. ДНК та білковий макроарей.

Рекомендована література:

[1-18]

ТЕМА 6. ПЕРЕНЕСЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ РІЗНОМАНІТНИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ. МЕДИЧНІ СОЦІАЛЬНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ (15 год)

Лекція 6. ПЕРЕНЕСЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ РІЗНОМАНІТНИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ (НАНОНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ, ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ). ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК ЯК ЛІКУВАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ, А ТАКОЖ ЯК КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ АДРЕСНОЇ ДОСТАВКИ ЛІКІВ В КЛІТИНИ-МІШЕНІ. МЕДИЧНІ СОЦІАЛЬНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ НАНОБІОТЕХНОЛОГІЇ (2 год)

Практичне заняття 6 (3 год)

1. Техніка безпеки на робочому місці.
2. Аналіз синтезованих наночастинок за допомогою спектроскопічних методів дослідження.

Завдання для самостійної роботи (10 год)

Робота з літературою.

Види генетичної трансформації рослин.

Контрольні запитання та завдання:

1. Перенесення генетичного матеріалу за допомогою різноманітних наноматеріалів (наноночастинок металів, вуглецевих наноматеріалів).
2. Використання наночастинок як лікувальних препаратів нового покоління, а також як контейнерів для адресної доставки ліків в клітини-мішені.
3. Медичні соціальні та економічні аспекти нанобіотехнології.

Рекомендована література:

[1-18]

Контроль знань і розподіл балів, які отримують здобувачі

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль (ЗМ) входять теми 1-6.

Види контролю – поточний та підсумковий.

Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять і має на

меті перевірку засвоєння студентами навчального матеріалу. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять: усне опитування, письмовий контроль, тестовий, самооцінювання, перевірка практичних навичок.

Обов'язковим для заліку є відпрацювання всіх практичних занять. У випадку відсутності студента, він може відпрацювати пропущене заняття у позааудиторний час (пропущених занять не може бути більше половини від загальної кількості занять).

Оцінювання за формами поточного контролю:

Коефіцієнт 2, 86

| | ЗМІ | |
|--|------------------------|-------------------------|
| | <i>Min. – 60 балів</i> | <i>Max. – 100 балів</i> |
| Практичні навички | „3” x 6 = 18 | „5” x 6 = 30 |
| Доповнення | 1 | 1 |
| Виступ | 3 | 4 |
| <p>„6” – мінімальна/максимальна оцінка, яку може отримати студент. ¹ – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань.</p> | | |

Для аспірантів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум 60 балів*, для здачі заліку обов'язкове проходження додаткового тестування.

Підсумковий контроль проводиться на останньому практичному занятті і складається із суми балів змістовних модулів.

| | Залік (підсумкова оцінка) |
|----------|------------------------------|
| Мінімум | 60 |
| Максимум | 100 |

При цьому, кількість балів:

- **1-34** відповідає оцінці «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- **35-39** відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- **40-60** відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- **61-69** відповідає оцінці «задовільно»;
- **70 - 80** відповідає оцінці «добре»;
- **81 - 89** відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);
- **90 - 100** відповідає оцінці «відмінно».

Шкала оцінювання академічної успішності аспіранта

| Рівень досягнень, % /Marks, (бали за освітню діяльність) | Оцінка ЄКТС/ECTS | Оцінка за національною шкалою (National grade) |
|---|---------------------|---|
| 90 – 100 | A | відмінно (Excellent) |
| 82 – 89 | B | добре (Good) |
| 74 – 81 | C | |
| 64 – 73 | D | задовільно (Satisfactory) |
| 60 – 63 | E | |
| 35 – 59 | FX | незадовільно (Fail) |

| | | |
|--------|----------|---|
| | | з можливістю повторного складання |
| 1 – 34 | F | незадовільно (Fail) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

Методи навчання

Пояснювально-ілюстративні, частково-пошукові, проблемного викладання матеріалу, дослідницькі.

Технічні засоби навчання

Проектор мультимедійний Epson EMP-S42; ноутбук.

Матеріальне забезпечення дисципліни

Аудиторії, лабораторія біотехнології біопалив та інновацій в зеленій енергетиці.

Рекомендована література

Основна:

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. - М.: Академия, 2005. - 192 с.
2. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. – М.: Изд-во «Бином.Лаборатория Базовых Знаний», 2008. - 134 с.
3. Biomedical Nanostructures. Kenneth Gonsalves, Craig Halberstadt, Cato T. Laurencin, Lakshmi Nair. – Hardcover, 2007 - 540 с.
4. Malcolm N. Jones, Dennis Chapman. Micelles, Monolayers and Biomembranes. // The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology, 1997. - V. 63, I. 4–6. - P. 351-352.
5. Богатырев В. А., Дыкман Л. А., Хлебцов Н. Г. Методы синтеза наночастиц с плазмонным резонансом. - Саратов, СГУ им. Н. Г. Чернышевского, 2009. - 35 с.

Додаткова:

6. Burlaka O.M., Pirko Ya.V., Yemets A.I., Blume Ya.B. Application of Carbon Nanotubes for Plant Genetic Transformation // Nanocomposites, Nanophotonics, Nanobiotechnology, and Applications. Fesenko O., Yatsenko L. (Eds.) – Springer Proc. Phys. – Springer, Switzerland: 2014. – V. 156 – P. 233-256.
7. Borovaya M.N., Burlaka O.M., Yemets A.I., Blume Ya.B. Biosynthesis of quantum dots and their potential applications in biology and biomedicine // Nanoplasmonics, Nano-Optics, Nanocomposites, and Surface Studies (Eds. Fesenko O., Yatsenko L.), Springer-Verlag: Springer Proceedings in Physics. - 2015. - Vol. 167, Chapter 24. – P. 339-362.
8. Liu X., Dai Q., Austin L., Coutts J., Knowles G., Zou J., Chen H., Huo Q. A one-step homogeneous immunoassay for cancer biomarker detection using gold nanoparticle probes coupled with dynamic light scattering // J. Am. Chem. Soc. – 2008. – Vol. 130, N 9. – P. 2780–2782.
9. Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // Успехи химии. – 2008. – Т. 77 (3). – С. 242 – 269.

10. Чехун В.Ф. Создание новых лекарственных форм на основе нанокompозитных материалов для решения современных проблем онкологии // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии – 2011. - Т. 9, № 1. - С. 261—274.
11. Богатырев В. А., Дыкман Л. А., Хлебцов Н. Г. Методы синтеза наночастиц с плазмонным резонансом.- Саратов, СГУ им. Н. Г. Чернышевского, 2009. - 35 с.
12. Song J. Y., Kim B.S. Rapid biological synthesis of silver nanoparticles using plant leaf extracts// Bioprocess Biosyst. Eng. – 2009. – Vol. 32. – P.79–84.
13. Ahmad A., Mukherjee P., Mandal D., Senapati S., Khan M. I., Kumar R., Sastry M. Enzyme mediated extracellular synthesis of CdS nanoparticles by the fungus, *Fusarium oxysporum* // J. Am. Chem. Soc. – 2002. – Vol. 124. – P. 12108-12109.
14. Mude N., Ingle A., Gade A., Rai M. Synthesis of silver nanoparticles using callus extract of *Carica papaya* – A First Report // J. Plant Biochemistry and Biotechnology. – 2009. – Vol. 18. – P. 83-86.
15. Борова М.М., Науменко А.П., Пірко Я.В., Круподьорова Т.А., Ємець А.І., Блюм Я.Б. Отримання квантових точок CdS з використанням гриба *Pleurotus ostreatus* // Доповіді НАН України. – 2014. - № 2. – С. 153 – 159.
16. Борова М.М., Науменко А.П., Ємець А.І., Блюм Я.Б. Стабільність квантових точок CdS, синтезованих за допомогою бактерії *Escherichia coli* // Доповіді НАН України. – 2014. – № 7. – С. 145 – 151.
17. Borovaya Mariya N, Naumenko Antonina P, Matvieieva Nadia A, Blume Yaroslav B, Yemets Alla I. Biosynthesis of luminescent CdS quantum dots using plant hairy root culture // Nano.Res.Lett. - 2014. – Vol. 9, № 1. – P. 1 – 7.
18. Borovaya M.N., Pirko Ya.V., Krupodorova T.A., Naumenko A.P., Blume Ya.B., Yemets A.I. Biosynthesis of cadmium sulfide quantum dots using *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. // Biotechnol. & Biotec. Eq.– 2015. – Vol.29, № 6. – P.1156 -1163.