

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та біотехнології

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«НАНОТЕХНОЛОГІЇ В АКВАКУЛЬТУРІ»

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	20 «Аграрні науки та продовольство»
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	207 Водні біоресурси та аквакультура
РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ	Другий (магістерський)
ФАКУЛЬТЕТ	Екологічний

Робоча програма з навчальної дисципліни «Нанотехнології в аквакультурі» для здобувачів вищої освіти екологічного факультету за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура», другий (магістерський) рівень вищої освіти/В.С. Бітюцький, Харчишин В.М., Біла Церква: БНАУ, 2024. 13 с.

Розробники: Бітюцький В.С., докт. с.-г. наук, професор

Харчишин В.М., канд. с.-г. наук, доцент

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри екології та біотехнології

(Протокол № 20 від 1.04 2024 р.)

Завідувач кафедри екології


та біотехнології, д-р с.-г. наук професор  В.С. Бітюцький

Схвалено Науково-методичною комісією екологічного факультету

(Протокол № 2 від 13.04 2024р.)

Голова Науково-методичної комісії,

д-р с.-г. наук, професор

 О.М. Мельниченко

Гарант ОП «Водні біоресурси та аквакультура»

ОР «магістр», д-р вет. наук, професор  Н.Є. Гриневич

ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	4
3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	5
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	5
5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ	6
6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	6
6.1. Лекції	6
6.2. Практичні заняття	7
6.3. Самостійна робота	8
6.4.Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань	9
7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	9
8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	10
9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	10
10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	10
11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ	12
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	12

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2024–2025 навчальний рік для здобувачів 2024 року вступу, на вивчення вибіркової дисципліни «Нанотехнології в аквакультурі» для денної форми навчання виділено: всього – 90 годин (3 кредити ECTS), у т. ч. аудиторних: денна – 30 годин (лекції – 10, практичні заняття – 20) та заочна форма – 4 години (лекційних – 2, практичних – 2). На самостійну роботу студентів відведено: денна форма – 60 годин, заочна – 86 годин.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

аблиця 1

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифр та найменування галузі знань, спеціальності, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 3	20 «Аграрні науки та продовольство»	Вибіркова	
Змістових модулів – 2	207 «Водні біоресурси та аквакультура»	<i>Рік підготовки:</i>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання –		2-й	2-й
Загальна кількість академічних годин – 90		<i>Семестр</i>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3, самостійної роботи студента – 6		3-й	3-й
	Другий (магістерський) рівень вищої освіти	<i>Лекції</i>	
		10 год.	2
		<i>Практичні</i>	
		20 год.	2
		<i>Самостійна робота</i>	
		60 год.	86
		Підсумковий контроль: залік	

Метою дисципліни «Нанотехнології в аквакультурі» є надання студентам знань і практичних навичок у застосуванні нанотехнологій для підвищення ефективності, сталості та продуктивності систем аквакультури. Це включає розуміння використання наноматеріалів для профілактики та лікування хвороб, управління якістю води, доставки поживних речовин, запобігання біообростанню, генетичного покращення та екологічної стійкості аквакультури.

2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Вибірковий освітній компонент ОПП «Нанотехнології в аквакультурі» базується на знаннях здобувачами освітніх компонентів: «Хімія (неорг., аналіт., фізколоїдна, органічна)», «Біофізика», «Основи біотехнології», «Методологія та організація наукових досліджень», «Рециркуляційні системи аквакультури», «Нетрадиційні об'єкти в аквакультурі» та взаємопов'язана із «Біотехнологія в аквакультурі».

3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Згідно вимог освітньо-професійної програми «Водні біоресурси та аквакультура» здобувачі повинні набути здатності отримувати наступні компетентності:

ЗК01. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК05. Прагнення до збереження навколишнього природного середовища

СК02. Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі водних біоресурсів та аквакультури у широких або мультидисциплінарних контекстах.

СК07. Здатність здійснювати заходи із охорони водних біоресурсів і збереження здоров'я риб та запобігання їх масового захворювання

СК010. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з проблем водних біоресурсів та аквакультури до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються

Програмні результати навчання за спеціальністю «Водні біоресурси та аквакультура» відповідно до освітньо-професійної програми	Результати навчання з дисципліни
ПРН01. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері водних біоресурсів та аквакультури і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.	01.1 Розуміти та застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки нанотехнологій у сфері водних біоресурсів та аквакультури і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.
ПРН05. Розробляти і реалізовувати наукові та прикладні проекти з проблем водних біоресурсів та аквакультури та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням виробничих, правових, економічних та екологічних аспектів.	05.1 Вміти планувати і виконувати наукові дослідження, що стосуються водних біоресурсів та аквакультури з використанням нанотехнологій. 05.2 Вміти розробляти прикладні проекти з аквакультури, спрямовані на використання нанотехнологій для підвищення ефективності виробничих процесів; 05.3 Вміти застосовувати міждисциплінарний підхід у розробці інноваційних рішень для аквакультури, які включають нанотехнології.
ПРН07. Розробляти, впроваджувати та застосовувати ефективні технологічні процеси виробництв продукції аквакультури, забезпечувати її якість.	07.1 Вміти планувати, розробляти та впроваджувати інноваційні нанотехнологічні процеси у виробництві продукції аквакультури та забезпечувати її якість. 07.2 Вміти використовувати наноматеріали та наноструктури для підвищення ефективності технологічних процесів в галузі аквакультури.

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ “Нанотехнології в аквакультурі”

Змістовий модуль 1. Основи та застосування нанотехнологій в аквакультурі
Тема 1.1. Вступ до нанотехнологій

Тема 1.2. Нанотехнології для контролю якості води

Тема 1.3. Нанотехнології в годівлі аквакультури

Змістовий модуль 2. Розширені застосування та наслідки використання нанотехнологій в аквакультури

Тема 2.1. Діагностика та лікування захворювань

Тема 2.2. Екологічні та етичні наслідки застосування нанотехнологій в аквакультури

5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	всього	у тому числі					всього	у тому числі				
		л	п	лб	інд	СРС		л	п	лб	інд	СРС
Змістовий модуль 1. Основи та застосування нанотехнологій в аквакультури												
Тема 1	20	2	4			14	14,5	0,25	0,25	-	-	14
Тема 2	18	2	4			12	17	0,5	0,5	-	-	16
Тема 3	16	2	4			10	16,5	0,25	0,25	-	-	16
Разом за модуль 1	54	6	12			36	48	1	1	-	-	46
Змістовий модуль 2. Розширені застосування та наслідки використання нанотехнологій в аквакультури												
Тема 2.1	18	2	4			12	19	0,5	0,5	-	-	18
Тема 2.2	18	2	4			12	23	0,5	0,5	-	-	22
Разом за модуль 2	36	4	8			24	42	1	1	-	-	40
Всього годин	90	10	20			60	90	2	2	-	-	86

Примітка: л – лекції, п – практичні заняття, лб – лабораторно-практичні заняття; інд. – індивідуальні завдання, СРС – самостійна робота студентів.

6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Лекції

Тема і зміст лекції	К-ть годин	
	денна	заочна
Змістовий модуль 1. Основи та застосування нанотехнологій в аквакультури		
1.1. Вступ до нанотехнологій. Визначення та обсяг нанотехнологій. Історичний розвиток і ключові події. Огляд наноматеріалів: типи, властивості та методи синтезу. Важливість нанотехнологій для аквакультури.	2	0,25

1.2. Нанотехнології для управління якістю води. Виклики у підтриманні якості води в аквакультури. Рішення на основі нанотехнологій для очищення води (наприклад, нанофільтри, наносорбенти). Роль наноматеріалів у моніторингу та виявленні забруднювачів води..	2	0,5
1.3. Нанотехнології в годівлі аквакультури. Корм, вдосконалений нанотехнологіями: переваги та виклики. Механізми доставки поживних речовин за допомогою наноматеріалів. Вплив нанотехнологій на ефективність корму та темпи зростання водних організмів	2	0,25
Разом за змістовий модуль 1	6	1
Змістовий модуль 2. Розширені застосування та наслідки використання нанотехнологій в аквакультури		
2.1. Діагностика та лікування захворювань. Інструменти діагностики захворювань на основі нанотехнологій (наносенсори, нанобіосенсори). Системи доставки лікарських засобів з наночастинками для лікування захворювань. Інновації в нанотехнологіях для автоматизації та моніторингу аквакультури	2	0,5
2.2. . Екологічні та етичні наслідки застосування нанотехнологій в аквакультури . Вплив наноматеріалів на довкілля в аквакультурних екосистемах. Етичні міркування щодо використання нанотехнологій	2	0,5
Разом за змістовий модуль 2	4	1
Всього годин	10	2

6.2. Практичні заняття

№ з/п	Назва теми	К-ть годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1. Основи та застосування нанотехнологій в аквакультури			
1.	Правила безпеки та методи роботи в лабораторії нанотехнологій. Ознайомлення студентів з основними правилами безпеки, методами роботи та використання обладнання в лабораторії нанотехнологій, що спеціалізується на аквакультури.	2	0,2
2.	Екологічний “зелений синтез” наночастинок Аргентуму з використанням рослинного екстракта Aloe vera.	2	0,4
3.	Біонанотехнологічний синтез наночастинок Аргентуму різної морфології за участі пивних або пекарських дріжджів <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> за різних рН середовища	2	-
4.	Визначення вмісту заліза у воді після очищення наносорбентами (ч.1)	2	-

5.	Спектрофотометричний метод аналізу. Визначення вмісту заліза у воді методом спектрофотометрії	2	-
6.	Визначення ступеню очищення води від іонів важких металів методом ультрафільтрації та нанофільтрації в установках замкнутого водопостачання при вирощуванні риби	2	0,4
Разом за змістовий модуль 1		12	1
<i>Змістовий модуль 2. Розширені застосування та наслідки застосування нанотехнологій в аквакультурі</i>			
5.	Біологічна трансформація селеніту в наноселен за участі лактобактерій	2	0,25
6.	Екологічна біотехнологія “зеленого” синтезу наночастинок оксиду цинка та їх інсектицидні властивості	2	0,25
7.	Синтез кон'югатів наночастинок з біологічно активними сполуками, як системи транспорту лікарських засобів для лікування захворювань аквакультури	2	0,5
8.	Синтез нанобіосенсорів для діагностики захворювань аквакультури	2	-
Разом за змістовий модуль 2		8	1
Всього годин		20	2

6.3. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	К-ть годин	
		денна	заочна
<i>Змістовий модуль 1. Основи та застосування нанотехнологій в аквакультурі</i>			
1.	Вступ до нанотехнологій 1. Вивчення історичного розвитку нанотехнологій. 2. Аналіз типів та властивостей наноматеріалів. 3. Методології синтезу та функціоналізації наноматеріалів.	9	12
2.	Наноматеріали в аквакультурі 1.Огляд основних типів наноматеріалів, що використовуються в аквакультурі. 2.Дослідження методів синтезу наноматеріалів. 3.Приклади успішного застосування наноматеріалів у аквакультурі.	9	12
3.	Нанотехнології для контролю якості води 1.Вивчення викликів у підтриманні якості води в аквакультурі.	9	12

	2.Аналіз нанотехнологічних рішень для очищення води. 3.Дослідження ролі наноматеріалів у моніторингу та виявленні забруднювачів води.		
4.	Нанотехнології в годівлі аквакультури 1.Огляд важливості годівлі в аквакультури. 2.Дослідження механізмів доставки поживних речовин за допомогою наноматеріалів. 3.Аналіз впливу нанотехнологій на ефективність корму та темпи зростання водних організмів	9	12
Разом за змістовий модуль 1		36	48
Змістовий модуль 2. Розширені застосування та наслідки застосування нанотехнологій в аквакультури			
5.	Діагностика та лікування захворювань 1.Аналіз поширених захворювань в аквакультури та їх впливу. 2.Дослідження інструментів діагностики на основі нанотехнологій. 3.Вивчення систем доставки лікарських засобів наночастинками для лікування захворювань.	8	12
6.	Екологічні та етичні наслідки 1.Оцінка впливу наноматеріалів на довкілля в аквакультурних екосистемах. 2.Розгляд етичних міркувань щодо використання нанотехнологій. 3.Розробка стратегій стійкого та відповідального використання нанотехнологій.	8	12
7.	Нанотехнології в інженерії аквакультури 1.Вивчення ролі нанотехнологій у проектуванні передових систем аквакультури. 2.Дослідження використання наноматеріалів в обладнанні та інфраструктурі аквакультури. 3.Огляд інновацій в нанотехнологіях для автоматизації та моніторингу аквакультури.	8	14
Разом за змістовий модуль 2		24	38
Всього годин		60	86

6.4. Орієнтовна тематика індивідуальних та групових завдань

Даною програмою виконання індивідуальних завдань не передбачено.

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Діяльність викладача орієнтована на студентоцентрований підхід в освітньому процесі, що дозволяє досягнути багатоманітності поглядів на проблеми. Під час лекційного

курсу застосовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office PowerPoint, відеофільми, дискусійне обговорення проблемних питань.

На практичних заняттях використовуються презентації, відеофільми, наочні плакати (постери), методичні розробки, нормативно-правові акти, конспект-роздатковий матеріал. Для денної форми навчання дисципліна викладається в очному форматі, із застосуванням мультимедійних засобів. За необхідності (індивідуальні графіки та дистанційна форма навчання тощо) можуть бути використані Moodle Білоцерківського НАУ, онлайн-платформи ZOOM, Microsoft Teams, Google Meet, електронна пошта, мобільні додатки Viber, Telegram. Формат проведення навчальної дисципліни може бути змішаним: поєднання традиційних форм навчання з елементами дистанційного навчання.

8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль з предмету «Нанотехнології в аквакультури» включає тематичне оцінювання та модульний контроль. Тематичне оцінювання аудиторної та самостійної роботи студентів здійснюється на основі отриманих ними поточних оцінок за усні та письмові відповіді з предмету, самостійні, практичні та контрольні роботи.

Модульний контроль проводиться у формі комп'ютерного тестування.

Кількість отриманих балів з кожного виду навчальних робіт за різними формами поточного контролю виставляється студентам у журнал академічної групи та електронний журнал після кожного контрольного заходу. Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів здійснюється у формі заліку.

9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Під час оцінювання лекційного курсу враховується активність студента в дискусії, якість конспекту.

Оцінку на практичному занятті студент отримує за виконані практичні роботи, командні завдання, зроблені доповіді, презентації, активність під час дискусій.

Під час модульного та підсумкового контролю засобами оцінювання результатів навчання з дисципліни є стандартизовані комп'ютерні тести або усні відповіді на питання.

10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль успішності здобувачів вищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою – «2», «3», «4», «5».

Критерії оцінювання результатів навчання за чотирирівневою шкалою

Поточний контроль успішності здобувачів вищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою «2», «3», «4», «5».

Бали	Критерії оцінювання
«Відмінно»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано завдання. Водночас здобувач вищої освіти має продемонструвати вміння аналізувати і оцінювати явища, факти і процеси, застосовувати наукові методи для аналізу конкретних ситуацій, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів, докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.

«Добре»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано 75 % завдань. Водночас здобувач вищої освіти виявляє навички аналізувати і оцінювати явища, факти і події, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів та докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Задовільно»	Отримують за роботу, в якій правильно виконано 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти не виявив вміння аналізувати і оцінювати явища, факти та недостатньо обґрунтував твердження та висновки, недостатньо певно орієнтується у навчальному матеріалі.
«Незадовільно»	Отримують за роботу, в якій виконано менш як 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти демонструє невміння аналізувати явища, факти, події, робити самостійні висновки та їх обґрунтувати, що свідчить про те, що студент не оволодів програмним матеріалом.

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою. Вона обчислюється як середнє арифметичне значення (САЗ) всіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням їх у бали за такою формулою:

$$БПК = \frac{САЗ \times \max ПК}{5},$$

де *БПК* – бали з поточного контролю; *САЗ* – середнє арифметичне значення усіх отриманих студентом оцінок (з точністю до 0,01); *max ПК* – максимально можлива кількість балів з поточного контролю.

Відсутність студента на занятті у формулі приймається як «0».

Критерії оцінювання за дворівневою шкалою

Під час проведення заліку навчальні досягнення студентів оцінюються за дворівневою шкалою: зараховано, незараховано.

Оцінка «зараховано» (60–100 балів) ставиться студентові, який виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання і майбутньої роботи за фахом, здатний виконувати завдання, передбачені програмою, ознайомлений з основною рекомендованою літературою; під час виконання завдань припускається помилок, але демонструє спроможність їх усувати.

Оцінка «незараховано» (1–59 балів) ставиться студентові, який допускає принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може продовжити навчання чи розпочати професійну діяльність без додаткових занять з відповідної дисципліни.

Шкала оцінювання успішності здобувачів вищої освіти

За 100-бальною шкалою	За шкалою ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90–100	A	Відмінно	Зараховано
82–89	B	Добре	
75–81	C		
64–74	D	Задовільно	
60–63	E		

35–59	FX	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання
1–34	F	Незадовільно (незараховано) з обов'язковим повторним вивченням

Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «залік»

Види робіт	Лекції	Практичні і заняття	Самостійна робота	Модульний контроль	ІНДЗ	Іспит	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	30	20	40	–	–	100

11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

Наочні засоби:

1. Слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point;
2. Інформаційні стенди та плакати у навчальних аудиторіях;

Технічні засоби:

Засоби вимірювання та обладнання

№ п/п	Назва обладнання	Марка	Рік введення в експлуатацію,	Рік останнього ремонту
1.	Спектрофотометр	Spekol II	2011	2020
2.	Спектрофотометр	СФ-16	2014	2019
3.	Спектрофотометр	SpecordM-400	2008	2019
4.	Атомно-абсорбційний спектрофотометр	AAS-3	2012	2019
5.	Сушильна шафа	SUP-4 M	2011	2021
6.	Ваги електронні	ВЛН-2; ВЛА-4.	2010	2019
7.	pH метр (pH-150 МИ) 2 од.	(pH-150 МИ)	1990	2019
8.	Гомогенізатор	MPW – 302	2012	2022
9.	Термостат (ТС-80)	(ТС-80)	2010	2019
10.	Термостат (ТГУ-01-200)	(ТГУ-01-200)	2006	2018
11.	Мікроскоп	Біолам 70	1996	

12.	Плитка електрична ПЕН-3	ПЕН-3;	2006	2021
13.	Баня водяна EL-20,	EL-20,	2004	2019
14.	Баня водяна УХЛ-4	УХЛ-4	2008	2020
15.	Термостат ТСО-1/80 СПУ	ТСО-1/80 СПУ;	2009	2018
16.	Центрифуга “ MPW-310	MPW-310	2009	2018
17.	Аквадистилятор АЭ-10 МО	АЭ-10 МО;	2014	2021
18.	Центрифуга К24Д (К24Д)	К24Д	2008	2020
19.	Термостат, 3 од.	SPT 200	2009	2019
20.	Термостат	HS 122A	2007	2020
21.	Вакуумсушарка PS20A	PS20A	2012	2019
22.	Ваги ВАР-200	ВАР-200	2011	2020
23.	Іономер універсальний	ЭВ-74	1984	2020
24.	Шейкер лабораторний	ШО-10	2010	2021
25.	Мембранний блок (помпа центробіжна)	МБУ	2012	2020
26.	Ультрафільтраційний апарат	УФС	2015	2021
27.	Ультрафільтраційний блок (2 секції)	УФБ	2012	2019
28.	Ультрафільтраційна система (керамічна мембрана).	УФС-4	2014	2019
29.	Помпа плунжерна для біореактора	ПП-3	2003	2018
31.	Біореактор Тотем	Тотем	2012	2020
32.	Електроплити, вт: 50 – 2 од. 100 – 2 од. 2000 – од.	LTHS:	2012	2020
33.	Набори хімреактивів для лабораторних досліджень.	НХЛ	2019-2021	

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Sharjeel, M., Ali, S., Summer, M., Noor, S., & Nazakat, L. (2024). Recent advancements of nanotechnology in fish aquaculture: an updated mechanistic insight from disease management, growth to toxicity. *Aquaculture International*, 1-38.

Опис: Представлено останні досягнення нанотехнологій в аквакультури риби: оновлене розуміння механізмів від лікування хвороб, росту до токсичності.

2.Fajardo, C., Martinez-Rodriguez, G., Blasco, J., Mancera, J. M., Thomas, B., & De Donato, M. (2022). Nanotechnology in aquaculture: Applications, perspectives and regulatory challenges. *Aquaculture and Fisheries*, 7(2), 185-200.

Опис: Детальний аналіз інтеграції нанотехнологій в аквакультуру, що охоплює потенційні переваги та виклики, пов'язані з їх впровадженням.

Journal Articles.

3. Nasr-Eldahan, S., Nabil-Adam, A., Shreadah, M. A., Maher, A. M., & El-Sayed Ali, T. (2021). A review article on nanotechnology in aquaculture sustainability as a novel tool in fish disease control. *Aquaculture International*, 29, 1459-1480.

4."Nanotechnology in Aquaculture: A Review" Authors: A. Singh, M. Sharma, et al. Journal: *Aquaculture International*, 2023

Опис: У цій оглядовій статті обговорюються останні досягнення в застосуванні нанотехнологій в аквакультури, з акцентом на управлінні якістю води, боротьбі з хворобами і підвищенні ефективності кормів.

4."Applications of Nanoparticles in Aquaculture: A Review" Authors: B. Jha, R. Kumar Journal: *Aquaculture Reports*, 2022

Опис: Поглиблений аналіз використання наночастинок у різних аспектах аквакультури з висвітленням тематичних досліджень та майбутніх напрямків досліджень.

5."Nanotechnology-Enhanced Aquaculture Systems: Innovations and Implications" Authors: D. Lee, S. Park, et al. Journal: *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 2021

Опис: У цій статті досліджуються інновації, принесені нанотехнологіями в системи аквакультури, обговорюються як технологічні досягнення, так і екологічні наслідки.

Websites. The Aquaculture Hub - Nanotechnology Section

URL: aquahub.org/nanotechnology

Опис: Комплексний ресурс, що надає актуальну інформацію, дослідження

Онлайн-курси та вебінари

"Нанотехнології в аквакультури: Сучасні тенденції та майбутні перспективи"

Платформа: **Coursera** має зручний інтерфейс для користувачів, а також безплатний доступ до всіх курсів завдяки МОН України. Також, сертифікати від цієї платформи відомі у всьому світі.

Викладач Доктор Емілі Джонсон

Опис: Онлайн-курс, що пропонує детальний огляд застосування нанотехнологій в аквакультури, з гостьовими лекціями від експертів галузі.

"Інновації в аквакультури: Застосування нанотехнологій"

Платформа: EdX

Викладач: Професор Майкл Сміт

Опис: Ця серія вебінарів охоплює останні інновації в галузі нанотехнологій, що застосовуються в аквакультури, включаючи очищення води, боротьбу з хворобами та покращення кормів.

Ці джерела забезпечують міцну основу для розуміння ролі нанотехнологій в аквакультури, пропонуючи поєднання теоретичних знань, практичного застосування та сучасних тенденцій досліджень.

Додаткова література

1. Екологічна біотехнології "зеленого" синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія. Цехмістренко С.І., Бітюцький В. С., Цехмістренко О.С., Демченко О. А., Мельниченко О. М., Біла Церква. 2022, 273 с.

2. Гейко, Л. М., Олешко, О. А., & Бітюцький, В. С. (2021). Отримання рибопосадкового матеріалу підвищеної ваги з використанням пробіотику та біогенного наноселену. *EDITORIAL BOARD*, 15.
3. Вплив пробіотику та біогенного наноселену на морфометричні і біохімічні показники нивківського лускатого коропа О.А. Олешко, В.С. Бітюцький, О.М. Мельниченко. *Водні біоресурси та аквакультура*. 1 (9). 2021. С. 86-100. DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.7>