

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедру водних
біоресурсів та аквакультури

д. б. н., проф. _____ Новіцький Р. О.

“ _____ ” _____ 20__ р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
РАКОПОДІБНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ РІЗНИХ
ДІЛЯНОК ДНІПРОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Здобувач вищої освіти _____ Крячек О.Д.

Керівник дипломної роботи

к.б.н., доцент _____ Губанова Н.Л.

Консультант дипломної роботи,

к. т. н., доцент _____ Петренко В. О.

Дніпро-2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Затверджую:

Завідувач кафедри,

д. б. н, проф. _____ Р. О. Новіцький

«___» вересня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

(прізвище, ім'я, по батькові магістра)

1. НА ТЕМУ: «Обґрунтування можливості використання ракоподібних для визначення якості води різних ділянок Дніпровського водосховища»»

керівник роботи Губанова Надія Леонідівна, к. б. н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджена наказом ректора університету від «___» _____ 20__ р. №_____

1. Термін здачі студентом закінченої роботи (проекту) до «___» _____ 20__ р.

2. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: _____

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належать розробці)

4. Консультанти по проекту (роботі), з зазначенням розділів проекту, що стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

5. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник _____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ (підпис)

№ з/п	Етапи дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опрацювання літературних джерел		
2	Аналіз технології вирощування D.magna		
3	Практичні дослідження на експериментальних ділянках		
4	Проведення економічного обґрунтування проведеної роботи та написання розділів роботи.		
5	Підведення підсумків роботи та формування висновків.		
6	Оформлення роботи до захисту та підготовка презентації		

Студент-дипломник _____
(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник _____
 (підпис, прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	6
ВСТУП.....	7
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Загальні відомості про біотестування.....	9
1.2. Характеристика тест об'єктів.....	10
1.3. Біолого-екологічна характеристика <i>Daphnia</i>	16
1.4. Утримання маточної культури дафній	19
2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1. Відбір, зберігання та підготовка проб для біотестування.....	22
2.2. Зберігання та підготовка проб до біотестування	24
2.3. Умови біотестування	24
2.4. Проведення біотестування з <i>D.magna</i>	25
2.5. Способи порівняння гострої токсичності проб та постановка досліду по визначенню середнього летального розведення (LP_{50}).....	25
2.6. Обчислення та оцінка результатів.....	26
2.7. Класифікація та оцінка екологічного стану водних об'єктів за якістю води	27
3. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	28
3.1 Фізико-географічна характеристика Дніпровського водосховища	30
3.2. Фізико-географічна характеристика Каховського водосховища	33
3.3. Фізико-географічна характеристика Кам'янського водосховища	33
4. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ	34
4.1. Класифікація токсичності проб води	35
4.2 Екологічна оцінка якості води	38
5. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРІСНИХ ВОДОЙМ.....	40
5.1 Основні типи забруднення прісноводних екосистем	40
5.1.1 Тепловий та радіаційний вплив на водних мешканців	41
5.1.2 Небезпека хімічної дії.....	43
5.1.3 Евтрофікація водойми та її сутність	45
5.1.4 Механічне та біологічне забруднення водойм.....	46

5.2 Характеристика речовин що забруднюють водойми	46
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	50
6.1 Безпека праці при роботі з приладами та речовинами, що використовуються для визначення якості води.	50
6.2 Безпека праці при проведенні робіт з відлову ракоподібних в водоймах.....	53
6.3 Організація місць відпочинку та прийому їжі для створення санітарно-гігієнічних умов працюючих на березі водойм.	54
7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ.....	55
ВИСНОВКИ:	57
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	58

АНОТАЦІЯ

Дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «Магістр» студентки ІІ курсу навчання кафедри водних біоресурсів та аквакультури денної форми навчання біотехнологічного факультету ДДАЕУ Крячек Олени Дмитрівни «Обґрунтування можливості використання ракоподібних для визначення якості води різних ділянок Дніпровського водосховища»»

Мета роботи - проведення біотестування для визначення токсичних властивостей води Дніпровського водосховища і можливості використання ракоподібних для визначення якості води різних ділянок Дніпровського водосховища

Об'єкт дослідження — тест-об'єкта *D.magna*.

Для виконання даної мети було поставлено наступні задачі:

1. Примініти методику біотестування з використанням тест-об'єкта *D.magna*.
2. Визначити токсичність води різних ділянок Дніпровського водосховища.
3. Порівняти індекси токсичності води водойм рибогосподарського призначення
4. Надати екологічну оцінку якості води Запорізького водосховища.

Дипломна робота містить 65 сторінок машинописного тексту, вміщує 4 таблиць, 7 рисунків та 61 джерела, складається з розділів: вступу, біотестування як сучасний метод оцінки токсичності природних і стічних вод, характеристики тест-об'єкту, характеристики районів дослідження, визначення якості води методом біотестування, екологічні проблеми прісних водойм, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, економічна ефективність біологічних засобів визначення екологічного стану природних водойм, висновку і списку літератури.

ВСТУП

В даний час в сфері природоохоронної діяльності спостерігається активне формування принципів і методів екологічного нормування. Стало очевидним, що слід проводити комплексну оцінку природних середовищ з урахуванням реакції живих організмів, а не ставити на перше місце результати хімічних аналізів, які дають уявлення лише про маркери порушень і нічого не можуть сказати про перспективи розвитку екосистеми, її біотичних складових.

Основним індикатором сталого розвитку є якість середовища проживання. Антропогенні впливи вносять нові параметри в навколишнє середовище і модифікують вже наявні тим самим змінюючи властивості біологічних систем. мета природоохоронних заходів - поліпшення якості навколишнього середовища. Біологічні методи аналізу є актуально активною досліджуваною областю в даний час. У практиці охорони навколишнього середовища вони міцно займають ключові позиції в питаннях встановлення токсичної дії забруднювачів на організм. При використанні разом з традиційним фізико-хімічним аналізом, вони дозволяють отримувати більш повну характеристику якості середовища за рахунок виявлення дії на тест-організм відразу всіх шкідливих факторів. Разом з тим ці методи є оперативними і простими у виконанні.

Біотестування незамінне, наприклад, в якості експрес-контролю при реєстрації змін якості питної води в результаті аварійних залпових скидів стічних вод. Воно дозволяє вже протягом однієї години отримати дані інтегральної оцінки токсичності води і прийняти необхідні заходи для захисту населення, в той час як органолептичні властивості води можуть залишатися без зміни, а на ідентифікацію речовин, що надійшли в воду, хімічними методами потрібно кілька годин або навіть діб.

За допомогою біотестування не тільки проводять моніторинг природних об'єктів, а й визначають гранично допустимі концентрації нових хімічних речовин, перевіряють необхідність коригування гранично допустимого скиду

у водні об'єкти, встановлюють нормативні вимоги до якості води. Також метод дозволяє контролювати безпеку нових продуктів і матеріалів.

Завдяки простоті, оперативності та доступності біотестування набуло широкого визнання у всьому світі і його все частіше використовують поряд з методами аналітичної хімії в різного роду дослідженнях і аналізах.

Метою роботи є проведення біотестування води Дніпровського водосховища. Для досягнення мети були поставлені такі задачі:

1. Примінити методику біотестування з використанням тест-об'єкта *D.magna*.
2. Визначити токсичність води різних ділянок Дніпровського водосховища.
3. Порівняти індекси токсичності води водойм рибогосподарського призначення
4. Надати екологічну оцінку якості води Дніпровського водосховища.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальні відомості про біотестування.

Біотестування (від англ. Bioassay) це процедура встановлення токсичності середовища за допомогою тест-об'єктів, що сигналізують про небезпеку незалежно від того, які речовини і в якому поєднанні викликають зміни життєвоважливих функцій у тест-об'єктів. Біотестування проводиться з використанням комплексу обладнання, який автоматизує основні етапи біотестування: підтримка достатньої кількості маткової культури, сам процес тестування і реєстрацію тест-функцій.

На сьогоднішній день відомо багато біотестів з використанням різних тест-об'єктів, починаючи від одноклітинних водоростей, бактерій і найпростіших і закінчуючи високоорганізованими тваринами. Більшість процедур по біотестування токсичності вод досить тривалі за часом і мають значний ряд особливостей їх виконання. Так при проведенні біотестування на найпростіших і дрібних гідробіонтах необхідно суворе дотримання зовнішніх умов (співвідношення «світлового і темного» періодів, забезпечення постійного струшування або перемішування, підтримання однакового газового складу середовищ і необхідного температурного режиму) в контрольних і всіх тестованих пробах.

Крім цього, біотестування як метод оцінки токсичності водного середовища використовується: при проведенні токсикологічної оцінки промислових, стічних побутових, сільськогосподарських, дренажних, забруднених природних та інших вод з метою виявлення потенційних джерел забруднення; в контролі аварійних скидів високотоксичних стічних вод; при проведенні оцінки ступеня токсичності стічних вод на різних стадіях формування при проектуванні локальних очисних споруд; в контролі токсичності стічних вод, що подаються на очисні споруди біологічного типу з метою попередження проникнення небезпечних речовин для біоценозів активного мулу; при визначенні рівня безпечного розведення стічних вод для гідробіонтів з метою врахування результатів біотестування при коригуванні та встановленні гранично допустимих скидів (ПДС) речовин, що надходять у

водойми зі стічними водами; при проведенні екологічної експертизи нових матеріалів, технологій очищення, проектів очисних споруд тощо [38].

1.2. Характеристика тест об'єктів

При біотестуванні тест-об'єктів можуть бути використані або цілісні організми (тест-організми), або ізольовані органи, тканини або клітини. найбільш широке поширення при біотестуванні стічних і природних вод отримали методи з використанням в якості тест-об'єктів гідробіонтів: найпростіших (інфузорії, джгутиконосці), кишковопорожнинних (гідри), черв'яків (планарії, п'явки), молюсків (пластинчатозяберні, черевоногі), ракоподібних (дафнії, гамаруси), риби, а також представники різних груп рослин і водоростей.[2]

Найпростіші. Серед найпростіших в якості аналітичних індикаторів найбільш перспективні *Paramecium caudatum*. В аналітичному аспекті найпростіші цікаві тим, що можуть розглядатися як прості рецепторно-ефекторні системи, що володіють здатністю реагувати на хімічний вплив всім комплексом біологічних, фізіологічних і біохімічних змін. Поведінкові реакції, як правило, є відгуком на вплив вельми малих (сублетальними) доз шкідливих речовин, що забезпечує високу чутливість методик, заснованих на використанні реакцій цього типу. Ці інфузорії невибагливі, легко культивуються в лабораторних умовах і мають високу чутливість до біологічно активних речовин.

Чутливість парамецій до катіонів важких металів, гербіцидів, органічних кислот, фенолу, спиртів, альдегідів, деяких лікарських препаратів[3]

З ракоподібних класичним об'єктом як аналітичного індикатора серед гіллястовистоусих рачків стала *D. magna*. *D. magna* відповідає цілому ряду вимог, що пред'являються до біотесту: доступність в природі, простота лабораторного утримання і високий темп розмноження, невеликий, але в той же час достатній для візуального спостереження розмір тварин. Молоді *D. magna* чутливіші до токсичних речовин, ніж дорослі. Ці тварини є

фільтраторами і пропускають через себе велику кількість водного середовища, що обумовлює їх чутливість до розчинених у воді речовин. Аналітичним сигналом служить час 100% -ної іммобілізації дафнії. Діапазон визначуваних концентрацій становить 0,005-1 мкг / г, для бутіфос - 1-20 мкг / г; похибка – 28%. При хронічному впливі катіони металів надають несприятливий вплив на розмноження *D. magna* при концентраціях (мг / л): кадмій 1,7(10⁻³), ртуть 3,4(10⁻²), мідь, свинець, нікель, залізо, хром, миш'як, алюміній 3-5, лужні та лужноземельні метали 40-120, а натрій у вигляді солі NaCl викликає несприятливий вплив на життєдіяльність тварин при концентраціях не менше 500-680 мг / л [26]

При концентраціях менше 0,1 мг / л гостротоксичної дії катіони металів на дафній не роблять, проте при сублетальних концентраціях спостерігається вплив на відтворну функцію тварин: збільшення періоду ембріонального розвитку, зниження чисельності молоді в посліді, уповільнення швидкості статевого дозрівання. При зіставленні чутливості дафній і інфузорій до катіонів важких металів практично збігається. [4]

Токсичність катіонів, як уже зазначалося вище, може істотно знижуватися за рахунок присутності у воді різних комплекс утворювачів , а також з підвищенням жорсткості води. Токсичність катіонів металів залежить також від рН середовища і температури розчину. Метод біотестування за допомогою дафній Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , а також CN^- в стічних водах по чутливості займає проміжне положення між рибами і мікроорганізмами. На металоорганічні сполуки дафнії реагують зазвичай сильніше, ніж на катіони відповідних металів. Тест-реакція дафній на металоорганічні сполуки заслуговує на увагу в зв'язку з тим, що здійснення контролю з'єднань цього класу в об'єктах середовища, в тому числі і хімічними методами, представляє в ряді випадків складну задачу. Чутливість дафній до органічних речовин істотно залежить від їх природи. Фенол при утриманні 1-2 мг / л стимулює розмноження тварин. Летальну дію поверхнево-активних речовин на дафній проявляється при концентраціях 0,8-30 мг/л. Повідомляється про згубну дію на дафній 0,5 мг / л

поліхлорпінена. До недоліків дафній можна віднести складність їх розведення в зимовий період і трудомісткість операцій, пов'язаних з підтриманням культури.[27]

Крім *D. magna* як аналітичних індикаторів в біологічному методі аналізу можуть виступати циклопи, гаммаріди, артемії, рачки. Однак вони менш поширені в аналізі, так як чутливість їх до хімічних речовин поступається такій у дафній. Рачок артемія становить інтерес як аналітичний індикатор. Завдяки тому, що цей рак може пристосовуватися до коливань солоності води, його можна використовувати в якості піддослідного організму. Встановлено, що артемія найкраще росте при солоності 12%, але може переносити і більш солону воду - до 24%, хоча розвиток його при цьому сповільнюється[5]

Серед *комах*, які використовуються для аналітичних цілей, слід в першу чергу виділити личинки комарів. Ці організми легко доступні і їх можна утримувати в великій кількості в лабораторних умовах. Як аналітичний сигнал використовують поведінкові реакції, що виражаються в зміні швидкості і траєкторії руху, фототаксис личинок і їх виживання. Личинки комара *Culex pipiens molestus* найбільш чутливі до пестицидів. Личинки хірономід *Chironomus plumosus* показали високу чутливість до нітратів кадмію і міді. [6]

Серед різноманітних груп *плоских червів (Plathelminthes)* тільки турбеллярії, або війчасті черви (*Turbellaria*), представлені в основному формами, що вільно живуть. У водоймах часто зустрічається молочно-біла планарія (*Dendrocoelum lacteum*), найбільша серед інших (до 3 см), з абсолютно білим тілом, крізь яке ясно просвічує темний гіллястий кишечник. На голові можна розрізнити пару очей. У стоячих водоймах зустрічається набагато дрібніша бура планарія (*Planaria torva*) бурого забарвлення з заокругленим головним кінцем, на якому також є два ока. Часто зустрічається чорна планарія (*Polycelis nigra*) з заокругленим головним кінцем, по краю якого знаходиться ряд очей. У проточних водах живе траурна планарія (*Planaria lugubris*), також темного кольору, але відрізняється своїм характерним головним кінцем, який має вигляд тупого трикутника. Тіло

планарий - сплюснене в спинно-черевному напрямку. Це значно полегшує надходження в організм (шляхом дифузії) води і розчинених в ній солей і інших речовин. Передня частина тіла планарий, на якій розташовані очі, розширена в порівнянні з задньої, загостреною, поблизу якої знаходиться ротовий отвір. Травна система складається з передньої і середньої кишок. анальний отвір відсутній, а переварені частинки їжі викидаються назовні через ротовий отвір. Всі планарії - гермафродити. Планарії - хижаци. Вони найбільш активні вночі, а вдень ховаються під камінням або знаходять інші укриття. Основними об'єктами харчування планарий є дрібні ракоподібні, черви й інші організми, які за своїми розмірами можуть значно перевершувати планарий.[36]

Клас Олігохети (*Oligochaeta*), або *малоцетинкові черви* - бентосні організми, живуть в основному в прісноводних водоймах і в ґрунтах. Вони вважають за краще мілководні зони з достатнім рівнем насичення води киснем, але зустрічаються і форми, які можуть жити на значних глибинах, де переважають анаеробні умови. Більшість водних олігохет має розміри від кількох міліметрів до 10 - 15 см. На передньому кінці тіла знаходиться головна, або передротова лопать. У деяких водних видів вона буває витягнута в більш-менш довгий щупальцеподібний придаток («хоботок»), у небагатьох - майже зникла, у більшості ж представляє невеличкий округлений виступ попереду рота. Далі йде перший, або ротовий, сегмент, ніколи не несе щетинок, на його нижній передній стороні знаходиться рот. Всі інші сегменти, починаючи з другого, як правило, забезпечені чотирма пучками щетинок кожен: двома спинними (праворуч і ліворуч) і двома черевними. У деяких видів спинні пучки починаються не разом з черевними, з другого сегмента, а кілька, що відступили від переднього кінця тіла, - з четвертого, п'ятого, шостого і навіть двадцятого сегмента. Як виняток, є види лише з черевними щетинками і навіть зовсім без них. Олігохети - гермафродити, можуть розмножуватися також безстатевим способом. В цьому випадку їх тіло ділиться на дві частини або більше, з яких утворюються цілком сформувалися особини. Різноманітність

способів розмноження, а також висока здатність олігохет до регенерації сприяють масовому розвитку цих організмів у водоймах різного типу. Олігохети грають важливу роль як компоненти природної кормової бази риб. З їх діяльністю пов'язане формування донних відкладень. Пропускаючи через свій кишечник детрит, залишки рослинної біомаси, олігохети істотно впливають на фізико-хімічні властивості донних ґрунтів. Крім того, риючись в мулі, олігохети сприяють процесам обміну води і неорганічних речовин між його поверхневими і більш глибокими шарами.[37]

Також аналітичними індикаторами при біологічному визначенні речовин можуть виступати п'явки (*Hirudo medicinalis*) і коловертки, однак ці тварини використовуються рідше [7]

Водорості. Основними факторами, що визначають вибір одноклітинних водоростей в якості тест-об'єктів, є високий темп поділу клітин, здатність водоростей розвиватися в умовах клональної, моно- і змішаної культури, пристосованість до регулярного пересіву. *Scenedesmus capricornutum* - стандартний тест-об'єкт в якості тестпараметра використовують зростання цієї водорості за 96 годин, інтенсивність фотосинтезу, засновану на асиміляції міченої вуглекислоти за 24 год. Описано тести з *Chlorella vulgaris* за оцінкою токсичності природних і стічних вод. У досліджах з хлорелою враховують видимі зміни, що відбуваються з колоніями: зміна кількості, розмірів, кольору і структури поверхні. При використанні хребетних в біологічному методі аналізу в якості аналітичних індикаторів можна застосовувати як цілий організм, так і органи, тканини і системи, що володіють яскраво вираженою хеморецепцією.[8]

Риби - улюблений об'єкт для визначення придатності води для водних організмів і токсичності промислових стоків. Біологічне визначення речовин, засноване на застосуванні цілого організму, передбачає контроль поведінкових реакцій, швидкості розмноження і виживання. Авторами отримано ряд чутливості гуппі до катіонів важких металів: $Hg^{2+} > Cu^{2+} > Cd^{2+} > Pb^{2+} > Ni^{2+} > Mn^{2+}$. Мінімальна визначувана концентрація Hg^{2+} $1 \cdot 10^{-6}$ моль / л.

Використання ізольованих органів і тканин представляє інтерес внаслідок їх високої чутливості, чутливі і можливості автоматизації.

Гуппі - один з найпоширеніших видів акваріумних риб. У природі вони живуть в тропічних водоймах, де грають важливу екологічну роль, знищуючи личинок москітів і комарів. Гуппі - дрібні риби, з яскраво вираженим статевим диморфізмом. Самці (3 - 4 см) зазвичай дрібніше самок і пофарбовані в більш яскраві кольори. У їх забарвленні переважають сірувато-коричневі кольори з дуже яскравими червоними, блакитними, зеленими і чорними вкрапленнями і точками. Самки досягають 6 см в довжину, зазвичай жовтувато-зелені.

Даніо - широко поширена акваріумна рибка. У природі вона мешкає в повільно проточних водоймах Південно-Східної Азії. Довжина тіла дорослих риб близько 4,5 см. Тіло має циліндричну форму, сріблясте, з 7-9 темно-синіми горизонтальними смужками. Ці смуги йдуть до хвостового і анального плавців. Спино оливково-зелена [39].

Відомі методики визначення кислот, лугів і деяких катіонів важких металів зі зміни біоелектричної активності сідничного нерва жаби *Rana redibunda* Z. Встановлено, що сідничний нерв з досить високою чутливістю реагує на хлориди міді, цинку, марганцю і кобальту. Розчини $MnCl_2$ з концентрацією порядку $1 \cdot 10^{-9}$ моль / л призводять до тривалого підвищення збудливості нерва, а розчини тієї ж солі з концентрацією $1 \cdot 10^{-6}$ моль / л пригнічують збудливість нерва. Розчини $CuCl_2$ з концентрацією 10^{-9} - 10^{-8} моль / л знижують збудливість нерва аж до повного блокування. Описана методика кількісного визначення катіонів Ag^+ , Hg^{2+} на рівні концентрацій 10^{-7} моль / л, і Co^{2+} , Ni^{2+} на рівні 10^{-6} моль / л з використанням в якості аналітичного сигналу ступеня дегенерації тканин людини. Для вивчення екотоксикологічних ефектів комбінованої дії ксенобіотиків на тваринний і рослинний світ, крім ссавців, як тест-об'єктів в роботах по комбінованій дії використовуються також амфібії, безхребетні і одноклітинні мікроорганізми [9]

Люмінесцентні бактерії. Біолюмінесценція - це світіння, джерело якого – звільнена енергія під час процесів біохімічного окислення. Є формою хемілюмінесценції. Короткочасна люмінесценція називається флуоресценцією, довгострокова - фосфоресценцією. Було відмічено, що при забрудненні води світіння морських люмінесцентних бактерій слабшає або зникає. Ці спостереження були покладені в основу використання їх як тест-об'єктів. Люмінесцентні бактерії відбираються по всій земній кулі, переважно з морських акваторій. Потім їх культивують за стандартною технологією на поживних бульйонах, після чого піддають процесу сублимації (сушіння під вакуумом), що дозволяє забезпечити зручність зберігання і зберегти в цілому життєздатність. Люмінесцентні бактерії використовуються для контролю токсичності морських середовищ. Існують модифікації тестів для генномодифікованих бактерій кишкової палички, яким запроваджено ген світіння. Вони можуть використовуватися для контролю токсичності прісних вод.

1.3. Біолого-екологічна характеристика *Daphnia*

Дафнії (*Daphnia*) - рід планктонних ракоподібних з надзагону гіллястовусих (*Cladocera*). Поширені в прісноводних водоймах по всьому світу. Мають високу чутливість до токсикантів різної природи - біхромат калію, мідь, кадмій, ртуть і їх комбінації, а також хлор, важкі метали, пестициди, аміак, поліхлорфеніли. Оцінка токсичності проводиться за тест-

реакцією виживання, плодючості, рухової активності, поведінковим ознаками, а також за якістю потомства. [28]

Рачки виду *Daphnia magna* Straus (клас Crustacea, загін Cladocera) мешкають в стоячих і слабопроточних водоймах, особливо часто - у тимчасових калюжах, і поширені повсюду в Україні (рис.1).

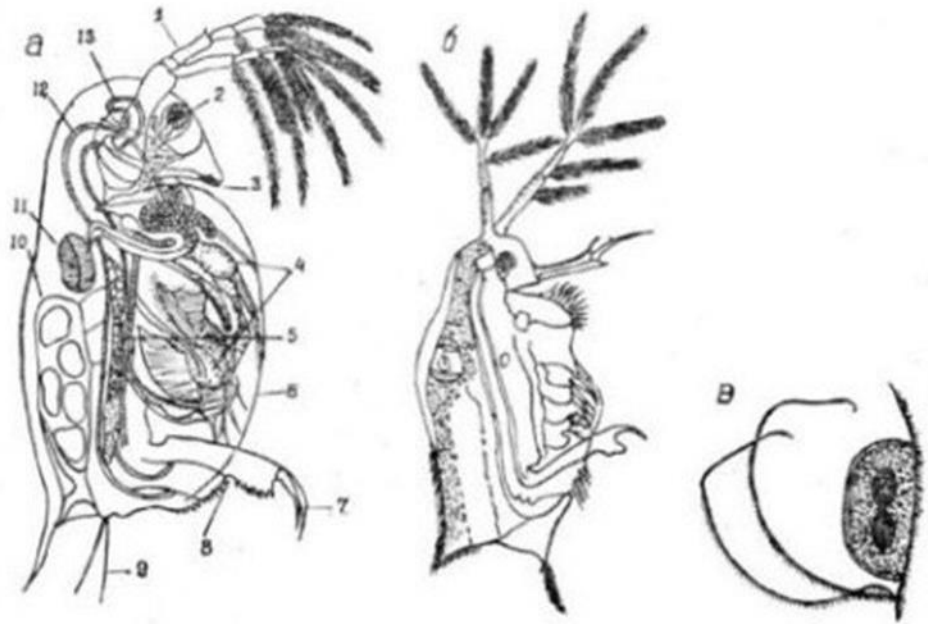


Рис.1 Будова *Daphnia magna* Straus: а - самка: 1 - антена, 2 - складний очей, 3 - антеннули, 4 - грудні ніжки, 5 - яєчник, 6 - стулки панцира, 7 - каудальні кігті, 8 - постабдомен, 9 - хвостові щетини, 10 - виводкова камера, 11 - серце, 12 - кишечник, 13 - печінкові вирости; б - самець; в - зовнішній вигляд ефіппіума.

Зростання дафній протягом усього життя нерівномірне, з віком сповільнюється і пов'язане з періодичними линьками; перші три - ювенільні - слідуєть через 20, 24, 36 ч, четверта - дозрівання яєць в яєчнику - і п'ята - відкладання яєць у виводкову камеру - слідуєть з інтервалом 2-3 доби. Починаючи з шостої, кожна линька супроводжуєтья відкладанням яєць. При хорошому харчуванні розміри молодих дафній після кожної линьки подвоюються. Після настання статевої зрілості зростання сповільнюєтья. Молодь має розмір 0,7-0,9 мм в довжину, до моменту статевої зрілості самки

досягають 2,2-2,4 мм, самці 2,0-2,1 мм. Максимальна довжина тіла самок може досягати 6,0 мм при сирій вазі 7-10 мг.

З моменту народження до настання статевої зрілості дафнії проходить 7-9 діб при температурі 20 ° С. Ембріональний розвиток з яєць триває 48 годин. Протягом життя дафнія дає ряд виводків, які при сприятливих умовах слідує один за іншим через 2 доби. Більшу частину року дафнії розмножуються партеногенетично, виробляючи потомство, що складається переважно з самок. При настанні несприятливих умов (зміні температури, тривалості світлового дня, нестачі їжі, сильному підвищенні чисельності і т.д.) в популяції рачків з'являються самці і самки з гамогенетичними яйцями. Після запліднення диплоїдні «зимові яйця» (1-2) відкладаються в ефіппіум (похідне раковини). Ефіппіуми скидаються на дно водойми або прикріплюються до різних субстратів. Період партеногенетичного розмноження разом з завершуючим його двостатевим розмноженням відомий під назвою циклу.

Джерелом живлення дафнії в природних водоймах є бактерії, одноклітинні водорості, детрит, розчинені органічні речовини. Інтенсивність споживання корму залежить від його характеру, концентрації в середовищі, температури, віку рачків і т. д. Скупчення їжі в жолобі свідчить про неблагополуччя в харчуванні дафнії, як і в разі, коли «сито» забито суспензією. Надмірно високий вміст кормових частинок знижує активність харчування дафній, і вони можуть загинути внаслідок засмічення харчового апарату. *Daphnia magna* є типовим бетамезосапробом, переносячи осолонення до 6 ‰. Оптимальний вміст кисню для дафнії становить 7-8 мг / л, однак рачки здатні переносити зниження концентрації O₂ до 2 мг / л, що пов'язано з їх здатністю синтезувати гемоглобін. Підвищення вмісту гемоглобіну в крові дафній відзначено при зниженні концентрації розчиненого кисню. В цьому випадку рачки здобувають червонуватий колір замість рожево-жовтого при сприятливих умовах. Оптимальні значення активної реакції середовища рН складають 7,0 - 8,0, однак тимчасові зміни рН в межах 5,8 - 9,0 не пригнічують істотно життєдіяльність дафнії. При культивуванні і проведенні

токсикологічних дослідів необхідно підтримувати безперервне партеногенетичний розмноження рачків, враховуючи особливості біологічного циклу розвитку.

1.4. Утримання маточної культури дафній

Початковий матеріал для культивування отримують в лабораторіях, що займаються біотестуванням, мають культуру необхідної видової приналежності, чутливість якої до модельного токсиканту укладається у встановлений діапазон, а вимірювані за допомогою цієї культури тест-параметри відповідає встановлений метрологічний характеристиці [30]

Дафній транспортують в скляній ємності з кришкою (в термосі, якщо температура довкілля виходів за межі $(20 \pm 2) ^\circ \text{C}$. Місткість заповнюють місцевою водою культивації на 2/3 об'єму і в неї сачком переносять дафнії. Щільність посадки приблизно 25 особин на 1 дм^3 води; для годування додаються 3 см^3 водоростевої суспензії на 1 дм^3 води. У лабораторії воду з дафніями по стінці посудини переливають в ємність для культивування, об'єм якої повинен в 2 - 3 рази перевищувати кількість води з рачками. Культиватор з дафніями поміщають в люміностат (кліматостат, бокс) и впродовж 1 - 2 днів невелика порціями підливають заздалегідь приготування воду культивації для адаптації дафній до нової води. [31]

У лабораторії містять два види культури дафній: масового використовують як джерело для відновлення в період втрати культури синхронізованої, і синхронізовану, використовують безпосередньо для біотестування. [32] (рис.2).



Рис. 2 Маточна культура *D.magna*

Культуру дафній вирощують в кліматостаті або еквівалентному пристосуванні. Забезпечує підтримку штучного освітлення лампами денного світла з інтенсивністю світла від 500 до 1000 лк, 16-годинний світловий і 8-годинний нічний (без освітлення) період; температуру (20 ± 2) ° С.

Як культиватор використовують чашки кристалізаційні товстостінні, або батарейні склянки місткістю (2 - 5) дм³, які наповнюють на 3/4 об'єму культиваційною водою, саджають туди самок дафній середнього розміру з виводковими камерами, заповненими ембріонами, і нещільно прикривають культиватори (від попадання пилу і для зменшення випаровування) пластинами зі скла або оргскла товщиною не менше 6 мм. Для пересадки в культиватори можна відібрати дорослих самок за допомогою фільтрування культури через велике сито (розмір комірки 1800 - 2200 мкм). Маткову культуру дафній підтримують в одному або двох судинах. Щодня вранці з поверхні води в судинах, в яких культивуються рачки, стерильною марлевою серветкою знімають дріжджову і бактеріальну плівку. Після цього воду разом з рачками обережно переливають в чистий культиватор так, щоб накопився осад залишився на дні. В чистий культиватор додають свіжу порцію культиваційної води. Таким чином, щодня проводять очищення поверхні води і дна посудини, в якому культивуються рачки. Вміст розчиненого кисню в

культиваторах має бути не менше 6 мг / дм³, що досягається правильним приготуванням культиваційної води і регулярною пересадкою дафнії в свіжу культиваційну воду. Аерування води в культиваторах з дафнією не допускається. [33]

Один або два рази на тиждень здійснюють пересадку культури в свіжу культиваційна воду. Частоту пересадки визначають щільністю маткової культури і вмістом розчиненого кисню в культиваторах. Щільність маткової культури 20 - 25 особин на 1 дм³ культиваційної води.

Не допускається використання молоді маткової культури для біотестування.

Біотестування води і водних витяжок проводять тільки на синхронізованій культурі дафній. Синхронізованою є одновікова культура, отримана від однієї самки Шляхом ациклічного партеногенезу в третьому поколінні така культура генетично однорідна. Її склад, мають близькі рівнями стійкості до цієї токсичної речовини одночасно дозрівають і в одну годину дають генетично однорідне потомство. Для отримання синхронізованої культури відбирають одну самку середніх розмірів з виводкових камер, заповнених ембріонами, і поміщають в хімічний стакан місткістю 250 см³, заповнений культиваційною водою на 200 см³. Молодь переносять в кристалізатори (25 особин на 1 дм³ води) і культивують зазначеним способом. Отримане третє покоління є синхронізованою культурою і може бути використано для біотестування у віці 6 - 24 годин. [34]

Щоб відібрати для дослідів одновікових культуру, дафнії фільтрують за допомогою комплекту сит. Дорослі дафнії затримуються на великому ситі (розмір комірок 1000 – 2200 мкм), а молоді, віком від 6 до 24 годин, на самому дрібному (розмір осередків 450 - 560 мкм). [35]

Для безперервного здійснення масових аналізів на токсичність різних середовищ при великій кількості проб необхідно культивування 4 - 5 генетично однорідних синхронізованих культур, що відрізняються один від одного за віком. Таким чином забезпечується постійний приплив тестових

організмів. синхронізовану культуру витримують в умовах годування щодня здійснюють очищення поверхні води і дна культиваторів

Пересадку плодоносних самок в свіжу культивацийна воду здійснюють один раз в тиждень. Молодь, що народилася щодня відкидають і використовують для біотестування.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Відбір, зберігання та підготовка проб для біотестування

Проби природних вод відбирали, керуючись[40]. Для відбору проб на поверхні водних об'єктів застосовували відкриті пробовідбірники – звичайні ємності із широкою шийкою.

Для відбору проб на глибині застосовували закриті бутилі, заповнені повітрям або інертним газом. Пробовідбірники занурюють на необхідну глибину й заповнювали водою.

У звіті про відбір проб мають бути наведені такі дані: назва водойми: місце відбору з докладним описом; точка відбору: дата і час відбору; прізвище спеціаліста, який проводив відбір проб; метеорологічні дані (температура, кількість опадів тощо) в час відбору проб; умови течії; характеристика відібраного зразка (запах, кольоровість, прозорість наявність суспензій тощо); тип пристрою для відбору проб; умови зберігання та транспортування зразків.

Річки і водні потоки:

Для визначення впливу місця скидання стічних вод і вод притоки річки проби відбирають вище по течії річки та у місці, де відбулося повне змішення вод.

Проби відбирають по глибині, від берега до берега та вздовж течії. Якщо забруднення розподілене рівномірно за потоком річки, для відбору проб придатне практично будь-яке місце. При нерівномірному розподілі забруднення рекомендується відбір змішаних проб з різних точок. Частоту і час відбору проб встановлюють залежно від мети досліджень.

Природні і штучні водойми:

Для непроточних водних об'єктів різного типу просторовий розподіл місць відбору проб може бути правильно встановлений тільки після попередньої роботи, у ході якої використана велика кількість точок відбору для отримання інформації, до якої можна застосувати статистичний аналіз. Зібрані попередні дані дозволяють найефективніше визначити кількість і місця відбору проб.

Якість води в природних і штучних водоймах може бути неоднорідною по глибині внаслідок стратифікації. Причиною цього є фотосинтез у поверхневій зоні, перепад температури та вплив донних відкладів. Помітна різниця якості вод найчастіше спостерігається при наявності термокліну. Тому рекомендується зменшувати відстань відбору проб по глибині в гетерогенних

зонах. Попередні дослідження краще виконувати з використанням пробовідбірників, обладнаних приладами вимірювання температури, концентрації розчиненого кисню, електропровідності тощо.

Для моніторингу якості води використовують, як правило, серії поодиноких проб, але можуть використовуватися й змішані проби, Змішані проби полегшують дослідження, але дають тільки усереднені результати і не показують екстремальних значень та діапазону змін якості води.

2.2. Зберігання та підготовка проб до біотестування

Проби, відібрані для біотестування при гострій схемі дослідів, не підлягають консервуванню хімічними речовинами чи заморожуванню. Біотестування проводять не пізніше 6 годин після відбору проб води. Якщо це неможливо, проби води або витяжки донних відкладів охолоджують до 2-4⁰С зберігають в темряві до 72 годин. Посуд повинен бути щільно закритий і наповнений доверху. Об'єм проби води або водної витяжки для визначення гострої токсичності повинен бути не менше 1 дм³ . [41].

Перед біотестуванням пробу води (водну витяжку) перемішують і фільтрують через фільтрувальний папір з розміром пор 3,5-10 мкм (якщо цього потребує мета біотестування, проби не фільтрують) і доводять до потрібної температури.

2.3. Умови біотестування

Біотестування проводять безпосередньо або не пізніше як за 6 годин після набору проби або приготування водної витяжки. Біотестування проводили без шкідливих випарів і газів, при розсіяному світлі, тривалості періоду 16±1 годин, темряви - 8±1 годин. Температура середовища при біотестуванні повинна становити для *D.magna* - 20±2⁰С. У ході біотестування проби не аерували.

Молодь яку використовували для біотестування була віком до 24 годин, тому за добу перед проведенням дослідів всю молодь з культур забирали. Для цього самиць тимчасово пересаджують у невелику ємність, а середовище фільтрують через планктонний газ (сито) з розміром вічка 80-100 мкм для видалення молоді.

За 2-3 години до проведення біотестування рачків годували розчином дріжджів.

При проведенні біотестування візуально підраховували кількість живих рачків. Живими вважають рачків, які вільно рухаються у товщі води або спливають із дна посудини після її легкого струшування. Решту вважають загиблими.

Результати враховують, якщо кількість загиблих рачків у контролі не перевищувала 10%, а вихідна культура задовольняла вимогам.

2.4. Проведення біотестування з *D.magna*

Постановка експерименту проводилась на базі навчальної лабораторії.

Пробу води наливають по 100 см³ у скляний посуд (дослід). Контрольні ємності теж заповнювали 100 см³ води (свіже середовище для культивування без додавання їжі). У досліді і контролі проводили по три паралельних визначення. У кожному з дослідних і контрольних посудин вміщували по 10 дафній віком до 24 годин. Їх швидко переносили скляною трубкою, зануривши її під поверхню води. Тривалість біотестування становило 96 годин. Під час біотестування дафній не годували [42].

2.5 Способи порівняння гострої токсичності проб та постановка дослідів по визначенню середнього летального розведення (ЛР₅₀)

Для порівняння токсичності проб поверхневих вод та водних витяжку донних відкладів можна використати класифікацію, розроблену для стічних вод (табл.1). Класифікація базується на показнику вживання *D.magna* за умов проведення стандартного гострого дослідів. Облік живих дафній проводять

через 1, 6, 24, 48, 72 і 96 годин. Якщо у будь-який з періодів часу спостережень у досліді гине 50 і більше відсотків дафній, то біотестування закінчують.

Таблиця 1

Класифікація токсичності стічних вод

Клас токсичності	Характеристика стічної води за рівнем гострої летальної токсичності	Час закінчення біотестування, години	Кількість загиблих дафній, відсоток
1	не виявляє гострої летальної токсичності	96	менше 50
2	слаботоксична	96	50 і більше
3	помірно токсична	48	50 і більше
4	середньо токсична	24	50 і більше
5	високо токсична	6	50 і більше
6	надзвичайно токсична	1	50 і більше

2.6 Обчислення та оцінка результатів

На підставі підрахунку кількості живих рочків у контролі та досліді визначали середні арифметичні величини, які використовували для розрахунку кількості загиблих рочків у досліді відносно контролю за формулою:

$$A = \frac{X_{\text{контр}} - X_{\text{досл}}}{X_{\text{контр}}} * 100,$$

Де A - кількість загиблих рачків у досліді відносно контролю, %; $X_{\text{контр}}$ – середнє арифметичне кількості живих рачків у контролі, екз.; $X_{\text{досл}}$ – середнє арифметичне кількості живих рачків у досліді, особин. [48].

Оцінка результатів за показником виживання

Оскільки показник виживання при схемі проведення хронічних дослідів не підлягає нормальному розподілу, t -критерій Стюдента не може бути застосований для обчислення достовірності впливу. Для цього рекомендується використовувати непараметричні критерії:

1) якщо жодна з 10 контрольних тварин не загинула, вплив проби можна вважати статистично достовірним при смертності більше 30%;

2) якщо за час дослідів загинула одна контрольна тварина, достовірна дія проби води (водної витяжки) або її розведення за цим показником досягається тільки за умов 50% смертності.

2.7 Класифікація та оцінка екологічного стану водних об'єктів за якістю води

Якість води відображає всю складність водних екосистем, їх абіотичних і біотичних компонентів. Вона є результатом функціонування водних екосистем, в першу чергу біоти. В той же час вода водотоків і водойм є єдиним можливим середовищем життя водних рослин і тварин [49]. З огляду на це, а також на наявність розробленою в Україні сучасної «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [50], котра містить систему екологічних класифікацій поверхневих вод суші та естуаріїв, найдоцільніше екологічний стан поверхневих вод визначити за даною методикою. Ця методика прийнята як чинний міжвідомчий нормативний документ і є обов'язковою для всіх відомств при організації та здійсненні державного моніторингу вод [51]. Шість з восьми класифікацій якості поверхневих вод поділені на п'ять класів і сім підпорядкованих їм категорій. Дві класифікації (за критеріями мінералізації та іонного складу води) є дуже

спеціалізованими, а тому побудовані за іншим принципом поділу на класи, категорії, групи і типи [52].

3. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проби води відбиралася на таких ділянках Дніпровського водосховища: річпорт, завод ім. Петровського, район Придніпровської ТЕС, Самарська затока, Старі Кодаки, острів Монастирський (пляж та район ННК «Акваріум»), а також для порівняння якості води рибогосподарських ділянок воду відбирали у Кам'янському та Каховському водосховищах (рис.3, 4).



Рис. 3 Карта Дніпровського водосховища

1 - Річпорт 2 - районі Придніпровської ТЕС 3. ННК «Акваріум» 4. завод ім. Петровського

5. Пляж 6. затока Самари 7. с. Старі Кодаки

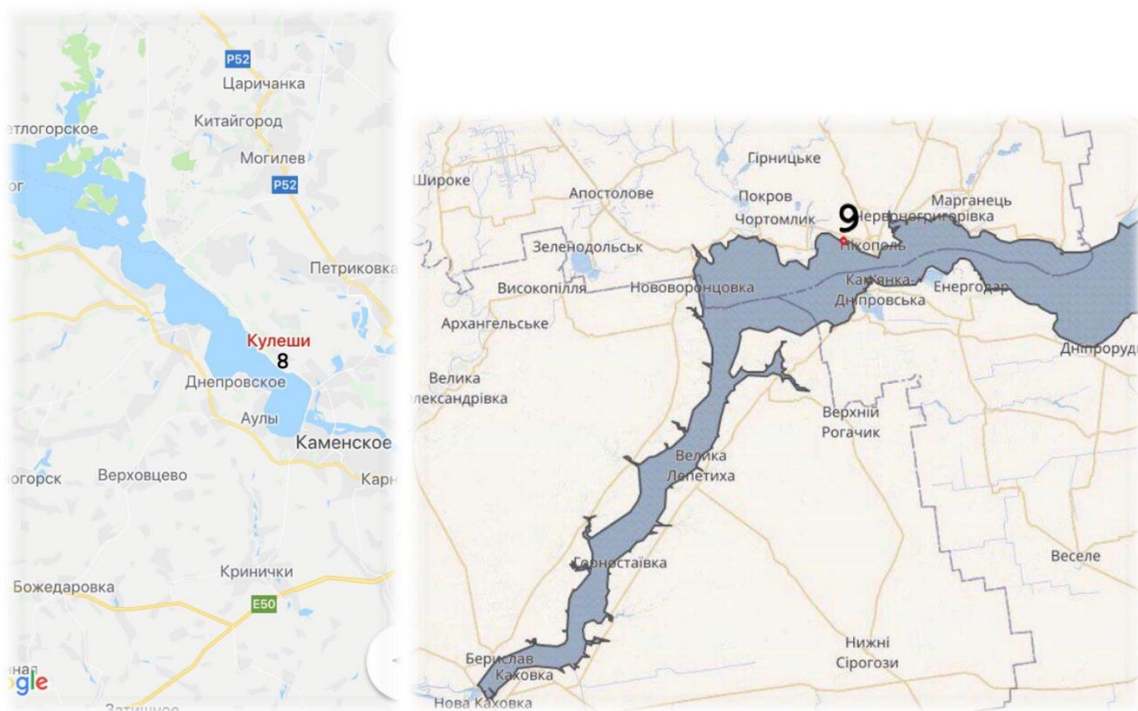


Рис. 4 Рибогосподарські ділянки

8 - Кам'янське водосховище 9 - Каховське водосховище

3.1 Фізико-географічна характеристика Дніпровського водосховища

Дніпровське водосховище знаходиться на території Дніпропетровської та Запорізької адміністративних областей України. Основна його орієнтація – з півночі на південь. Водосховище було споруджене на порожи́стій та середній частинах р. Дніпро у 1931 – 1934 рр. у результаті побудови греблі Дніпрогес. У 1941 р. греблю було підірвано, і водосховище перетворилося на річкову ділянку. Греблю було знову споруджено, водосховище заповнено у 1947 р. Знизу водосховище обмежене греблею Дніпрогесу у м. Запоріжжя, зверху – греблею Дніпродзержинської ГЕС у м. Дніпродзержинську.

Площа водозбору водосховища дорівнює 463 км². Довжина водосховища – 128,5 км, мінімальна ширина – 600 м, максимальна – 4,5 км, площа при нормальному підпорному рівні (НПР) дорівнює 28,838 км².

Максимальна глибина водосховища (біля греблі Дніпрогесу) – 60, середня – 8 м. Висота НПР – 51,4 м, добові та тижневі коливання рівня – до 0,7 м. Водообмін Дніпровського водосховища характеризується такими величинами: повний об'єм – 3,3 км³, корисний – 0,84, середній річний стік – 51,8, водообмін – 15,7 раз на рік [43].

Клімат характеризується як помірно-континентальний зі спекотним засушливим літом та напівзасушливим періодом у травні й вересні. Середньорічна кількість опадів у центрі району (м. Дніпропетровськ) – 472 мм, 2/3 з яких випадає у вигляді дощів влітку. Річна кількість випаровування майже в 2 рази вище за кількість опадів.

У геоструктурному відношенні правобережжя водосховища повністю знаходиться на кристалічному щиті, вкритому сильно розчленованим піщано-глинистими третинними відкладеннями; антропогеновий покрив на водорозділах представлений лесовою товщею, а в річкових долинах і балках – древнім і сучасним алювієм. Потужність третинних й антропогенових відкладень – до 100 м. Основною ґрунтоутворюючою породою є лесоподібні важкі суглинки, у ґрунтового покриві переважають важкосуглинисті й глинисті звичайні чорноземи, на півночі – середньогумусні з товщиною гумусного шару 75–85 см, на півдні – малогумусні з товщиною гумусного шару 60–70 см. Лівобережжя водосховища має більш складну геологічну будову, представлену різноманітними геоструктурними елементами, у яких головну роль грають палеогенові й неогенові, а також глинисто-піщані відкладення. У формуванні антропогенового покриву беруть участь червонобурі глини й багатоярусна серія лесів потужністю 20-25м.

Водосховище розташоване на межі агроґрунтових степових провінцій: Лівобережно-Дніпровської і Правобережно-Дніпровської, у яких переважають чорноземи звичайні, малопотужні середньогумусні з потужністю гумусового горизонту близько 40 см. Перехідний горизонт має межу з материнською породою на глибині 75–78 см. У межах приводороздільно-балочного ландшафту на верхній і середній частинах схилів ґрунту середньозмиті й

сильнозмиті, а в нижньої третині – намиті (делювіальні). В умовах долинно-терасового ландшафту ґрунтоутворюючими породами є піски й опіщанені суглинки, на яких у заплавах рік формуються лугові, лучно-лісові й болотні ґрунти. На других терасах – дерено-степові, дерено-борові, піщані. На третіх – засолені ґрунти: солончаки, солонці й солодці. Під байрачними й штучними лісами формується чорнозем лесополіпшений багатогумусний і середньогумусний, важкосуглинковий і середньо-суглинковий на лесах і лесоподібних суглинках [44].

Завод ім. Петровського - одним з головних аспектів діяльності металургійного виробництва є викиди ливарних дворів доменних печей. на ливарних дворах доменних печей виділяються пил і гази від жолобів і ділянок зливу чавуну в ковші. При випуску чавуну пил складається з дрібнодисперсного фракції оксидів заліза (бурий дим) і крупнодисперсної фракції, що складається з графітної пилу. Бурій дим утворюється в результаті випаровування заліза або його оксидів при взаємодії бризг або струменів металу з киснем атмосферного повітря[53].

На території річпорту вода стояча забруднена нафтопродуктами і сильно піддається цвітінню синь-зелених водоростей.

Монастирський острів є зоною рекреації. Характеризується достатнім водообміном, забруднення в цій зоні зазвичай антропогенного походження, що зумовлює буйне цвітіння води.

Нижня ділянка водосховища (в районі Придніпровської ТЕС) і село Старі Кодаци є головною промисловою ділянкою, характеризується задовільним водообміном, розташована в аграрній зоні та майже не відчуває на собі впливу токсичних промислових стоків.

Самарська затока в місці впадіння річки Самара у водосховище характеризується слабкою проточністю та великою площею мілководь, що призводить до «цвітіння» води та застоїних явищ. Її гідроекологічний режим визначається впливом високомінералізованих шахтних стічних вод. Основними компонентами шахтних вод, що забруднюють є мілкодисперсні

зважені частки та важкі метали. Для цієї ділянки водосховища характерна висока мінералізація води (2,8 г/л) [45].

3.2. Фізико-географічна характеристика Каховського водосховища

Одне з найбільших водосховищ на Дніпрі, що замикає каскад на півдні. Розташоване у степовій зоні країни на ділянці Дніпра від Запоріжжя до Нової Каховки. Пониззя – найвужча і найглибша ділянка, ширина якої в середньому становить 5-6 км, а глибина – від 13 до 25 м. У пригреблевій зоні глибини подекуди сягають 36 м. У водосховищі переважає стічна течія, найсильніше виражена в період весняної повені. Гідрологічний режим ділянки – перехідний від річкового до озероподібного [46]. Каховське водосховище характеризується достатньо високими показниками сумарної сонячної радіації, що сприяє його заростанню вищою водною рослинністю, особливо в мілководній верхній частині, і “цвітінню” води, обумовленому бурхливим розмноженням синьозелених водоростей на значній частині акваторії (до 80-95%). Пік цього процесу зазвичай припадає на липень-серпень.

Якість води в Каховському водосховищі в цілому може бути оцінена як незадовільна. На локальних ділянках реєструється забруднення фенолами, нафтопродуктами, важкими металами та іншими хімічними речовинами, особливо у верхній частині водосховища. Санітарно-гігієнічні показники також викликають певне занепокоєння у фахівців – вміст бактерій групи кишкової палички часто значно перевищує допустимий за нормативами рівень.

3.3. Фізико-географічна характеристика Кам'янського водосховища

Це водосховище знаходиться частково у Кіровоградській, Полтавській та Дніпропетровській областях. Праві береги тут відносно високі – до 10-25 м, круті, розчленовані ярами та балками; ліві – низькі, пологі, до них прилягають мілководні ділянки водосховища. Вершина Кам'янського водосховища замикається греблею водосховища Кременчуцького. Найбільші міста

розташовані на його берегах – Кременчук, Дніпродзержинськ, Комсомольськ і Верхньодніпровськ. Якість води у Кам'янському водосховищі напряду залежить від ситуації в Кременчуцькому.

Разом з тим слід зазначити, що внаслідок своїх невеликих розмірів та більш інтенсивному водообміну ніж в інших водосховищах Дніпра, процеси самоочищення тут відбуваються дещо швидше. Однак незважаючи на це, процеси надмірної евтрофікації та пов'язані з цим замори гідробіонтів за останнє десятиріччя набули в Кам'янському водосховищі ознак регулярного сезонного явища [47].

4. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ

4.1. Класифікація токсичності проб води

Досліди проводилися на базі навчальної лабораторії кафедри загальної біології і водних біоресурсів. Проби води для аналізу відбирали на рибогосподарських ділянках, в місцях рекреації, поблизу скиду стічних вод заводу ім. Петровського та в районі річкового порту Дніпровського водосховища. Для порівняння якості води в промислових ділянках відбирали воду в Каховському водосховища (біля стоку ООО «НПП» Нікопольський Трубний Завод) та Кам'янському водосховищі (с. Куліши) з 4 травня по 2 червня 2019 р. Для контролю брали дехлоровану водопровідну воду.

Кожний дослід і контроль проводився у трьох повторностях. В кожному ємності об'ємом 1 л поміщали 10 дафній віком 1 доби. Температура води в дослідних і контрольних ємностях була на рівні $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Дослід проводився протягом 96 годин. Спостерігали за поведінкою *D.magna* і їх смертністю кожну 1, 6, 24, 48, 64, 96 годину. Під час проведення дослідів дафній не годували.

Наші дослідження показали, що за 96 годин експозиції у дослідній воді Дніпровського водосховища точки 1 загинуло 20% дафній, точки 2 - 24%, точки 4 - 33%, точки 5 - 37%, точки 3 - 30%, точки 6 - 94%, точки 7 - 100% тест-об'єктів. У контрольних ємностях в жодному випадку загибель дафній не спостерігалась. (рис. 5).

Отже, можемо спостерігати, що є досить висока смертність в районі с. Старі Кодаки і Самарської затоки – це свідчить про наявність антропогенного забруднення цих ділянок.

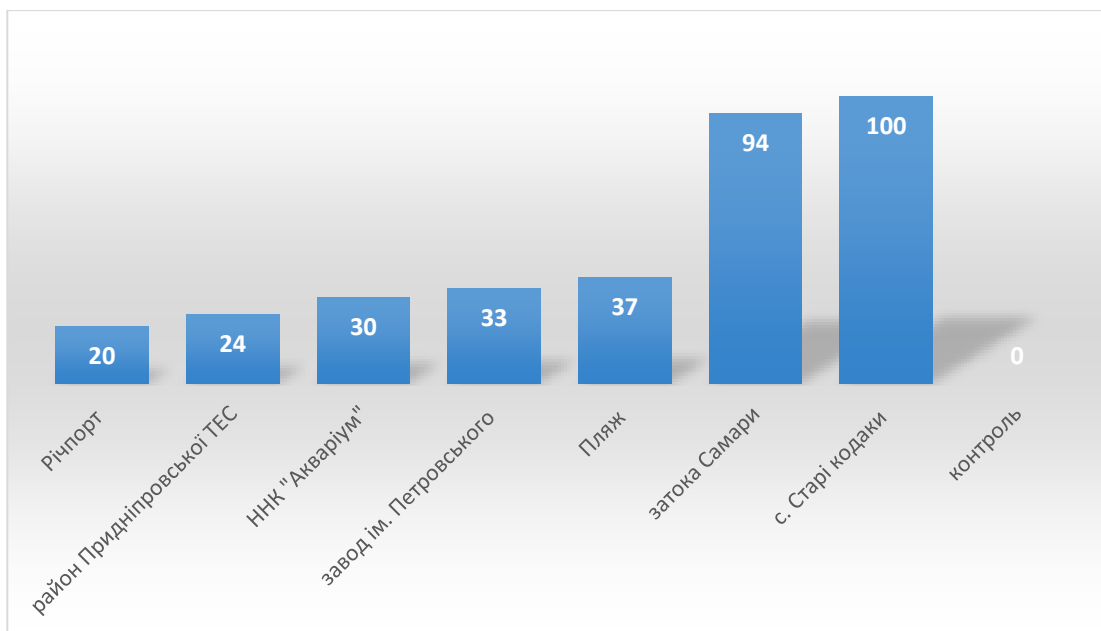


Рис. 5. Смертність *D. magna* в пробах води Дніпровського водосховища (%)

При проведенні дослідів в промислових ділянках водосховищ Дніпровського каскаду (таб. 3) – були визначені такі показники смертності *D. magna*: в Кам'янському водосховищі – 24%, а в Каховському водосховищі – 100%. Воду в Каховському водосховищі відбирали біля стоку ООО «НПП» Нікопольський Трубний Завод, що може бути причиною наявності високої токсичності води (рис. 6).



Рис. 6. Смертність *D. magna* в промислових ділянках водосховищ Дніпровського каскаду

Класифікація токсичності води була визначена за таблицею №1. За рівнем гострої летальної токсичності вода може бути: 1. Не виявляє гострої летальної токсичності. 2. Слаботоксична 3. Помірно токсична 4. Середньо токсична 5. Високо токсична 6. Надзвичайно токсична.

Класифікація базується на показнику вживання *D. magna* за умов проведення стандартного гострого дослідження. Облік живих дафній проводився через 1, 6, 24, 48, 72 і 96 годин (табл.2).

Можемо зробити висновок, що вода в річпорту - не виявляє гострої летальної токсичності, в районі стічних вод заводу ім. Петровського - не виявляє гострої летальної токсичності, нижня ділянка Дніпровського водосховища (районі Придніпровської ТЕС) - не виявляє гострої летальної токсичності, в районі Самарської затоки - слабо токсична, в районі с. Старі Кодаки – середньо токсична, в районі Монастирського острова - не виявляє гострої летальної токсичності, в Кам'янському водосховищі – не виявляє гострої летальної токсичності, Каховському водосховищі - середньо токсична.

Таблиця 2

Класифікація токсичності проб води

район	Зат	Каховс	с.	Кам'ян	Річ	Завод	Пл	ННК	Конт
Придніп ровської ТЕС	ока Сам ари	ьке водосх овище	Ста рі Код аки	ське водосх овище	пор т	ім. петров ського	яж	«Аква ріум»	роль
1	2	4	4	1	1	1	1	1	1

В точці 6 і 9 загибель дафній спостерігається вже з 6 години експерименту, в точках 7, 1, 3 - з 24 години, в точках 5, 2, 4 - з 48 години. (табл.3).

Таблиця 3

Смертність *Daphnia magna* протягом біотестування

Годи ни	район Придні провськ ої ТЕС	Зато ка Сама ри	Каховсь ке водосхо вище	с. Старі Кодаки	Кам'янс ьке водосхо вище	Річпорт	Заво д ім. Петр овсь кого	Пляж	ННК «Акв аріу м»	Конт роль
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
24	0	1	1	2	0	1	0	0	1	0
48	1	2	2	1	0	0	1	1	0	0
64	1	2	3	3	1	0	0	1	1	0
96	1	3	3	4	2	1	2	1	1	0

4.2 Екологічна оцінка якості води

Екологічна оцінка якості вод — віднесення вод до певного класу і категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників їх складу і властивостей з наступним обчисленням та узагальненням (ручним або автоматизованим способом).

Ми застосували методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, що дає змогу оцінити тенденції зміни якості поверхневих вод України в часі і просторі, визначити вплив антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів (табл.4).

Результати дослідження показали, вода в точках 1, 2 та 8 відноситься до третього класу, четвертої категорії якості; в точках 3, 4, 5 – відносяться до третього класу п'ятої категорії якості; 6, 7, 9 віднесені до четвертого класу токсичності і шостої категорії якості води; контроль – до першого класу токсичності і першої категорії якості води.

Таблиця 4

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Річпорт				x			
Район Придніпровської ТЕС				x			
ННК «Акваріум»					x		
Завод ім. Петровського					x		
Пляж					x		
затока Самари						x	
с. Старі Кодаки						x	
Кам'янське водосховище				x			
Каховське водосховище						x	
Контроль	x						

Назва класів і категорій якості вод за їх станом: 1, 2, 8 – задовільні ; 3, 4, 5– посередні ; 6, 7, 9– погані ; контроль – відмінні.

Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості): 1, 2, 8 – слабо забруднені ; 3, 4, 5– помірно забруднені ; 6, 7, 9 – брудні ; контроль – дуже чисті.

5. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРІСНИХ ВОДОЙМ

5.1 Основні типи забруднення прісноводних екосистем

Існуючі нині типи забруднень гідросфери можна поділити на чотири групи:

- фізичне, обумовлене змінами фізичних параметрів водного середовища
- хімічне, що викликається ксенобіотиками хімічної природи
- механічне, обумовлене неорганічними домішками, що змінюють органолептичні водні характеристики
- біологічне, що супроводжується потраплянням у водне середовище патогенних чи чужорідних організмів.

5.1.1. Тепловий та радіаційний вплив на водних мешканців

Основними формами прояву фізичного забруднення гідросфери є теплове та радіоактивне. Так, перше викликано скиданням теплих або підігрітих вод теплових та атомних електростанцій, здатних суттєво порушити біологічну рівновагу у конкретній водоймі. Навіть раптове збільшення температури води на кілька градусів здатне погіршити водо- та газобмен усередині самої водойми, спровокувавши брак розчиненого у воді кисню, яким дихає водна фауна. Підвищення температури води на 8 градусів і більше, що зазвичай і відбувається, запускає цілу низку механізмів, що істотно погіршують стан водної екосистеми разом із її мешканцями.

Порушивши сезонні ритми гідробіонтів, різкий підйом температури нерідко викликає тепловий шок у рибу, схожий на тепловий удар у людини. Види риби з більшою екологічною валентністю можуть якнайшвидше пристосуватися до зміни умов середовища. У цьому випадку більше виграють теплолюбні представники іхтіофауни, такі як сазан, золотий карась, строкатий товстолобик, лин. Але, на жаль, вони можуть «не встигнути» адаптуватися.

Іншим, не менш небезпечним для живого, фізичним забруднювачем є радіація. Після техногенної катастрофи, що сталася 1986 р. у Чорнобилі, цю проблему почали розглядати більш уважно. Крім природного радіаційного фону, що існує з моменту появи життя, людина своєю техногенною активністю забруднила природні екосистеми радіонуклідами. Величезна частина їх надходить з атмосфери разом із опадами як наслідок випробування ядерної

зброї. Ще більша — привнесена внаслідок експлуатації ядерних підприємств та аварій на них. Маючи тривалий період напіврозпаду, радіоактивні ізотопи здатні діяти довго і спрямовано, а головне непомітно, як для людини, так і для біоти.

Гідробіонти, що являють собою відкриті живі системи, що обмінюються з середовищем речовиною та енергією, можуть з легкістю як адсорбувати поверхнею свого тіла, так і отримувати разом з їжею радіоактивні ізотопи, що знаходяться у воді. Далі через ротову порожнину, кишечник, зябра та шкірний покрив відбувається їх переміщення в інші життєво важливі органи.

Крім цього, не меншою небезпекою є здатність радіоізотопів мігрувати трофічними ланцюгами, посилюючи на кожній новій ланці свій радіобіологічний ефект. Молоді особини, та й уже дорослі екземпляри переважно харчуються планктоном, здатним накопичувати в собі радіоізотопи в дозах, в сотні і тисячі разів більших, ніж у самій воді. Навіть у разі незначного перевищення звичного радіаційного фону річки або озера, їх мешканці можуть отримувати високі концентрації радіонуклідів, просто вживаючи забруднену їжу.

Звичайно, на хід цього процесу впливає ще ціла низка факторів. Агрегатний стан речовин, що надходять разом з радіоізотопами, їх концентрація, загальний фізичний стан організмів-реципієнтів можуть як посилити, так і послабити їх дію. Причому вченими вже доведено той факт, що молодь більш схильна до радіаційного впливу, ніж зрілі особини, що пояснюється наявністю в їх організмах великої кількості клітин, що діляться, найбільш вразливих для даного фактора. Так само певну частку впливу надають екологічні особливості гідробіонтів. Наприклад, донні представники іхтіофауни через свої трофічні переваги акумулюють радіоактивні речовини набагато швидше, ніж ті, що населяють водну товщу.

Підсумком тривалого радіоактивного впливу на гідробіонт може стати виникнення незворотних фізико-хімічних і функціональних перетворень в їх організмах. Встановлено, що широко відомий радіонуклід стронцій-90

викликає морфологічні зміни в тканинах риби, цезій-137 впливає на генетичний апарат клітини, що призводить до найрізноманітніших мутацій, нерідко летальних по відношенню до живого.

Іншим не менш страшним наслідком впливу радіації на рибу є її здатність пригнічувати репродуктивну функцію, яка відповідає за відтворення нових особин у популяції. Впливаючи на статеві залози, радіація здатна як знизити загальну плодючість гідробіонтів, і призвести до появи нежиттєздатного чи потворного потомства, що, своєю чергою, підриває біотичний потенціал певного біологічного виду.

5.1.2. Небезпека хімічної дії

Окрім фізичних факторів суттєво впливають на благополуччя водних екосистем ще й хімічні політанти. Подібне забруднення поверхневих вод відбувається зазвичай внаслідок потрапляння до них різноманітних хімічних сполук, що використовуються у сільськогосподарській та промисловій діяльності. Як найбільш небезпечні для гідросфери речовини можна виділити такі: сполуки поверхнево-активних речовин, більше відомих як СПАР, широко застосовувані в сучасних миючих та чистячих засобах; пестициди та мінеральні добрива, що змиваються дощовою водою або талими водами у водні резервуари з полів, городів.

Найвищу токсичність серед зазначених вище компонентів мають сполуки важких металів, що потрапляють у водні об'єкти з металургійних комплексів. Чого вже говорити, якщо до річок щороку потрапляє до 5 тис. тонн ртуті, високотоксичного елемента з величезною акумуляційною здатністю. Подібно до радіоізотопів, вона так само мігрує від організму до організму, збільшуючи в кожному наступному свою концентрацію. На запитання, чи можна вживати рибу чи інші водні організми у разі зараження відповіді нескладно. Такі дари природи можуть стати не лише причиною гострого отруєння, а й спровокувати значно серйозніші недуги.

Не менше побоювань пов'язане з нафтою та її похідними. Перевезення нафти водним транспортом, аварії на нафтовидобувних установках, стічні води нафтопереробної промисловості щорічно завдають величезної шкоди гідроекосистем. Страждають не тільки мешканці самої води, для яких тонка нафтова плівка на поверхні стає потужним бар'єром для здійснення газообміну, але й усі живі істоти, що мешкають поряд із водоймами. Це, наприклад, водоплавні або навколоводні птахи, що мешкають поблизу води. На жаль, навіть там, де рибне населення пристосувалося до нафтового забруднення, таку рибу навряд чи хтось зможе вжити в їжу через її неприємний запах і смак.

Інтенсивна хімізація сільського господарства та безграмотне його ведення людиною так само відіграють не останню роль у деградації прісних водойм. Хімічні сполуки та їх метаболіти, що змиваються разом з поверхневим стоком, здатні включатися в круговороти речовин, що протікають усередині самої водойми. Особливу небезпеку сьогодні становлять хлор- і фосфорорганічні пестициди, що виявляють найбільш агресивні властивості до всього живого.

Не залишає байдужим сумна для цього світу історія застосування порошкоподібного пестициду — дусту, або ДДТ, розробленого для боротьби з комахами-переносниками епідемій та шкідниками рослинних культур. Всюди його використання проблеми вирішити не змогло. Тривале його застосування очікуваних результатів також не дало, а навпаки, дозволило відкрити нові, небезпечні вже для самої людини властивості інсектициду. Легко включаючись у харчові ланцюги, дана речовина на кожній наступній ланці збільшує свою концентрацію майже вдесятеро.

Спливаючи разом з водами з полів і включаючись у природний кругообіг дана речовина зрештою призводить до токсичного зараження як риб, так і вищих теплокровних тварин, не виключаючи і людини. Вченими встановлено, що навіть при мізерно малих концентраціях даної речовини в донних відкладах водоймища, в організмах риб вона збільшиться до 10000 разів.

Також не викликає сумніву факт впливу даного ксенобіотика на репродуктивний потенціал популяцій практично всіх живих істот, які перебувають під його тривалим впливом. Показовим у цьому відношенні є виявлення у досить високих концентраціях цієї небезпечної речовини в печінці та м'ясі тюленів, моржів, білих ведмедів, тобто тварин, які зазвичай живуть за тисячі кілометрів від місць ведення сільського господарства та можливого застосування інсектициду.

Але буває і так, що надмірне надходження у водоймище забруднювачів запускає інші механізми, не пов'язані з отруєнням його середовища та мешканців. Органічні сполуки, що потрапили в прісноводну екосистему, здатні істотно підвищити її продукційні можливості. При зовні сприятливих можливостях цього процесу, навпаки, її деградація ще більше посилюється, зумовлюючи початок евтрофікаційних процесів, про які йтиметься далі.

5.1.3. Евтрофікація водойми та її сутність

Термін «евтрофікація» прийшов до нас з грецької мови, і означає «багате харчування». Таке трактування його не випадкове, адже означає процес надмірного надходження у воду різних біогенних речовин, що, у свою чергу, обумовлює розвиток анаеробної мікрофлори і «цвітіння» води. Завдяки бурхливому розвитку, як правило, синьо-зелених водоростей можна зовні запідозрити евтрофовану водойму. У ньому значно знижується рівень кисню, що погіршує умови нормальної життєдіяльності водних організмів. Дуже часто це можна спостерігати на прикладі малих річок, які зрештою заростають вищою водною рослинністю або й зовсім висихають.

Серед основних причин цього процесу можна виділити такі:

- скидання неочищених стічних вод
- містять сполуки азоту та фосфору
- поверхневий стік у річки як самих нітратних та фосфатних добрив, так і їх продуктів розпаду

- стікання забруднених гноем вод із тваринницьких комплексів
- надходження органічних речовин з атмосфери разом із кислотними опадами.

Цей процес ще більше посилюється завдяки недотриманню встановлених для кожного типу водойми водоохоронних зон, покликаних відігравати роль буфера між антропогенними об'єктами та водним середовищем. Невиправдана обробіток ґрунту, особливо на площах, що знаходяться під ухилом, сільськогосподарське освоєння прибережних ділянок сприяють ще більш інтенсивному вимиванню органічних сполук із ґрунту та знищенню водотоку як середовища для життя.

5.1.4. Механічне та біологічне забруднення водойм

Декількома іншими факторами, що призводять до деградації водних об'єктів, є біологічне та механічне забруднення. Перше з них проявляється у надходженні вірусів та патогенної мікрофлори, наприклад, зі стічних каналізаційних систем, скотарських ферм, внаслідок аварій на очисних резервуарах. Внаслідок цього, як поверхневі, так і підземні водні джерела можуть отримати зараження небезпечними для життя людини та тварин біологічними агентами.

Механічне забруднення викликають побутові та будівельні відходи, сміття, які не здатні розчинятися у воді, а якщо це відбувається, то протягом тривалого часу. Біте скло, поліетиленові пакети давно вже не новина для наших річок. Головна причина цього — низький рівень екологічної культури переважної більшості громадян та їхня байдужість до стану природного середовища.

5.2 Характеристика речовин що забруднюють водойми

В даний час склад природних вод водойм в значній мірі формується під впливом антропогенного навантаження. На дні акумулюється велика кількість

забруднюючих речовин різної природи: важких металів, органічних речовин, нафтопродуктів. Відбувається накопичення наносів донних відкладень в місцях стоків промислових підприємств [1]

З забруднюючих речовин за обсягом надходження насамперед заслуговують на увагу важкі метали, вуглеводні нафти, поліхлоровані біфеніли (ПХБ) і поліароматичні вуглеводні (ПАВ). [25]

На відміну від органічних забруднюючих речовин метали практично вічні, так як вони не руйнуються при впливі природних факторів. Всі важкі метали володіють однією загальною властивістю: вони можуть бути біологічно активними. Внаслідок цього, потрапляючи в результаті антропогенної діяльності в навколишнє середовище в міграційно-активному стані, вони включаються в тій чи іншій мірі в біологічний круговорот, і при певних біогеохімічних умовах і концентраціях починають надавати токсичну дію на живі організми. [10]

Природними джерелами надходження свинцю в поверхневі води є процеси розчинення ендогенних (галеніт) і екзогенних (англезит, церуссит і ін.) мінералів. Значне підвищення вмісту свинцю в навколишньому середовищі (в т.ч. і в поверхневих водах) пов'язане зі спалюванням вугілля, застосуванням тетраетилсвинцю як антидетонатора в моторному паливі, з виносом у водні об'єкти зі стічними водами рудозбагачувальних фабрик, деяких металургійних заводів, хімічних виробництв, шахт і т.д. Суттєвими факторами зниження концентрації свинцю у воді є адсорбція його виваженими речовинами і осадження з ними в донні відкладення. У числі інших металів свинець витягається і накопичується гідробіонтами. Свинець перебуває в природних водах у розчиненому і зваженому (сорбувати) стані. У розчиненій формі зустрічається у вигляді мінеральних і орґано комплексів, а також простих іонів, в нерозчиненій - головним чином у вигляді сульфідів, сульфатів і карбонатів. У річкових водах концентрація свинцю коливається від десятих часток до одиниць мікрограмів в 1 дм³. Лімітуючий показник шкідливості

свинцю - санітарно-токсілогічеській. ПДК в свинцю становить 0,03 мг / дм³, ПДК – 0,1 мг / дм³ . [11; 23]

Присутність нікелю в природних водах зумовлено складом порід, через які проходить вода: він виявляється в місцях родовищ сульфідних мідно-нікелевих руд і залізо-нікелевих руд. У воду потрапляє з ґрунтів і з рослинних і тваринних організмів при їх розпаді. Підвищений порівняно з іншими типами водоростей вміст нікелю виявлено в синьо-зелених водоростях. З'єднання нікелю у водні об'єкти надходять також із стічними водами цехів нікелювання, заводів синтетичного каучуку, нікелевих збагачувальних фабрик. Величезні викиди нікелю супроводжують спалювання викопного палива. Концентрація його може знижуватися в результаті випадання в осад таких сполук, як ціаніди, сульфідні, карбонати або гідроксиди (при підвищенні значень рН), за рахунок споживання його водними організмами і процесів адсорбції. У поверхневих водах сполуки нікелю перебувають у розчиненому, зваженому і колоїдному стані, кількісне співвідношення між якими залежить від складу води, температури і значень рН. Сорбентами з'єднань нікелю можуть бути гідроксид заліза, органічні речовини, високодисперсний карбонат кальцію, глини. Розчинені форми представляють собою головним чином комплексні іони, найбільш часто з амінокислотами, гуміновими, а також у вигляді міцного ціанідний комплексу. Найбільш поширені в природних водах сполуки нікелю, в яких він знаходиться в ступені окислення +2. З'єднання Ni³⁺ утворюються зазвичай в лужному середовищі. З'єднання нікелю відіграють важливу роль в кровотворних процесах, будучи каталізаторами. Підвищений його вміст надає специфічну дію на серцево-судинну систему. Нікель належить до числа канцерогенних елементів. Він здатний викликати респіраторні захворювання. Вважається, що вільні іони нікелю (Ni²⁺) приблизно в 2 рази більш токсичні, ніж його комплексні сполуки [18] У річкових незабруднених і слабозабруднених водах концентрація нікелю коливається зазвичай від 0,8 до 10 мкг / дм³; в забруднених вона становить кілька десятків мікрограмів в 1 дм³. [19]

Вміст нікелю у водних об'єктах лімітується: ПДК, яке становить 0,1 мг / дм³ (лімітуючий ознака шкідливості - загальносанітарна), ПДК – 0,01 мг / дм³ (лімітуючий ознака шкідливості - токсикологічний). [12]

У природні води сполуки кобальту попадають внаслідок процесів вилугування їх з мідноколчеданових і інших руд, з ґрунтів при розкладанні організмів і рослин, а також зі стічними водами металургійних, металообробних і хімічних заводів. Деякі кількості кобальту поступають з ґрунтів внаслідок розкладання рослинних і тваринних організмів. Сполуки кобальту в природних водах знаходяться в розчиненому і зваженому стані, кількісне співвідношення між якими визначається хімічним складом води, температурою і значеннями рН. Розчинені форми представлені в основному комплексними сполуками, в т.ч. з органічними речовинами природних вод. З'єднання двовалентного кобальту найбільш характерні для поверхневих вод. У присутності окислювачів можливе існування в помітних концентраціях тривалентного кобальту. Кобальт відноситься до числа біологічно активних елементів і завжди міститься в організмі тварин і в рослинах. Входячи до складу вітаміну В12, кобальт вельми активно впливає на надходження азотистих речовин, збільшення змісту хлорофілу і аскорбінової кислоти, активізує біосинтез і підвищує в білкового азоту в рослинах. Разом з тим підвищені концентрації сполук кобальту є токсичними. [20]

У річкових незабруднених і слабозабруднених водах його вміст коливається від десятих до тисячних часток міліграма в 1 дм³, ПДК становить 0,1 мг / дм³, ПДК 0,01 мг / дм³. [13]

Мідь за біологічними функціями в живих організмах є типовим мікроелементом. Інтенсивна сорбція міді обумовлює її високі концентрації в донних відкладеннях. Підвищений вміст міді (> 1000 мг / кг сухої маси) в донних відкладеннях часто пов'язано з впливом стічних вод; незабруднені опади містять міді не більше 20 мг / кг. [22]

Цинк відноситься до числа відносно широко поширених металів. Рівні загального вмісту цинку в донних відкладеннях прісноводних систем в

районах видобутку металів перевищують 1000 мг / кг сухої маси. Більш низькі рівні вмісту характерні для річок, що протікають через міські райони, в незабруднених зонах його зміст не перевищує 50 мг / кг. [24]

Накопичення мутагенів створює небезпеку збільшення темпів мутації у гідробіонтів і у людини, що призводить до генетичної патології у потомства і збільшення частоти розвитку раку у нинішнього покоління. [14]

Нафта і нафтопродукти утворюють на поверхні води плівку, в воді з'являється гасовий запах. Легкі фракції розчиняються у воді, важкі нафтопродукти відкладаються на дні водойми. Нафтова плівка змінює фізико-хімічні процеси: підвищується температура поверхневого шару води, погіршується газообмін. Отруйні розчинні компоненти нафти стають причиною загибелі риби, морських птахів, фітопланктону. Потрапляють в природні води з різних джерел, нафтові забруднення мають тенденцію до розсіювання і міграції [21]

Нафта - це складна суміш з комбінованою токсичною дією. Кожен з компонентів нафти може виступати як самостійний токсикант, з іншого боку, в природних водах нафта циркулює як груповий токсикант до того моменту, поки не піддається деструкції і трансформації під дією біотичних і абіотичних факторів. Існує твердження про те, що сира нафта, будучи продуктом природного походження, не є «справжнім» забруднювачем. Але навряд чи можна вважати природним присутність нафти і нафтопродуктів в озерах і річках. [15]

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Безпека праці при роботі з приладами та речовинами, що використовуються для визначення якості води.

Загальні правила з охорони праці та техніки безпеки під час роботи в лабораторії під час визначення якості води.[54]

- До роботи в лабораторії студенти допускаються лише після ознайомлення з організацією її роботи та правилами техніки безпеки. Працювати одному у лабораторії забороняється.
- Приступати до роботи можна лише у присутності викладача чи лаборанта. Роботи виконуються строго відповідно до методики експерименту.
- Слід дбайливо та акуратно поводитися з посудом, приладами та предметами обладнання; розумно економити реактиви, воду, газ та електрику.
- Працюючи з хімічними реактивами, необхідно уникати попадання реактивів на руки.
- Забороняється куштувати хімічні речовини на смак. Нюхати їх можна, тільки направляючи до себе пари або газу рухом руки, а не вдихаючи запах на повні легені.
- Для роботи можна використовувати тільки реактиви, які знаходяться в хімічному посуді, на яких є етикетки з назвами реактивів.[55]
- Об'єми кислот та лугів, а також інших отруйних рідин дозволяється вимірювати тільки з допомогою мірного циліндру, автоматичної піпетки чи піпетки з гумовою грушею.
- Забороняється нахилитися над судиною в якій наливається рідина чи в якому вона нагрівається (кипить), так як бризки рідини можуть потрапити в обличчя та в очі. Забороняється нагрівати рідину в герметично закритому посуді.
- Всі роботи пов'язані з виділенням летючої речовини, випаровуванням та кип'ятінням розчину, які містять кислоту та аміак, роботи з органічними розчинниками, а також спалювання досліджених речовин виконують тільки в витяжній шафі при ввімкненій тязі та опущеним захисним екраном.[56]

- Забороняється працювати з легкозаймистими речовинами, які знаходяться близько до відкритих електронагрівальних пристроїв.
- При вилученні тиглів з муфелю та перенесенні використовують спеціальні щипці, так як температура в муфелю більше 600°C. Тиглі ставлять для охолодження тільки на огнестійку підставку. В ексікатор тиглі направляють тільки після охолодження.
- При переміщенні колб та хімічних стаканів с гарячими рідинами потрібно дотримуватись підвищеної безпеки.
- Працювати слід зокрема стоячи; тільки роботи, які не зв'язані з небезпекою займання, розбризкування рідини, зриву, можна виконувати сидячи. Працюючи в лабораторії одному забороняється.
- При роботі з електроприладами суворо дотримуватись всіх правил, які приведені при описанні прилад. Переносити чи ремонтувати обладнання, яке знаходиться під напругою, забороняється.
- Категорично забороняється залишати діючі прибори включеними без догляду.
- При виконанні робіт підвищеної небезпеки (можливість самозгорання, зриву, розбризкування гарячих та агресивних рідин) надівають захисний козирок з оргскла, захисні окуляри або встановлюють захисний екран.
- При роботі з газовими горілками необхідно слідкувати, щоб згорання було повним та не було витік газу.
- При роботі зі скляним посудом, збиранні та розбиранні приборів та їх деталей зі скла дотримуються наступних мір застереження:
- Скляні трубки вставляють в пробки чи в резинові трубки, попередньо змочивши їх водою, гліцерином або вазеліновим маслом;[57]
- При закритті пробкою судини, який обернений рушником, тримають за верхню частину горла як можна ближче до пробірки.

- Залишки розчинника, концентрованих кислот та луги, а також інших їдких рідин зливають в каналізацію тільки після нейтралізації та знешкодження.
- Під час роботи в лабораторії необхідно дотримуватися тиші, чистоти та порядку на своєму робочому місці та в лабораторії. Не можна відволікатися від роботи та відволікати інших студентів. Забороняється тримати на лабораторному столі портфель, сумку та інші сторонні предмети. Для них має бути відведене спеціальне місце. У лабораторії забороняється пити воду, приймати та зберігати їжу, курити. Як робочий одяг необхідно мати бавовняний халат.
- Після завершення роботи необхідно упорядкувати робоче місце. Не дозволяється кидати в раковини папір, вату, скло від розбитого хімічного посуду. Двері лабораторії тримають зачиненими.[58]

6.2 Безпека праці при проведенні робіт з відлову ракоподібних в водоймах

- Головне при ловлі ракоподібних з човна – уміти плавати. Це вміння допоможе вам врятуватися самому та врятувати товариша навіть у найскладніших, непередбачуваних ситуаціях.
- Перед виходом на водойму ретельно перевірте стан човна, переконайтеся, чи не протікає він, чи справні весла. Приладдя і снасті складіть вздовж бортів, а інші речі (одяг, рюкзак,) розташуйте на кормі, носі та під сидінням. Обов'язково слід мати в човні рятувальний круг, пояс або жилет. Безпечно рухатися по воді можна тільки в правильно обладнаному та справному човні.[59]
- Для того щоб розкидувати або збирати раколовки займіть стійке положення, ставши обличчям до носа або корми і трохи розставивши ноги.

- Для прив'язки якір використовуйте міцну мотузку або шнур, але не дрiт або залiзний ланцюг. Справа в тому, що iнодi доводиться швидко обрiзати якорний мотузок ножем, наприклад, коли якiр зачепився за якийсь пiдводний предмет або раптово налетiв вихор i з'явилася висока хвиля, а також деяких iнших небезпечних ситуацiях.[60]
- При пiдйомi якоря небезпечно ставати на сидiння або упиратися ногою в борт човна; слiд стати навколiшки i пiднимати якiр поступово, без ривкiв. Потрiбно мати на увазi, що якщо якiр сильно засмоктується тiною або мулом, для вилучення його доводиться докладати великих зусиль, внаслiдок чого човен може дати великий крен, зачерпнути воду i навiть перевернутися. Буває, що якiр раптово вiдчепляється або обривається, при цьому можна втратити рiвновагу i опинитися за бортом човна.
- Для раколовлi небезпечний щiльний густий туман, тому що в ньому на водоймi легко втратити орiєнтування. Але якщо є необхіднiсть плисти на човнi та в туманi, користуйтеся компасом.
- Якщо очевидно наближення грози або iншої сильної негоди, поспiшiть зiбрати всi снастi, пристаньте до найближчого берега i надiйно прив'яжiть човен. При поганiй погодi необхідно наближатись до берега, слiд знизити швидкiсть руху човна, щоб уникнути пошкодження його об пiдводнi предмети i перекидання.
- Пiд час сильного вiтру на великих озерах, рiчках та водосховищах пiднимаються великi хвилi. На звичайних човнах плавати в таких умовах далеко небезпечно, тому зачекайте, поки стихне вiтер i зменшиться хвиля.
- Необхiдно мати гумовi рукавички та рибацький костюм.

6.3 Органiзацiя мiсць вiдпочинку та прийому їжi для створення санiтарно-гiгiєнiчних умов працюючих на березi водойм.

На самопочуття і здоров'я людини в процесі праці впливають незадовільні метеорологічні умови виробничого середовища, а також чистота повітря. До забруднення повітря виробничих приміщень можна віднести як зміну його складу, так і внесення в повітря невластивих для нього компонентів.

І зміна складу атмосферного повітря, і внесення в повітря невластивих компонентів, які називають шкідливими речовинами, призводить до різноманітних захворювань, травм або ж до смерті.

Для підтримання в приміщеннях нормальних параметрів повітряного середовища, яке відповідає санітарно-гігієнічним і технологічним вимогам, влаштовують вентиляцію. Вентиляція - це організований і регульований обмін повітря, який забезпечує видалення з приміщень повітря, забрудненого шкідливими речовинами (гази, пари, пил), а також для поліпшення метеорологічних умов у приміщеннях.[61]

Освітлення виробничих приміщень впливає на стан здоров'я, продуктивність праці, якість продукції і рівень виробничого травматизму. Організація правильного освітлення робочих місць, зон обробки і виробничих приміщень має велике санітарно-гігієнічне значення, сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню травматизму, поліпшенню якості продукції. І навпаки, недостатнє освітлення утруднює виконання технологічного процесу і може бути причиною нещасного випадку та захворювання органів зору.

7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ

Найпоширенішим, простим і дієвим є механічна дія на забруднення. При такому методі насамперед осушують водойму, відкачуючи воду. Потім дно очищається від сміття, бруду, мулу. Чисте дно покривається піском або щебенем. Після цього у водойму заливається чиста вода. Але цей метод найкраще підходить для маленьких за площею ставків, озер та котлованів.

Варіантів механічного очищення кілька, тому механічне очищення відбувається завдяки використанню фільтруючих приладів. Цей прилад повністю занурюється у воду, вода, проходячи через нього, очищається, залишаючи все сміття всередині приладу. Фільтри необхідно змінювати у міру забруднення. Для видалення забруднень з дна використовуються прилади, робота яких полягає у збиранні сміття, за принципом роботи дуже нагадує пилосос.

Хімічна очистка води є дорожчим способом очищення. Даний спосіб полягає в додаванні у воду спеціалізованих хімічних препаратів, що відновлюють рівень кислотності у воді, кислоти, що видаляють, і аміаки і насичують воду киснем. Такі препарати безпечні для риб та людей, проте не слід зловживати ними та дотримуватись рекомендованого дозування. Також, віруси, мікроорганізми, водорості та бактерії можна піддати впливу ультрафіолету за допомогою ультрафіолетових лам, які, до речі, рекомендується змінювати один раз на два сезони.

Біологічне очищення відбувається завдяки роботі колоній необхідних мікроорганізмів та корисних бактерій. Використовується пристосування, в яке поміщені аеробні та анаеробні організми, ці мікроорганізми абсолютно нешкідливі для мешканців шкідливого середовища, в більшості випадків навіть корисні. У процесі їх життєдіяльності водоймище очищається біологічно, також його екологічне тло покращується.



Рис. 7. Вартість очищення водойми

- Механічне очищення - очищення озер бульдозером болотним 800 грн. за одну годину
- Хімічне очищення - гелеві кульки з ферментами та бактеріями Oase DuoBoost 2 см, 250 мл (на 20000 л) для ставка, озера, узв, водоймища
- Біологічне – живі раки 100 грн. за один кг.

З отриманих даних можна зробити висновок, що біологічна очистка, якщо порівнювати з іншими способами, характеризується такими перевагами: немає необхідності у тимчасовому переселенні риб та видаленні рослинного світу; не «травмується» середовище водойми; комплексність (зупиняє розмноження шкідливих мікроорганізмів, розкладає органіку повністю очищаючи воду по всій товщині).

ВИСНОВКИ:

У даній роботі були проаналізовані сучасні методи біологічного аналізу, широко застосовуються в процедурах екологічного контролю на різних рівнях. Детально вивчено метод біотестування, в тому числі організація експерименту, основні властивості і види тест-об'єктів.

Біотестування дає цінні відомості про дійсні наслідки впливу на живі організми і стан біосфери, які по-іншому отримати неможливо.

Вивчено основні теоретичні аспекти біотестування як методу токсикологічного аналізу природних і питних вод.

Вони включають в себе:

- пов'язану систему оригінальних визначень основних термінів, які використовуються в біотестування;
- схему постановки біологічного тесту як процесу перетворення матеріального потоку, представленого досліджуваним водним зразком і його діючою формою, результатом якого є оцінка цього зразка;
- опис внутрішньої структури тест-системи як центральної ланки процесу біотестування.

Вивчено екологічні фактори забруднення водойм і методи боротьби з ними.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. Л., 1991. С. 311—312.
2. Филенко О., Михеева И. Основы водной токсикологии. — Колос Москва, 2007, с. 144
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование (О. П. Мелехова и др.;.. Москва : Академия, 2007. – 288 с
4. Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М. : Владос, 2001. – ISBN 5-691-00309-7.
5. Жмур, Н. С. Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России / Н. С. Жмур. – М.: Междунар. дом сотрудничества, 1997. – 117 с. –ISBN 5-86986-043-1.
6. Седых А.С., Попов П.В., Абеленцева Г.М. и др. Чувствительность биологического и тонкослойно-хроматографического методов определения остатков пестицидов // Проблемы аналитической химии. Т. 2. Методы анализа пестицидов. М., 1998. С. 130—135.
7. В.В. Александрова БИОТЕСТИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД 2013г. 23с
8. Безрукова Н.В. Взаимосвязь химического состава промышленных возвратных вод и их токсичность для гидробионтов (на примере г. Нижнего Новгорода): Дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород, 2000. С. 182.
9. Крестьянинов П.А. Токсические комбинированные эффекты тяжелых металлов при их определении биологическим методом анализа на бактериях: Дис. ... канд. биол. наук. Н.Новгород, 2002. С. 150.
10. Beurskens J.E.M., Winkels H.J., J.de Wolf and Dek C.G.C. Trends of priority pollutants in the Rhine during the last years // Water Sci. Technol. 1994. P. 77—85.

11. Галеева, М.В. Тяжелые металлы в воде и донных отложениях Рыбинского водохранилища / М.В. Галеева // Вода: химия и экология. – 2013. – №5. – С.3-7.
12. Мирошникова, Е.П. Тяжёлые металлы в воде и донных отложениях Ириклинского водохранилища/ Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов // Вестник Оренбургского государственного университета. -2016. - № 6 (194). - С. 70-73.
13. Cobbina, S.J. A multivariate assessment of innate immune-related gene expressions due to exposure to low concentration individual and mixtures of four kinds of heavy metals on zebrafish (*Danio rerio*) embryos / S.J. Cobbina, H. Xu, T. Zhao, G. Mao, Z. Zhou, X. Wu, H. Liu, Y. Zou, X. Wu, L. Yang // Fish Shellfish Immunol. – 2015. – №47(2). – P.1032-1042.
14. Яшин, Е.П. Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода / Е.П. Яшин // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. Труды биогеохимической лаборатории. М.: Наука. – 2003. – С.37-75.
15. Шамраев А. В., Шорина Т. С. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды, № 6 /2009
16. Захаров И. С., Пожаров А. В., Сидоренко В. М. Технологии оздоровления окружающей среды: учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010.
17. Downs, C.A., J.E. Fauth and C.M. Woodley, 2001. Assessing the health of grass shrimp (*Palaeomonetes pugio*) exposed to natural and anthropogenic stressors: A molecular biomarker system. *Marine Biotechnology*, 3: 380-397
18. Abdullah, A., E.E. Mehana and A. Meki, 2008. Evaluation of lead and cadmium levels in freshwater fish farms at Qassim region, KSA. *Journal of Agricultural and Veterinary Sciences*, 1(2): 59-69.
19. Evans, C.W., D.A. Wilson and G.N. Mills, 2001. Quantitative competitive RT-PCR as a tool in biomarker analysis. *Biomarkers*, 6: 7-14.

20. Khan, R.A., 2003. Health flat fish from localities in Placentia Bay, New Found Land, contaminated with petroleum and PCBS. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 44: 485-492.
21. Clarkson, T.W., L. Magos and G.J.J. Myers, 2003. The toxicology of mercury: Current exposures and clinical manifestations. New England Journal of Medicine, 349: 1731-1737
22. Anonymous, 2002. Fisheries laws and regulations. Turkey Ministry of Agriculture and Rural Affairs Press, Ankara-Turkey, pp: 78.
23. Corpas, I., M.J. Bentio, D. Marquina, M. Castillo, N. Lopez and M.T. Antonio, 2002. Gestational and lactational lead intoxication produces alterations in the hepatic system of rat pups. Ecotoxicology and Environmental Safety, 51(1): 35-43.
24. Gato, W., R. Eversole and J. Means, 2009. Assessing lead effects on fisher-344 rats using ICP-MS and histology. Internet Journal of Toxicology, 6(2): 324-329.
25. Damodharan, U. and M.V. Reddy, 2013. Heavy metal bioaccumulation in edible fish species from an industrially polluted river and human health risk assessment. Archives of Polish Fisheries, 21: 19-27
26. Бойцов А. А. Физико-технические методы анализа объектов окружающей среды: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 117 с.
27. Инфузория туфелька // Животные [Электронный ресурс]. URL: <http://ogivotnich.ru/>.
28. Якунина И. В., Попов Н. С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг. Тамбов: Издательство ТГТУ, 2009. 101 с. // ТГТУ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tstu.ru/>.
29. Лященко О. А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учеб. пособие. СПб.: СПб ГТУРП, 2012. 67 с. // Научноинформационный центр [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru/>.

30. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учеб. пособие / А. Г. Бубнов, С. А. Буймова, А. А. Гуцин, Т. В. Извекова. Иваново: Ивановский государственный химикотехнологический университет, 2007. 113 с. // Ивановский государственный химико-технологический университет [Электронный ресурс]. URL: <http://main.isuct.ru/>.
31. Биологические методы исследования водоёмов в Финляндии / под ред. М. Руоппа, П. Хейнонен Helsinki, Suomen Ympäristökeskus, 2006. 114 с. // Владимирский государственный университет имени Александра и Григорьевича Николая Григорьевича Столетовых [Электронный ресурс]. URL: <http://diss.vlsu.ru/>
32. Захаров И. С., Пожаров А. В., Сидоренко В. М. Технологии оздоровления окружающей среды: учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. 79 с.
33. Крайнюков О. М. Науково-методичні основи нормування антропогенного забруднення аквальної ландшафтів. Монографія / О. М. Крайнюков; за ред. А. В. Гриценка, А. М. Крайнюкової. – Х.: Екограф, 2013. – 260 с.
34. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. РЭФИА, НИА-Природа, М., 2002.
35. Филенко О., Михеева И. Основы водной токсикологии. — Колос Москва, 2007, с. 144
36. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование (О. П. Мелехова и др.;.. Москва : Академия, 2007. - 288 с.
37. Биотест-системы для задач экологического контроля: Методические рекомендации по практическому использованию стандартизованных тесткультур (В.А. Терехова, Воронина Л.П., Гершкович Д.В., Ипатова

- В.И., Исакова Е.Ф., Котелевцев С.В., Попутникова Т.О., Рахлеева А.А., Самойлова Т.А., Филенко О.Ф.). — М.: Доброе слово, 2014 г. 48 с.
- 38.Александрова В.В. Биотестирование как современный метод оценки токсичности природных и сточных вод: Монография. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. — 119 с
39. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие / А. Г. Бубнов. Иваново, 2007. -112с
40. Абакумов В.А. Гидробиологический мониторинг поверхностных вод // Гидробиол. журн. – 1991. – 27, №3. – С. 3-8
41. Новиков Б.И. Донные отложения днепровских водохранилищ. – Киев: Наук. думка, 1986 – 170с.
- 42.Общие основы изучения водных экосистем / Под редакцией Г.Г. Винберга. – Л.: Наука, 1979 - 170 с.
43. Фортунатов М. А. О проточности и водообмене водохранилища М. А. Фортунатов // Факторы формирования водных масс и районирования внутренних водоемов. – Л.: Наука, 1974. – С. 111–120.
- 44.Сучасні проблеми гідробіології: Запорізьке водосховище: Довідник [Текст] / Федоненко О. В., Єсіпова Н. Б., Шарамок Т. С. та ін. – Д.: ЛІРА, 2012. – 280 с.
- 45.Біохімічні показники крові риб Дніпровського водосховища Fedonenko Elena. Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Ukraine
Faculty of Biology, Department of Ecology and Medicine, General Biology and Water Bioresources P.M.B. 49050, Dnipropetrovsk, Ukraine
46. Каховське водоймище: під ред. Я. Я. Цееба. – К.: Наукова думка, 1967. – 304 с.
- 47.Нові технології № 1-2 (39-40) – 2013 ♦ Науковий вісник КУЕІТУ
48. Метод определения влияния токсичности на скорость ассимиляции и диссимиляции (A-Z – текст по Кнеппу) // Унифицированные методы

- исследования качества вод. – Метод биологического анализа вод. Часть 3. – М.: Изд. СЭВ. 1983.- С. 168-180.
49. Оксіюк О.П., Жукинський В.М., Лаврик В.І. Методики екологічної оцінки та нормування якості поверхневих вод України // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. - №3. – С. 18-28.
50. Афанасьев С.А. Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидросистем в мониторинге рек Украины // Гидробиол. журн. – 2001. – Т. 37. – № 5. – С. 3–18.
51. Баканов А.И. Оценка качества донных отложений водохранилищ Верхней Волги с использованием элементов триадного подхода / А.И. Баканов, М.В. Гапеева, И.И. Томилина // Биология внутренних вод. — 2000. — № 1. — С. 102—109.
52. ГОСТ СССР 17.1.1.01-77. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. – М.: Госстандарт, 1977. – 12 с.
53. И. В. Пелых, Л. Д. Руднева, В. А. Петренко, А. А. Сулим-Тимовти*, С. В. Закора ПАО «ЕВРАЗ – Днепропетровский металлургический завод им. Петровского», Днепропетровск *Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск.
54. Основи професійної безпеки та здоров'я людини. Підручник /Під ред. проф. Березуцького В. В./НТУ «ХП»,Харків:ФОП Панов А.М., 2018. 553 с.
55. Лабораторний практикум з курсу «Основи охорони праці» /За ред. В.В. Березуцького. Харків: Факт, 2005. 348 с.
56. Зеркалов Д. В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К: Основа, 2011. 528 с. Піскунова Л. Е., Прилипко В. А., Зубок Т. О.: навч. посіб. Безпека життєдіяльності: підручник, К.: ВЦ «Академія», 2014. 224 с.
57. Бедрій Я. І. Основи охорони праці: Навч. посіб. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2014. 240 с.

58. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці : навч. посіб. / за заг. ред. О. П. Яворовського. К.: ВСВ «Медицина», 2015. 288 с.
59. Закон України про охорону праці № 229-IV (229-15) від 21.11.2002 р.; редакція від 05.04.2015 р. №2694-12. 16
60. Кодекс Цивільного захисту України. – Затверджено постановою ВРУ від 02.10.2012 р. №5403-VI. Редакція 2018 р.
61. ДСТУ 2293:2014 ССБП. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – Затверджено наказом Мінекономрозвитку України від 02.12. 2014 р. № 1429.