

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету тваринництва та
водних біоресурсів

_____ Руслан КОНОНЕНКО

« ____ » _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувачка кафедри гідробіології та
іхтіології

_____ Наталія РУДИК–ЛЕУСЬКА

« ____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Гідроекологічний стан ставів товарного рибного господарства
ТОВ «Забір'я»**

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура

Гарант освітньої програми

к. с.-г. н., доцент

_____ **Меланія ХИЖНЯК**

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

к. с.-г. н., доцент

_____ **Антон КЛИМКОВЕЦЬКИЙ**

Виконав

_____ **Сергій ЖУК**

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри
гідробіології та іхтіології

д.б.н., професор

Наталія РУДИК–ЛЕУСЬКА

«__» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

до виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

ЖУКУ СЕРГІЮ ВЯЧЕСЛАВОВИЧУ

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Гідроекологічний стан ставів товарного рибного господарства ТОВ «Забір'я»

затверджена наказом ректора НУБіП України від № 2627 «С» 31.10.2025

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 2026.04.30.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: літературні джерела, матеріали власних гідроекологічних досліджень ставів ТОВ «Забір'я».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз літературних джерел з питань екології ставів як штучних водних екосистем, їх гідрологічних, гідрохімічних та біологічних особливостей, а також основних екологічних факторів, що впливають на стан водойм у товарному рибництві.

2. Характеристика природно-кліматичних умов, гідрологічного режиму та господарської діяльності ТОВ «Забір'я». Ознайомлення з матеріалами та методикою проведення гідроекологічних досліджень, а також методами оцінки екологічного стану водних об'єктів.

3. Аналіз гідрофізичних та гідрохімічних показників якості води у ставах господарства. Дослідження стану біологічних компонентів екосистеми ставів (фітопланктон, зоопланктон, зообентос тощо).

4. Комплексна екологічна оцінка якості води та гідроекологічного стану ставів. Вивчення впливу рибогосподарської діяльності на гідроекологічний стан водойм.

5. Розробка заходів щодо поліпшення якості води, оптимізації екологічного стану ставів та рекомендацій щодо екологічно безпечного ведення товарного рибництва.

Дата видачі завдання

31.10.2025 р.

Керівник бакалаврської роботи

кваліфікаційної роботи _____ **Антон КЛИМКОВЕЦЬКИЙ**

Завдання прийняв до виконання _____ **Сергій ЖУК**

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему: «Гідроекологічний стан ставів товарного рибного господарства ТОВ «Забір'я», викладена на 56 сторінках, містить 14 таблиць та 15 рисунків, перелік використаних джерел включає 37 найменування, 2 додатки.

Метою дипломної роботи є комплексна оцінка гідроекологічного стану ставів товарного рибного господарства ТОВ «Забір'я» та визначення основних факторів, що впливають на якість водного середовища і продуктивність водоюм.

Об'єктом дослідження є стави товарного рибного господарства ТОВ «Забір'я».

Предметом дослідження виступає гідроекологічний стан ставів, що визначається сукупністю фізико-хімічних, гідробіологічних та екологічних показників водного середовища.

Наукова новизна роботи полягає у проведенні комплексної оцінки сучасного стану ставів конкретного рибного господарства з урахуванням особливостей його експлуатації та локальних природних умов.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання отриманих даних для оптимізації технологічних режимів вирощування риби, покращення якості води та підвищення рибопродуктивності ставів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ, АКЛІМАТИЗАЦІЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ЕКОЛОГІЧНИЙ ІНДЕКС.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЯ СТАВІВ ЯК ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ..... | 8 |
| 1.1. Загальна характеристика ставів як штучних гідро екосистем..... | 9 |
| 1.2. Гідрологічні, гідрохімічні та біологічні особливості ставкових екосистем..... | 12 |
| 1.3. Основні екологічні фактори, що впливають на стан ставів у рибному господарстві..... | 15 |
| РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 19 |
| 2.1. Природно-кліматична та господарська характеристика території дослідження..... | 20 |
| 2.2. Матеріали та методи гідроекологічних досліджень..... | 24 |
| 2.3. Методика оцінки екологічного стану водних об'єктів..... | 25 |
| РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СТАВУ | 32 |
| 3.1. Аналіз гідрофізичних та гідрохімічних показників води..... | 34 |
| 3.2. Стан біологічних компонентів екосистеми ставу..... | 36 |
| 3.3. Комплексна екологічна оцінка якості води та екосистеми..... | 39 |
| РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СТАВІВ..... | 44 |
| 4.1. Вплив рибогосподарської діяльності на гідроекологічний стан водойм..... | 45 |
| 4.2. Заходи щодо покращення якості води та екологічного стану ставів..... | 44 |
| 4.3. Рекомендації щодо екологічно безпечного ведення товарного рибництва..... | 49 |
| ВИСНОВКИ..... | 58 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 64 |
| ДОДАТКИ..... | 66 |
| ДОДАТОК А..... | 67 |
| ДОДАТОК Б..... | 68 |

ВСТУП

Водні екосистеми є одними з найважливіших природних компонентів біосфери, оскільки виконують ключову роль у підтриманні екологічної рівноваги, кругообігу речовин та забезпеченні населення водними і біологічними ресурсами. Особливе місце серед штучно створених водойм займають стави товарного рибництва, які поєднують функції виробництва харчової продукції та регулювання локальних екологічних процесів. Ставкові господарства є складними гідроекологічними системами, у яких природні процеси тісно пов'язані з господарською діяльністю людини. Інтенсивне вирощування риби, внесення кормів, добрив, регулювання водного режиму та інші технологічні операції суттєво змінюють гідрохімічні й біологічні характеристики водойм. Унаслідок цього відбуваються зміни трофічного статусу води, кисневого режиму, структури планктонних і бентосних угруповань, що безпосередньо впливає на продуктивність ставів і якість рибної продукції [9]. Недотримання екологічно обґрунтованих режимів експлуатації ставів може призводити до евтрофікації, дефіциту розчиненого кисню, накопичення токсичних речовин і, як наслідок, до зниження рибопродуктивності та погіршення санітарно-гігієнічних показників води [25]. Гідроекологічні дослідження ставів мають комплексний характер і включають вивчення фізико-хімічних параметрів води, біологічної структури гідробіоценозів та впливу господарської діяльності на функціонування водних екосистем [6].

Актуальність теми дипломної роботи зумовлена необхідністю постійного моніторингу екологічного стану ставів товарного рибництва та впровадження науково обґрунтованих заходів щодо підвищення їх біопродуктивності і збереження екологічної стабільності. Дослідження гідроекологічного стану конкретного рибного господарства дає змогу оцінити ефективність існуючих технологій вирощування риби та визначити напрями їх удосконалення.

Мета: Метою дипломної роботи є комплексна оцінка гідроекологічного стану ставів товарного рибного господарства ТОВ «Забір'я» та визначення основних факторів, що впливають на якість водного середовища і продуктивність водойм.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання дослідження:

- проаналізувати наукову літературу з питань гідроекології та ставкового рибництва;
- охарактеризувати природні та господарські умови функціонування ставів ТОВ «Забір'я»;
- дослідити основні гідрохімічні показники води;
- визначити рівень екологічної стабільності ставів і виявити чинники, що обмежують їх продуктивність;
- розробити рекомендації щодо покращення гідроекологічного стану водойм.

РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЯ СТАВІВ ЯК ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Ставкові екосистеми є важливими штучними компонентами водного середовища, які виконують не лише господарську, а й значну екологічну функцію. Як складові регіональних гідрологічних систем, вони беруть участь у формуванні водного балансу території, акумулюють поверхневий стік та сприяють затриманню і трансформації завислих і розчинених речовин. У цьому контексті ставки можна розглядати як своєрідні природно-антропогенні біофільтри, що частково забезпечують очищення води та регулювання її якості [20; 22; 3]. З екологічної точки зору, ставки відіграють важливу роль у підтриманні біорізноманіття та формуванні стійких біоценозів. Вони створюють сприятливі умови для розвитку різноманітних груп гідробіонтів, включаючи фітопланктон, зоопланктон і зообентос, а також виступають середовищем існування для водоплавних птахів і земноводних. Наявність мілководних ділянок, прибережної рослинності та достатньої кормової бази сприяє нересту риби і підтриманню трофічних зв'язків у межах екосистеми [11].

Разом із тим ставки, як штучні водойми з обмеженим водообміном, характеризуються підвищеною чутливістю до антропогенного впливу. Надходження біогенних елементів, органічних речовин і продуктів господарської діяльності може призводити до порушення екологічної рівноваги, зокрема до розвитку процесів евтрофікації та погіршення кисневого режиму води [20; 22; 15]. У зв'язку з цим особливого значення набуває систематичний моніторинг стану водного середовища та біологічних компонентів екосистеми. Комплексний підхід до оцінки якості води, який поєднує фізико-хімічні та гідробіологічні показники, дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та обґрунтовувати ефективні природоохоронні заходи [17].

1.1. Загальна характеристика ставів як штучних гідро екосистем

Ставки є штучно створеними водними об'єктами, які формуються шляхом перекриття природних водотоків або заповнення спеціально підготовлених котлованів водою. Вони широко використовуються у сільському господарстві, водопостачанні, рекреації та, насамперед, у товарному рибництві. На відміну від природних водойм, стави характеризуються керованим водним режимом, обмеженою площею та глибиною, а також високим рівнем антропогенного впливу. З екологічної точки зору стави розглядаються як штучні гідроекосистеми, у яких відбувається взаємодія абіотичних і біотичних компонентів: води, донних відкладів, гідробіонтів, мікроорганізмів та рослинності [29]. У наукових дослідженнях підкреслюється, що штучні водойми можуть підтримувати значне біорізноманіття і навіть виконувати роль заміників природних водно-болотних угідь у трансформованих ландшафтах. Функціонування таких екосистем визначається як природними процесами, так і технологічними заходами, що здійснюються у процесі експлуатації водойм.

Ставки можуть формуватися у природних зниженнях рельєфу або створюватися повністю штучно. За функціональним призначенням їх поділяють на рибогосподарські, зрошувальні, протипожежні, рекреаційні та комплексного використання. Найбільш поширеними в Україні є саме рибогосподарські ставки, що використовуються для вирощування коропових і рослиноїдних риб. Штучні водойми, створені в агроландшафтах, є новим типом екосистем, у яких формування біоценозів відбувається в умовах підвищеного антропогенного навантаження та змінених гідрологічних умов [12].

Основними особливостями ставів як гідроекосистем є:

- невелика глибина, що сприяє інтенсивному прогріванню води;
- значна роль донних відкладів у формуванні хімічного складу води;
- висока біологічна продуктивність, зумовлена надходженням органічних речовин;

- залежність гідрохімічного режиму від сезонних змін та господарської діяльності.

Ставки характеризуються невеликими розмірами, незначною глибиною та обмеженим водообміном. Ці особливості суттєво впливають на їх тепловий режим, кисневий баланс і швидкість накопичення органічних речовин (табл.1.1).

Таблиця 1.1

Типові морфометричні характеристики ставкових водойм

| показник | типові значення | екологічне значення |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| площа | від 0,5 до 100 га | визначає масштаб біологічних процесів |
| середня глибина | від 1,0 до 2,5 м | сприяє швидкому прогріванню |
| максимальна глибина | від 2 до 4 м | впливає на зимову стійкість |
| об'єм води | від 10 до 500 тис. м ³ | визначає буферну здатність екосистеми |
| площа водозбору | від 5 до 50 площ ставу | визначає надходження речовин |

Невелика глибина ставів призводить до того, що вся товща води активно прогривається в літній період і перемішується вітром, що відрізняє їх від глибоких озер, де часто формується стійка стратифікація.

Ставки відносяться до евтрофних або мезотрофних водойм, оскільки у них часто спостерігається підвищений вміст біогенних елементів азоту та фосфору, які надходять із кормами, добривами та поверхневим стоком. Це сприяє розвитку фітопланктону, макрофітів і бактерій, що, у свою чергу, впливає на кисневий режим та прозорість води. Структура гідробіоценозу ставів формується під впливом як природних, так і штучно створених умов. Основними біотичними компонентами слугують фітопланктон; зоопланктон; зообентос; риби .

Штучні водойми, створені для господарських потреб, не завжди мають стабільну структуру на початкових етапах існування, проте з часом у них формуються повноцінні трофічні ланцюги та встановлюється відносна екологічна рівновага (табл.1.2.). Дослідження показують, що штучні ставки

здатні підтримувати до 50 % регіонального видового різноманіття водних організмів, хоча природні водойми зазвичай залишаються більш різноманітними.

Таблиця 1.2

Основні компоненти ставкової гідро екосистеми

| компонент | складові | функції |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| абіотичний | вода, донні відклади, газовий режим | середовище існування організмів |
| продуценти | фітопланктон, макрофіти | синтез органічної речовини |
| консументи | зоопланктон, риби | трансформація органічної речовини |
| редуценти | бактерії, гриби | мініралізація органіки |

Однією з характерних рис ставів є їх відносно замкнутий водообмін, що призводить до накопичення органічних і мінеральних речовин у воді та донних відкладах. Це може викликати процеси евтрофікації, «цвітіння» води, зниження вмісту розчиненого кисню та інші негативні явища, що погіршують екологічний стан водойм і умови існування гідро біонтів [25]. У ставкових господарствах важливу роль відіграє регулювання гідрологічного режиму рівня води, швидкості водообміну, а також проведення меліоративних заходів, таких як осушення, вапнування, видалення надлишкової рослинності та очищення донних відкладів. Ці заходи спрямовані на підтримання оптимальних умов для росту та розвитку риб і запобігання деградації екосистеми [9].

У результаті інтенсивної господарської діяльності площа природних водно-болотних угідь у багатьох регіонах значно скоротилася. У таких умовах штучні водойми частково компенсують втрату природних біотопів і можуть виконувати роль осередків біорізноманіття, особливо для безхребетних і амфібій. Наукові дослідження підтверджують, що створення систем ставів або каскадів водойм може підвищувати стійкість водних екосистем і сприяти очищенню води від надлишкових біогенних елементів. Штучні водойми відрізняються від природних тим, що їх гідрологічний режим, рівень води та

біопродуктивність значною мірою регулюються людиною. Вони можуть бути спроектовані для виконання конкретних функцій, таких як вирощування риби, очищення стічних вод або накопичення водних ресурсів. Саме тому їх відносять до так званих «керованих екосистем», у яких природні процеси поєднуються з технологічним управлінням [29]. Стави є складними, динамічними гідроекосистемами, функціонування яких визначається взаємодією природних екологічних процесів і господарської діяльності людини. Їх ефективне використання у рибництві можливе лише за умови постійного контролю гідроекологічного стану та дотримання екологічно обґрунтованих режимів експлуатації.

1.2. Гідрологічні, гідрохімічні та біологічні особливості ставкових екосистем

Ставкові екосистеми належать до категорії штучно створених водойм, функціонування яких визначається як природними чинниками, так і господарською діяльністю людини. На відміну від природних озер і річок, у ставках гідрологічний режим, якість води та структура біоценозів значною мірою регулюються технологією ведення рибництва, що зумовлює специфіку їх гідроекологічних характеристик [20; 6].

Гідрологічний режим ставів визначається насамперед джерелами їх водопостачання, площею водозбору, кліматичними умовами та ступенем зарегульованості водообміну. Більшість ставів мають невелику глибину (1-3 м), що сприяє швидкому прогріванню води в теплий період року та інтенсивному перемішуванню водних мас під дією вітру. Такі умови формують нестійкий температурний режим і зумовлюють значні сезонні коливання фізичних параметрів води. У літній період у ставках часто спостерігається температурна стратифікація, яка призводить до погіршення кисневого режиму у придонних шарах. Узимку, під час льодоставу, обмеження газообміну з атмосферою може спричинити зимову задуху риб, що є однією з основних проблем ставкового рибництва.

Основні гідрологічні показники, що характеризують ставкові водойми, наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

| показник | типові значення для ставів | екологічне значення |
|---------------------|----------------------------|---|
| площа дзеркала води | від 1 до 100 га | впливає на тепловий баланс і випаровування |
| середня глибина | від 1,0 до 2,5 м | визначає ступінь прогрівання та аерації |
| водообмін | обмежений або регульований | сприяє накопиченню органічних речовин |
| швидкість течії | практично відсутня | створює умови для осідання завислих речовин |
| температурний режим | сильні сезонні коливання | впливає на метаболізм гідробіонтів |

Гідрологічні показники ставкових водойм

Хімічний склад води у ставках формується під впливом природних джерел живлення, ґрунтових порід ложа, атмосферних опадів і, особливо, антропогенних факторів. У процесі вирощування риби до водойм надходить значна кількість органічної речовини у вигляді кормів, екскрементів і залишків рослинності, що зумовлює підвищення концентрації біогенних елементів. Накопичення азоту і фосфору стимулює розвиток фітопланктону, що призводить до процесів евтрофікації та зниження прозорості води. Дослідження показують, що підвищення концентрації фосфатів у ставках прямо корелює з інтенсивністю «цвітіння» води [35]. Важливими показниками гідрохімічного режиму є вміст розчиненого кисню, водневий показник (рН), загальна мінералізація та концентрації амонійного, нітритного й нітратного азоту. Їх оптимальні значення для риборіства наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Гідрохімічні показники води для ставкового рибиництва

| показник | оптимальне значення | критичні межі |
|-------------------|---------------------|------------------------------|
| розчинений кисень | від 5 до 8 мг/л | < 3 мг/л (небезпечно) |
| рН | від 6,5 до 8,5 | < 5 або > 9 (шкідливо) |
| амонійний азот | до 0,5 мг/л | > 1,0 мг/л (токсично) |
| нітрати | до 40 мг/л | > 80 мг/л (небажано) |
| фосфати | від 0,1 до 0,5 мг/л | > 1,0 мг/л (евтрофікація) |

Гідрохімічний режим ставів має динамічний характер і змінюється протягом доби та сезону. Наприклад, вміст кисню значно зростає вдень унаслідок фотосинтезу водоростей і знижується вночі через процеси дихання та розкладання органічних речовин [26]. Біологічна структура ставів характеризується високою продуктивністю та значною різноманітністю організмів, які формують складну трофічну мережу.

Основу біоценозу становлять фітопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофіти та риби. Фітопланктон є головним продуцентом органічної речовини та визначає первинну продукцію водойми. Його розвиток залежить від освітленості, температури та концентрації біогенних елементів. Масовий розвиток синьо-зелених водоростей може погіршувати санітарний стан води та спричиняти токсикацію риб [12]. Зоопланктон відіграє важливу роль у трансформації органічної речовини та є основним кормом для молоді риб. Його чисельність і видовий склад значною мірою залежать від стану фітопланктону та кисневого режиму води. Зообентос бере участь у процесах мінералізації органічних залишків і є індикатором екологічного стану водойм. Наявність певних груп донних організмів, таких як олігохети або личинки хирономід, свідчить про ступінь забруднення водойми. Біологічні компоненти ставкових екосистем і їх функціональне значення наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5.

Біотичні компоненти ставів та їх роль у гідро екосистемі

| компонент | представники | екологічна роль |
|--------------|---|---|
| фітопланктон | зелені, діатомові, синьо-зелені водорості | первинна продукція, насичення води киснем |
| зоопланктон | дафнії, циклопи, коловертки | кормова база для молоді риб |
| зообентос | личинки комах, молюски, черви | мінералізація органіки, індикатори якості води |
| макрофіти | рдести, очерет, елодея | участь у кругообігу речовин, укриття для риб |
| риби | короп, товстолоб, білий амур | верхній трофічний рівень, господарське значення |

Гідрологічні, гідрохімічні та біологічні процеси у ставкових екосистемах тісно взаємопов'язані та формують єдину функціональну систему. Будь-які зміни у водному режимі або хімічному складі води негайно відображаються на структурі біоценозів і, відповідно, на продуктивності рибницьких водойм. Саме тому комплексне дослідження цих компонентів є необхідною умовою для об'єктивної оцінки гідроекологічного стану ставів та розробки ефективних заходів їх раціонального використання.

1.3. Основні екологічні фактори, що впливають на стан ставів у рибному господарстві

Екологічний стан ставів у рибному господарстві формується під впливом комплексу природних і антропогенних факторів, які визначають гідрологічний режим, хімічний склад води, структуру гідробіоценозів та рівень біологічної продуктивності водойм. Особливістю ставкових екосистем є їх висока чутливість до змін зовнішнього середовища, що зумовлює необхідність постійного екологічного контролю та моніторингу [26]. Кліматичні умови безпосередньо впливають на температурний режим води, інтенсивність фотосинтезу, випаровування та газообмін. Підвищення температури води влітку активізує метаболізм риб і розвиток фітопланктону, але водночас зменшує

розчинність кисню у воді, що може призводити до кисневого дефіциту. У зимовий період льодовий покрив обмежує надходження кисню з атмосфери, що створює загрозу зимової задухи риби [26].

До гідрологічних факторів (таб.1.6.) належать рівень води, площа водного дзеркала, глибина та швидкість водообміну. Обмежений водообмін сприяє накопиченню органічних і мінеральних речовин у воді та донних відкладах, що з часом призводить до евтрофікації та погіршення екологічного стану водойми. У дрібних ставках осідання завислих речовин відбувається швидше, ніж у проточних водоймах, що підтверджується дослідженнями [35].

Хімічний склад води визначає фізіологічний стан гідробіонтів і є ключовим показником якості водного середовища. До найважливіших параметрів належать концентрація розчиненого кисню, кислотність, мінералізація, а також вміст біогенних елементів. Надлишок органічної речовини, що надходить із кормами, спричиняє зростання біохімічного споживання кисню та активний розвиток мікроорганізмів, що може призводити до гіпоксії у водоймах.

Таблиця 1.6

Основні екологічні фактори та їх вплив на стан ставкових екосистем

| група факторів | конкретні чинники | наслідки впливу |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------|
| кліматичні | температура, опади, вітер | зміна теплового та кисневого режиму |
| гідрологічні | рівень води, водообмін | накопичення завислих речовин |
| гідрохімічні | кисень, рН, біогени | евтрофікація, токсичність |
| біологічні | фітопланктон, макрофіти | «цвітіння» води, замулення |
| антропогенні | годівля, щільність посадки | погіршення якості води |

Біологічні компоненти ставкових екосистем відіграють важливу роль у формуванні їх екологічного стану. Фітопланктон є основним продуцентом органічної речовини, а його видове різноманіття та біомаса можуть використовуватися як індикатори якості води. Дослідження ставів Полісся показали, що структурно-функціональні показники фітопланктону дозволяють оцінювати рівень евтрофікації та ступінь антропогенного навантаження [12]. Зоопланктон і зообентос беруть участь у процесах самоочищення водойм, трансформуючи органічну речовину та забезпечуючи функціонування трофічних ланцюгів. Зміни у їх видовому складі можуть свідчити про погіршення екологічного стану ставів.

Антропогенний вплив у ставковому рибництві є домінуючим серед усіх екологічних факторів. Щільність посадки риби, інтенсивність годівлі, застосування добрив і ветеринарних препаратів безпосередньо впливають на гідрохімічний режим та біологічну рівновагу водойм. Надмірне внесення кормів спричиняє накопичення органічних залишків і посилення процесів евтрофікації, що підтверджується сучасними гідроекологічними дослідженнями [25].

Кліматичні умови є одним із ключових факторів, що визначають функціонування ставкових екосистем та їхню біопродуктивність. Температурний режим повітря безпосередньо впливає на температурні

характеристики води, які, у свою чергу, регулюють інтенсивність фізико-хімічних процесів та активність гідробіонтів. Підвищення температури води сприяє прискоренню метаболічних процесів у водних організмів, а також стимулює розвиток планктонних угруповань. У літній період підвищені температури води часто супроводжуються активним розвитком фітопланктону, що може призводити до явищ «цвітіння» води та зниження прозорості. Одночасно інтенсивні біологічні процеси та підвищене споживання кисню гідробіонтами можуть спричиняти дефіцит розчиненого кисню, особливо у нічний час. Це створює стресові умови для риб та інших водних організмів. В зимовий період формування льодового покриву суттєво обмежує газообмін між водою та атмосферою, що призводить до зниження вмісту розчиненого кисню у воді. За несприятливих умов це може викликати заморні явища серед риби, особливо у ставках із високим рівнем органічного навантаження.

Окрім кліматичних факторів, значний вплив на стан ставів мають гідрологічні умови, зокрема водообмін, рівень води та швидкість його коливань. Слабкий водообмін сприяє накопиченню забруднюючих речовин і біогенних елементів, що підвищує ризик розвитку евтрофікаційних процесів. Важливу роль відіграють також гідрохімічні фактори, які визначають якість водного середовища. До них належать вміст розчиненого кисню, водневий показник (рН), мінералізація та концентрація біогенних елементів (азоту і фосфору). Відхилення цих показників від оптимальних значень негативно впливають на стан іхтіофауни та загальну стабільність екосистеми. Не менш значущими є біологічні фактори, що включають структуру та динаміку гідробіоценозів. Співвідношення різних трофічних груп організмів (фітопланктон, зоопланктон, бентос, риби) визначає рівень біологічної рівноваги у водоймі. Порушення цього балансу може призводити до зниження біопродуктивності та погіршення екологічного стану ставу. Окремо слід виділити антропогенні фактори, пов'язані з рибогосподарською діяльністю. Надмірна щільність посадки риби, інтенсивне годівництво та надходження органічних решток сприяють збільшенню

навантаження на екосистему. Це може викликати погіршення кисневого режиму, накопичення донних відкладів та активізацію процесів евтрофікації.

Узагальнення основних екологічних факторів, що впливають на стан ставкових екосистем, наведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Основні екологічні фактори та їх вплив на стан ставкових екосистем

| група факторів | конкретні прояви | вплив на екосистему ставу | можливі наслідки |
|--------------------------|--|--|--|
| кліматичні | температура повітря і води, сезонні коливання | регулюють швидкість біохімічних процесів і метаболізм гідробіонтів | «цвітіння» води, дефіцит кисню влітку, зимові замори |
| гідрологічні | водообмін, рівень води, стік | визначають стабільність гідрологічного режиму | накопичення забруднень, застій води |
| гідрохімічні | pH, розчинений кисень, біогени (n, p), мінералізація | формують якість водного середовища | евтрофікація, токсичний вплив на іхтіофауну |
| біологічні | фітопланктон, зоопланктон, бентос, іхтіофауна | визначають трофічну структуру екосистеми | дисбаланс угруповань, зниження біопродуктивності |
| антропогенні (рибництво) | годівля, щільність посадки, органічні залишки | підвищують органічне навантаження на водойму | забруднення донних відкладів, евтрофікація |
| ландшафтні | прибережна рослинність, використання територій | захист від поверхневого стоку та ерозії | потрапляння забруднювачів, замулення |

Отже, наведені у таблиці 1.7 екологічні фактори тісно взаємопов'язані між собою та формують комплексний вплив на стан ставкових екосистем. У реальних умовах функціонування водойм вони не діють ізольовано, а проявляються одночасно, підсилюючи або, навпаки, частково компенсуючи вплив один одного. Саме тому оцінка екологічного стану ставів потребує врахування сукупності всіх факторів, а не окремих показників. Найбільш критичними для ставкових екосистем є поєднання високих температур, обмеженого водообміну та надмірного надходження біогенних речовин. Така комбінація створює умови для

інтенсивного розвитку фітопланктону, зниження концентрації розчиненого кисню та активізації процесів евтрофікації. У результаті може відбуватися погіршення умов існування гідробіонтів і зниження загальної екологічної стабільності водойми.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження гідроекологічного стану ставу товарного рибного господарства проводилися з урахуванням природних умов території, особливостей функціонування водойми та специфіки рибогосподарської діяльності. У процесі виконання роботи було використано комплексний підхід, який поєднує польові спостереження, лабораторні аналізи та аналітичну обробку отриманих результатів. Умови проведення дослідження визначалися природно-кліматичними особливостями території розташування господарства, а також гідрологічним режимом ставу. Враховувалися сезонні зміни температури повітря і води, рівень атмосферних опадів, інтенсивність сонячної радіації та інші фактори, що впливають на формування гідроекологічного стану водойми. Особливу увагу приділяли періодам активної вегетації, коли у водному середовищі відбуваються найбільш інтенсивні біологічні процеси.

Методика дослідження передбачала визначення основних фізико-хімічних показників якості води, серед яких температура, водневий показник (рН), вміст розчиненого кисню, прозорість, а також концентрація біогенних речовин. Вимірювання здійснювали безпосередньо у водоймі за допомогою портативних приладів, що забезпечують достатню точність і оперативність отримання даних. Для підвищення достовірності результатів кожен показник визначали не менше трьох разів у межах однієї точки спостереження з подальшим обчисленням середнього значення. Окрім гідрохімічних досліджень, проводили оцінку біологічних компонентів екосистеми, зокрема макрозообентосу, який використовується як чутливий індикатор якості водного середовища. Відбір проб здійснювали з донних відкладів та прибережної зони водойми з подальшим визначенням видового складу організмів [9]. Особливу увагу приділяли наявності видів-індикаторів, чутливих до забруднення, що дозволяло оцінити екологічний стан водойми за біологічними показниками. Оцінка якості води здійснювалася на основі порівняння отриманих результатів із нормативними

значеннями для рибогосподарських водойм. Для узагальнення результатів використовували інтегральні показники, які враховують сукупний вплив окремих параметрів на стан екосистеми. Такий підхід дозволяє отримати більш об'єктивну оцінку рівня забруднення та екологічного стану водойми. Отримані в ході дослідження дані підлягали статистичній обробці та аналізу, що дало змогу виявити основні тенденції змін показників якості води та оцінити вплив рибогосподарської діяльності на екосистему ставу. На основі проведених досліджень було сформульовано висновки щодо екологічного стану водойми та розроблено рекомендації щодо його покращення.

2.1. Природно-кліматична та господарська характеристика території дослідження

Товариство з обмеженою відповідальністю «Забір'я» є спеціалізованим підприємством у галузі прісноводного рибництва, що розташоване в межах Київської області, у селі Забір'я (рис.2.1.). Підприємство зареєстроване як юридична особа у 1998 році та здійснює господарську діяльність відповідно до чинного законодавства України. Основним видом діяльності є прісноводна аквакультура (КВЕД 03.22), що передбачає вирощування риби у ставкових умовах. Згідно з даними відкритих державних реєстрів, підприємство має значний статутний капітал та тривалий період функціонування, що свідчить про його виробничу стабільність і важливу роль у регіональній структурі рибного господарства [19]. Господарство здійснює діяльність на базі ставкових водойм, використовуючи їх для вирощування товарної риби та формування рибопосадкового матеріалу.



Рис.2.1. Супутниковий знімок ставів ТОВ «Забір'я» [17]

Природно-кліматичні умови території розташування господарства визначаються належністю до зони помірно-континентального клімату, який характеризується теплим літом і відносно м'якою зимою. Середньорічна температура повітря становить близько $+7...+9$ °С, при цьому найтеплішим місяцем є липень із середньою температурою $+18...+20$ °С, а найхолоднішим січень із температурою $-5...-7$ °С. Річна кількість атмосферних опадів коливається в межах 500-650 мм, причому їх максимум припадає на літній період, що сприяє підтриманню водного балансу ставів [22]. Кліматичні умови регіону забезпечують тривалий вегетаційний період (180-200 днів), що є важливим чинником для розвитку природної кормової бази та росту риби. Разом з тим у літній період можливе надмірне прогрівання води, що може призводити до зниження концентрації розчиненого кисню, тоді як у зимовий період під час льодоставу виникає ризик гіпоксії, що негативно впливає на життєдіяльність гідробіонтів.

Для кращого розуміння організації ставового рибного господарства та його впливу на екологічний стан водойм доцільно розглянути структуру тепловодних рибницьких господарств, яка включає типи господарств, системи ведення, виробничі цикли та форми аквакультури (рис.2.1).

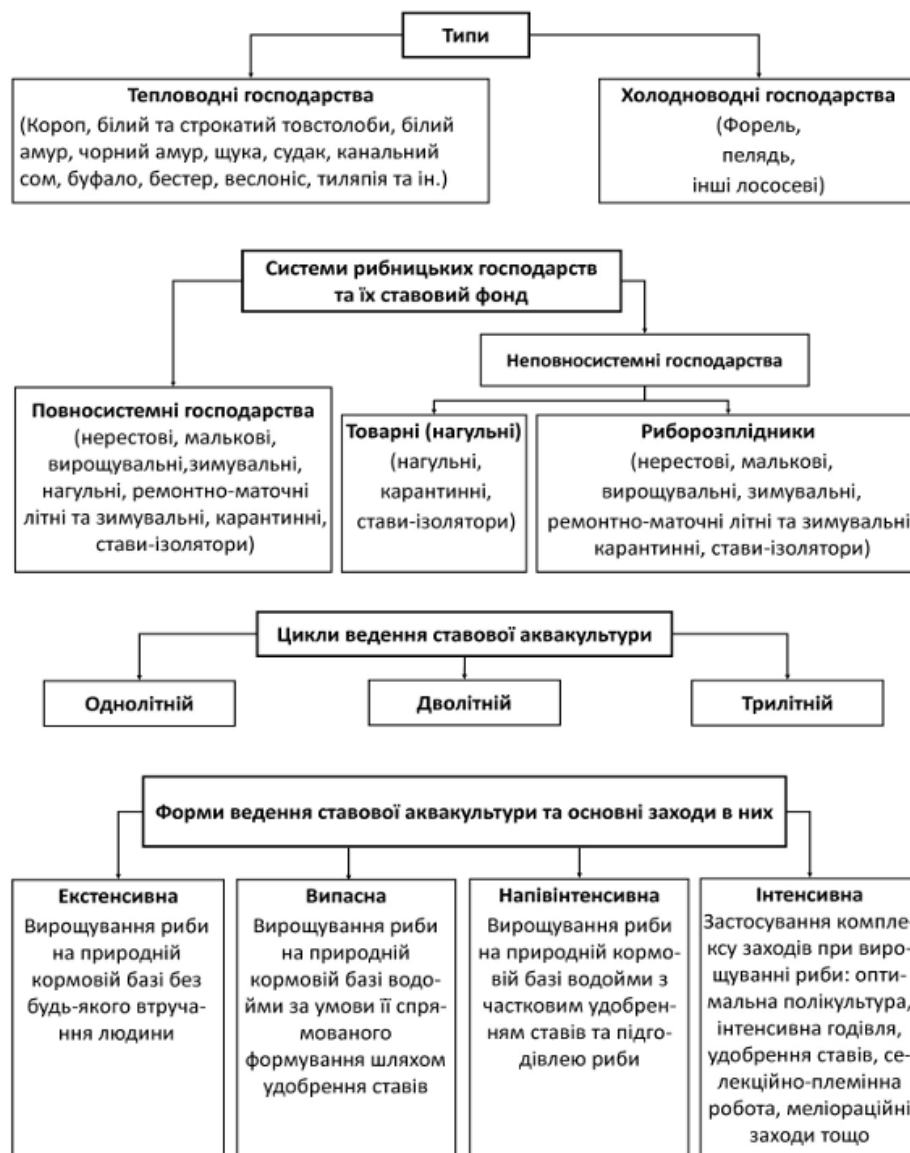


Рис.2.1. Структура ставових рибницьких господарств [19]

Як видно з рисунка, структура ставових рибницьких господарств є багаторівневою та включає різні типи виробництва, що відрізняються за технологіями вирощування риби та рівнем антропогенного навантаження на водні екосистеми. Особливе значення мають форми ведення аквакультури, оскільки саме вони визначають інтенсивність використання природних ресурсів та ступінь впливу на якість води. Зокрема, інтенсивні форми господарювання супроводжуються значним внесенням кормів і добрив, що може призводити до підвищення рівня органічного забруднення та розвитку евтрофікаційних

процесів [1]. Водночас екстенсивні та напівінтенсивні системи є більш екологічно збалансованими, проте характеризуються нижчою продуктивністю.

Гідрологічні умови території характеризуються наявністю малих водотоків, поверхневого стоку та атмосферного живлення водойм. Ставки господарства функціонують як напівзамкнуті системи з обмеженим водообміном, що зумовлює накопичення органічних речовин і біогенних елементів. За даними гідрохімічних досліджень, подібні умови сприяють розвитку процесів евтрофікації, що потребує постійного контролю якості води та проведення меліоративних заходів [35].

Ґрунтовий покрив території представлений переважно дерново-підзолистими та сірими лісовими ґрунтами, які мають середню водопроникність і сприяють формуванню поверхневого стоку. Донні відклади ставів формуються внаслідок накопичення органічної речовини та представлені мулом, що відіграє важливу роль у кругообігу речовин, але при надмірному накопиченні може погіршувати екологічний стан водойм.

Господарська діяльність ТОВ «Забір'я» спрямована на вирощування товарної риби у ставках із застосуванням напівінтенсивних та інтенсивних технологій [19]. У структурі виробництва домінують традиційні для України види риб, зокрема короп, білий амур і товстолоб, які характеризуються високою продуктивністю та адаптованістю до умов ставкових екосистем. Технологія вирощування передбачає регулювання щільності посадки, застосування комбікормів, контроль гідрохімічних показників води та проведення меліоративних заходів. Разом з тим інтенсивне ведення рибництва супроводжується зростанням антропогенного навантаження на водні екосистеми. Надходження органічних речовин із кормами, продуктами життєдіяльності риб та рослинними залишками може призводити до погіршення якості води, розвитку процесів евтрофікації та зниження вмісту розчиненого кисню. Це підтверджується сучасними дослідженнями у сфері гідроекології ставкових господарств [22].

2.2. Матеріали та методи гідроекологічних досліджень

Гідроекологічні дослідження проводилися з метою оцінки фізико-хімічного стану водного середовища ставу рибогосподарського призначення. Об'єктом дослідження була вода, у якій визначали основні показники, що характеризують її якість та придатність для існування гідробіонтів, зокрема риби. До таких показників належать температура води, водневий показник (рН), концентрація розчиненого кисню, електропровідність та загальна мінералізація. Для проведення вимірювань використовувався портативний багатофункціональний прилад Water Quality Meter, оснащений набором електродних датчиків (рис.2.1.).



Рис. 2.2. Портативний багатофункціональний прилад Water Quality Meter

Даний прилад забезпечує можливість одночасного визначення кількох параметрів води в польових умовах, що значно підвищує оперативність і точність досліджень. Вимірювальний зонд приладу занурювали безпосередньо у водойму, що дозволяло отримувати результати без додаткового відбору та транспортування проб, тим самим мінімізуючи похибки, пов'язані зі зміною властивостей води під час зберігання. Для визначення просторового розташування об'єкта дослідження, уточнення координат та візуалізації території застосовувався картографічний сервіс Google Maps. Це дозволило здійснити прив'язку точок відбору проб до місцевості та підвищити точність просторового аналізу отриманих даних.

У процесі виконання гідроекологічних досліджень поряд із польовими вимірюваннями використовувалися сучасні програмні засоби для обробки та аналізу отриманих результатів. Зокрема, для проведення розрахунків, статистичної обробки даних, а також побудови таблиць і графічних залежностей застосовувалося програмне забезпечення Microsoft Excel. Використання даного програмного продукту забезпечило можливість систематизації результатів вимірювань, обчислення середніх значень показників та їх наочного представлення у вигляді діаграм і графіків. Отримані результати порівнювали з нормативними значеннями для рибогосподарських водойм, що дозволяло визначити ступінь їх відповідності екологічним вимогам. Обробка отриманих даних проводилася з використанням методів математичної статистики. Зокрема, визначали середні значення показників та аналізували їх варіацію. Це дало змогу отримати об'єктивну характеристику якості води та зробити висновки щодо її екологічного стану.

Застосований метод оцінки є універсальним, оскільки може бути використаний для дослідження екологічного стану різних типів водних об'єктів незалежно від їх розмірів, гідрологічних особливостей та ступеня антропогенного навантаження. Це забезпечує можливість його широкого використання у практиці гідроекологічних досліджень та моніторингу якості поверхневих вод.

2.3. Методика оцінки екологічного стану водних об'єктів

Оцінка екологічного стану водного об'єкта здійснювалася на основі комплексного аналізу виміряних фізико-хімічних показників із подальшим розрахунком інтегральних індексів забруднення. Такий підхід ґрунтується на сучасних принципах гідроекологічного моніторингу, відповідно до яких якість води визначається не за окремими показниками, а за їх сукупною дією на водну екосистему. Застосований метод передбачає узагальнення окремих параметрів якості води в єдиний інтегральний показник, що дозволяє більш об'єктивно

оцінити стан водного середовища та ступінь його антропогенного навантаження [9].

Методика оцінювання була вдосконалена шляхом використання вагових коефіцієнтів, які враховують різну екологічну значущість окремих показників. Такий підхід широко застосовується у практиці екологічної оцінки вод і дозволяє підвищити точність результатів за рахунок диференційованого врахування впливу кожного параметра. Зокрема, найбільш вагомими вважаються показники, що безпосередньо впливають на життєдіяльність гідробіонтів, такі як концентрація розчиненого кисню та водневий показник (рН), тоді як інші параметри враховуються з меншими коефіцієнтами значущості. Перед початком вимірювань проводили підготовку приладу, яка включала перевірку його працездатності та калібрування відповідно до вимог виробника. Особлива увага приділялася точності калібрування датчиків рН та розчиненого кисню, оскільки ці показники є найбільш чутливими до змін умов середовища та визначають загальний екологічний стан водойми. Після цього датчик занурювали у воду на глибину приблизно 10-20 см, що дозволяло уникнути впливу поверхневих факторів, таких як коливання температури чи контакт із атмосферним повітрям. Після занурення приладу здійснювали спостереження за показниками на цифровому дисплеї до моменту їх стабілізації, після чого отримані значення фіксувалися у польовому журналі. Для підвищення достовірності результатів кожне вимірювання проводили не менше трьох разів у межах однієї точки відбору, що відповідає загальноприйнятим вимогам до проведення гідрохімічних досліджень. Надалі обчислювали середні арифметичні значення показників, які використовувалися для подальшого аналізу. Розрахунок інтегрального індексу забруднення здійснювали шляхом нормування отриманих значень показників відносно їх гранично допустимих концентрацій або оптимальних нормативів для рибогосподарських водойм. При цьому враховували як перевищення допустимих рівнів, так і відхилення показників від оптимальних значень, що можуть негативно впливати на стан водних організмів.

Водні макрофіти - це група великих рослин, що об'єднує представників різних систематичних категорій, життєдіяльність яких безпосередньо пов'язана з водним середовищем. До них відносять водорості, мохоподібні, папоротеподібні та покритонасінні рослини, здатні зростати у воді або в умовах надмірного зволоження. Саме тому використання макрофітів як індикаторів екологічного стану водойм є доцільним, наочним і практичним методом оцінки. Водночас слід зазначити, що така методика не дозволяє точно визначити конкретні хімічні речовини, які спричиняють забруднення водойми[9].

Біоіндикація екологічного стану водойм за макрофітами базується на аналізі таких показників:

1. Видове різноманіття макрофітів;
2. Інтенсивність розвитку окремих видів або їх угруповань;
3. Присутність видів-індикаторів та індикаторних комплексів;
4. Особливості просторового розміщення рослинності у водоймі.

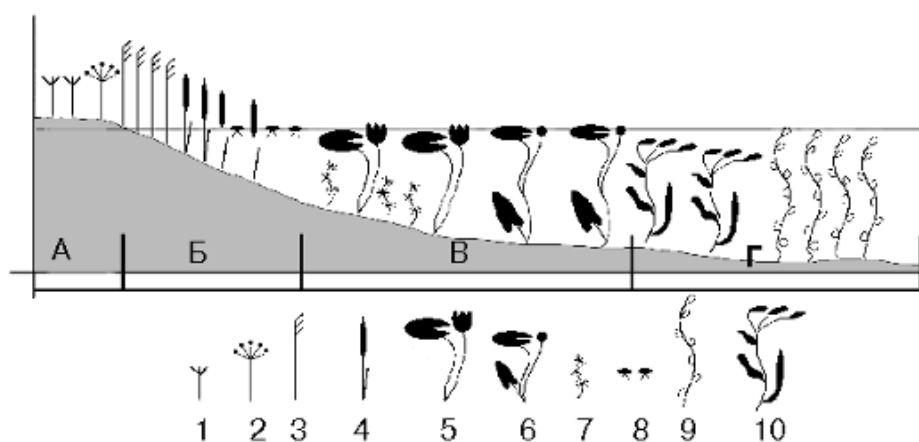


Рис.2.3. Екологічний профіль водойм [9]

Екологічний профіль водойми (рис.2.3) формується під впливом багатьох чинників, серед яких швидкість течії, тип донного ґрунту, глибина, наявність захищених мілководних ділянок, рельєф дна, конфігурація берегової лінії та хвильова активність. Для озер і ставків зазвичай характерна наявність чотирьох екологічних поясів.

- a) пояс низькорослої рослинності;

- b) пояс високих повітряно-водних рослин;
- c) пояс з плаваючими на поверхні води листками в інтервалі глибин від 0,5 до 1,5 м;
- d) пояс занурених рослин в інтервалі глибин від 0,5 до 2,5 м [9].
- e)

Іншим прикладом біоіндикації є оцінка за особливостями просторової структури рослинності, зокрема зміщення поясу повітряно-водних рослин у напрямку до центральної частини озера чи ставу (див.рис.2.4.; 2.5. та 2.6.). Надмірне поширення цього поясу свідчить про обміління водойми та розвиток процесів її заболочування. Вважається, що критичним показником є зайняття гелофітами понад 30% площі водойми. Водночас пояс зануреної рослинності може настільки розростатися, що охоплює майже все русло. Подібні зміни у структурі рослинних поясів вказують на зниження проточності води, накопичення мулу та поступове заболочування водойми.

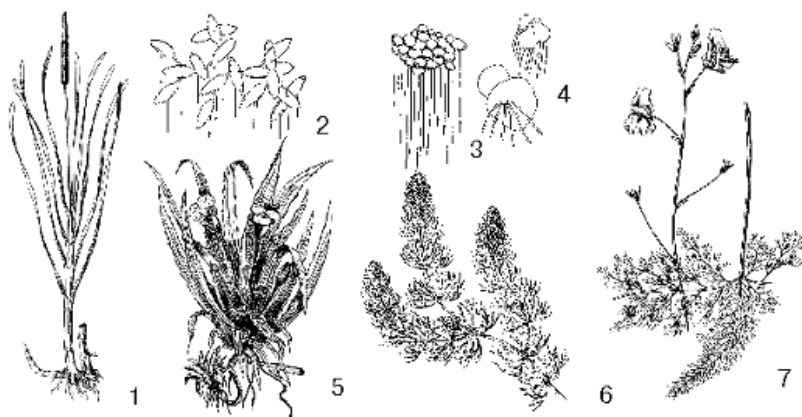


Рис. 2.4. Індикатори заболочення (додаток А)

У мілководних водоймах часто відбуваються процеси заболочування, внаслідок яких суттєво погіршується якість води. Це супроводжується інтенсивним накопиченням органічної речовини, значною кількістю відмерлих рослинних залишків і, як наслідок, зниженням вмісту розчиненого кисню у воді.

Одночасно зростає концентрація сірководню та метану, що призводить до зміни кольору води на бурий відтінок [9]. На досліджуваній ділянці водойми спостерігається значний розвиток вищої водної рослинності, зокрема очерету звичайного (*Phragmites australis*) та рогозу (*Typha spp.*), які є типовими індикаторами заболочення. Їх масове поширення свідчить про мілководність, замулення та накопичення органічних речовин у водному об'єкті. Крім того, на поверхні води відмічається наявність зеленого нальоту, що може бути ознакою евтрофікації водойми. Це вказує на підвищений вміст біогенних елементів і розвиток процесів «цвітіння» води.



Рис. 2.5. Рослини індикатори заболочення [9]



Рис.2.6. Індикація досліджуваної території [9]

Методика оцінки екологічного стану водойми за макрзообентосом. Цей підхід базується на вивченні великих, добре видимих без спеціальних приладів форм безхребетних тварин, що населяють донні відклади та угруповання водних рослин. Особливу увагу приділяють представникам таксонів, які є

високочутливими до забруднення, зокрема водяним личинкам комах (веснянки, одноденки), ракоподібним та іншим безхребетним (рис.2.7).

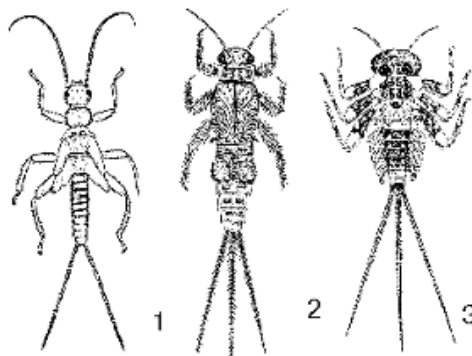


Рис.2.7. Личинки веснянки(1), одноденки кеніса(2) та одноденки гептагенії(3) (Додаток Б)

Методика дозволяє отримати загальну оцінку екологічного стану водойми та якості води, при цьому її застосування є зручним і доступним через простоту спостережень.

Зокрема, види, що потребують високого вмісту розчиненого кисню та чистої води, зникають навіть при незначному забрудненні, тоді як більш стійкі організми (наприклад, деякі види кільчастих червів або личинки двокрилих) можуть масово розвиватися в умовах підвищеного органічного навантаження. Таким чином, за співвідношенням чутливих і толерантних до забруднення видів можна робити висновки про екологічний стан водойми [9]. Важливою перевагою даного методу є те, що він відображає не миттєвий стан водного середовища, а інтегральний ефект впливу різних факторів за певний період часу. Це пояснюється відносно тривалим життєвим циклом донних організмів, які акумулюють вплив змін гідрохімічних умов і антропогенного навантаження. Тому аналіз макрзообентосу дозволяє отримати більш об'єктивну характеристику якості води порівняно з одноразовими фізико-хімічними вимірюваннями. Оцінювання екологічного стану водойми за макрзообентосом здійснюється шляхом відбору проб донних відкладів, визначення видового складу організмів та їх кількісних характеристик. Далі отримані дані узагальнюються із застосуванням біотичних індексів або шкал сапробності, що

дозволяє віднести водойму до певного класу якості води. При цьому враховується як видовий склад, так і чисельність окремих груп організмів[9].

Екологічний моніторинг є невід'ємною складовою методики оцінки екологічного стану водних об'єктів і забезпечує отримання об'єктивної інформації про якість водного середовища та динаміку його змін. Він передбачає систематичне проведення спостережень за гідрологічними, гідрохімічними та гідробіологічними показниками з подальшим аналізом і узагальненням отриманих результатів. У межах проведення оцінки екологічного стану основна увага приділяється визначенню фізико-хімічних параметрів води (температура, водневий показник, вміст розчиненого кисню, концентрація біогенних речовин), а також аналізу стану біологічних компонентів екосистеми, зокрема фітопланктону, зоопланктону та макрзообентосу [9]. Важливим елементом є також оцінка рівня антропогенного навантаження, що включає вплив рибогосподарської діяльності, надходження забруднюючих речовин і зміни гідрологічного режиму водойми. Систематичність спостережень дозволяє виявляти закономірності змін показників якості води, оцінювати тенденції розвитку екологічних процесів та своєчасно фіксувати відхилення від нормативних значень. Отримані дані використовуються для розрахунку інтегральних показників якості води, що дає можливість узагальнити результати досліджень та віднести водний об'єкт до відповідного класу екологічного стану [16].

Тож, застосування екологічного моніторингу в межах даної методики забезпечує комплексну оцінку стану водного об'єкта, дозволяє врахувати вплив природних і антропогенних факторів та є основою для розроблення заходів щодо покращення якості води і стабілізації функціонування водних екосистем.

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СТАВУ

Оцінка екологічного стану ставу є важливим етапом гідроекологічних досліджень, оскільки дозволяє визначити рівень антропогенного навантаження на водойму, ступінь її забруднення та здатність до природного самовідновлення. Комплексна оцінка базується на аналізі фізико-хімічних, гідробіологічних показників і інтегральних індексів якості води, що забезпечує об'єктивне уявлення про стан водної екосистеми. У процесі дослідження першочергова увага приділяється фізико-хімічним показникам води, які є базовими індикаторами екологічного стану водойми. Температурний режим безпосередньо впливає на швидкість біохімічних процесів та рівень розчиненого кисню у воді. Водневий показник (рН) характеризує кислотно-лужний баланс середовища і є важливим фактором для існування гідробіонтів. Оптимальні значення рН для більшості прісноводних організмів знаходяться в межах від 6,5 до 8,5. Вміст розчиненого кисню є одним із найважливіших показників, оскільки визначає умови існування риб та інших водних організмів; його зниження нижче нормативних значень свідчить про органічне забруднення та активізацію процесів гниття [21].

Важливу роль у характеристиці якості води відіграють показники біохімічного та хімічного споживання кисню. Біохімічне споживання кисню протягом п'яти діб відображає кількість кисню, необхідну для окиснення органічних речовин мікроорганізмами, тоді як хімічне споживання кисню характеризує загальний вміст органічних і неорганічних відновних речовин у воді. Підвищені значення цих показників свідчать про значне органічне навантаження на водойму. Крім того, аналіз вмісту біогенних елементів, зокрема сполук азоту та фосфору, дозволяє оцінити інтенсивність процесів евтрофікації. Надлишок нітратів і фосфатів сприяє масовому розвитку водоростей, що може призводити до «цвітіння» води та погіршення її кисневого режиму [9].

Суттєвим доповненням до фізико-хімічної оцінки є гідробіологічний аналіз, який відображає реакцію живих організмів на зміни якості водного середовища. Видовий склад і чисельність фітопланктону, зоопланктону та бентосних організмів є чутливими індикаторами екологічного стану водойми. Зокрема, домінування синьо-зелених водоростей свідчить про високий рівень трофності та евтрофний стан водойми. Аналіз іхтіофауни також має важливе значення, оскільки наявність таких видів риб, як сом, щука, судак і товстолоб, вказує на відносно сприятливі умови існування, хоча їх чисельність і стан можуть змінюватися залежно від якості води та кисневого режиму. Крім того, структура та стан гідробіонтів дозволяють оцінити ступінь антропогенного навантаження на водойму та її здатність до саморегуляції. Зміни у видовому різноманітті, зменшення кількості чутливих видів і переважання організмів, стійких до забруднення, свідчать про погіршення екологічного стану водного середовища [23]. Особливо інформативним є аналіз співвідношення різних трофічних груп організмів, який відображає напрямок і інтенсивність біологічних процесів у водоймі.

Евтрофікація є одним із найпоширеніших процесів, що впливають на екологічний стан ставкових водойм. Вона пов'язана з надмірним надходженням біогенних елементів, зокрема сполук азоту та фосфору, які стимулюють інтенсивний розвиток фітопланктону. Наслідком цього є так зване «цвітіння води», яке супроводжується зниженням прозорості, погіршенням органолептичних властивостей води та змінами газового режиму. У денний час відбувається перенасичення води киснем, тоді як у нічний його різке зниження, що може призводити до задухи риби. Тривалий розвиток евтрофікації сприяє накопиченню органічних речовин у донних відкладах, що ускладнює процеси самоочищення водойми. У зв'язку з цим важливим є контроль над надходженням біогенних речовин та впровадження заходів, спрямованих на обмеження цього процесу [18].

Показником є також розвиток фітопланктону, оскільки надмірне «цвітіння» води призводить до погіршення її прозорості, зміни газового режиму

та зниження концентрації розчиненого кисню у нічний період. Це, у свою чергу, може негативно впливати на стан іхтіофауни та інших водних організмів. Водночас помірний розвиток водоростей є необхідним для формування природної кормової бази, що має позитивне значення для рибогосподарського використання водойми[9].

Аналіз зоопланктону дозволяє оцінити трофічний статус водойми та ефективність використання первинної продукції. Наявність різноманітних представників ракоподібних і коловерток свідчить про відносну екологічну рівновагу, тоді як домінування окремих видів може вказувати на порушення структури екосистеми. Бентосні організми, у свою чергу, є індикаторами стану донних відкладів і накопичення органічних речовин.

3.1. Аналіз гідрофізичних та гідрохімічних показників води

Для дослідження як озер, так і ставків використовують гідробіологічні показники, оскільки за наявності або відсутності видів тварин і рослин можна говорити про безпечність водних об'єктів для подальшого їх господарського використання.

Аналіз гідрофізичних та гідрохімічних показників води проводився на основі результатів польових вимірювань, отриманих за допомогою портативного приладу (рис.3.1.).



Рис. 3.1. Показники води за допомогою Water Quality Meter

Дослідження дозволили визначити основні характеристики водного середовища, що мають важливе значення для оцінки екологічного стану водойми

та умов існування гідробіонтів. У ході дослідження було встановлено, що температура води становила 17,6 °С, що відповідає оптимальному діапазону для більшості прісноводних організмів. Такий температурний режим є сприятливим для перебігу біологічних процесів, зокрема дихання, росту та розвитку гідробіонтів.

Окрім того, за таких умов забезпечується достатній рівень розчинення кисню у воді. Водневий показник (рН) досліджуваної води становив 7,9, що свідчить про слабколужний характер середовища. Дане значення перебуває у межах нормативних показників для рибогосподарських водойм і не чинить негативного впливу на водні організми. Стабільний рівень рН є важливим фактором підтримання екологічної рівноваги у водному середовищі. Особливу увагу було приділено вмісту розчиненого кисню, який є одним із ключових показників якості води. За результатами вимірювань його концентрація становила від 10,5 до 13,3 мг/дм³, що значно перевищує мінімально допустимі значення. Такий рівень кисню свідчить про добру аерацію води та сприятливі умови для існування водних організмів. Високі значення можуть бути пов'язані з активною фотосинтетичною діяльністю водної рослинності або інтенсивним перемішуванням води. Показники електропровідності та загальної мінералізації характеризують вміст розчинених речовин у воді.

Зафіксовані значення свідчать про помірний рівень мінералізації, що є типовим для природних водойм і не перевищує допустимих норм. Це вказує на відсутність значного антропогенного забруднення та задовільний хімічний склад води. Для більш наочного аналізу отримані результати було зведено у таблицю 3.1. та порівняно з нормативними значеннями.

Таблиця 3.1.

Показники якості води та їх відповідність нормативам

| показник | одиниця вимірювання | фактичне значення | нормативне значення |
|------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| температура води | °C | 17,6 | 15–25 |
| водневий показник (ph) | од. ph | 7,9 | 6,5–8,5 |
| розчинений кисень (do) | мг/дм ³ | 10,5–13,3 | ≥ 5,0 |
| електропровідність (ec) | мксм/см | ~300–500 | ≤ 1000 |
| загальна мінералізація (tds) | мг/дм ³ | ~200–350 | ≤ 1000 |
| гідрокарбонати | мг/дм ³ | 274,5 | |
| сульфати | мг/дм ³ | 76,0 | 250 |
| хлориди | мг/дм | 44,38 | 350 |
| магній | мг/дм ³ | 27,6 | 50 |
| кальцій | мг/дм ³ | 180 | |
| твердість, | ммоль/дм ³ | 5,6 | |
| калій + натрій | мг/дм ³ | 43,25 | 180 |
| калій | мг/дм ³ | 14,42 | 50 |
| натрій | мг/дм ³ | 28,83 | 120 |
| залізо | мг/дм ³ | 0,01 | 0,2 |
| Азот амонійний | мгN/дм ³ | 2,276 | 0,39 |
| Азот нітритний | мгN/дм ³ | 0,1588 | 0,02 |
| Азот нітратний | мгN/дм ³ | 0,425 | |
| Азот мінеральний | мгN/дм ³ | 2,8598 | 10 |
| фосфати | МгP/дм ³ | 0.124 | 0,05 |
| перманганатна окислюваність | МгO2/дм ³ | 10,08 | 5,0 |

З метою більш детального аналізу було також здійснено порівняння показників із нормативними документами, що регламентують якість води для рибогосподарських потреб (див.табл.3.2.).

Таблиця 3.2.

Відповідність показників води нормативним джерелам

| показник | норматив (ГДК / оптимум) |
|--------------------|--------------------------------|
| температура води | від 15 до 25 °с |
| ph | від 6,5 до 8,5 |
| розчинений кисень | ≥ 5 мг/дм ³ |
| електропровідність | ≤ 1000 мксм/см |
| мінералізація | ≤ 1000 мг/дм ³ |

Тож, проведений аналіз гідрофізичних та гідрохімічних показників води свідчить про те, що досліджуваний водний об'єкт характеризується сприятливими умовами для існування гідробіонтів. Усі основні показники перебувають у межах нормативних значень, а вміст розчиненого кисню навіть перевищує мінімально необхідний рівень, що є позитивним фактором. Це дозволяє зробити висновок про добрий екологічний стан водойми та відсутність суттєвого антропогенного впливу.

3.2. Стан біологічних компонентів екосистеми ставу

Стан біологічних компонентів екосистеми ставу оцінювався на основі візуальних спостережень, аналізу структури прибережно-водної рослинності та її просторового розподілу, а також з урахуванням взаємозв'язку біотичних елементів із фізико-хімічними показниками води[15]. До складу іхтіофауни ставу входять типові представники прісноводних риб, зокрема коропові, хижі та донні види. На зображеннях починаючи від номера 3.2. та закінчуючи номером 3.7. представлені основні види: короп, щука, судак, сом, білий амур та товстолоб. Їх співіснування свідчить про відносно збалансовану екосистему, де присутні як рослиноїдні, так і хижі види, що забезпечує природну регуляцію чисельності популяцій. Рослиноїдні види (білий амур і товстолоб) відіграють ключову роль у підтриманні екологічної рівноваги водойми. Білий амур контролює вищу водну рослинність, тоді як товстолоб живиться фітопланктоном і сприяє зменшенню

«цвітіння» води. Всеїдні види (короп) беруть участь у переробці органічної речовини. Хижі риби (щука, судак, сом) виконують функцію біологічного контролю, стримуючи надмірне розмноження дрібних риб.



Рис. 3.2. Товстолоб [37]



Рис.3.3. Щука [37]



Рис.3.4. Судак [37]



Рис.3.5. Сом [37]



Рис.3.6. Білий амур [37]



Рис.3.7. Короп [37]

Біологічні компоненти є ключовими індикаторами екологічного стану водойми, оскільки чутливо реагують на зміни умов середовища та відображають

довготривалі процеси трансформації екосистеми. У результаті дослідження встановлено, що прибережна зона ставу характеризується значним розвитком вищої водної рослинності, представленої переважно такими видами, як Очерет звичайний та Рогіз [18]. Ці рослини формують густі зарості вздовж берегової лінії та на мілководних ділянках, створюючи характерні фітоценози прибережно-водного типу. Їх поширення свідчить про наявність сприятливих умов для росту гідрофітів, зокрема достатнього рівня зволоження та накопичення органічних відкладень у донних відкладах.

Екологічна роль зазначених видів є двоякою. З одного боку, вони виконують важливі функції у підтриманні стабільності екосистеми: беруть участь у процесах самоочищення води, акумулюють надлишкові біогенні елементи, сприяють осадженню завислих речовин та укріпленню берегів. З іншого боку, їх надмірний розвиток може призводити до негативних наслідків, зокрема заростання водойми, зменшення площі відкритого водного дзеркала, порушення газообміну та накопичення органічної маси, що у подальшому сприяє замуленню. На поверхні води спостерігається наявність зеленуватого нальоту, що є ознакою активного розвитку фітопланктону та свідчить про процеси евтрофікації. Дане явище характерне для водойм із підвищеним вмістом азоту та фосфору і супроводжується «цвітінням» води. У денний період це може сприяти підвищенню концентрації розчиненого кисню внаслідок фотосинтезу, тоді як у нічний час можливе його різке зниження, що негативно впливає на гідробіонтів. Важливим аспектом оцінки біологічного стану є взаємозв'язок між рослинністю та гідрохімічними показниками води. Високий вміст розчиненого кисню, встановлений у ході досліджень, частково обумовлений інтенсивною фотосинтетичною активністю водної рослинності. Водночас надлишок органічної маси, що утворюється внаслідок відмирання рослин, може призводити до зростання біохімічного споживання кисню та погіршення кисневого режиму у придонних шарах води. Структура біоценозу ставу свідчить про переважання евтрофного типу екосистеми. Відзначається відносна стабільність біологічних компонентів, проте наявні ознаки поступової

деградації, зокрема інтенсивне заростання, замулення та зменшення глибини водойми. Такі процеси можуть призводити до трансформації ставу у болотну екосистему за відсутності належних заходів управління.

3.3. Комплексна екологічна оцінка якості води та екосистеми

Комплексна екологічна оцінка якості води та стану екосистеми ставу здійснювалася на основі узагальнення результатів гідрофізичних, гідрохімічних та біологічних досліджень. Такий підхід дозволяє отримати цілісне уявлення про функціонування водойми, оскільки враховує не лише окремі показники, а й їх взаємозв'язок та вплив на біотичні компоненти екосистеми.

За результатами польових вимірювань встановлено, що температура води в період досліджень становила в середньому від 19,8 до 19,9 °С, що відповідає оптимальним умовам для розвитку більшості прісноводних організмів. Температурний режим є важливим фактором, який визначає інтенсивність біохімічних процесів у водному середовищі, зокрема швидкість обміну речовин у гідробіонтів та розчинність газів у воді. Водневий показник (рН) знаходився в межах від 7,5 до 7,7, що відповідає нейтральному або слабколужному середовищу. Такі значення є сприятливими для існування риб та більшості водних організмів, а також свідчать про відсутність процесів закислення чи лужного забруднення водойми. Вміст розчиненого кисню коливався в межах від 6,9 до 13,3 мг/л, із середнім значенням близько 9,0 мг/л. Такий рівень кисню є достатнім для нормального функціонування іхтіофауни та свідчить про добру аерацію води. Підвищені значення кисню можуть бути пов'язані з активними процесами фотосинтезу водної рослинності та фітопланктону, що характерно для водойм із помірною біологічною продуктивністю [15].

Для узагальнення отриманих результатів було проведено розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ), який дозволяє кількісно оцінити екологічний стан водойми:

(3.1.)

$$I_{ЗВ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i / ГДК_i$$

де:

C_i - фактичне значення показника;

ГДК_i - гранично допустима концентрація;

n - кількість показників.

Розрахунок ІЗВ було виконано за основними доступними показниками якості води (рН та розчинений кисень):

Середнє значення індексу становить:

$$I_{ЗВ} = \frac{0,5 + 0,5 + 0,05 + 5,84 + 7,94 + 0,04 + 2,48 + 2,02 + 0,35}{10} = 2.172$$

Екологічний індекс дорівнює ≈ 2.17 , що відповідає III класу якості води – “помірно забруднена”. Основними факторами, які погіршують стан, є підвищений вміст амонійного, нітритного азоту, фосфатів і перманганатна окислюваність, що свідчить про органічне та біогенне навантаження на водойму.

Інші показники (рН, мінералізація, залізо, солі) перебувають у межах нормативів і не мають суттєвого впливу на загальний стан води.

Біологічна складова екосистеми підтверджує результати гідрохімічного аналізу. У ставі присутні різні трофічні групи організмів від продуцентів (водна рослинність, фітопланктон) до консументів різних порядків (риби). Наявність таких видів, як білий амур і товстолоб, сприяє регуляції розвитку водної рослинності та фітопланктону, тоді як хижі види (щука, судак, сом) забезпечують контроль чисельності дрібної риби. Це свідчить про відносно збалансовану трофічну структуру водойми [10]. Разом з тим, слід зазначити, що проведена оцінка має певні обмеження, оскільки не включає повного спектра гідрохімічних показників, зокрема біохімічного споживання кисню (БСК₅), концентрацій сполук азоту та фосфору. Тому для більш повної та достовірної оцінки екологічного стану ставу доцільно проводити розширений лабораторний аналіз води.

Інтегрований підхід комплексної екологічної оцінки є найбільш обґрунтованим у сучасній гідроекології, оскільки дозволяє врахувати як миттєвий стан водного середовища, так і довготривалі зміни, що відбуваються в екосистемі. Згідно з сучасними науковими підходами, саме поєднання фізико-хімічних і біологічних методів забезпечує найбільш достовірну оцінку екологічної якості води [18]. Особливу увагу було приділено вмісту біогенних елементів (азоту та фосфору), які визначають рівень трофності водойми. Помірні концентрації цих речовин свідчать про відсутність процесів евтрофікації або їх слабкий прояв. Надмірне накопичення біогенів, як відомо, може призводити до «цвітіння» води та порушення кисневого режиму, що негативно впливає на біоту водойми. Біологічна оцінка екосистеми проводилася на основі аналізу видового складу та структури гідробіонтів. Встановлено, що у водоймі представлені різні трофічні рівні: від фітопланктону до риб, що свідчить про відносну екологічну рівновагу. Особливо важливу роль відіграє фітопланктон як чутливий біоіндикатор якості води. Зміни у його видовому складі, чисельності та біомасі дозволяють оцінити рівень забруднення та трофічний стан водойми, оскільки він швидко реагує на зміни умов середовища [10].

Основними потенційними джерелами антропогенного впливу на досліджувані ставки можуть виступати сільськогосподарський стік із прилеглих територій, побутові забруднення, а також рекреаційна діяльність населення. Сільськогосподарський стік, як правило, містить підвищені концентрації мінеральних добрив, зокрема сполук азоту та фосфору, що здатні активізувати процеси евтрофікації [9]. Побутові забруднення можуть надходити у водойму у вигляді органічних речовин і синтетичних сполук, що негативно впливають на кисневий режим та санітарний стан води. Рекреаційне навантаження, у свою чергу, пов'язане з механічним порушенням прибережної зони, засміченням та вторинним забрудненням водойми. Разом із тим, результати проведених досліджень свідчать про те, що на сучасному етапі вплив зазначених факторів є обмеженим і не призводить до суттєвих порушень екологічної рівноваги. Відсутність значних відхилень у гідрохімічних показниках, зокрема

стабільні значення водневого показника, достатній вміст розчиненого кисню та помірні концентрації біогенних елементів, вказують на відносно низький рівень антропогенного навантаження [10].

Аналіз біологічних компонентів підтверджує сприятливий стан водойми. Видовий склад гідробіонтів є достатньо різноманітним, що свідчить про збалансованість трофічних зв'язків і відсутність критичних екологічних порушень. Іхтіофауна представлена видами, чутливими до кисневого режиму, що додатково підтверджує задовільну якість водного середовища. Вода у ставі характеризується добрими екологічними показниками, а його екосистема перебуває у відносно стабільному стані з ознаками природної саморегуляції.

Водночас, незважаючи на сприятливий сучасний стан, існує необхідність у систематичному екологічному контролі. Регулярний моніторинг якості води повинен включати визначення ключових фізико-хімічних показників, аналіз біогенних елементів та спостереження за станом біоти. Особливу увагу слід приділяти можливим сезонним коливанням, які можуть впливати на кисневий режим і трофічний статус водойми. Контроль за джерелами антропогенного впливу, зокрема обмеження надходження неочищених стоків, раціональне використання добрив на прилеглих територіях та впорядкування рекреаційної діяльності, є необхідною умовою збереження екологічної рівноваги [23].

РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СТАВІВ

Сучасний стан ставкових екосистем значною мірою залежить від рівня антропогенного навантаження та ефективності природоохоронних заходів. Навіть за відносно сприятливих умов функціонування водойм існує потреба у впровадженні комплексу заходів, спрямованих на підтримання та покращення їх екологічного стану. Це обумовлено можливістю поступового накопичення забруднюючих речовин, розвитком евтрофікаційних процесів і змінами гідрологічного режиму [11]. Оптимізація екологічного стану ставів передбачає системний підхід, що включає регулювання зовнішніх джерел забруднення, удосконалення технологій ведення рибного господарства, а також застосування біологічних, гідротехнічних і організаційних заходів. Важливу роль у цьому процесі відіграє постійний моніторинг якості води та стану біоти, що дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та запобігати їх розвитку [3;20;21;22;23].

Наукові дослідження свідчать, що ефективними заходами покращення стану водойм є зменшення надходження біогенних речовин, застосування біомеліорації та використання вищої водної рослинності для очищення води, що сприяє зниженню рівня евтрофікації та стабілізації екосистем [15]. Покращення екологічного стану ставів є також раціональне регулювання рибогосподарської діяльності, зокрема оптимізація щільності посадки риби та вдосконалення системи її годівлі. Надмірне внесення кормів призводить до накопичення органічних залишків, що погіршує гідрохімічний режим водойми та сприяє розвитку процесів евтрофікації. Тому важливо забезпечити баланс між продуктивністю рибного господарства та екологічною стійкістю водної екосистеми.

Одним із ефективних способів підтримання екологічної рівноваги є впровадження полікультури, яка передбачає спільне вирощування різних видів риб із різними типами живлення. Такий підхід дозволяє більш повно

використовувати природні ресурси водойми, зменшити накопичення органічних речовин і стабілізувати трофічну структуру екосистеми. Зокрема, використання рослиноїдних видів риби сприяє контролю розвитку водної рослинності та зменшенню біомаси фітопланктону. Не менш важливими є гідротехнічні заходи, які включають регулювання рівня води, періодичне осушення та очищення ставів від надлишкових донних відкладів. Такі заходи сприяють покращенню кисневого режиму, зменшенню концентрації шкідливих речовин і відновленню природних процесів самоочищення водойми. Крім того, доцільним є створення прибережних захисних смуг, які перешкоджають надходженню забруднювачів із прилеглих територій[24]. Комплексне застосування зазначених заходів у поєднанні з регулярним екологічним моніторингом забезпечує підтримання стабільного функціонування ставкових екосистем, підвищення їх біопродуктивності та збереження екологічної рівноваги. Таким чином, раціональне природокористування та впровадження сучасних екологічних підходів є необхідною умовою ефективного ведення рибного господарства та охорони водних ресурсів.

4.1. Вплив рибогосподарської діяльності на гідроекологічний стан водойм

Рибогосподарська діяльність є важливою складовою використання водних ресурсів і відіграє значну роль у забезпеченні населення харчовою продукцією, однак водночас вона може чинити як позитивний, так і негативний вплив на гідроекологічний стан водойм. Вплив цієї діяльності проявляється через зміну гідрохімічних, гідробіологічних та гідрофізичних характеристик водних екосистем, що обумовлює необхідність її раціонального регулювання [26].

Одним із основних факторів впливу рибництва є надходження у воду органічних і мінеральних речовин, пов'язаних із використанням кормів та добрив. Невикористані корми, екскременти риби і продукти їх життєдіяльності накопичуються у водному середовищі, що призводить до підвищення вмісту

азоту та фосфору. Це, у свою чергу, стимулює розвиток фітопланктону та може викликати евтрофікацію водойм. Надмірне збагачення води біогенними елементами є однією з основних причин погіршення якості води та зниження її екологічної стійкості[35]. Встановлено, що накопичення органічної речовини у водоймах призводить до розвитку процесів евтрофікації, які супроводжуються масовим розвитком фітопланктону, зокрема синьо-зелених водоростей. Це, у свою чергу, спричиняє коливання кисневого режиму, особливо у нічний період, що може негативно впливати на життєдіяльність риб і навіть викликати їх загибель [4].

Важливим аспектом є також механічний та гідроморфологічний вплив рибогосподарської діяльності. Регулювання рівня води, очищення дна, облаштування гідротехнічних споруд та зміна берегової лінії можуть призводити до трансформації природних біотопів. Це, у свою чергу, впливає на структуру донних угруповань, умови нересту риб і загальне біорізноманіття водойми. Порушення природних умов існування може спричинити зменшення чисельності чутливих видів і домінування більш стійких до забруднення організмів [13]. Рибогосподарська діяльність може мати і позитивний вплив на екосистему водойм. Зокрема, впровадження полікультури риб дозволяє більш раціонально використовувати трофічні ресурси водойми та зменшувати надлишковий розвиток окремих груп організмів. Наприклад, рослиноїдні види риб (товстолоб, білий амур) здатні контролювати розвиток водоростей і вищої водної рослинності, що сприяє покращенню прозорості води та стабілізації екосистеми. Зариблення водойм, особливо інтродукція нових видів, може змінювати співвідношення між різними групами організмів, впливати на кормову базу та призводити до біологічного дисбалансу. Наприклад, інтенсивне розведення фітофагів, таких як товстолоб, може зменшувати біомасу фітопланктону, що в окремих випадках має позитивний ефект, але при надмірному зарибленні може порушувати природні ланцюги живлення. Поряд із негативними аспектами, рибогосподарська діяльність може виконувати і позитивну екологічну функцію[9]. Раціональне ведення рибництва, зокрема

застосування біомеліорації, сприяє покращенню якості води та стабілізації екосистем. Використання рослиноїдних видів риби дозволяє контролювати розвиток надлишкової водної рослинності та запобігати «цвітінню» води. Крім того, правильна організація рибогосподарських заходів (табл.4.1.) може сприяти підвищенню біологічної продуктивності водойм без суттєвого порушення їх екологічного стану.

Таблиця 4.1.

Основні фактори впливу рибогосподарської діяльності на водойми

| фактор впливу | прояв впливу | екологічні наслідки |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| використання кормів | надходження органічних речовин | евтрофікація, зниження прозорості |
| виділення продуктів життєдіяльності риби | зростання вмісту азоту і фосфору | порушення трофічного балансу |
| розкладання органіки | споживання кисню | гіпоксія, замори риби |
| гідротехнічні роботи | зміна дна і берегів | руйнування біотопів |
| зариблення | зміна видового складу | порушення екосистемної рівноваги |

Окрему увагу слід приділити гідрологічним умовам функціонування ставів, які значною мірою визначають ефективність рибогосподарської діяльності та її вплив на довкілля. Водообмін, джерела водопостачання та сезонні коливання температури впливають на перебіг фізико-хімічних процесів і здатність водойми до самоочищення. Зміни цих параметрів можуть як посилювати, так і зменшувати негативний вплив господарської діяльності [20;21;22;23].

Загальних закономірностей впливу рибогосподарської діяльності на гідроекологічний стан водойм, доцільно розглянути особливості цього впливу в умовах функціонування ставу ТОВ «Забір'я» [19]. Досліджуваний ставок використовується для ведення товарного рибництва, що передбачає вирощування основних промислових видів риби, зокрема коропа, товстолаба,

білого амура, а також хижих видів, таких як щука та судак. Така структура іхтіофауни відповідає принципам полікультури та сприяє більш повному використанню природної кормової бази водойми. Водночас вона формує певне антропогенне навантаження, яке проявляється через внесення кормів, накопичення продуктів життєдіяльності риб і зміну гідрохімічного режиму. У процесі господарської діяльності основним джерелом впливу є органічне навантаження, пов'язане з годівлею риби. Незважаючи на відносно раціональне використання кормів, певна їх частина не засвоюється та осідає на дні, що сприяє утворенню донних відкладів і активізації мікробіологічних процесів. Це, у свою чергу, може призводити до локального зниження вмісту розчиненого кисню, особливо у літній період, коли температура води підвищується. Разом із тим, проведені дослідження показують, що рівень органічного навантаження у ставі ТОВ «Забір'я» не є критичним і не викликає суттєвих порушень екологічної рівноваги. Показники якості води перебувають у межах допустимих значень, що свідчить про ефективність природних процесів самоочищення та відносно збалансований режим використання водойми.

Важливу роль у підтриманні стабільного стану екосистеми відіграє використання полікультури риб. Наявність рослиноїдних видів, таких як товстолоб і білий амур, сприяє регуляції біомаси фітопланктону та вищої водної рослинності, що запобігає надмірному розвитку водоростей і покращує прозорість води. Хижі види, у свою чергу, виконують регулюючу функцію щодо чисельності дрібних риб, підтримуючи трофічну рівновагу. Разом із позитивними аспектами, слід враховувати потенційні ризики, пов'язані з подальшою інтенсифікацією рибництва [12]. Зокрема, збільшення щільності посадки або обсягів годівлі може призвести до накопичення органічних речовин, погіршення кисневого режиму та розвитку евтрофікаційних процесів. Крім того, можливе замулення окремих ділянок ставу, що знижує його екологічну стійкість. Узагальнюючи результати наукових досліджень, можна зазначити, що рибогосподарська діяльність має двоїстий характер впливу на гідроекологічний стан водойм [35]. З одного боку, вона є джерелом органічного та біогенного

навантаження, що може призводити до погіршення якості води. З іншого боку, за умов раціонального ведення рибництва, зокрема оптимізації щільності посадки, контролю за годівлею та впровадження біомеліоративних заходів, можливе не лише збереження, а й покращення екологічного стану водойм.

4.2. Заходи щодо покращення якості води та екологічного стану ставів

Покращення якості води та екологічного стану ставів є важливою складовою раціонального використання водних ресурсів і забезпечення сталого функціонування водних екосистем. В умовах зростаючого антропогенного навантаження особливого значення набуває впровадження комплексу взаємопов'язаних заходів, спрямованих на зменшення надходження забруднюючих речовин, підвищення здатності водойм до самоочищення та оптимізацію умов існування гідробіонтів.

Одним із першочергових напрямів є обмеження надходження біогенних елементів до водойм. Надлишок сполук азоту та фосфору є основною причиною розвитку евтрофікації, яка супроводжується інтенсивним «цвітінням» води, зниженням прозорості та порушенням кисневого режиму. Зменшення біогенного навантаження досягається шляхом раціонального використання мінеральних добрив, створення прибережних захисних смуг і впровадження ефективних систем очищення стічних вод. Важливу роль у покращенні стану водойм відіграють гідротехнічні заходи, зокрема регулювання водообміну, періодичне оновлення води та видалення надлишкових донних відкладів. Замулення дна є одним із головних факторів вторинного забруднення, оскільки донні відклади акумулюють органічні речовини та сполуки біогенних елементів, які з часом можуть повторно надходити у воду [20;21;22;23]. Особливе місце серед заходів покращення екологічного стану ставів займає біомеліорація, яка є одним із найбільш ефективних і екологічно безпечних методів регулювання стану водних

екосистем. Біомеліорація передбачає цілеспрямоване використання живих організмів для оптимізації трофічних зв'язків, зниження рівня забруднення та покращення якості води.

Основним напрямом біомеліорації є впровадження полікультури риб, що дозволяє більш повно використовувати кормові ресурси водойми та зменшувати надлишковий розвиток окремих груп організмів. Зокрема, рослиноїдні види риб, такі як товстолоб і білий амур, відіграють важливу роль у регуляції біомаси фітопланктону та вищої водної рослинності. Товстолоб ефективно фільтрує воду, споживаючи фітопланктон, у тому числі синьо-зелені водорості, що сприяє зниженню інтенсивності «цвітіння» води. Білий амур, у свою чергу, контролює розвиток макрофітів, запобігаючи заростанню водойми. Крім риб, у біомеліорації використовуються інші гідробіоти, зокрема двостулкові моллюски, які виконують функцію природних фільтрів. Вони очищають воду від завислих часток, бактерій та мікроскопічних водоростей, що сприяє підвищенню прозорості води та покращенню її санітарного стану [28]. Компонентом біомеліорації є також використання вищої водної рослинності, яка виконує роль природного біофільтра. Макрофіти здатні активно поглинати біогенні елементи, стабілізувати донні відклади та створювати сприятливі умови для розвитку інших гідробіотів. Завдяки цьому знижується рівень евтрофікації та покращується загальний екологічний стан водойми [29]. Ефективність біомеліорації значною мірою залежить від правильного підбору видового складу організмів, їх кількісного співвідношення та врахування природних умов водойми. Недотримання цих принципів може призвести до порушення екологічної рівноваги, тому впровадження біомеліоративних заходів повинно базуватися на науково обґрунтованих підходах. Поряд із біологічними методами важливим є вдосконалення технологій рибогосподарської діяльності. Рациональне регулювання щільності посадки риби, контроль за якістю кормів та оптимізація режиму годівлі дозволяють зменшити органічне навантаження на водойму та запобігти погіршенню якості води [3].

Необхідною умовою підтримання сприятливого екологічного стану ставів є здійснення систематичного моніторингу (табл.4.2). Він включає контроль фізико-хімічних показників, оцінку біологічного стану водойми та аналіз динаміки змін, що дозволяє своєчасно реагувати на можливі негативні процеси та коригувати заходи управління.

Таблиця 4.2.

Основні заходи покращення якості води у ставках

| група заходів | основні дії | очікуваний ефект |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| організаційні | контроль джерел забруднення | зменшення антропогенного навантаження |
| гідротехнічні | очищення дна, регулювання водообміну | покращення гідрохімічного режиму |
| біомеліорація | полікультура, макрофіти, молюски | зниження евтрофікації, очищення води |
| рибогосподарські | оптимізація годівлі та щільності | зменшення органічного забруднення |
| моніторинг | систематичний контроль | стабілізація екосистеми |

У поєднанні з гідротехнічними, організаційними та технологічними заходами біомеліорація забезпечує стабілізацію екосистеми водойми, підвищення її продуктивності та збереження екологічної рівноваги.

З урахуванням загальних підходів до покращення якості води та екологічного стану ставів, а також результатів проведених досліджень, для ТОВ «Забір'я» [19] доцільно розробити та впровадити комплекс конкретних природоохоронних і технологічних заходів, спрямованих на підтримання стабільного функціонування водойми та запобігання можливим негативним змінам у її екосистемі. Доцільно забезпечити контроль за надходженням біогенних речовин у ставок. З огляду на можливий вплив сільськогосподарського стоку, рекомендується організувати прибережну захисну смугу з природною трав'янистою та чагарниковою рослинністю, яка виконуватиме функцію бар'єра для поверхневих вод і сприятиме затриманню

сполук азоту та фосфору. Такий підхід дозволить знизити ризик розвитку евтрофікаційних процесів і покращити загальний гідрохімічний режим водойми. Впровадження гідротехнічних заходів, спрямованих на покращення водообміну та зменшення накопичення донних відкладів. Рекомендується періодично проводити часткове очищення дна від надлишкового мулу, особливо у зонах із низькою проточністю. Це дозволить зменшити внутрішнє джерело забруднення та стабілізувати кисневий режим.

З метою підвищення екологічної стійкості водойми доцільно активніше застосовувати біомеліоративні заходи вказані в таблиці 4.3. Зокрема, рекомендується підтримувати оптимальну структуру полікультури риб із включенням рослинної дії, таких як товстолоб і білий амур. Вони сприяють зменшенню надлишкової біомаси фітопланктону та водної рослинності, що позитивно впливає на прозорість води та запобігає її «цвітінню». Додатково доцільно зберігати або частково відновлювати природні угруповання макрофітів у прибережній зоні, які виконують функцію біологічного фільтра. Удосконалення технологічних аспектів ведення рибництва. Рекомендується оптимізувати режими годівлі риби, зменшуючи кількість нез'їдених кормів, а також дотримуватися науково обґрунтованої щільності посадки.

Таблиця 4.3

**Рекомендовані заходи для покращення екологічного стану ставу ТОВ
«Забір'я»**

| напрямок заходів | конкретні дії | очікуваний ефект |
|------------------|---|------------------------------------|
| захист від стоку | створення прибережної захисної смуги | зменшення надходження біогенів |
| гідротехнічні | часткове очищення дна, покращення водообміну | зниження замулення |
| біомеліоративні | впровадження полікультури, використання рослинної дії риб | контроль «цвітіння» води |
| технологічні | оптимізація годівлі та щільності посадки | зменшення органічного навантаження |
| моніторинг | регулярний контроль якості води | своєчасне виявлення змін |

Отож, реалізація запропонованих заходів у ТОВ «Забір'я» сприятиме збереженню сприятливого екологічного стану водойми, підвищенню її біопродуктивності та забезпеченню ефективного і екологічно безпечного ведення рибогосподарської діяльності. Комплексне застосування організаційних, біологічних і технічних рішень дозволить мінімізувати негативний вплив на водне середовище та забезпечити його стабільне функціонування у довгостроковій перспективі.

4.3. Рекомендації щодо екологічно безпечного ведення товарного рибництва

Екологічно безпечне ведення товарного рибництва є важливою передумовою збереження якості водних ресурсів, підтримання біорізноманіття та забезпечення стабільної продуктивності водних екосистем. У сучасних умовах інтенсифікації аквакультури особливого значення набуває впровадження принципів раціонального природокористування, які передбачають мінімізацію негативного впливу на довкілля та оптимізацію технологічних процесів вирощування риби. Однією з ключових рекомендацій є дотримання оптимальної щільності посадки риби, що дозволяє уникнути надмірного навантаження на водну екосистему. Перенаселення ставів призводить до підвищеного споживання кисню, накопичення продуктів метаболізму та погіршення гідрохімічного режиму. Раціональне регулювання чисельності риби сприяє підтриманню стабільного екологічного стану водойми та зниженню ризику виникнення стресових умов для гідробіонтів [28].

Важливим аспектом є оптимізація годівлі риби. Використання високоякісних, збалансованих кормів із високим коефіцієнтом засвоюваності дозволяє зменшити кількість нез'їдених залишків і, відповідно, знизити рівень органічного забруднення води. Контроль норм і режиму годівлі сприяє ефективному використанню кормових ресурсів і запобігає накопиченню органічної речовини у водоймі [26]. Суттєве значення має впровадження

полікультури, яка передбачає спільне вирощування різних видів риби із різними трофічними нішами. Такий підхід дозволяє більш повно використовувати природну кормову базу водойми та зменшити надлишковий розвиток окремих груп організмів. Наприклад, поєднання рослиноїдних і хижих видів сприяє регуляції чисельності фітопланктону та зоопланктону, що позитивно впливає на екологічну рівновагу [17]. Однією з важливих умов екологічно безпечного рибництва є контроль за якістю води. Регулярний моніторинг фізико-хімічних показників, зокрема температури, вмісту розчиненого кисню, рН, концентрації азоту та фосфору, дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та вживати відповідних заходів. Систематичний екологічний контроль є основою ефективного управління водними екосистемами [20;21;22;23]. Не менш важливим є зменшення надходження забруднюючих речовин із зовнішніх джерел. Для цього доцільно створювати прибережні захисні смуги, які виконують функцію природного бар'єра та затримують забруднюючі речовини, що надходять із поверхневим стоком. Крім того, необхідно обмежувати скидання неочищених стічних вод і контролювати використання агрохімікатів на прилеглих територіях [28].

Застосування біомеліоративних заходів, які дозволяють природним шляхом покращити якість води. Використання рослиноїдних риби, молюсків-фільтраторів і вищої водної рослинності сприяє очищенню води від надлишкових біогенних елементів і завислих речовин. Біомеліорація забезпечує стабілізацію екосистеми та підвищує її стійкість до зовнішніх впливів [28;26;30;40]. Окрему увагу слід приділити організаційно-правовим аспектам ведення рибництва (таб. 4.4).

Таблиця 4.4

Рекомендації щодо екологічно безпечного ведення товарного рибництва

| напрямок | основні заходи | очікуваний результат |
|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
| організаційний | дотримання екологічних норм | зниження антропогенного впливу |

| | | |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| технологічний | контроль щільності та годівлі | зменшення органічного забруднення |
| біологічний | полікультура, біомеліорація | стабілізація екосистеми |
| гідрохімічний | моніторинг якості води | своєчасне реагування на зміни |
| природоохоронний | захисні смуги, очищення стоків | покращення якості води |

Екологічно безпечне ведення товарного рибництва передбачає комплексний підхід, що включає оптимізацію технологічних процесів, контроль за якістю води, впровадження біомеліоративних заходів і дотримання природоохоронних вимог. Реалізація зазначених рекомендацій сприятиме збереженню екологічної рівноваги водойм, підвищенню їх продуктивності та забезпеченню сталого розвитку рибогосподарської галузі [14].

З урахуванням отриманих результатів оцінки екологічного стану досліджуваного ставу та специфіки здійснення рибогосподарської діяльності, для ТОВ «Забір'я» доцільно впровадити низку практичних заходів, спрямованих на збереження сприятливого стану водного середовища та підвищення ефективності його використання. Передусім варто приділити увагу регулюванню щільності посадки риби з урахуванням природної кормової бази водойми та її гідрологічних особливостей. Оптимізація цього показника дає змогу запобігти перевантаженню екосистеми, зменшити накопичення органічних залишків і підтримувати належний кисневий баланс. Особливо це актуально при вирощуванні таких видів, як короп, товстолоб і білий амур, які відрізняються за типом живлення та екологічними потребами. Не менш важливим є вдосконалення підходів до годівлі риби. Рекомендується застосовувати якісні комбікорми з високим рівнем засвоюваності, а також дотримуватися раціональних норм і режимів годівлі з урахуванням температурних умов і біологічних особливостей вирощуваних видів. Це дозволить знизити кількість кормових залишків, які осідають на дно та сприяють накопиченню органічних речовин. З метою запобігання розвитку евтрофікаційних процесів доцільно обмежити надходження біогенних сполук із прилеглих територій. Доцільним є

створення або підтримання прибережної захисної смуги, сформованої природною рослинністю, яка виконуватиме роль природного фільтра і затримуватиме поверхневий стік. Крім того, необхідно здійснювати контроль за застосуванням мінеральних добрив у межах водозбірної площі. Для покращення гідроекологічного стану водойми доцільно ширше впроваджувати біомеліоративні підходи. Зокрема, підтримання збалансованої полікультури риб із включенням рослиноїдних видів (товстолоб, білий амур) сприятиме регулюванню розвитку фітопланктону та вищої водної рослинності. Це, у свою чергу, дозволить зменшити інтенсивність «цвітіння» води та покращити її прозорість. Окрім біологічних заходів, доцільним є періодичне проведення гідротехнічних робіт, зокрема часткового видалення надлишкових донних відкладів та забезпечення належного водообміну. Реалізація таких заходів сприятиме зменшенню вторинного забруднення та стабілізації гідрохімічних показників. Особливої уваги потребує організація системного екологічного контролю, який є ключовим інструментом управління якістю водного середовища та запобігання деградаційним процесам у водоймі. Ефективний моніторинг повинен мати регулярний і комплексний характер, охоплюючи як фізико-хімічні, так і біологічні показники. Доцільно здійснювати періодичні вимірювання температурного режиму, водневого показника (рН), вмісту розчиненого кисню, а також концентрацій біогенних елементів, зокрема сполук азоту та фосфору. Це дозволить своєчасно виявляти навіть незначні відхилення від нормативних значень та оперативно реагувати на можливі негативні зміни.

Доповнення до гідрохімічного контролю є систематичне спостереження за станом біологічних компонентів екосистеми. Аналіз видового складу та чисельності фітопланктону, зоопланктону і бентосу дає можливість оцінити рівень трофності водойми, ступінь її забруднення та загальну екологічну стабільність. Крім того, доцільно контролювати стан іхтіофауни, оскільки зміни у поведінці або чисельності риб можуть бути раннім індикатором погіршення умов середовища (таб. 4.5).

Таблиця 4.5

Рекомендована система екологічного моніторингу для ТОВ «Забір'я»

| показник | періодичність контролю | метод контролю | мета спостереження |
|--|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| температура води | щоденно (в теплий період) | термометрія | контроль умов існування риби |
| рН (кислотність) | від 2 до 4 рази на місяць | потенціометричний метод | оцінка кислотно-лужного балансу |
| розчинений кисень | від 2 до 3 рази на місяць | оксиметрія | запобігання кисневому дефіциту |
| азот (nh_4^+ , no_3^-) | від 1 до 2 рази на місяць | хімічний аналіз | контроль органічного забруднення |
| фосфати | від 1 до 2 рази на місяць | фотометричний метод | попередження евтрофікації |
| прозорість води | щотижнево | диск секкі | оцінка трофічного стану |
| фітопланктон | 1 раз на місяць | мікроскопічний аналіз | виявлення «цвітіння» води |
| зоопланктон | 1 раз на місяць | біологічний аналіз | оцінка кормової бази |
| бентос | від 1 до 2 рази на сезон | гідробіологічний відбір | оцінка стану дна |
| іхтіофауна | постійно (спостереження) | візуальний контроль | оцінка стану риби |

Організація моніторингу на підприємстві повинна передбачати не лише збір даних, а й їх систематизацію, аналіз та використання для прийняття управлінських рішень. Доцільно вести журнали спостережень або електронні бази даних, що дозволить відстежувати динаміку показників у часі та прогнозувати можливі зміни екологічного стану водойми. Впровадження запропонованих заходів у діяльність ТОВ «Забір'я» сприятиме підтриманню стабільного екологічного стану ставу, підвищенню його біологічної продуктивності та створенню сприятливих умов для ведення товарного рибництва з дотриманням екологічних вимог. Комплексний підхід до управління водним об'єктом, що поєднує контроль, профілактичні заходи та оптимізацію технологічних процесів, дозволить мінімізувати негативний вплив на довкілля та забезпечити довготривале функціонування екосистеми.

Упровадження такої системи моніторингу дозволить ТОВ «Забір'я» своєчасно виявляти негативні тенденції, оперативно реагувати на зміни якості води та ефективно управляти екологічним станом водойми.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи проведено комплексне дослідження екологічного стану ставу товарного рибного господарства та проаналізовано вплив природних і господарських чинників на функціонування його водної екосистеми.

1. На основі узагальнення теоретичних положень і результатів власних спостережень встановлено основні закономірності формування гідроекологічного стану водойми, а також визначено можливі шляхи його покращення та стабілізації.

2. У ході дослідження охарактеризовано сучасний стан ставкових екосистем і визначено ключові чинники, що впливають на якість водного середовища.

3. Доведено, що провідне значення у формуванні екологічної ситуації мають фізико-хімічні параметри води, рівень надходження біогенних речовин та стан біологічної складової екосистеми.

4. Аналіз гідрохімічних показників досліджуваного ставу засвідчив, що їх значення переважно знаходяться у межах допустимих нормативів, що вказує на загалом сприятливий стан водного об'єкта.

5. Оцінка трофічного статусу та біологічної структури водойми дозволила встановити, що екосистема ставу характеризується достатнім рівнем природної продуктивності та відносною екологічною рівновагою. Видовий склад гідробіонтів є типовим для подібних ставкових водойм і свідчить про наявність умов, придатних для нормального розвитку водних організмів. Водночас зафіксовано тенденцію до поступового накопичення біогенних елементів, що за несприятливих умов може стати передумовою розвитку процесів евтрофікації та погіршення кисневого режиму.

6. Розглянуто вплив рибогосподарської діяльності на стан водної екосистеми. Встановлено, що інтенсивне ведення рибництва має як позитивні, так і потенційно негативні наслідки. Зокрема, використання полікультури сприяє більш ефективному освоєнню природної кормової бази та певній стабілізації трофічних взаємозв'язків у водоймі. Водночас надходження штучних кормів і накопичення продуктів життєдіяльності риби створюють додаткове органічне навантаження, що може впливати на гідрохімічний режим.

7. За результатами проведених досліджень встановлено, що у ставі ТОВ «Забір'я» рівень антропогенного впливу є помірним і не призводить до істотного порушення природної рівноваги. Водойма зберігає задовільні показники якості води та характеризується здатністю до природного відновлення, саморегуляції та самоочищення, що є важливою умовою її подальшої експлуатації в рибогосподарських цілях.

8. Обґрунтовано основні напрями покращення екологічного стану ставів, серед яких особливе місце займають гідротехнічні, біологічні та організаційно-технологічні заходи. Окрему увагу приділено біомеліорації як дієвому способу регулювання екологічних процесів у водоймах. Показано, що впровадження полікультури, використання рослиноїдних видів риби та контроль розвитку вищої водної рослинності сприяють зменшенню рівня евтрофікації та покращенню загальної якості водного середовища.

9. Розроблені практичні рекомендації щодо екологічно безпечного ведення товарного рибництва для ТОВ «Забір'я» передбачають оптимізацію щільності посадки риби, вдосконалення системи годівлі, обмеження надходження надлишкових органічних речовин, а також впровадження регулярного екологічного моніторингу. Запропоновані заходи спрямовані на зниження антропогенного навантаження, підвищення екологічної стійкості

водойми та забезпечення її стабільного й ефективного використання у довгостроковій перспективі.

10. Підсумовуючи, слід зазначити, що раціональне управління ставковими екосистемами є визначальним чинником підтримання їх екологічної рівноваги, високої продуктивності та сталого функціонування в умовах сучасного рибного господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрющенко А. І., Вовк Н. І., Базаєва А. В. Технології виробництва риби в ставовій аквакультури та схеми основних ланок технологічних процесів : методичний посібник ля лабораторних занять та самостійної роботи студентів напряму підготовки 6.090201 - «Водні біоресурси та аквакультура». Київ : НУБіП, 2014. 275 с.
 2. Багдай Т. В., Панас Н. Є., Антоняк Г. Л., Бубис О. Є. Біомоніторинг екологічного стану природних водойм. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. 2016. Т. 18, № 1(65). Ч. 3. С. 190–194.
 3. Бедункова О. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод : монографія. Рівне : НУВГП, 2017. 198 с.
 4. Булейко А. А. Вплив живлення риб на якість рибопродукції в умовах забруднення водного середовища хімічними речовинами // *Ecology and Noospherology*. 2025. Т. 36, № 1. С. 45–52.
 5. Водний кодекс України (зі змінами та доповненнями протягом 2000–2017 рр.). <http://zakon5.rada.gov.ua>
 6. Гончарова О., Кутищев П. Науково-практичний аналіз стану природної кормової бази в ставках Південної України за умов трансформації абіотичних і біотичних факторів // 2023.
 7. Домбровський К. О., Єременко Т. С. Оцінка компонентів екосистеми ставка рибогосподарського призначення // *Екологічні науки*. 2023. № 6.с.29-43
 8. Карпова Г., Зуб Л., Мельничук В., Проців Г. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води. – Бережани, 2010. С. 32.
-

9. Ковальова І. В., Суходольська І. Л. Оцінка якості води річки Стубелка за показниками фітопланктону // *Український журнал природничих наук*. 2023. № 6. С. не зазначено.
 10. Коніщук В. В. Екологія водних екосистем : навчальний посібник. – Житомир : ЖНАЕУ, 2015. 240 с.
 11. Кравцова О. В., Шелюк Ю. С. Оцінка якості води ставків Центрального Полісся за структурно-функціональними показниками фітопланктону // *Український журнал природничих наук*. 2023. № 1. С. 5–18.
 12. Кравчинський Р. Л., Хільчевський В. К., Корчемлюк М. В., Стефурак О. М. Моніторинг природних водних джерел Карпатського національного природного парку / За ред. В. К. Хільчевського. Івано-Франківськ: Фоліант. 2019. С. 124.
 13. Некос А.Н., Максимов О.М., Шевчик К.В. Екологічна якість природних вод з міських джерел м. Харкова. Людина та довкілля. Проблеми неоекології, 2019. Вип. 31. С. 96-103.
 14. Петрук Р. В., Біліченко Ю. В. Оцінка впливу антропогенних чинників на стан водних об'єктів // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві* 2020 № 2.
 15. Порядок здійснення державного моніторингу вод / Затверджено постановою КМ України від 19.09.2018 р. № 758.
 16. Семенюк Н. Є. Екологічна якість води // *Український журнал природничих наук*. 2023. № 2. С. 45–56.
 17. ТОВ «Забір'я» (код ЄДРПОУ 00476665) : досьє компанії. URL: <https://maps.visicom.ua/c/30.22873,50.31648,15/f/STR3K0O0VFJJ?lang=uk>
 18. Хільчевський В. К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України: водотоки та водойми. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2021. № 1(59). С. 17-27.
-

19. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Сучасна гідрографічна характеристика ставків в Україні – регіональні і басейнові аспекти // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58).
20. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Особливості нормативного оцінювання якості води водних об'єктів для рекреаційних цілей в Україні // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2022. № 1. С 63.
21. Каталог компаній України 2025.
URL: <https://youcontrol.market/catalog/rybne-hospodarstvo/kyivska-oblast/zabiria-125770>
22. Щербак В. І., Семенюк Н. Ye., Давидов О. А., Козийчук Е. Sh. Особливості біотопних уподобань водоростей у водній товщі прісноводних екосистем різних типів // *Альгологія*. 2025. Т. 35, № 2. С. 104–127.
23. Щербак В. І., Семенюк Н. Ye., Давидов О. А., Козийчук Е. Sh. Планктонні та контурні водорості в українській ділянці річки Західного Бугу та її приток. Звіт 2. Просторова гетерогенність кількісних характеристик планктонних і контурних водоростевих спільнот // *Альгологія*. 2024. Т. 34, № 3.
24. Assessment of the environmental status of the water object by hydrochemical indicators Оцінювання екологічного стану водного об'єкта за гідрохімічними показниками // *Environmental Safety and Natural Resources*. 2022. № 1 (41). С. 18–30.
25. Boyd C. E., Tucker C. S. Pond Aquaculture Water Quality Management. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 1998. 700 p.
26. Deacon C., Samways M. J., Pryke J. S. Artificial reservoirs complement natural ponds to improve pondscape resilience in conservation corridors in a biodiversity hotspot // *Ecological Indicators*. 2020.
27. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing

Directive 76/160/EEC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006L0007>

28. Egan K. J., Herriges J. A., Kling C. L. Downing. J. A. Valuing Water Quality as a Function of Water Quality Measures. *American Journal of Agricultural Economics*. 2009. 91 (1). P. 106–123.

29. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. – Rome : FAO, 2020.

30. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. – Rome : FAO, 2022.

31. Hrytsenko O., et al. Ecological assessment of freshwater ecosystems

32. Ivanova N. O. Variability of suspended solids concentration in urban ponds and intervening river sections under the influence of external factors // *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 2025. № 2 (76).

33. Jeppesen E., Søndergaard M., Lauridsen T. L. et al. Ecological responses of lakes to eutrophication and restoration // *Hydrobiologia*. 2017.

34. Moss B. Water pollution by nutrients and freshwater ecosystem response // *Freshwater Biology*. 2018.

35. Smith V. H., Schindler D. W. Eutrophication science: where do we go from here? // *Limnology and Oceanography*. 2019.

36. Water Framework Directive (WFD). European Commission, 2020. URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en

37. Риби України
<https://vodamir.wordpress.com/%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B8/%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%B8/%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%B8-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8/>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

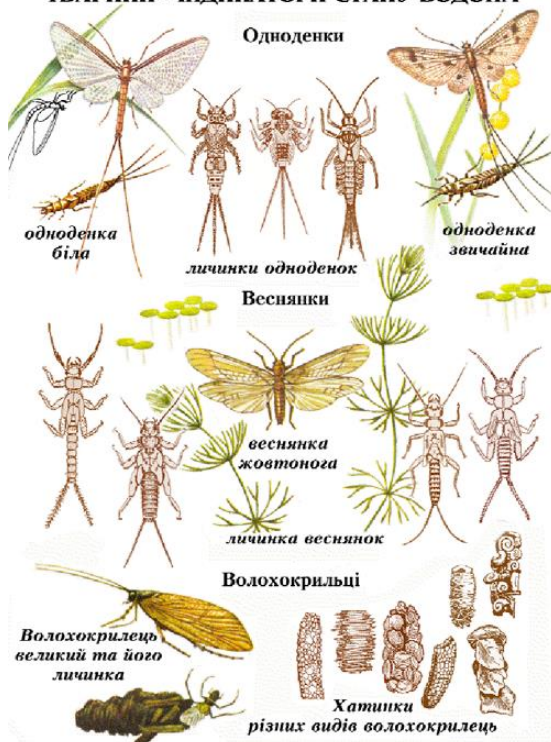
РОСЛИНИ - ІНДИКАТОРИ СТАНУ ВОДОЙМ



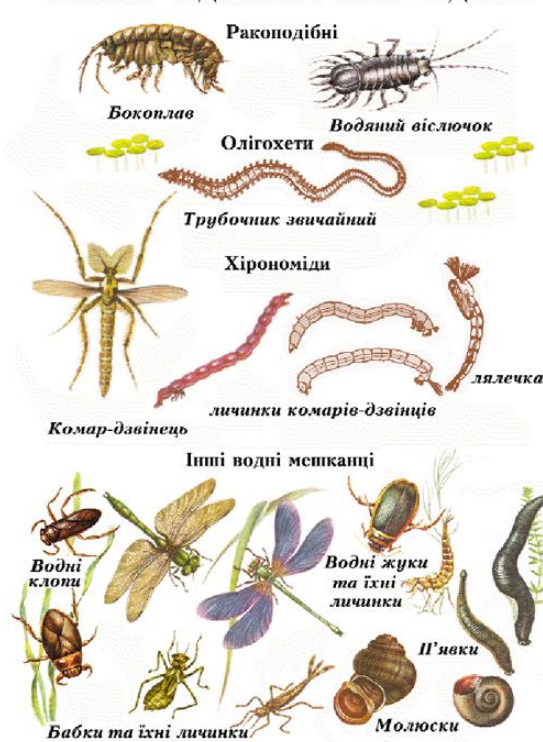
РОСЛИНИ - ІНДИКАТОРИ СТАНУ ВОДОЙМ



ТВАРИНИ - ІНДИКАТОРИ СТАНУ ВОДОЙМ



ТВАРИНИ - ІНДИКАТОРИ СТАНУ ВОДОЙМ



ДОДАТОК Б

**ТАБЛИЦЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ
ЗА ВОДНИМИ РОСЛИНАМИ**

| Види-індикатори | Загальна кількість присутніх видів | | |
|--|------------------------------------|------|-----|
| | < 5 | 6-10 | >11 |
| Молодильник озерний, фонтиналіс, хара | 10 | 9 | - |
| Комплекс дрібнолистяних рдесників (крім рд. гребінчастого) | 9 | 8 | 7 |
| Комплекс широколистяних рдесників (рд. пронизанолистий, блискучий, кучерявий), глечики, елодея канадська, стрілолист | - | 7 | 8 |
| Латаття, водопериця, водяний жовтець, рдесник гребінчастий | 4 | 5 | 6 |
| Тіпоріз, пухирник, жабурник | 3 | 4 | 5 |
| Кушир, ряски | ПП* < 50% | 2 | 3 |
| | ПП > 50% | 1 | 2 |
| Нитчасті водорості | 1 | 2 | - |

Якість води: 1-2 бали (червоний колір) - дуже брудна; 3-4 бали (оранжевий колір) - брудна; 5-6 бали (жовтий колір) - забруднена; 7-8 бали (зелений колір) - чиста; 9-10 (голубий колір) - дуже чиста.

Робота з таблицею: Для того, аби оцінити стан водойми, необхідно:

- 1) Порахувати, яка приблизна кількість усіх водних рослин зустрічається на водоймі, що ви оцінюєте (озеро, річка, ставок, тото). До уваги беруться усі види макрофітів, а не лише ті, що наведені у таблиці.
 - 2) Визначити які індикаторні (показові) групи макрофітів зустрічаються у водоймі. Пошук розпочинається з найчутливіших до забруднення груп організмів - молодильника, хари, водного моху фонтаналісу (перший рядок таблиці) чи дрібнолистяних рдесників (другий рядок). Якщо у водоймі присутні ці види, то роботу з таблицею ведемо лише за першими двома рядками таблиці, не звертаючи уваги на всі решта рядків та стовпчиків таблиці. Якщо вказаних видів у таблиці немає, шукайте у водоймі широколистяні рдесники, латаття жовте чи елодея і, в залежності від кількості видів макрофітів на водоймі, працюйте з третім рядком, наступною рештою. У разі відсутності цих видів, переходьте до наступного рядка і т.д.
 - 3) На перехресті рядків та стовпчиків у таблиці отримуєте значення біотичного індексу.
- Значення біотичного індексу** співставив з уживаними в Україні класами якості води.
- I** клас - дуже чиста (голубий колір), **II** клас - чиста (зелений колір), **III** клас - забруднена (жовтий колір), **IV** клас - брудна (оранжевий), **V** клас - дуже брудна (червоний колір).

**ТАБЛИЦЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗА
МАКРОЗООБЕНТОСОМ**

| Види-індикатори | Кількість видів-індикаторів | Загальна кількість присутніх груп | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----|------|-------|-------------|
| | | 0-1 | 2-5 | 6-10 | 11-15 | 16 і більше |
| Личинки веснянок | більше 1 виду | - | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | лише 1 вид | - | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Личинки одиоденок* | більше 1 виду | - | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | лише 1 вид | - | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Личинки волохокрильців | більше 1 виду | - | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | лише 1 вид | - | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Бокоплави | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Водяний віслючок | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Олігохети і (або) личинки хірономід | | 1 | 2 | 3 | 4 | - |
| Відсутні всі вищезгадані групи | | - | 1 | 2 | - | - |

* Крім виду *Beetis modesta*

Якість води: 1-2 бали (червоний колір) - дуже брудна; 3-4 бали (оранжевий колір) - брудна; 5-6 бали (жовтий колір) - забруднена; 7-8 бали (зелений колір) - чиста; 9-10 (голубий колір) - дуже чиста.

Робота з таблицею: Для того, аби оцінити стан водойми, необхідно:

- 1) Визначте, які індикаторні (показові) групи організмів зустрічаються у водоймі, що досліджується. Пошук розпочинають з найчутливіших до забруднення груп організмів - веснянок, далі - одиоденки, волохокрильців, тобто у тому порядку, як вони розташовані у таблиці зверху до низу. Якщо у водоймі, що досліджується, є личинки веснянок, то далі робота ведеться за першим чи другим рядком таблиці, решта ж рядків просто не береться до уваги. Якщо у пробі знайдено кілька видів веснянок, працюємо з першим рядком таблиці, якщо ж лише один - з другим. Якщо веснянок у вашій пробі немає, шукають личинок одиоденки. Якщо вони є, то, залежно від кількості видів цих безхребетних, працюємо, відповідно, з третім і четвертим рядками таблиці, наступною рештою. У разі їхньої відсутності шукаємо личинки волохокрильців і т.д.
 - 2) Наступним кроком є оцінка різноманітності бентосних організмів у водоймі (пробі), для чого визначається кількість "груп" бентосних організмів у пробі (у групу приймається будь-який вид, що наведений у даній таблиці).
 - 3) На перехресті рядків і стовпчиків у таблиці отримуємо значення біотичного індексу.
- Значення біотичного індексу** співставив з уживаними в Україні класами якості води.
- I** клас - дуже чиста (голубий колір), **II** клас - чиста (зелений колір), **III** клас - забруднена (жовтий колір), **IV** клас - брудна (оранжевий), **V** клас - дуже брудна (червоний колір).