

**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 «Вплив альтернативних добрив на рибопродуктивність ставів»**

Спеціальність        207 Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма    Водні біоресурси та аквакультура

**Гарант освітньої програми**

к.с-г.н, доцент

\_\_\_\_\_ **Меланія ХИЖНЯК**

**Керівник кваліфікаційної**

**бакалаврської роботи**

к. с-г.н, старший викладач

\_\_\_\_\_ **Неля САВЕНКО**

**Виконав**

\_\_\_\_\_ **Олександр БАРАНЕЦЬ**

**КИЇВ – 2026**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет тваринництва та водних біоресурсів**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувачка кафедри  
гідробіології та іхтіології

д.б.н., доцент

\_\_\_\_\_ Наталія РУДИК-ЛЕУСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту  
БАРАНЦЮ ОЛЕКСАНДРУ ВОЛОДИМИРОВИЧУ**

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура»

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Вплив альтернативних добрив на рибопродуктивність ставів»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» жовтня 2025р. №2603 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 2026. 05.10

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: літературні джерела, а також матеріали рибоводних розрахунків.

Перелік питань, які потрібно розробити: дослідити основні показники гідрохімічного режиму дослідних ставів; визначити стан природної кормової бази; зробити аналіз рибоводних результатів та здійснити розрахунок економічної ефективності використання нетрадиційного добрива.

Дата видачі завдання

«01» листопада 2025 р.

Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи

)

\_\_\_\_\_ **Неля САВЕНКО**

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ **Олександр БАРАНЕЦЬ**

## РЕФЕРАТ

Баранець О. «Вплив альтернативних добрив на рибопродуктивність ставів». Випускна робота викладена на 58 сторінках, містить 4 таблиці, список використаної літератури нараховує 49 джерел.

Мета роботи полягала у дослідженні впливу пивної дробини як альтернативного добрива на продуктивність ставів.

Об'єкт досліджень – фітопланктон, зоопланктон, зообентос, цьоголітки коропа.

Показники основних компонентів природної кормової бази, а особливо зоопланктону та зообентосу були вищими при використанні пивної дробини яка використовувалася у якості добрива. Фітопланктон ставів був представлений п'ятьма систематичними відділами. Провідну роль у кількісному розвитку зоопланктону ставів відігравали гіллястоусі і веслоногі ракоподібні.

Зообентос ставів представлений в основному личинками хірономід. Вищими показниками розвитку зообентосу як і зоопланктону характеризувався став із внесенням пивної дробини.

Рибопродуктивність коропа у ставу у ставі з внесенням пивної дробини була вищою ніж у контролі і складала 1053 кг/га, при середній масі цьоголіток 35,1 г і виживаності 37,5 %, проти контрольного ставу де рибопродуктивність була на рівні 780 кг/га, при середній масі цьоголіток 30,0 г і виживаності 32,5 %.

Також у ставі з використанням пивної дробини як альтернативного добрива дохід приреалізації рибопосадкового матеріалу був у 1,35 вищим ніж в контролі.

**ПИВНА ДРОБИНА, ФІТОПЛАНКТОН, ЗООПЛАНКТОН, ЗООБЕНТОС, ЦЬОГОЛІТКИ КРОПА, РИБОПРОДУКТИВНІСТЬ.**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ІНТЕНСИФІКАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ... (огляд літератури).....	6
1.1. Основні принципи функціонування водних екосистем.....	6
1.2. Наукові засади інтенсифікаційних процесів у водних екосистемах ...	9
1.3. Потенційні екологічні ризики застосування інтенсифікаційних заходів	11
1.4. Функціонування механізмів самоочищення у водоймах .....	13
1.5. Адаптивні реакції гідробіонтів на інтенсифікаційний вплив у водних екосистемах.....	16
1.6. Екологічні аспекти технологій вирощування риби .....	22
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
2.1. Матеріали та методична схема досліджень.....	25
2.2. Методика комплексного дослідження стану ставових водойм.....	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
3.1. Екологічні умови та гідробіологічний режим ставів .....	33
3.2. Рибоводні результати досліджень та економічна ефективність .....	45
ВИСНОВКИ .....	53
Список використаних джерел.....	54

## ВСТУП

Актуальність дослідження зумовлена зниженням рибопродуктивності внутрішніх водойм та скороченням обсягів виробництва риби і рибної продукції, що обумовлює необхідність наукового обґрунтування шляхів стабілізації та відновлення рибних запасів, а також створення умов для їх природного відтворення. У сучасних умовах розвитку суспільства спостерігається тенденція до оптимізації виробничих процесів і зменшення фінансових витрат, що є особливо актуальним для галузі рибного господарства. У зв'язку з цим рибницькі господарства України дедалі частіше впроваджують технології, орієнтовані на максимальне використання природної кормової бази у живленні риб. Це зумовлює необхідність детального вивчення структури та функціонування її основних компонентів – бактеріо-, фіто- та зоопланктону [1].

Вивчення розвитку природної кормової бази дає змогу оцінити біологічну продуктивність водойм і рівень їх кормності, що має важливе значення для ефективного ведення рибництва. Продуктивність визначається здатністю водойми забезпечувати відтворення організмів у межах біоценозів та екосистем. Однією з ключових умов успішного вирощування риби є достатня забезпеченість природними кормами, які є джерелом необхідних поживних речовин, що не завжди можуть бути повністю компенсовані навіть високоякісними комбікормами. Недостатній розвиток природної кормової бази призводить до підвищення витрат штучних кормів, уповільнення росту риб і зниження загальної рибопродуктивності. Натомість збільшення частки природної їжі в раціоні сприяє інтенсифікації росту риб та підвищенню їх стійкості до захворювань [2].

# РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ІНТЕНСИФІКАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

## 1.1 Основні принципи функціонування водних екосистем

Водні екосистеми являють собою складно організовані багаторівневі природні системи, у яких взаємодіють живі організми та абіотичні компоненти середовища, забезпечуючи безперервний кругообіг речовин, потік енергії та передачу інформації між усіма складовими [14].

Водні екосистеми є невід'ємною складовою біосфери та включають як природні, так і штучно створені водні об'єкти: океани, моря, річки, озера, водосховища, ставки, болота, лимани, лагуни, канали та інші гідросистеми. Їх формування відбувається під впливом комплексу фізичних, хімічних і біологічних факторів, які визначають умови існування гідробіонтів і особливості функціонування біоценозів. Структура водних екосистем має ієрархічний характер – від глобальних систем Світового океану до окремих водойм і локальних мікросередовищ, що формуються у прибережних, донних або поверхневих зонах. Усі ці рівні взаємопов'язані потоками речовини та енергії, утворюючи єдину інтегровану систему, яка забезпечує підтримання екологічної рівноваги [1, 42].

Кожна водна екосистема функціонує як відкрита природна система, здатна до часткового саморегулювання, але водночас дуже чутлива до впливу зовнішніх чинників, як природних, так і антропогенних. Її абіотична складова охоплює водне середовище з розчиненими та завислими речовинами, донні відклади, мінеральні елементи, а також газовий і температурний режими разом з іншими фізико-хімічними параметрами, які визначають умови існування організмів і перебіг екологічних процесів.

Біотична складова водних екосистем представлена продуцентами (фітопланктон і макрофіти), консументами (зоопланктон, зообентос, риби) та редуцентами (бактерії й інші мікроорганізми), які забезпечують розклад органічної речовини та повернення поживних елементів у кругообіг. Взаємодія

цих організмів визначає рівень біопродуктивності водойми, її трофічний стан і здатність до самоочищення [17, 19].

Водні екосистеми характеризуються високою динамічністю, що проявляється у сезонних змінах фізико-хімічних і біологічних показників. Температура, освітленість, надходження біогенних речовин і гідрологічний режим суттєво впливають на розвиток гідробіонтів та інтенсивність продукційних процесів. Однією з головних характеристик водойм є їх біологічна продуктивність, яка визначає здатність екосистеми утворювати органічну речовину та підтримувати існування різних трофічних рівнів. Її рівень значною мірою залежить від стану природної кормової бази, сформованої мікроорганізмами, фітопланктоном, зоопланктоном і донними організмами.

Таким чином, водні екосистеми є складними та взаємопов'язаними системами, функціонування яких залежить від рівноваги між біотичними та абіотичними компонентами. Порушення цієї рівноваги під впливом антропогенних факторів або надмірної інтенсифікації може негативно впливати на екологічний стан водойм і їх продуктивність [23, 28].

Суттєвий вплив на водні екосистеми має господарська діяльність людини. Будівництво гідротехнічних споруд, регулювання стоку, інтенсифікація аквакультури та зростання обсягів водокористування змінюють природний гідрологічний режим, порушують біогеохімічні процеси та сприяють накопиченню забруднювальних речовин, що може призводити до деградації водних біоценозів і зниження екологічної стійкості водойм [3].

У сучасних умовах інтенсифікація господарської діяльності, зокрема розвиток рибництва, застосування добрив, меліоративні заходи та використання біостимуляторів, суттєво трансформують природні властивості водних екосистем. Такі зміни часто супроводжуються посиленням процесів евтрофікації, зниженням прозорості води, порушенням кисневого режиму та зменшенням біорізноманіття. Надлишкове надходження органічних і мінеральних речовин стимулює масовий розвиток фітопланктону, зокрема синьо-зелених водоростей, що призводить до «цвітіння» води та формування

гіпоксичних або навіть анаеробних умов. У таких умовах відбувається спрощення трофічних зв'язків, витіснення чутливих видів і домінування екологічно пластичних організмів, здатних існувати в умовах підвищеного забруднення [4, 5].

Порушення природних механізмів самоочищення є ще одним важливим наслідком антропогенного впливу. Зниження активності мікробіологічних процесів, зміни у структурі бактеріальних угруповань і накопичення органічних речовин у донних відкладах призводять до зростання тривалості перебування забруднювачів у водному середовищі. Це ускладнює відновлення екосистем навіть після зменшення зовнішнього навантаження та сприяє формуванню довготривалих деградаційних процесів.

Водні екосистеми виконують низку життєво важливих функцій у межах біосфери. Вони беруть участь у глобальному кругообігу речовин, регулюють кліматичні та мікрокліматичні умови, забезпечують середовище існування для численних видів організмів і виконують функцію природного очищення води. Завдяки своїй здатності до акумуляції, трансформації та депонування речовин вони відіграють ключову роль у підтриманні екологічної рівноваги. Порушення цих функцій під впливом надмірного антропогенного навантаження має кумулятивний характер і може проявлятися не лише на локальному, а й на регіональному та глобальному рівнях [6].

Оцінка екологічного стану водних екосистем потребує застосування комплексного підходу, який враховує як природні характеристики водойм, так і масштаби антропогенного та техногенного впливу. Такий підхід передбачає інтеграцію гідрохімічних, гідробіологічних, мікробіологічних, токсикологічних і ландшафтно-екологічних методів дослідження. Використання біоіндикаційних показників, зокрема мікробіологічних характеристик, дозволяє виявити ранні ознаки деградації екосистем і оцінити ефективність процесів самоочищення. Лише поєднання різних методичних підходів дає можливість сформулювати об'єктивну оцінку стану водойм, визначити рівень їх екологічної стійкості та обґрунтувати заходи з відновлення природної рівноваги [7].

## 1.2. Наукові засади інтенсифікаційних процесів у водних екосистемах

Інтенсифікаційні заходи у сфері водокористування являють собою комплекс технологічних, організаційних і біотехнічних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності водних об'єктів і ефективності їх господарського використання. Вони широко застосовуються в аквакультурі, сільському господарстві, системах зрошення, енергетиці та технічному водопостачанні. Основною метою інтенсифікації є забезпечення керованого, стабільного та економічно доцільного використання водних ресурсів із максимальною віддачею, водночас із збереженням екологічної рівноваги.

У рибному господарстві інтенсифікація передбачає активне регулювання природних процесів із метою підвищення біопродуктивності водойм. До таких заходів належать штучне зариблення, використання комбікормів, контроль гідрохімічних показників, оптимізація температурного та гідрологічного режимів, а також застосування аераційних систем для підтримання належного рівня розчиненого кисню. Такі підходи дозволяють суттєво збільшити рибопродуктивність, однак водночас підвищують навантаження на екосистему, що потребує постійного екологічного контролю. У сільському господарстві інтенсифікація пов'язана з використанням води для зрошення, а також внесенням добрив і агрохімікатів, які через поверхневий стік можуть потрапляти у водойми та змінювати їх гідрохімічний і біологічний стан [8].

Важливим напрямом інтенсифікації є меліорація, яка охоплює систему заходів, спрямованих на регулювання водного режиму територій і покращення стану водних об'єктів. Сучасна меліорація базується на поєднанні гідротехнічних, біологічних та організаційних підходів, що враховують екологічні вимоги до збереження природних біотопів і підтримання біорізноманіття. Осушення заболочених територій, регулювання течій, очищення водойм від надлишкових донних відкладів і відновлення прибережної рослинності сприяють покращенню фізико-хімічних властивостей води та відновленню екосистемних функцій. Особливо актуальною меліорація є в

регіонах із високим антропогенним навантаженням, де вона дозволяє стримувати процеси евтрофікації, зменшувати замулення та підтримувати водообмін, підвищуючи стійкість водних екосистем до деградації.

Суттєвим інструментом інтенсифікації є застосування органічних і мінеральних добрив, які використовуються для стимулювання первинної продукції водойм. Внесення поживних речовин сприяє розвитку фітопланктону, що формує кормову базу для зоопланктону і, відповідно, для риб. Однак надмірне або неконтрольоване використання добрив призводить до евтрофікації — процесу надлишкового накопичення сполук азоту і фосфору у воді. Це викликає масове «цвітіння» води, інтенсивне споживання кисню та формування гіпоксичних або анаеробних умов, небезпечних для більшості гідробіонтів. У результаті знижується біорізноманіття, порушуються трофічні зв'язки, а водойми поступово втрачають здатність до природного самоочищення [9] .

Одним із ключових інтенсифікаційних заходів у рибному господарстві є аерація водойм – процес штучного насичення води киснем. Аерація сприяє підтриманню оптимального кисневого режиму, необхідного для життєдіяльності риб, безхребетних і мікроорганізмів, а також активізації процесів мінералізації органічної речовини. Використання аераційних установок дозволяє запобігати розвитку гіпоксії, яка часто виникає в умовах високих температур або інтенсивного розвитку фітопланктону.

Отже, інтенсифікаційні заходи, включаючи аерацію, є важливим інструментом підвищення ефективності використання водних ресурсів і збільшення рибопродуктивності. Проте їх застосування повинно базуватися на чіткому науковому обґрунтуванні, врахуванні гідрологічних, гідрохімічних і біологічних особливостей конкретної водойми, а також на систематичному екологічному моніторингу. Важливо забезпечити оптимальний баланс між стимулюванням продукційних процесів і збереженням природних механізмів саморегуляції екосистем [10, 11] .

### **1.3. Потенційні екологічні ризики застосування інтенсифікаційних заходів**

Поняття інтенсифікації використання водних ресурсів, незважаючи на її беззаперечну економічну вигоду та практичну доцільність, супроводжується низкою екологічних загроз, які можуть істотно порушувати природну рівновагу водних екосистем. Такі ризики виникають унаслідок активного втручання людини в природні біогеохімічні цикли, що за нормальних умов функціонують як саморегульовані механізми. Порушення цих процесів часто має тривалий і накопичувальний характер, що значно ускладнює відновлення екологічної стабільності водойм і їх здатності до самовідновлення.

Одним із найбільш поширених негативних наслідків інтенсифікації є евтрофікація, тобто надмірне збагачення води поживними речовинами, передусім сполуками азоту та фосфору. Основними джерелами цих елементів є мінеральні добрива, органічні відходи, а також поверхневий стік із сільськогосподарських територій. У результаті відбувається бурхливий розвиток фітопланктону, особливо ціанобактерій, що спричиняє явище «цвітіння» води. Це супроводжується зниженням прозорості, порушенням світлового режиму та різкими коливаннями концентрації розчиненого кисню. У нічний час або в процесі розкладання відмерлої органічної маси виникає дефіцит кисню, що призводить до розвитку гіпоксичних або навіть анаеробних умов, небезпечних для більшості водних організмів [12].

Не менш важливою проблемою є погіршення гідрохімічного стану водойм. Надмірне використання кормів у рибницьких господарствах, накопичення продуктів життєдіяльності гідробіонтів, а також надходження агрохімікатів спричиняють зростання органічного навантаження. Це стимулює активний розвиток мікроорганізмів-деструкторів, які споживають значні обсяги кисню. У таких умовах посилюються анаеробні процеси розкладання органічної речовини, що супроводжуються утворенням токсичних сполук, зокрема аміаку, сірководню та метану. Їх накопичення негативно впливає на риб та інші компоненти біоценозу, знижуючи загальну продуктивність екосистеми [13].

Окрему категорію екологічних ризиків становлять технічні заходи інтенсифікації, такі як аерація, регулювання рівня води та різноманітні гідротехнічні втручання. Хоча аерація спрямована на покращення кисневого режиму, її надмірне або неправильно організоване застосування може порушувати природну стратифікацію водної товщі. Унаслідок цього відбувається перемішування шарів води з різними температурними та хімічними характеристиками, що негативно впливає на організми, пристосовані до певних умов існування. Крім того, підняття донних відкладів у товщу води сприяє вторинному забрудненню через вивільнення накопичених токсичних речовин і біогенних елементів [26].

Зміни водного режиму, зокрема різкі коливання рівня води, часто призводять до деградації прибережних екосистем. Саме ці зони є важливими для нересту риби, природної фільтрації води та підтримання біорізноманіття. Їх осушення або, навпаки, надмірне затоплення спричиняє втрату цінних біотопів, що негативно позначається на відтворенні гідробіонтів і стабільності трофічних зв'язків у водоймі.

Інтенсифікаційні процеси також суттєво впливають на структуру біоценозів. Під дією антропогенних факторів змінюється видовий склад організмів: скорочується чисельність чутливих до забруднення видів і зростає частка більш стійких, евритолерантних форм. Це призводить до спрощення трофічної структури екосистем, зменшення їх функціонального різноманіття та зниження здатності протистояти зовнішнім впливам. У довготривалій перспективі такі зміни можуть набувати незворотного характеру [25].

Додатковим важливим аспектом є вплив інтенсифікації на мікробіологічні процеси у водному середовищі. Збільшення органічного навантаження стимулює розвиток сапрофітної та гетеротрофної мікрофлори, що змінює напрям біогеохімічних процесів у водоймах. У результаті водойми можуть переходити до більш високих ступенів сапробності, що супроводжується погіршенням якості води та зниженням її придатності для існування багатьох видів риби, особливо на ранніх стадіях їх розвитку [21].

Водночас слід зазначити, що екологічні ризики інтенсифікації значною мірою залежать від рівня її контролю та наукового обґрунтування. У разі раціонального підходу ці заходи можуть бути ефективним інструментом підвищення продуктивності без суттєвого порушення екологічної рівноваги. Саме тому ключового значення набуває впровадження систем екологічного моніторингу, які дозволяють своєчасно виявляти негативні зміни та коригувати управлінські рішення [44].

Світовий досвід демонструє, що ефективне поєднання інтенсифікації та екологічної безпеки можливе лише за умов дотримання принципів сталого розвитку. У країнах Європейського Союзу використання водних ресурсів регулюється відповідно до концепції «доброго екологічного стану», яка передбачає обмеження антропогенного навантаження та збереження природних характеристик водойм. Контроль за вмістом біогенних елементів, очищення стічних вод і обмеження застосування агрохімікатів є обов'язковими складовими екологічної політики [43].

Таким чином, інтенсифікація водокористування є неоднозначним процесом, який поєднує економічні переваги з потенційними екологічними загрозами. Її ефективність і безпечність визначаються рівнем наукового обґрунтування, системністю підходів до управління та здатністю враховувати екологічні обмеження. Лише за умов інтеграції технологічних і природоохоронних рішень можливе забезпечення сталого функціонування водних екосистем і збереження їхнього ресурсного потенціалу [45].

#### **1.4. Функціонування механізмів самоочищення у водоймах**

Самоочищення водойм є складним і багатокомпонентним процесом, що включає взаємодію фізичних, хімічних і біологічних механізмів, завдяки яким водна екосистема здатна природним шляхом зменшувати рівень забруднення без стороннього втручання. Завдяки цим процесам підтримується екологічна рівновага та стабільність гідробіоценозів навіть за умов постійного надходження

органічних і мінеральних речовин. До основних природних механізмів самоочищення належать осадження завислих частинок, поглинання розчинених сполук донними відкладами, біохімічне окиснення органічної речовини, а також її трансформація і використання мікроорганізмами. У водоймах із середньою глибиною близько 2–3 м, за сприятливого температурного режиму та достатньої аерації, інтенсивність цих процесів дозволяє зменшити концентрацію органічних забруднювачів приблизно на 40–60 % упродовж 10–15 діб, що свідчить про високу ефективність природних механізмів регуляції якості води [40, 41]

Важливе значення у процесах самоочищення має гідродинамічний режим водойми. Перемішування водних мас під впливом вітру або течії сприяє насиченню води киснем і рівномірному розподілу розчинених речовин у товщі води. Посилення турбулентності стимулює активність аеробних мікроорганізмів, які беруть участь у розкладанні органічних сполук. У проточних водоймах, зокрема річках зі швидкістю течії понад 0,2 м/с, процеси самоочищення відбуваються значно інтенсивніше, ніж у стоячих водах. Натомість у ставках і водосховищах із слабкою циркуляцією часто формуються застійні зони, де виникають анаеробні умови та накопичуються токсичні продукти розкладу органічної речовини.

Біологічний компонент самоочищення відіграє не менш важливу роль і охоплює широкий спектр організмів – від мікроорганізмів до вищих водних рослин. Фітопланктон і макрофіти активно засвоюють біогенні елементи, зокрема сполуки азоту та фосфору, використовуючи їх для росту і розвитку, що сприяє зменшенню їх концентрації у воді. Завдяки цьому обмежується розвиток небажаних процесів, зокрема евтрофікації. Вища водна рослинність, така як очерет, рдесники чи елодея, виконує функцію природного біофільтра, накопичуючи значні обсяги поживних речовин. Зоопланктон, у свою чергу, контролює чисельність фітопланктону, споживаючи мікрородорості та підтримуючи рівновагу в трофічних взаємозв'язках [38,39].

Центральне місце у процесах самоочищення займають мікробіологічні механізми. Гетеротрофні бактерії розкладають органічні речовини до простіших

сполук, використовуючи їх як джерело енергії. У процесі аеробного окиснення утворюються вуглекислий газ, вода та мінеральні речовини, які знову включаються в біогеохімічні цикли. У разі дефіциту кисню активізуються анаеробні процеси, що супроводжуються утворенням аміаку, сірководню та метану, які мають токсичний вплив на більшість водних організмів. Таким чином, рівень забезпеченості киснем є визначальним чинником, що впливає на напрям і ефективність процесів самоочищення.

Взаємодія між водною товщею та донними відкладами також є важливим елементом функціонування водної екосистеми. Донні осади виконують роль накопичувача органічної речовини та одночасно виступають зоною активних біохімічних перетворень. За стабільних температурних умов (близько 18–22 °С) посилюється діяльність редуцентів, які забезпечують мінералізацію органічних залишків і повернення поживних елементів у кругообіг. Однак надмірне накопичення органіки призводить до утворення потужного шару мулу, де переважають анаеробні процеси, що супроводжуються виділенням токсичних газів і зниженням вмісту кисню у придонних шарах води, погіршуючи загальний екологічний стан водойми [36, 37].

Ефективність самоочищення значною мірою залежить від співвідношення між надходженням забруднювальних речовин і здатністю екосистеми до їх переробки. Якщо антропогенне навантаження перевищує природний потенціал водойми, відбувається порушення рівноваги, що проявляється у погіршенні якості води, зниженні біорізноманіття та деградації біоценозів. У таких умовах навіть активні біологічні процеси не здатні компенсувати надлишкове забруднення.

Слід також враховувати сезонну динаміку процесів самоочищення. У теплий період року інтенсивність біологічних і хімічних процесів значно зростає, тоді як у зимовий період через зниження температури та обмеження газообміну ефективність самоочищення зменшується. Особливо критичними є умови льодоставу, коли можливе різке падіння концентрації кисню і розвиток заморних явищ.

Отже, самоочищення водойм є складним і багатокomпонентним процесом, який забезпечує природну регуляцію якості водного середовища. Його ефективність визначається сукупністю гідрофізичних, гідрохімічних і біологічних чинників, а також рівнем антропогенного навантаження. Збереження здатності водойм до самоочищення є ключовою умовою їх екологічної стійкості та раціонального використання у господарській діяльності [31, 32].

### **1.5. Адаптивні реакції гідробіонтів на інтенсифікаційний вплив у водних екосистемах**

Під впливом підвищеного органічного навантаження, яке зазвичай супроводжує інтенсифікацію аквакультури та збільшення щільності посадки риби, у водоймах спостерігається суттєве зростання біомаси фітопланктону та бактеріопланктону, що свідчить про активізацію процесів первинної та вторинної продукції. У короткостроковій перспективі це може сприяти підвищенню кормової бази та стимулювати приріст біомаси гідробіонтів, однак за надмірного накопичення біогенних елементів така тенденція переходить у стадію екологічного перенавантаження. Надлишкове збагачення води сполуками азоту і фосфору призводить до розвитку евтрофікації, яка є однією з найбільш поширених форм деградації водних екосистем у сучасних умовах. При концентрації загального фосфору понад 0,2 мг/л і нітратів вище 3–4 мг/л формується інтенсивне “цвітіння” води, що супроводжується домінуванням ціанобактерій і зниженням прозорості водного середовища. У нічний період, коли фотосинтетична активність припиняється, відбувається різке споживання кисню, внаслідок чого його концентрація може знижуватися до 2–3 мг/л, створюючи критичні умови для існування чутливих видів риби та безхребетних [16, 20, 24].

Водні організми, зокрема риби, реагують на зміну умов середовища комплексом поведінкових і фізіологічних механізмів, спрямованих на

підтримання внутрішньої рівноваги організму в стресових ситуаціях. Наприклад, при зниженні вмісту розчиненого кисню у воді нижче 4 мг/л у ставових господарствах спостерігається характерна поведінка — риба піднімається до поверхневих шарів води, де газообмін відбувається інтенсивніше, а також суттєво зменшує рухову активність. Паралельно з цим відбувається пригнічення обміну речовин, що безпосередньо позначається на темпах росту, засвоєнні корму та загальному фізіологічному стані організму. Водночас за оптимальних умов, коли концентрація кисню становить 6–8 мг/л, а температура води перебуває в межах 20–24 °С, фізіологічні процеси у риб активізуються, що забезпечує інтенсивніше нарощування біомаси, зокрема збільшення приросту білка на 15–25 %. Це особливо характерно для таких видів, як короп і товстолоб, що підкреслює ключову роль стабільного гідрохімічного режиму для ефективного ведення аквакультури.

Зміни трофічного стану водойми також суттєво впливають на донні угруповання організмів, які є важливою складовою екосистеми та беруть участь у процесах трансформації органічної речовини. Зростання вмісту органіки у донних відкладах стимулює розвиток сапробних форм, зокрема личинок хірономід, тубіфіцид та інших олігохет, які добре пристосовані до умов дефіциту кисню. Водночас більш чутливі до якості води організми, такі як гамаруси або двостулкові молюски родини Unionidae, поступово витісняються або різко скорочують свою чисельність. Це має негативні наслідки для функціонування екосистеми, оскільки такі молюски виконують важливу роль біофільтраторів, очищаючи значні об'єми води та підтримуючи її прозорість. Втрата цих організмів знижує здатність водойми до природного самоочищення та сприяє накопиченню органічних забруднень [15, 18, 27].

Вищі водні рослини (макрофіти) також активно реагують на зміну умов середовища, особливо на підвищення концентрації біогенних елементів. Надлишок азоту та фосфору стимулює масовий розвиток таких рослин, як елодея, рдесники та очерет, що в денний період може позитивно впливати на кисневий режим завдяки інтенсивному фотосинтезу. Однак надмірне

розростання рослинності призводить до уповільнення водообміну, накопичення завислих часток і прискореного замулення водойми. З часом такі ділянки перетворюються на застійні зони з дефіцитом кисню, особливо у придонних шарах, що негативно впливає на більшість гідробіонтів і сприяє розвитку анаеробних процесів [33].

У цілому реакція гідробіонтів на інтенсифікаційні зміни є складною та багаторівневою, оскільки охоплює всі рівні організації живої матерії — від клітинного до екосистемного. За умов помірного антропогенного впливу можливе навіть стимулювання біопродукційних процесів і підвищення загальної продуктивності водойми, що є позитивним фактором для рибогосподарської діяльності. Однак перевищення екологічно допустимих меж призводить до розвитку стресових станів у екосистемі, що проявляється у зниженні біорізноманіття, порушенні трофічних зв'язків і деградації середовища існування. Це підкреслює необхідність науково обґрунтованого підходу до управління водними ресурсами та дотримання принципів екологічної збалансованості.

Під впливом інтенсифікації гідробіонти змушені адаптуватися до нових умов існування, формуючи складні адаптаційні механізми. Ці зміни проявляються на різних рівнях організації: морфологічному (зміна розмірів або структури органів), фізіологічному (перебудова метаболізму), біохімічному (зміна активності ферментів) і поведінковому (корекція активності та просторового розподілу). В умовах швидких антропогенних змін такі адаптації часто мають тимчасовий характер і спрямовані передусім на забезпечення виживання організмів у нестабільному середовищі, що ще раз підтверджує важливість підтримання оптимальних умов у водних екосистемах [48].

Одним із ключових факторів адаптації є коливання вмісту розчиненого кисню, які безпосередньо впливають на життєдіяльність більшості водних організмів. При зниженні концентрації кисню до 3 мг/л у риб активізуються компенсаторні механізми, зокрема прискорюється дихання, збільшується частота рухів зябер і підвищується серцева активність. У разі тривалого

перебування в умовах гіпоксії відбуваються гематологічні зміни, включаючи підвищення кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну, що забезпечує ефективніше транспортування кисню до тканин. Наприклад, у коропа (*Cyprinus carpio*) після тривалого перебування у воді з низьким вмістом кисню кількість еритроцитів може зростати на 20–25 %, що є важливим адаптаційним механізмом виживання в несприятливих умовах [46,47].

Фітопланктон реагуючи на зміни освітленості та температурного режиму водного середовища, здатен регулювати інтенсивність фотосинтетичних процесів і змінювати пігментний склад клітин, що є важливим механізмом їхньої екологічної пластичності. За умов зниження прозорості води, спричиненого “цвітінням” або підвищеним вмістом завислих речовин, відбувається збільшення частки хлорофілу *b* відносно хлорофілу *a*, що дозволяє ефективніше використовувати дифузне світло у глибших шарах водної товщі. Така адаптаційна стратегія забезпечує виживання автотрофних організмів навіть у середовищах із обмеженим проникненням світла та високим рівнем мутності, підтримуючи первинну продукцію екосистеми.

Бентосні організми характеризуються наявністю складних механізмів фізіологічної та біохімічної толерантності до коливань гідрохімічних показників води, що дозволяє їм існувати в умовах підвищеного антропогенного навантаження. Наприклад, деякі організми здатні витримувати критично низькі концентрації розчиненого кисню (до 0,5 мг/л), переходячи на анаеробний тип дихання із залученням специфічних ферментативних систем, зокрема лактатдегідрогенази [30].

У риб і водних безхребетних значну роль відіграють поведінкові механізми пристосування, які дозволяють швидко реагувати на зміни середовища без глибоких фізіологічних перебудов. Зокрема, при дефіциті кисню або підвищенні температури води організми змінюють просторовий розподіл, переміщуючись у ділянки з більш сприятливими умовами існування. Для ставкових видів риб характерне скупчення у приповерхневих шарах води або поблизу зон аерації, де концентрація кисню є вищою. Підвищений вміст амонію чи нітритів також

стимулює уникнення забруднених ділянок, що свідчить про наявність хемосенсорних механізмів орієнтації у водному середовищі.

У макрофітів і водоростей адаптаційні процеси часто проявляються на морфологічному рівні, що дозволяє їм ефективніше протистояти фізичним і хімічним змінам середовища. При підвищенні швидкості течії або механічного впливу води рослини формують укорочені та більш міцні стебла, а також зменшують площу листових пластинок, що знижує ризик їх механічного пошкодження. У випадку дефіциту поживних речовин активізується розвиток корневих систем або ризоїдів, які забезпечують більш ефективно поглинання мінеральних елементів із донних відкладів, тим самим підтримуючи життєздатність рослин.

Зообентосні організми, що зазнають впливу токсичних речовин, демонструють здатність до біохімічної адаптації через синтез специфічних білків, зокрема металотіонеїнів, які зв'язують важкі метали та переводять їх у менш токсичні форми. Наприклад, у молюсків роду *Unio* під впливом іонів міді протягом тривалого часу спостерігається зростання концентрації металотіонеїнів у тканинах у 2–3 рази, що знижує біодоступність токсикантів і підвищує стійкість організмів до забруднення. Однак така адаптація потребує значних енергетичних витрат, що може негативно позначатися на рості та репродукції [22].

Адаптаційні можливості гідробіонтів мають певні межі, які визначаються інтенсивністю, тривалістю та характером антропогенного впливу, а також генетичними особливостями видів. У разі перевищення цих меж компенсаторні механізми вичерпуються, і організми переходять у стан фізіологічного стресу, що може призводити до масової загибелі або зміни структури біоценозу. Саме тому важливим завданням екологічного менеджменту є підтримання таких умов, за яких адаптаційні реакції залишаються в межах норми і не переходять у патологічні стани.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що адаптаційні механізми гідробіонтів є ключовим фактором, який визначає стійкість водних екосистем до

інтенсифікаційних впливів і антропогенних змін. Їх детальне вивчення дозволяє не лише оцінити поточний стан екосистем, але й прогнозувати можливі сценарії їх подальшого розвитку за різних рівнів навантаження. Це створює наукову основу для розробки ефективних заходів управління водними ресурсами та забезпечення їх сталого використання.

Водні екосистеми являють собою складні, динамічні та водночас вразливі природні системи, функціонування яких визначається балансом між природними процесами та антропогенним впливом. Порушення цього балансу навіть на одному з рівнів організації може мати каскадний ефект для всієї екосистеми, що підкреслює необхідність обережного втручання у природні процеси. Саме тому будь-які заходи інтенсифікації повинні базуватися на принципах наукової обґрунтованості та екологічної доцільності [23].

Інтенсифікаційні заходи, такі як внесення добрив, застосування аерації, проведення меліоративних і гідротехнічних робіт, годування риб та штучне зариблення, хоча й спрямовані на підвищення продуктивності водойм, можуть спричиняти низку небажаних екологічних наслідків. Серед них найпоширенішими є евтрофікація, дефіцит кисню, накопичення органічних речовин у донних відкладах і зниження біорізноманіття. Навіть корисні на перший погляд заходи можуть мати довготривалі негативні ефекти, якщо вони здійснюються без урахування екологічних особливостей конкретної водойми.

У зв'язку з цим особливої важливості набуває систематичний екологічний моніторинг, який дозволяє своєчасно виявляти негативні тенденції та коригувати управлінські рішення. Контроль за дозуванням добрив, оцінка гідрохімічних показників, аналіз стану біоти та врахування морфометричних характеристик водойм є необхідними умовами ефективного управління. Такий підхід дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити довготривалу стабільність екосистем.

Теоретичний аналіз підтверджує, що інтенсифікація водокористування може бути сумісною з принципами екологічної безпеки лише за умови її наукового обґрунтування, чіткого планування та впровадження сталих управлінських підходів [36,41].

## 1.6. Екологічні аспекти технологій вирощування риби

Екологічно безпечне рибництво у відкритих водоймах базується на впровадженні таких технологічних підходів, які дозволяють досягати високих показників рибопродуктивності без порушення природних механізмів функціонування екосистеми. При цьому ключовим принципом є узгодження господарської діяльності з природними процесами, що забезпечують стабільність гідроекосистем і їх здатність до самовідновлення в умовах антропогенного впливу [20, 29].

На відміну від замкнених рециркуляційних систем, відкриті водойми мають обмежені можливості для регулювання фізико-хімічних і біологічних параметрів, що значно ускладнює управління їх станом. У зв'язку з цим особливого значення набуває врахування природних процесів самоочищення, трофічних зв'язків та взаємодії між компонентами біоценозу, які визначають загальну екологічну рівновагу водного середовища.

Одним із ключових напрямів екологічно безпечного рибництва є підтримка та стимулювання природної кормової бази водойм шляхом раціонального використання органічних і мінеральних добрив. Такий підхід дозволяє активізувати розвиток нижчих трофічних рівнів, що є основою харчових ланцюгів і забезпечує природне живлення риби без надмірного використання штучних кормів [3,14].

Наукові дослідження свідчать, що у відкритих ставкових господарствах внесення органічних добрив, зокрема перегною або компосту, у дозах 3–5 т/га за умов низького вмісту органічної речовини у донних відкладах сприяє збільшенню біомаси зоопланктону на 40–70%. Це, у свою чергу, створює оптимальні умови для живлення молоді риб, зокрема цьоголіток коропа, та забезпечує їх інтенсивний ріст і розвиток у ранніх стадіях онтогенезу.

Водночас перевищення рекомендованих норм внесення добрив, зокрема понад 7 т/га, може призводити до негативних екологічних наслідків, серед яких найбільш небезпечними є евтрофікація водойм і дефіцит розчиненого кисню.

Особливо гостро ці процеси проявляються у літній період у водоймах із низьким рівнем водообміну, де відбувається інтенсивне накопичення органічної речовини та продуктів її розкладу [16, 18] .

Серед мінеральних добрив найбільш ефективними вважаються аміачна селітра та суперфосфат, застосування яких повинно базуватися на біологічних потребах конкретної водойми. Раціональне дозування цих добрив дозволяє підтримувати оптимальний рівень первинної продукції без перевантаження екосистеми біогенними елементами.

Наприклад, для ставка площею 10 га та середньою глибиною 1,8 м оптимальним є внесення приблизно 220 кг/га аміачної селітри та 300 кг/га суперфосфату, що забезпечує збалансований розвиток фітопланктону і зоопланктону. У результаті відбувається підвищення біомаси фітопланктону до 35–40 мг/дм<sup>3</sup> і зоопланктону до 10–12 мг/дм<sup>3</sup>, що створює сприятливі умови для збільшення рибопродуктивності на 400–600 кг/га протягом вегетаційного сезону [2,19].

Використання біоіндикаторів у поєднанні з систематичним екологічним моніторингом значно розширює можливості управління водними ресурсами та підвищує ефективність рибницьких технологій. Такий підхід дає змогу своєчасно реагувати на небажані зміни, коригуючи технологічні параметри, зокрема норму внесення добрив, інтенсивність годівлі або режим аерації водойми. Завдяки цьому вдається запобігти розвитку критичних ситуацій, таких як «цвітіння» води чи масові замори риби, а також підтримувати стабільний екологічний стан ставів упродовж усього вегетаційного періоду.

Невід’ємною складовою екологічно безпечного ведення рибництва є збереження природного біорізноманіття та підтримання структурно-функціональної цілісності водних біоценозів. Особливе значення у цьому контексті мають прибережні (літоральні) зони, які виконують низку важливих екологічних функцій: вони слугують місцем нересту багатьох видів риби, забезпечують укриття для молоді та виступають активними ділянками біогеохімічних процесів, зокрема мінералізації органічної речовини. Крім того,

саме в цих зонах відбувається інтенсивне засвоєння поживних речовин рослинністю, що сприяє природному очищенню води [29, 49].

У великих водоймах доцільно зберігати щонайменше 15–20 % площі прибережних територій у природному або напівприродному стані, з наявністю водної та прибережно-водної рослинності. Такий підхід сприяє стабілізації трофічних зв'язків, підтримці достатнього рівня природної кормової бази та зменшенню ризику виникнення екологічних криз, зокрема масових заморів риби. Крім того, збереження таких ділянок підвищує загальну стійкість екосистеми до антропогенних навантажень і сприяє відновленню природних механізмів саморегуляції.

Отже, екологічно безпечні технології у ставковому та відкритому рибористві ґрунтуються на комплексному поєднанні науково обґрунтованих заходів, спрямованих на оптимізацію удобрення, раціональне регулювання годівлі, підтримання оптимального кисневого режиму та збереження природної структури водних екосистем. Такий інтегрований підхід дозволяє не лише підвищити рибопродуктивність, але й забезпечити довготривалу екологічну стабільність водойм, що є ключовою умовою сталого розвитку аквакультури в сучасних умовах. Такий підхід дозволяє досягти високої продуктивності без порушення екологічної рівноваги та деградації водного середовища [20,35].

Отже, впровадження екологічно орієнтованих технологій у сучасному рибному господарстві є не просто бажаним, а необхідним елементом його сталого розвитку, оскільки саме такі підходи забезпечують тривале збереження водних біоресурсів, підвищення ефективності виробництва та суттєве зниження негативного впливу на довкілля. Це питання набуває особливої актуальності для України, де значна частина водних екосистем перебуває під впливом інтенсивного використання, забруднення та зміни гідрологічного режиму, що вимагає впровадження науково обґрунтованих і ресурсозберігаючих підходів до їх управління.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Матеріали для досліджень, схема дослідіду

Дослідження виконували на базі Державного підприємства «Дослідне господарство «Нивка» Інституту рибного господарства НААН України (ДП «ДГ «Нивка» ІРГ НААН), що є спеціалізованою науково-виробничою платформою для проведення рибогосподарських експериментів і впровадження інноваційних технологій у ставовому рибництві. Експериментальні роботи проводили у двох вирощувальних ставах площею 0,05–0,08 га із середньою глибиною близько 1,0 м, які характеризуються типовими для малих ставів гідрологічними та гідрохімічними умовами. Один із ставів використовувався як контрольний варіант, що дозволило здійснювати порівняльний аналіз отриманих результатів і оцінити ефективність застосованих технологічних заходів.

Підготовка вирощувальних ставів до зариблення передбачала реалізацію комплексу взаємопов'язаних гідротехнічних і біотехнічних заходів, спрямованих на створення сприятливого середовища для розвитку гідробіонтів. Розчищення каналів осушувальної мережі здійснювали у весняний період за 20–30 діб до заповнення ставів водою, що забезпечувало ефективний водообмін, належне функціонування гідроспруд і запобігало застійним явищам. Такий підхід сприяв покращенню санітарного стану ложа ставів і зменшенню ризику накопичення органічних відкладів.

Заповнення ставів водою проводили поступово протягом п'яти діб до моменту зариблення личинкою, що дозволяло уникнути різких коливань фізико-хімічних параметрів середовища та сприяло формуванню стабільної кормової бази. Для подачі води використовували рибосміттєвловлювачі зі спеціальним рукавом довжиною 3 м, обладнаним капроновим ситом №12, яке забезпечувало ефективну механічну фільтрацію. Застосування таких конструкцій мінімізувало ризик потрапляння у водойму хижих організмів, конкурентних видів і небажаних гідробіонтів, а також сприяло підвищенню біобезпеки ставів.

Контроль температурного режиму води здійснювали на всіх етапах підготовки та зариблення, оскільки цей фактор має вирішальне значення для виживаності та адаптації риб. Температура у ставках підтримувалася на рівні, максимально наближеному до температури води у транспортних ємностях, при цьому різниця не перевищувала 2 °С, що дозволяло запобігти температурному шоку. Такий підхід сприяв зменшенню стресових реакцій у личинок і підвищував їхню життєздатність у перші дні після вселення.

Зариблення проводили у ранкові години, коли гідрохімічні показники води, зокрема вміст розчиненого кисню, є найбільш сприятливими для риби, а рівень температури відносно стабільний. На момент випуску личинок рівень води у ставках становив близько 50 см, що забезпечувало оптимальні умови для їхнього розселення та доступ до природної кормової бази. Личинок випускали у кількох точках водойми, що дозволяло досягти рівномірного розподілу та зменшити внутрішньовидову конкуренцію на початкових етапах розвитку.

Реалізація зазначеного комплексу заходів сприяла формуванню екологічно стабільного середовища, оптимального для росту та розвитку риб, а також знижувала ймовірність виникнення захворювань і масових заморів. Крім того, створювалися передумови для активного розвитку природної кормової бази, зокрема фіто- та зоопланктону, що є ключовим фактором у вирощуванні молоді риб. Це, у свою чергу, забезпечувало більш ефективне використання природного потенціалу водойм.

Щільність посадки риби визначали з урахуванням зональних особливостей природної рибопродуктивності, а також із врахуванням запланованих заходів щодо стимуляції розвитку кормової бази. Такий підхід дозволяв оптимізувати співвідношення між чисельністю риби та кормовими ресурсами, запобігти перевантаженню екосистеми та забезпечити високі темпи росту гідробіонтів. У результаті це сприяло досягненню стабільних виробничих показників і підвищенню ефективності вирощування риби у ставкових умовах. Розрахунок щільності посадки здійснювали за встановленою формулою.

$$X = \frac{S * П * 100}{M * B},$$

де X – кількість посадкового матеріалу;

S – площа ставу, га;

M – маса кінцевої продукції, кг;

B – вихід кінцевої продукції, %.

П – Приріст маси

Дослідне господарство «Нивка» було обрано як об'єкт дослідження з огляду на його статус провідної науково-дослідної бази Інституту рибного господарства УААН, яка спеціалізується на розробці, апробації та впровадженні сучасних інтенсифікаційних технологій у галузі прісноводного рибництва. Це господарство має значний досвід проведення експериментальних робіт і характеризується високим рівнем наукового супроводу виробничих процесів. Наявність розвиненої інфраструктури, ефективної системи водозабезпечення та налагодженого екологічного моніторингу створює сприятливі умови для проведення контрольованих досліджень у ставових екосистемах.

Дослідні стави були створені на торф'яних ґрунтах, що зумовлює специфічні гідрохімічні та біологічні особливості цих водойм. Донні відклади мають суглинисто-торф'яний характер із значною домішкою мулу, що впливає на процеси мінералізації органічної речовини та газовий режим. Хімічні властивості ґрунтів характеризувалися варіабельністю протягом сезону: ближче до осені відзначалося їх підлугування та зниження вмісту органічної речовини, що могло негативно впливати на розвиток природної кормової бази. У зв'язку з цим перед зарибленням було проведено комплекс підготовчих заходів, спрямованих на покращення екологічного стану ставів.

Зокрема, здійснено розчищення осушувальної мережі, що сприяло покращенню водообміну та запобіганню застійним явищам у водоймах. Для дезінфекції та нейтралізації кислотності донних відкладів внесли вапно у нормі 800 кг/га, що дозволило стабілізувати рН середовища та знизити чисельність

патогенних мікроорганізмів. Додатково проводили органічне удобрення ставів перегноєм великої рогатої худоби у кількості 2 т/га, що сприяло збагаченню водойм біогенними елементами та стимулювало розвиток природної кормової бази, зокрема фітопланктону та зоопланктону.

Зариблення ставів здійснювали непідрощеною личинкою коропа внутрішньопородного типу, селекційно виведеного безпосередньо у господарстві «Нивка», що забезпечувало її високу адаптованість до місцевих умов. Процедуру зариблення проводили 25 травня при температурі води 17,3 °С, що відповідає оптимальним умовам для виживання та початкового розвитку личинок. Стави на момент зариблення були заповнені приблизно на одну третину, що створювало сприятливе середовище для швидкого прогрівання води та активізації кормових організмів.

Протягом вегетаційного періоду, який тривав близько 130 днів, здійснювали систематичний контроль за станом основних компонентів екосистеми, зокрема зоопланктону, температурного режиму та кисневого балансу. Це дозволяло своєчасно оцінювати умови середовища та їх вплив на ріст і розвиток риби.

Упродовж усього періоду вирощування проводили регулярний моніторинг фізико-хімічних і біологічних показників водного середовища. Щоденно здійснювали вимірювання температури води та вмісту розчиненого кисню, що дозволяло контролювати динаміку ключових параметрів середовища. Двічі на місяць відбирали проби бактеріопланктону, фітопланктону, зоопланктону та зообентосу відповідно до чинних методичних рекомендацій, що забезпечувало комплексну оцінку стану біоти.

Загальний хімічний аналіз води проводили на початку та наприкінці вегетаційного сезону, що дозволяло оцінити зміни у складі води під впливом біологічних і технологічних факторів. Окрім того, кожні два тижні здійснювали контрольні облови риби з метою визначення темпів росту, виживаності та загального фізіологічного стану особин. Отримані результати використовували

для оцінки ефективності застосованих технологій і своєчасного коригування умов вирощування.

Аналіз отриманих даних дає змогу зробити обґрунтовані висновки щодо впливу різної щільності посадки риби, рівня удобрення та інших інтенсифікаційних заходів на екологічний стан вирощувальних ставів. Встановлено, що ці фактори істотно впливають на продуктивність водойм, структуру гідробіологічних угруповань і стабільність функціонування екосистеми в цілому.

Дослідне господарство «Нивка» за своїм географічним положенням належить до зони Полісся, яка відповідно до рибогосподарсько-біологічного районування відноситься до третьої зони ставового рибництва, що характеризується помірними тепловими ресурсами та специфічними умовами ведення аквакультури.

Кліматичні умови Українського Полісся відзначаються підвищеним рівнем зволоження: середньорічна кількість опадів становить близько 600–700 мм, а середня температура вегетаційного періоду (квітень–жовтень) коливається в межах 12,6–14,6 °С. При цьому кількість опадів за температури повітря понад 10 °С становить 153–160 мм, а за температури понад 15 °С – 80–140 мм, що створює сприятливі умови для розвитку природної кормової бази. Сумарний тепловий ресурс за цей період досягає 2400–3000 °С, що є достатнім для вирощування основних видів ставкових риби.

Клімат Київського Полісся характеризується як помірно теплий і вологий: середньорічна температура повітря становить 5,5–6,5 °С, із типовими зимовими мінімумами до –15 °С та літніми максимумами до +25 °С. Кількість днів із температурою вище 15 °С сягає 90–105 на рік, а загальна кількість опадів перевищує 570 мм, що забезпечує стабільний гідрологічний режим водойм.

Зариблення ставів непідросленою личинкою коропа, отриману від нивківського внутрішньопородного типу українських коропів, провели 25 травня за сприятливого температурного режиму (17,3°С) при наповненні ставів водою до 1/3 технологічної норми (табл.2.1). Температура води у ставах не відрізнялася

від температури води у басейнах, звідки відбирали личинок коропа. Зариблення проводили вранці, порціями вздовж берегової смуги на ділянках, де спостерігалось багато зоопланктону. Вегетаційний період тривав 130 діб.

Таблиця 2.1

### Схема дослідів у вирощувальних ставах

№ ставу	Види риб	Щільність посадки, тис.екз	Використано добрив, вапна, кг	
			Пивна дробина	Вапно
1	Короп	40,0	1000	800
2	Короп	40,0	-	800

### 2.2. Методи гідробіологічних досліджень у ставах

Протягом усього періоду вирощування риби здійснювали систематичний контроль за формуванням екологічних умов у експериментальних ставах, що дозволяло оцінювати динаміку змін середовища та своєчасно реагувати на можливі відхилення.

Температуру води вимірювали щоденно, як правило в один і той самий час доби, що дозволяло отримати репрезентативні дані та уникнути впливу добових коливань. Фіксація температури є важливою складовою досліджень, оскільки цей показник безпосередньо впливає на швидкість метаболічних процесів у риб, інтенсивність фотосинтезу фітопланктону та активність мікробіологічних процесів. Крім того, температурний режим визначає розчинність кисню у воді, що має вирішальне значення для життєдіяльності гідробіонтів.

Відбір і подальшу обробку гідрохімічних проб проводили відповідно до загальноприйнятих у гідроекології та рибництві методик, що забезпечувало

достовірність і порівнянність отриманих результатів. Аналізували основні показники якості води, зокрема вміст розчиненого кисню, рН, концентрації амонійного, нітритного та нітратного азоту, фосфатів, а також загальну мінералізацію. Отримані результати порівнювали з діючими рибогосподарськими нормативами, що дозволяло оцінити ступінь відповідності умов вирощування оптимальним параметрам для розвитку коропа та супутніх гідробіонтів.

Гідробіологічні дослідження включали відбір проб фітопланктону, зоопланктону та зообентосу, які є основними компонентами природної кормової бази у ставових екосистемах. Відбір матеріалу здійснювали з дотриманням стандартних методик, що враховують глибину водойми, площу та особливості її гідрологічного режиму. Подальшу обробку проб проводили в лабораторних умовах із використанням мікроскопічного аналізу, що дозволяло визначити кількісні та якісні характеристики угруповань.

Гідрохімічні та гідробіологічні проби відбирали двічі на місяць протягом усього вегетаційного періоду, що тривав 135 діб, що забезпечувало достатню частоту спостережень для відстеження сезонної динаміки. Така періодичність дозволяла фіксувати як короткочасні зміни, пов'язані з погодними умовами, так і довготривалі тенденції у розвитку екосистеми. Регулярність відбору проб є необхідною умовою для побудови достовірної картини функціонування ставів у процесі вирощування риби.

Особливу увагу приділяли визначенню індивідуальної маси цьоголіток, яка є одним із ключових показників ефективності вирощування. Зважування проводили за допомогою електронних ваг KERN – 440-45 N з точністю до 0,1 г, що забезпечувало високу точність вимірювань. Отримані дані використовували для оцінки темпів росту риби, аналізу впливу екологічних факторів та коригування технологічних заходів у разі необхідності.

Після завершення польових досліджень проводили комплексну оцінку вирощеного рибопосадкового матеріалу коропа за основними рибницькими показниками. До таких показників належала рибопродуктивність ставів, яку

визначали у кілограмах на гектар, що дозволяло оцінити загальну ефективність використання водного об'єкта. Також визначали відсоток виходу цьоголіток від посаджених непідрослених личинок, що характеризує рівень виживаності риби в умовах експерименту.

Окрім цього, аналізували середню індивідуальну масу особин, яка є інтегральним показником умов вирощування та доступності кормової бази. Високі значення цього показника свідчать про сприятливий гідрохімічний режим, достатню кількість природних кормів і оптимальну щільність посадки. Комплексна оцінка всіх зазначених параметрів дозволила сформулювати об'єктивне уявлення про ефективність застосованих технологічних підходів та їх вплив на продукційні процеси у ставових екосистемах.

В дослідних ставах вивчали фізико-хімічні показники, гідрологічний та температурний режим. Щоденно вимірювали температуру води та визначали вміст розчиненого у воді кисню. Аналіз води на вміст біогентів та окиснюваність проводили 1 раз на два тижні. Загальний хімічний аналіз води проводили 2 рази за сезон (на початку і в кінці вегетаційного періоду) загальноприйнятими методами [...].

З метою дослідження розвитку гідробіологічних угруповань в дослідних ставах проводили відбір проб на бактеріопланктон, фітопланктон, зоопланктон та бентос. Згідно «Методів гідро екологічних досліджень поверхневих вод» частота відбору проб становила 2 рази на місяць [.....]. Опрацювання гідробіологічних проб проводили в лабораторії гідробіології та культивування цінних безхребетних ІРГ НААН.

З метою вивчення темпу росту риби протягом вегетаційного сезону 2 рази на місяць проводили контрольні облови і визначалась маса і лінійні показники риби згідно рекомендацій [...].

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Екологічні умови та гідробіологічний режим ставів

Дослідне господарство «Нивка» за своїм географічним розташуванням належить до поліської природної зони, яка відповідно до рибоводно-біологічного районування класифікується як третя зона ставового рибництва, що характеризується помірними тепловими ресурсами та специфічними умовами ведення аквакультури. Таке зонування визначає особливості технологій вирощування риби, строки вегетаційного періоду та потенційний рівень рибопродуктивності водойм.

Українське Полісся відзначається підвищеним рівнем зволоження, оскільки річна кількість атмосферних опадів становить у середньому 600–700 мм, що створює сприятливі умови для підтримання водного балансу ставів і розвитку природної кормової бази. Середня температура повітря впродовж вегетаційного періоду (квітень–жовтень) коливається в межах 12,6–14,6 °С, що є достатнім для активного функціонування гідробіонтів. При цьому кількість опадів за температури понад 10 °С становить 153–160 мм, а за температури понад 15 °С — 80–140 мм, що безпосередньо впливає на інтенсивність біологічних процесів у водоймах. Сумарна кількість тепла за цей період варіює в межах 2400–3000 °С, забезпечуючи необхідні умови для росту та розвитку риби і гідробіологічних угруповань.

Клімат Київського Полісся загалом характеризується як помірно континентальний, відносно м'який і достатньо вологий, із середньорічною температурою повітря 5,5–6,5 °С, що визначає сезонну динаміку водних екосистем. Багаторічні середні температури найхолоднішого місяця (січня) сягають близько –20 °С, тоді як у липні середні значення становлять близько 18 °С, що формує сприятливі умови для літнього прогрівання водойм. Кількість днів із температурою повітря вище 15 °С становить 90–105 на рік, що відповідає тривалості активного вегетаційного періоду, а середньорічна кількість опадів перевищує 570 мм, підтримуючи стабільний гідрологічний режим.

Температурний режим досліджуваних ставів упродовж вегетаційного сезону мав певні відмінності порівняно з багаторічними показниками та характеризувався підвищеними значеннями, що могло вплинути на інтенсивність біологічних процесів. Максимальні температури води були зафіксовані у липні–серпні й становили 20,1–20,6 °С, що створювало сприятливі умови для активного росту риби та розвитку кормової бази. У вересні спостерігалось зниження температури води до близько 12 °С, що відповідає природному завершенню вегетаційного періоду та уповільненню метаболічних процесів. Загальна сума активних температур становила 2680,4 °С, що на 162,7 °С перевищує середньобагаторічні значення для поліської зони, і це могло сприяти підвищенню рибопродуктивності та прискоренню темпів росту гідробіонтів.

Розвиток і продуктивність гідробіологічних угруповань, включаючи бактеріопланктон, у вирощувальних ставах визначалися сукупною дією низки взаємопов'язаних факторів, серед яких провідну роль відігравав температурний режим, що регулює швидкість біохімічних процесів. Важливе значення також мали ґрунтові умови, зокрема характер донних відкладень, які впливають на накопичення органічної речовини та перебіг мінералізаційних процесів. Крім того, гідрохімічний і газовий режими водойм, включаючи вміст розчиненого кисню, біогенних елементів та органічних сполук, визначали інтенсивність розвитку планктонних і бентосних організмів. Не менш суттєвим чинником виступав рівень інтенсифікації рибництва, який через застосування добрив, кормів та аерації безпосередньо впливав на структуру та функціонування екосистеми ставів.

**Динаміка середньомісячних температур у дослідних ставах**

	Місяці					Сума температур за травень – вересень, °С
	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
Норма	+15,9	+16,9	+18,8	+17,8	+13,0	+1519,7
2024 р.	+16,4	+18,8	+20,1	+20,6	+12,2	+2689,4
Відхилення	+1,5	+1,9	+1,3	+2,8	+0,8	+169,7

Хімічний склад води дослідних ставів відповідно до класифікації О.А. Альокіна належав до гідрокарбонатного класу з переважанням іонів кальцію (група  $\text{Ca}^{2+}$ ), що є характерним для водойм поліської зони та свідчить про відносно сприятливі умови для розвитку гідробіонтів. Такий тип води формується під впливом геохімічних особливостей ґрунтів і визначає буферні властивості середовища, зокрема його здатність протистояти різким змінам кислотності.

Концентрація основного аніону – гідрокарбонатів ( $\text{HCO}_3^-$ ) – коливалася в межах 158,65–170,87 мг/л і не перевищувала гранично допустимих значень, що забезпечувало стабільність кислотно-лужного балансу води. Водночас вміст основних катіонів кальцію становив 61,12–81,65 мг/л, а натрію та калію – 49,57–61,45 мг/л, причому в окремих випадках спостерігалось незначне перевищення нормативів, встановлених для умов Північного Полісся. Це могло бути пов'язано як із природними геохімічними особливостями території, так і з впливом господарської діяльності, зокрема внесенням добрив та водообмінними процесами.

Вміст хлоридів у воді за варіантами дослідів становив 91,95; 88,57 та 93,65 мг/л, тоді як концентрація сульфатів відповідно дорівнювала 83,32; 67,91 та 91,51 мг/л, що також перевищувало рекомендовані нормативні значення. Підвищений

рівень цих іонів може свідчити про надходження мінералізованих вод або продуктів антропогенного походження, що потенційно впливає на гідрохімічний режим водойм і може змінювати умови існування окремих груп гідробіонтів.

Вміст розчиненого у воді кисню впродовж усього періоду вирощування риби загалом залишався на задовільному рівні та коливався в межах 2,3–4,5 мгО/л, що забезпечувало можливість нормального функціонування більшості водних організмів. Проте в окремі дні фіксувалося зниження концентрації кисню до критичних значень — 0,6–2,0 мгО/л, що могло створювати стресові умови для риб і супроводжуватись пригніченням їх життєдіяльності. Такі коливання, ймовірно, були пов'язані з інтенсивним розвитком фітопланктону, процесами дихання та розкладу органічної речовини, особливо у нічний період.

Показники перманганатної окислюваності за варіантами досліджу становили 20,7; 18,6 та 20,0 мгО/л, що знаходиться в межах допустимих рибогосподарських норм і свідчить про помірний рівень органічного забруднення води. Цей показник відображає загальну кількість органічних речовин, здатних до окиснення, і є важливим індикатором екологічного стану водойми.

У водному середовищі були виявлені всі основні біогенні елементи, необхідні для розвитку природної кормової бази, зокрема фітопланктону та бактеріопланктону, що відіграють ключову роль у формуванні продукційних процесів. Наявність достатньої кількості азоту, фосфору та інших поживних речовин сприяла активному розвитку мікроорганізмів і водоростей, які є первинною ланкою трофічних ланцюгів.

Разом з тим, підвищений вміст біогенних елементів у поєднанні з високими температурами води міг створювати передумови для розвитку евтрофікаційних процесів, що потребує постійного контролю та регулювання.

## Гідрохімічні показники вирощувальних ставів

№ з/п	Варіанти дослідів	став 1	став 2	НЗ для ставової води
	Показники			
1.	Водневий показник, рН	<u>6,4 – 9,0</u> 7,45	<u>5,9 – 9,4</u> 7,66	6,5-8,5
2.	Вільний аміак, NH <sub>3</sub> , мгN/л	<u>0,002 – 0,63</u> 0,09	<u>0,001 – 0,48</u> 0,10	0,05
3.	Перманганатна окислюваність, мгО/л	<u>12,0 – 23,7</u> 20,7	<u>9,4 – 22,9</u> 18,6	до 15,0
4.	Амонійний азот, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/л	<u>0,91 – 7,8</u> 1,77	<u>0,62 – 6,17</u> 1,54	1,0
5.	Нітрити, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/л	<u>0,01 – 0,04</u> 0,02	<u>0,01 – 0,04</u> 0,03	0,1
6.	Нітрати, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/л	<u>0,08 – 0,4</u> 0,16	<u>0,1 – 0,5</u> 0,22	2,0
7.	Мінеральний фосфор, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мгP/л	<u>0,10 – 0,47</u> 0,27	<u>0,11 – 0,97</u> 0,45	0,5
8.	Загальне залізо, Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup> , мгFe/л	<u>0,60 – 2,19</u> 1,18	<u>0,56 – 2,09</u> 1,2	1,0
9.	Кальцій, Ca <sup>2+</sup> , мг/л	<u>40,1 – 106,2</u> 71,65	<u>44,1 – 76,2</u> 61,12	50-60
10.	Магній, Mg <sup>2+</sup> , мг/л	<u>8,5 – 24,3</u> 16,73	<u>10,9 – 19,4</u> 15,17	15-30
11.	Натрій +Калій, Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> мг/л	<u>26,0 – 80,0</u> 49,57	<u>31,8 – 100,0</u> 61,45	40,0
12.	Гідрокарбонати, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	<u>146,4 – 195,3</u> 158,65	<u>146,3 – 195,3</u> 170,87	300
13.	Хлориди, Cl <sup>-</sup> , мг/л	<u>59,3 – 123,9</u> 91,95	<u>55,2 – 122,6</u> 88,57	50-70
14.	Сульфати, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> мг/л	<u>32,9 – 148,1</u> 83,32	<u>37,0 – 127,6</u> 67,9	50,0
15.	Загальна твердість, мг-кв/л	<u>3,2 – 7,1</u> 4,95	<u>3,4 – 5,2</u> 4,3	4-6
16.	Мінералізація, мг/л	<u>298,5 – 651,2</u> 471,9	<u>338,0 – 624,8</u> 465,1	400-500

Також відмічено незначне підвищення амонійного азоту ( $\text{NH}_4$ ) в середньому до 1,54-1,77 мгN/л, і загального заліза  $\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}$  до 1,18-1,20 мгF/л. Показник вільного аміаку  $\text{NH}_3$ , також був вищим - 0,09-0,10 мг N/л.

**Фітопланктон.** Фітопланктон досліджуваних ставів відзначався значним видовим різноманіттям, яке включало 133 види та внутрішньовидові таксони водоростей, що належали до п'яти систематичних відділів, що свідчить про складну організацію альгоценозу та високий рівень біологічної різноманітності водного середовища. Така структура фітопланктону вказує на відносно стабільні екологічні умови та здатність екосистеми підтримувати різні групи автотрофних організмів.

Подібний рівень різноманіття також є індикатором достатнього забезпечення водойм поживними речовинами, зокрема сполуками азоту та фосфору, а також сприятливого температурного і світлового режимів, що створюють оптимальні умови для розвитку водоростей різних екологічних груп. Це свідчить про активні процеси первинної продукції та інтенсивний кругообіг речовин у водній екосистемі.

Найбільш чисельно представленою групою виявилися зелені водорості, які налічували 81 вид, що підкреслює їх домінуючу роль у формуванні органічної речовини та підтриманні кисневого балансу у водоймах. Висока частка зелених водоростей зазвичай характерна для добре освітлених і помірно евтрофних водойм, де вони активно беруть участь у фотосинтетичних процесах.

Менш різноманітними були синьозелені водорості – 17 видів, діатомові – д 16 видів, евгленові – 15 видів, що відображає специфіку гідрохімічного складу води та рівень трофності досліджуваних ставів. Такий розподіл може свідчити про відносно збалансований стан екосистеми, хоча наявність синьозелених водоростей вказує на потенційний ризик евтрофікації.

Серед зелених водоростей домінували представники протококових форм, які були представлені переважно родинами *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Coelastrum*, *Pediastrum* та *Crucigenia*, що є типовими для водойм із підвищеним або середнім рівнем трофності. Їх масовий розвиток свідчить про активне

використання біогенних елементів та інтенсивні процеси фотосинтезу, що забезпечують формування значної частки первинної продукції.

Поширення цих форм також вказує на здатність екосистеми ефективно засвоювати надлишкові поживні речовини, тим самим частково стримуючи розвиток небажаних процесів, таких як масове «цвітіння» води. Крім того, вони відіграють важливу роль у трофічних ланцюгах, слугуючи кормовою базою для зоопланктону.

Серед синьозелених водоростей найчастіше виявлялися такі види, як *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae* та представники роду *Microcystis*, які відомі своєю здатністю до масового розвитку за умов надлишкового надходження біогенних елементів. Їх присутність є важливим індикатором евтрофних процесів і потребує постійного контролю, оскільки вони можуть продукувати токсичні речовини та погіршувати якість води.

Серед діатомових водоростей переважали представники родин *Cyclotella*, *Melosira* та *Asterionella*, що характерно для водойм із достатнім вмістом кремнію та відносно стабільним гідрологічним режимом. Ці організми відіграють важливу роль у кругообігу кремнію та формуванні донних відкладів, а також є чутливими індикаторами змін екологічних умов.

Евгленові водорості були представлені родами *Trachelomonas* і *Euglena*, які часто розвиваються в умовах підвищеного органічного навантаження та можуть свідчити про наявність процесів органічного забруднення. Їх присутність також вказує на активний розвиток бактеріопланктону та високий рівень мінералізації органічних речовин.

Серед вольвоксових водоростей переважали представники роду *Chlamydomonas*, які характеризуються високою адаптивністю до змін умов середовища та здатністю швидко реагувати на коливання освітлення, температури та хімічного складу води. Це робить їх важливими індикаторами динамічних змін у водних екосистемах та дозволяє оцінювати екологічний стан водойм у різні періоди вегетації. Незважаючи на значне різноманіття зелених водоростей, домінуючу роль у формуванні альгофлори вирощувальних ставів

відігравали синьозелені водорості, чисельність яких у середньому за вегетаційний період досягала 97–98%, а біомаса становила 77–86%. Це свідчить про підвищений рівень трофності водойм і наявність умов, сприятливих для розвитку ціанобактерій, які можуть суттєво впливати на якість води та кисневий режим.

Водночас суттєвих відмінностей у флористичному складі між дослідними ставами виявлено не було, що свідчить про подібність умов їх функціонування, зокрема гідрохімічного режиму, температурного фону та рівня трофності. Це також вказує на однаковий характер впливу застосованих інтенсифікаційних заходів, які не призвели до різкої диференціації альгофлори. Завдяки цьому обидві водойми можна розглядати як порівнянні модельні об'єкти для аналізу гідробіологічних процесів, що підвищує достовірність отриманих результатів і дозволяє коректно оцінювати вплив різних факторів.

Чисельність фітопланктону у дослідному ставі протягом вегетаційного періоду характеризувалася значними коливаннями і змінювалася в широкому діапазоні — від 95,1 до 561,8 млн клітин/дм<sup>3</sup>. Така варіабельність відображає динамічний характер розвитку мікрowodоростей, який безпосередньо залежить від комплексу екологічних чинників, зокрема температури води, інтенсивності сонячної радіації та рівня забезпеченості біогенними елементами. Біомаса фітопланктону також зазнавала змін і коливалася в межах від 14,69 до 38,47 мг/дм<sup>3</sup>, що свідчить про чергування періодів активної продукції органічної речовини та фаз відносної стабілізації або пригнічення розвитку.

На початку вегетаційного періоду біомаса фітопланктону становила 23,96 мг/дм<sup>3</sup> і формувалася переважно за рахунок зелених водоростей, частка яких досягала 92 %. Це є типовим для весняного періоду, коли гідрохімічні умови є відносно стабільними, а забезпеченість поживними речовинами сприяє розвитку швидкорослих автотрофних організмів. У цей час формуються сприятливі умови для початкового розвитку трофічних ланцюгів, що має важливе значення для подальшого вирощування риби.

У подальшому, в процесі вирощування риби, спостерігалось поступове зниження біомаси фітопланктону до рівня близько 10,0 мг/дм<sup>3</sup>. Це, ймовірно, було зумовлено інтенсивним виїданням водоростей зоопланктоном, а також змінами гідрохімічного режиму, зокрема коливаннями концентрації кисню та поживних речовин. Такі процеси свідчать про активну взаємодію між різними трофічними рівнями екосистеми та певну стабілізацію її функціонування.

Наприкінці серпня відзначалося повторне зростання біомаси фітопланктону, що було пов'язано з активним розвитком синьозелених та евгленових водоростей. Це є характерною ознакою посилення евтрофікаційних процесів у літній період, коли підвищені температури та накопичення біогенних елементів створюють сприятливі умови для «цвітіння» води. Подібні явища можуть супроводжуватися погіршенням кисневого режиму, особливо у нічний час, що потребує додаткового контролю.

У контрольному ставі розвиток фітопланктону був менш інтенсивним, а його чисельність протягом вегетаційного періоду коливалася в межах 73,9–181,1 млн клітин/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про нижчий рівень трофності водойми та менший вплив інтенсифікаційних заходів, що забезпечує більш помірний характер розвитку автотрофних організмів. Біомаса фітопланктону тут становила 10,01–26,09 мг/дм<sup>3</sup>, що також підтверджує більш стабільний, але менш продуктивний стан екосистеми.

Загалом отримані результати демонструють, що розвиток фітопланктону у дослідних ставах має виражену сезонну динаміку, яка визначається як природними, так і антропогенними чинниками. Інтенсифікаційні заходи, з одного боку, стимулюють продукційні процеси та підвищують біологічну продуктивність водойм, але з іншого — можуть сприяти надмірному розвитку окремих груп водоростей, зокрема синьозелених. Це підкреслює необхідність постійного екологічного моніторингу та регулювання технологічних заходів для запобігання негативним наслідкам і підтримання екологічної рівноваги водних екосистем.

**Зоопланктон.** Водночас суттєвих відмінностей у флористичному складі між дослідними ставами виявлено не було, що свідчить про подібність умов їх функціонування, зокрема гідрохімічного режиму, температурного фону та рівня трофності. Це також вказує на однаковий характер впливу застосованих інтенсифікаційних заходів, які не призвели до різкої диференціації альгофлори. Завдяки цьому обидві водойми можна розглядати як порівнянні модельні об'єкти для аналізу гідробіологічних процесів, що підвищує достовірність отриманих результатів і дозволяє коректно оцінювати вплив різних факторів.

Чисельність фітопланктону у дослідному ставі протягом вегетаційного періоду характеризувалася значними коливаннями і змінювалася в широкому діапазоні – від 95,1 до 561,8 млн клітин/дм<sup>3</sup>. Така варіабельність відображає динамічний характер розвитку мікродоростей, який безпосередньо залежить від комплексу екологічних чинників, зокрема температури води, інтенсивності сонячної радіації та рівня забезпеченості біогенними елементами. Біомаса фітопланктону також зазнавала змін і коливалася в межах від 14,69 до 38,47 мг/дм<sup>3</sup>, що свідчить про чергування періодів активної продукції органічної речовини та фаз відносної стабілізації або пригнічення розвитку.

На початку вегетаційного періоду біомаса фітопланктону становила 23,96 мг/дм<sup>3</sup> і формувалася переважно за рахунок зелених водоростей, частка яких досягала 92 %. Це є типовим для весняного періоду, коли гідрохімічні умови є відносно стабільними, а забезпеченість поживними речовинами сприяє розвитку швидкорослих автотрофних організмів. У цей час формуються сприятливі умови для початкового розвитку трофічних ланцюгів, що має важливе значення для подальшого вирощування риби.

У подальшому, в процесі вирощування риби, спостерігалось поступове зниження біомаси фітопланктону до рівня близько 10,0 мг/дм<sup>3</sup>. Це, ймовірно, було зумовлено інтенсивним виїданням водоростей зоопланктоном, а також змінами гідрохімічного режиму, зокрема коливаннями концентрації кисню та поживних речовин. Такі процеси свідчать про активну взаємодію між різними трофічними рівнями екосистеми та певну стабілізацію її функціонування.

Наприкінці серпня відзначалося повторне зростання біомаси фітопланктону, що було пов'язано з активним розвитком синьозелених та евгленових водоростей. Це є характерною ознакою посилення евтрофікаційних процесів у літній період, коли підвищені температури та накопичення біогенних елементів створюють сприятливі умови для «цвітіння» води. Подібні явища можуть супроводжуватися погіршенням кисневого режиму, особливо у нічний час, що потребує додаткового контролю.

У контрольному ставі розвиток фітопланктону був менш інтенсивним, а його чисельність протягом вегетаційного періоду коливалася в межах 73,9–181,1 млн клітин/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про нижчий рівень трофності водойми та менший вплив інтенсифікаційних заходів, що забезпечує більш помірний характер розвитку автотрофних організмів. Біомаса фітопланктону тут становила 10,01–26,09 мг/дм<sup>3</sup>, що також підтверджує більш стабільний, але менш продуктивний стан екосистеми.

Загалом отримані результати демонструють, що розвиток фітопланктону у дослідних ставах має виражену сезонну динаміку, яка визначається як природними, так і антропогенними чинниками. Інтенсифікаційні заходи, з одного боку, стимулюють продукційні процеси та підвищують біологічну продуктивність водойм, але з іншого – можуть сприяти надмірному розвитку окремих груп водоростей, зокрема синьозелених. Це підкреслює необхідність постійного екологічного моніторингу та регулювання технологічних заходів для запобігання негативним наслідкам і підтримання екологічної рівноваги водних екосистем.

**Зообентос** досліджуваних ставів був представлений переважно личинками хірономід, які є типовими мешканцями донних відкладів евтрофних водойм і відіграють важливу роль у функціонуванні водних екосистем. Ці організми беруть активну участь у процесах розкладання та мінералізації органічної речовини, сприяючи поверненню поживних елементів у біогеохімічний кругообіг. Личинки хірономід характеризуються високою екологічною пластичністю та здатністю витримувати умови зі зниженим вмістом розчиненого

кисню, що дозволяє їм успішно розвиватися у водоймах із підвищеним органічним навантаженням. Крім того, вони мають важливе значення як кормовий ресурс для багатьох видів риб, особливо на ранніх етапах розвитку молоді.

Середньосезонні показники біомаси так званого «м'якого» зообентосу коливалися в межах 1,77–2,8 г/м<sup>2</sup>, що свідчить про достатньо високий рівень розвитку донних організмів та задовільний трофічний стан водойм. Такі показники вказують на активний перебіг біологічних процесів у донних відкладах і формування стабільної кормової бази для бентофагів. Водночас розвиток зообентосу значною мірою залежав від умов середовища, насамперед від вмісту органічної речовини, кисневого режиму, температури води та характеру донних відкладів.

Найвищі показники розвитку зообентосу, подібно до зоопланктону, були відмічені у ставі, де застосовувалася пивна дробина як органічне добриво. Це пояснюється надходженням додаткової кількості органічної речовини та біогенних елементів, які стимулювали розвиток мікроорганізмів і активізували процеси деструкції органіки. У результаті створювалися більш сприятливі умови для розвитку донної фауни, насамперед личинок хірономід та інших детритофагів. Активізація мікробіологічних процесів сприяла накопиченню доступних поживних речовин у донних відкладах, що позитивно впливало на чисельність і біомасу зообентосу.

Важливо зазначити, що донні організми є одним із ключових компонентів природної кормової бази ставів, оскільки вони використовуються рибами як високобілковий корм. Добре розвинений зообентос сприяє підвищенню темпів росту риби, покращенню її фізіологічного стану та збільшенню загальної рибопродуктивності водойм. Крім того, структура та кількісний розвиток зообентосу є важливими біоіндикаторами екологічного стану водного середовища, оскільки зміни у видовому складі та біомасі донних організмів відображають рівень органічного навантаження, ступінь евтрофікації та загальний стан екосистеми.

### 3.2 Рибоводні результати досліджень та економічна ефективність

У сучасних умовах розвитку аквакультури дедалі більшого значення набуває інтенсифікація процесів вирощування ставкової риби, основною метою якої є підвищення біологічної продуктивності водойм та ефективності їх господарського використання. Така тенденція обумовлена постійним зростанням потреб населення у високоякісній рибній продукції, а також необхідністю раціонального використання природних ресурсів в умовах обмеженості водних екосистем. Саме тому сучасне ставкове рибництво орієнтується на впровадження новітніх технологій, здатних забезпечити стабільне підвищення рибопродуктивності при одночасному збереженні екологічної рівноваги водойм. Особлива увага приділяється створенню оптимальних умов для розвитку гідробіонтів та покращенню стану природної кормової бази, яка є одним із ключових чинників успішного вирощування риби.

У межах інтенсифікаційних заходів важливе місце займає використання органічних і мінеральних добрив, застосування яких спрямоване на стимулювання розвитку основних компонентів природної кормової бази — фітопланктону, зоопланктону та зообентосу. Саме ці організми формують основу трофічних зв'язків у ставкових екосистемах і забезпечують рибу природними кормами, особливо на ранніх етапах онтогенезу. Науково обґрунтоване внесення добрив сприяє підвищенню чисельності та біомаси кормових організмів, покращує їх видовий склад і активізує біологічні процеси у водоймі. Крім того, оптимізація трофічних взаємозв'язків забезпечує ефективніше використання поживних речовин і енергії в екосистемі, що позитивно впливає на темпи росту риби та загальну рибопродуктивність ставів.

Разом із тим ефективність застосування добрив визначається не лише рівнем підвищення продуктивності водойм, а й характером їх впливу на екологічний стан водного середовища. Важливе значення має дотримання оптимальних норм внесення, правильний вибір типу добрива та врахування природних особливостей конкретної водойми, зокрема її гідрологічних,

гідрохімічних і біологічних характеристик. Надмірне або безконтрольне використання добрив може спричинити негативні екологічні наслідки, серед яких евтрофікація водойм, порушення кисневого режиму, накопичення органічних відкладів і зміна структури водних біоценозів. Натомість помірне та науково обґрунтоване застосування органічних і мінеральних добрив забезпечує гармонійний розвиток гідробіонтів, підтримує стабільність екосистемних процесів і сприяє підвищенню економічної ефективності рибогосподарського виробництва.

Таким чином, у сучасному ставковому рибництві добрива виконують не лише функцію підвищення біологічної продуктивності водойм, але й виступають важливим засобом екологічного регулювання водних екосистем. За умови науково обґрунтованого та дозованого використання вони сприяють підтриманню оптимального трофічного режиму, активізації природних біологічних процесів і забезпеченню стабільного функціонування аквакультурних систем. Раціональне застосування добрив дозволяє досягти балансу між підвищенням рибопродуктивності та збереженням екологічної рівноваги водойм.

Рибопродуктивність ставів є одним із головних показників ефективності рибогосподарського виробництва та визначається насамперед двома взаємопов'язаними чинниками – середньою масою вирощеної риби та рівнем її виживання протягом усього періоду вирощування. Формування цих показників значною мірою залежить від умов водного середовища, рівня розвитку природної кормової бази, якості води та інтенсивності антропогенного впливу. Високі показники виживаності свідчать про сприятливий екологічний стан водойми, тоді як збільшення середньої маси риби характеризує ефективність використання кормових ресурсів і оптимальність умов вирощування.

Формування середньої маси цьоголіток коропа у вирощувальних ставах, де як альтернативне органічне добриво застосовувалася пивна дробина, відбувалося під впливом цілого комплексу екологічних і трофічних факторів. Внесення пивної дробини стимулювало розвиток мікроорганізмів,

фітопланктону та інших компонентів природної кормової бази, що створювало більш сприятливі умови для живлення молоді риби. Поєднання природних кормів із використанням штучних комбікормів забезпечувало збалансоване надходження поживних речовин, що позитивно позначалося на темпах росту, фізіологічному стані та загальному розвитку коропа.

Не менш важливим є те, що використання альтернативних органічних добрив, зокрема пивної дробини, має як економічне, так і екологічне значення. Використання побічних продуктів харчової промисловості сприяє ефективній утилізації вторинної сировини та зменшенню антропогенного навантаження на навколишнє середовище. За умови дотримання оптимальних норм внесення такі добрива не лише не погіршують екологічний стан водойм, а й активізують природні процеси самоочищення, стимулюють розвиток кормових організмів і підвищують біологічну продуктивність ставкових екосистем.

Отже, результати проведених досліджень підтверджують доцільність використання інтенсифікаційних заходів у поєднанні з екологічно збалансованими підходами до удобрення ставів. Раціональне застосування органічних добрив, зокрема альтернативних матеріалів, таких як пивна дробина, забезпечує підвищення рибопродуктивності, покращення розвитку гідробіологічних угруповань та підтримання екологічної стійкості водних екосистем. Це створює передумови для ефективного та сталого розвитку сучасної аквакультури.

Таблиця 3.4

**Результати вирощування цьоголіток коропа у ставах рибгоспу «Нивка»**

Показники	Став№1	Став№2
Площа, га	0,5	0,5
Посаджено мальків, тис.екз	40	40
Щільність посадки тис.екз/га	80	80
Пивна дробина, кг	1000	-
Виловлено цьоголітків, екз	15000	13000
Маса цьоголіток	35,1	30,0
Виживання,%	37,5	32,5
Рибопродуктивність, кг/га	1053	780

Вживання цьоголіток коропа у вирощувальному ставі, де в якості органічного добрива застосовували пивну дробину, становив 37,5 %, що свідчить про формування більш сприятливих екологічних умов існування, зокрема оптимізацію трофічної структури та покращення якості природної кормової бази. Для порівняння, у контрольному варіанті, де удобрення не проводилося, цей показник був нижчим і складав 32,5 %, що вказує на менш ефективне використання біогенних ресурсів водойми та обмежені можливості природного самозабезпечення кормом. Виявлена різниця підтверджує позитивний вплив внесення органічних добрив на виживання молоді риби, оскільки вони сприяють активізації розвитку планктонних організмів і стабілізації гідроекологічних параметрів середовища.

Середня маса однієї особини цьоголіток коропа наприкінці вегетаційного періоду у дослідному ставі №1, де як органічне добриво використовували пивну дробину, становила 35,1 г. Це свідчить про інтенсивніший ріст риби та ефективніше використання кормових ресурсів за умов покращеного трофічного режиму водойми. У контрольному ставі середня маса цьоголіток була меншою — близько 30,0 г, що може пояснюватися нижчим рівнем розвитку природної кормової бази та менш сприятливими умовами живлення. Отже, внесення пивної дробини позитивно вплинуло на темпи росту коропа, забезпечивши краще засвоєння поживних речовин і формування більшої рибної біомаси протягом однакового періоду вирощування.

Аналіз фізіологічного стану риби за показником коефіцієнта вгодованості за Фультоном засвідчив перевагу дослідного варіанту над контролем. У ставі з використанням пивної дробини значення цього показника становило 3,05 одиниць, що характеризує високий рівень вгодованості, добрий фізіологічний стан та достатнє накопичення енергетичних запасів в організмі риб. У контрольному варіанті коефіцієнт вгодованості був нижчим — 2,36 одиниць, хоча й відповідав допустимим рибогосподарським нормативам. Вищі показники у дослідному ставі свідчать про більш повноцінне живлення, активніший обмін речовин та кращі умови існування риби.

Найбільш виражений ефект застосування пивної дробини було відзначено за показником рибопродуктивності. У дослідному ставі цей показник досягав 1053 кг/га, що значно перевищувало результати контрольного варіанту, де рибопродуктивність становила 780 кг/га. Отримані результати підтверджують високу ефективність використання пивної дробини як органічного добрива, оскільки її внесення сприяло активнішому розвитку природної кормової бази, стимулювало перебіг біологічних процесів у водоймі та створювало сприятливі екологічні умови для вирощування риби.

Підвищення продуктивності є результатом комплексного впливу на всі компоненти екосистеми, включаючи фітопланктон, зоопланктон і донні організми.

Таким чином, узагальнені результати проведених досліджень переконливо свідчать про те, що пивна дробина може розглядатися як ефективне, доступне та перспективне органічне добриво для використання у ставковому рибництві, особливо в умовах інтенсифікації виробництва. Її застосування забезпечує активізацію розвитку природної кормової бази водойм, зокрема фітопланктону та зоопланктону, що створює сприятливі умови для живлення молоді риби. У результаті це сприяє підвищенню виживання цьоголіток, збільшенню їх середньої маси та суттєвому зростанню загальної рибопродуктивності ставів. Важливою перевагою є також екологічна доцільність такого підходу, адже використання пивної дробини дозволяє ефективно утилізувати побічні продукти харчової промисловості, зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище та сприяючи впровадженню принципів циркулярної економіки в аквакультурі.

Економічна складова процесу вирощування цьоголіток коропа охоплює широкий комплекс витрат, необхідних для забезпечення повного технологічного циклу виробництва. До основних статей витрат належать витрати на отримання та вирощування личинок коропа, що є початковим і одним із найважливіших етапів у формуванні рибопродукції. Також значну частину становлять витрати, пов'язані з підготовкою ставів до зариблення, зокрема розчищення

гідротехнічних споруд, вапнування дна з метою дезінфекції та оптимізації хімічного складу води, а також внесення органічних добрив для стимулювання розвитку кормової бази. Вагомим елементом витрат є оплата праці працівників господарства та відповідні нарахування, що забезпечують безперервне функціонування виробничого процесу.

Окрім цього, до витратної частини включаються витрати на енергоносії та паливно-мастильні матеріали, які використовуються для транспортування рибопосадкового матеріалу, обслуговування техніки, освітлення території господарства та забезпечення належних умов у виробничих і побутових приміщеннях. Не менш важливими є амортизаційні відрахування, які враховують поступове зношення основних засобів виробництва, а також витрати на оновлення та ремонт малоцінного інвентарю. Додатково враховується фіксований податок для сільськогосподарських товаровиробників, який розраховується у розмірі 0,3 % від нормативної грошової оцінки земельної ділянки з урахуванням її площі, що також впливає на загальну собівартість продукції.

Водночас при проведенні економічного аналізу ефективності використання різних варіантів удобрення було доцільно враховувати лише ті витрати, які безпосередньо відрізнялися між дослідними варіантами і могли вплинути на кінцевий результат. З цією метою транспортні витрати, витрати на оплату праці, а також витрати на меліорацію ставів були виключені з розрахунків, оскільки вони були однаковими для всіх варіантів і не впливали на порівняльну оцінку ефективності застосованих технологій. Такий підхід дозволив більш об'єктивно оцінити економічну доцільність використання саме пивної дробини як органічного добрива.

При внесенні пивної дробини у нормі 2,0 т/га та за умови її вартості на рівні 400 грн за тонну, загальні витрати на удобрення дослідного ставу площею 0,5 га становили лише 400 грн, що є відносно незначною сумою у структурі загальних витрат виробництва. З огляду на отримані результати щодо підвищення рибопродуктивності та покращення біологічних показників риби, такі витрати

можна вважати економічно обґрунтованими та високоефективними. Це свідчить про доцільність широкого впровадження пивної дробини у практику ставкового рибництва як доступного, економічно вигідного та екологічно безпечного засобу підвищення продуктивності водою.

Став 1

$1053 \text{ кг/га} / 2 = 526 \text{ кг} - \text{зі ставу};$

$526 \text{ кг} * 140 \text{ грн} = 73640 \text{ грн}$

$73640 \text{ грн} - 400 \text{ грн} = 73240 \text{ грн}$

Став 2

$780 \text{ кг/га} / 2 = 390 \text{ кг} - \text{зі ставу}$

$390 \text{ кг} * 140 \text{ грн} = 54600 \text{ грн}$

Отож дослідження підтвердили, що впровадження інтенсифікаційних заходів у ставковому рибництві, зокрема використання пивної дробини як органічного добрива, є ефективним і доцільним як з біологічної, так і з економічної точок зору. Отримані експериментальні дані свідчать про те, що внесення цього виду добрива сприяє активізації біопродукційних процесів у водоймах, насамперед через стимулювання розвитку природної кормової бази – фітопланктону, зоопланктону та зообентосу. Це створює більш сприятливі умови для живлення молоді коропа на ранніх етапах розвитку, коли залежність від природного корму є найбільшою. У результаті спостерігається підвищення відсотка виживання цьоголіток, інтенсивніше нарощування їхньої маси та суттєве зростання загальної рибопродуктивності ставів у порівнянні з варіантами без удобрення.

Крім того, результати досліджень свідчать про те, що застосування альтернативних органічних добрив, зокрема пивної дробини, дозволяє підвищити ефективність виробництва без значного збільшення витрат. Використання доступної сировини, яка є побічним продуктом харчової

промисловості, сприяє зниженню собівартості вирощування риби та підвищенню економічної рентабельності господарства. Водночас такий підхід має важливе екологічне значення, оскільки дозволяє раціонально утилізувати відходи виробництва, зменшуючи їх накопичення та негативний вплив на довкілля. Однак досягнення стабільно позитивних результатів можливе лише за умови чіткого дотримання науково обґрунтованих норм внесення добрив, врахування гідрохімічних і гідробіологічних особливостей конкретних водойм, а також систематичного контролю за екологічним станом водного середовища.

Слід також підкреслити, що надмірне або неконтрольоване застосування інтенсифікаційних заходів може призводити до небажаних наслідків, таких як евтрофікація, погіршення кисневого режиму, накопичення органічних відкладів і зниження біорізноманіття. Саме тому впровадження подібних технологій повинно базуватися на принципах екологічної безпеки, збалансованості та адаптивного управління. Важливою складовою є також регулярний моніторинг стану водойм, що дозволяє своєчасно виявляти відхилення та коригувати технологічні процеси.

Таким чином, використання пивної дробини як органічного добрива у ставковому рибництві можна розглядати як перспективний напрям розвитку галузі, який поєднує підвищення продуктивності з дотриманням екологічних вимог. Раціональне та науково обґрунтоване застосування таких підходів сприятиме сталому розвитку рибогосподарських підприємств, підвищенню ефективності використання природних ресурсів і збереженню екологічної рівноваги водних екосистем. Це, у свою чергу, створює передумови для довгострокового та екологічно безпечного функціонування аквакультури в сучасних умовах.

## ВИСНОВКИ

1. Гідрохімічний і температурний режими протягом вирощування цьоголіток коропа відповідали рибогосподарським нормам і забезпечували сприятливі умови для росту та розвитку риби.

2. Фітопланктон дослідних ставів був представлений п'ятьма систематичними відділами водоростей. Найбільш різноманітними були зелені водорості, менш поширеними — синьозелені, діатомові та евгленові. У ставі з внесенням пивної дробини спостерігався інтенсивніший розвиток фітопланктону, що позитивно впливало на формування природної кормової бази.

3. Зоопланктон ставів був представлений формами, характерними для евтрофних водойм, із переважанням гіллястовусих і веслоногих ракоподібних. Найкращий розвиток зоопланктону відзначався у варіанті з внесенням пивної дробини, що свідчить про позитивний вплив органічного удобрення на розвиток кормових організмів.

4. Зообентос ставів був представлений переважно личинками хірономід, які є важливою складовою природної кормової бази риб. Вищі показники розвитку донних організмів спостерігалися у ставі з використанням пивної дробини, що пояснюється активізацією мікробіологічних процесів і покращенням трофічних умов водойми.

5. Найвищі показники рибопродуктивності були отримані у ставі №1 із застосуванням пивної дробини: рибопродуктивність становила 1053 кг/га, середня маса цьоголіток — 35,1 г, виживаність — 37,5 %. У контрольному ставі №2 ці показники були нижчими: 780 кг/га, 30,0 г і 32,5 % відповідно. Це свідчить про позитивний вплив органічного удобрення на рибницькі показники.

6. Використання пивної дробини як альтернативного органічного добрива забезпечило підвищення економічної ефективності вирощування риби. Дохід від реалізації рибопосадкового матеріалу у дослідному ставі був у 1,34 раза вищим порівняно з контролем, що підтверджує доцільність застосування цього виду добрива у ставковому рибництві.

## Список використаних джерел

1. Алимов С.І. Рибне господарство України: стан і перспективи. К.: Вища освіта, 2003. 336 с.
2. Андрющенко А.І. Ставове рибництво: підручник. Андрющенко А.І., Алимов С.І. – К.: Видавничий центр НАУ, 2008. 636 с.
3. Базаєва А.В. Біологічні основи використання фосформобілізуючого бактеріального препарату поліміксобактерину в рибництві : автореф. дис. ... Київ, 2011. 20 с.
4. Базаєва А. М., Чужма Н. П. Оцінка стану водойми рибогосподарського призначення на основі біомоніторингу. Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : VII Міжнар. наук.-практ. конф. : матер. Київ : ПРО ФОРМАТ, 2025. С. 64-66.
5. Боярин М.В., Нетробчук І.М. Основи гідроекології: теорія й практика: навч. посіб. За наук. ред. проф. А. Н. Некоса. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 365 с.
6. Васюкова Г. Економічні перетворення у розвитку рибного господарства / Г. Васюкова // Економіка АПК. – 2005. - № 1. – С. 25-28.
7. Вдовенко Н. М. Тенденції розвитку ринку продукції аквакультури в Україні. Науковий вісник НУБіП. 2012. №169. С. 47-53.
8. Вдовенко Н. М., Павленко М. М., Сіненко І. О. Організаційно-економічні засади розвитку рибальства й аквакультури в Україні БізнесІнформ. 2020. № 4. С. 221-228.
9. Верещінський Г.М. Технологія вирощування товарної риби. Матеріали міжнар. конф. «Дні студентської науки...» Львів, 2016. С.113-114.
10. Вирощування цьоголіток коропа із застосуванням суспензії хлорели / Григоренко Т.В., Савенко Н.М., Чужма Н.П., Базаєва А.М., Берсан Т.О. // Рибогосподарська наука України. №3, 2021. С.33-47.
11. Васюкова Г. Економічні перетворення у розвитку рибного господарства / Г. Васюкова // Економіка АПК. – 2005. - № 1. – С. 25-28

12. Глушко Ю.М., Нагорнюк Т.А., Савенко Н.М., Гаркава К.Г. Сучасні екологічні підходи до переробки рибних відходів... // Перспективи розвитку відновлюваної енергетики... НАУ, 2024. С.36–40.
13. Гриб О.М., Белов В.В., Отченаш Н.Д. Оцінка, прогнозування та управління якістю водних ресурсів. Одеса: ОДЕКУ, 2015. 120 с.
14. Григоренко Т.В., Мушит С.О., Базаєва А.М. Продуктивність вирощувальних ставів за комплексного впливу на їх екосистему // Рибогосподарська наука України. 2020. №3. С.19–32.
15. Григоренко Т.В., Постоєнко Д.М., Базаєва А.М., Добрянська О.П. Екологічні умови рибницьких ставів при вирощуванні коропа... // Агроекологічний журнал. 2019. №4. С.65–73.
16. Григоренко Т.В. та ін. Продуктивність вирощувальних ставів при застосуванні бактеріального добрива «Фосфобактерин» // Рибогосподарська наука України. 2017. №3. С.50–64.
17. Григоренко Т.В., Чужма Н.П., Савенко Н.М., Базаєва А.М. Оцінка гідробіологічного стану вирощувальних ставів ПАТ «Хмельницькрибгосп» // Сучасні проблеми... Харків, 2020. С.48–53.
18. Грициняк І.І., Гринжевський М.В., Третяк О.М. [та ін.] Фермерське рибництво. К.: Герб, 2008. 556 с.
19. Гринжевський М.В. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури у внутрішніх водоймах України. К.: Світ, 2000. 187 с.
20. Гринжевський М.В. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури у внутрішніх водоймах України. К.: Світ, 2010. 190 с.
21. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник. К.: Вища школа, 2005. 671 с.
22. Зотько М.О., Марценюк Н.М., Сироватко К.М. Стан іхтіофауни Сандракського водосховища // Аграрна наука та харчові технології. ВНАУ, 2016. Вип.2(92). С.197–204.
23. Іваненко О.Г., Белов В.В., Гриб О.М. Практична гідроекологія. Одеса: ОДЕКУ, 2009. 75 с.

24. Калініченко А.В., Мінькова О.Г. Біологічний азот у законодавстві ЄС // Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія. 2014. №3(60). С.7–9.
25. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: підручник. К.: Академія, 2006. 360 с.
26. Климук А.С. Рибогосподарська гідротехніка: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2010. 109 с.
27. Коновалов Р. Методи та важелі державного регулювання розвитку рибного господарства в умовах надзвичайних викликів. Проблеми і перспективи економіки та управління. 2023. № 3(31). 58-68.
28. Кражан С. А., Хижняк М.І. Природна кормова база рибогосподарських водойм: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2014. - 333 с.
29. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Підземні води, їх забруднення та вплив на навколишнє середовище. Одеса: ОДЕКУ, 2016. 182 с.
30. Лянсберг О.В. Використання нехарчової риби з метою одержання додаткової рибопродукції // Мат. конф. Херсон, 2008. С.88–91.
31. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / За ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
32. Москаленко Н.М. та ін. Стимулювання природної кормової бази при підрощуванні личинок коропа // Вісник СНАУ. Серія «Тваринництво». 2014. Вип.7(26). С.158–162.
33. Основи охорони праці: підручник. / Ткачук К.Н. та ін. К.: Основа, 2006. 448 с.
34. Онищенко О.М., Дворецький А.І. Мікрководорості як відновлюваний біологічний ресурс... // Вісник ДДАУ. 2013. №2(32). С.48–50.
35. Павлова Г.Г., Рой А.О., Курдиш І.К. Фосфатмобілізувальні бактерії... // Мікробіологічний журнал. 2014. Т.76, №4. С.34–40.
36. Савенко Н. М., Коба С. А. Оцінка якості води за мікробіологічними показниками // Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences : III International Scientific and Practical Conference, May 20, 2022,

Cambridge, United Kingdom : proceed. Cambridge, United Kingdom, 2022. P. 136—137.

37. Савенко Н. М., Ващенко А. В. Біологічна продуктивність рибогосподарських водойм // The process and dynamics of the scientific path : V International Scientific and Theoretical Conference, February 9, 2024, Athens, Greece. Athens, 2024. P. 50-52.

38. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Одеса: ОДЕКУ, 2002. – 226 с. SOU-05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : МАПУ, 2006. 7 с.

39. Starzecka A., Bednarz T. Wpływ zanieczyszczenia Górnej Wisły na aktywność mikroorganizmów wodnych // Słupskie prace przyrodnicze. 2001. S.175–180.

40. Tensley A. The Use and Abuse of Vegetational Terms and Concepts. 1935. ScienceDirect.

41. Тімченко В.М. Екологічна гідрологія водойм України. К.: Наук. думка, 2006. 384 с.

42. Тучапська А.Я. Ефективність сумісного застосування органічних добрив. // Рибогосподарська наука України. 2014. №1. С.25–36.

43. Tuchkovenko Yu.S., Loboda N.S. Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies. IWA publishing, 2015. 250 p.

44. Чужма Н. П., Базаєва А. М., Григоренко Т. В. Оцінка екологічного стану вирощувальних ставів за гідробіологічними показниками. Біологічні дослідження – 2025 : XVI Всеукраїнська наук.-практ. конф., Житомир, 3-4 квіт. 2025 р. : матер. Житомир : Вид-во ПП «Євро-Волинь», 2025. С. 81-84.

45. Чужма Н. П., Базаєва А. М., Колесник Р. Р., Григоренко Т. В. Розвиток природної кормової бази ставів при вирощуванні помісей коропа першого покоління. Scientific Research and Innovation : 4rd International Scientific and Practical Internet Conference, April 3-4, 2025 : proceed. Dnipro, Ukraine : FOP Marenichenko V.V., 2025. P. 183-185.

46. Хижняк М.І., Чужма Н.П., Базасва А.М., Бичкова Т.М. Використання “ріверму” як стимулятора... // Рибне господарство. 2004. Вип.63. С.245–248.
47. Хижняк М.І., Чужма Н.П., Базасва А.М., Устимова Ю.М. Розвиток природної кормової бази ставів. Таврійський науковий вісник. 2003. Вип.29. С.210–214.
48. Хижняк М.І., Цьонь Н.І. Спиртова барда як цінна кормова добавка... // Рибогосподарська наука України. 2010. №2. С.122–130.
49. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти: Підручник. К.: Київський університет, 1999. 319 с.