МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра біоресурсів, аквакультури та природничих наук

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Шеремет Іван Миколайович

УДК: 639.2.03

 (індекс)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**Екологічне обґрунтування раціональної системи удобрення рибницьких ставків Житомирської області**

207 Водні біоресурси та аквакультура

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_І.М. Шеремет

 (підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Світельський Микола Михайлович

 (прізвище, ім’я, по-батькові)

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

 (науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2024

ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра біоресурсів, аквакультури та природничих наук

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук кандидат с.-г. наук, доцент Світельський М.М.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 «23» вересня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

\_\_Шеремета Івана Миколайовича \_\_\_\_\_

 (прізвище, ім’я, по-батькові здобувача вищої освіти в родовому відмінку)

207 – Водні біоресурси та аквакультура

1.Тема кваліфікаційної роботи: Екологічне обґрунтування раціональної системи удобрення рибницьких ставків Житомирської області

затверджена наказом № 1545/ст від 03.10.2024

2.Термін подання роботи «01» грудня 2024 р.

3. Предмет дослідження: управління складом альгоценозу, способи мінерального удобрення водойми, різновидова посадка риб-фітопланктофагів.

Об’єкт дослідження: кількість фітопланктону, споживана окремо білим і строкатим товстолобиками за добу, кількість фітопланктону, споживана за добу зоопланктоном, біомаса фітопланктону.

5.Методи дослідження\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6.Інформаційна база дослідження \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7.Зміст роботи (перелік питань, які потрібно було розробити)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

8.Перелік графічного матеріалу\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

9.Дата видачі завдання «23» вересня 2023 р.

Керівник роботи : \_\_\_\_\_\_к. с.-г. н., доцент Світельський Микола Михайлович

 (підпис) (науковий ступінь, вчене звання) (прізвище, ім’я, по-батькові)

Завдання прийняв

до виконання \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шеремет Іван Миколайович

 (підпис) (прізвище, ім’я, по-батькові)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Термін виконання | Примітки |
| 1. | Виконання аналітичного огляду фахової літератури та обґрунтування обраного напряму досліджень | Вересень 2023– грудень 2023 р. | Виконано |
| 2. | Розроблення програми досліджень, календарного плану їх виконання та освоєння методики проведення досліджень | Січень – березень 2024 р | Виконано |
| 3. | Виконання практичної частини роботи | Протягом 2024  | Виконано |
| 4. | Аналіз, узагальнення та інтерпретація одержаних експериментальних даних | Вересень -жовтень 2024 р. | Виконано |
| 5. | Написання дипломної роботи та підготовка до її захисту | листопад 2024 р. | Виконано |

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шеремет Іван Миколайович

 (підпис) (прізвище, ім’я, по-батькові)

Керівник роботи: \_\_\_\_\_\_к. с.-г. н., доцент Світельський Микола Михайлович

 (підпис) (науковий ступінь, вчене звання) (прізвище, ім’я, по-батькові)

«01» грудня 2024 р.

**АНОТАЦІЯ**

Шеремет І.М. Екологічне обґрунтування раціональної системи удобрення рибницьких ставків Житомирської області. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 207 – Водні біоресурси та аквакультура – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Зміст анотації: кваліфікаційна робота розкриває дослідження шляхів біогенного управління складом альгоценозу та способів мінерального удобрення водойми, спрямованих на підвищення її родючості, перевірку дієвості біогенного управління на природних ставкових альгоценозах в умовах лабораторного накопичувального культивування та розробку екологічно обґрунтованої (раціональної) системи заходів щодо мінерального удобрення рибницьких ставків з різновидовою посадкою.

Ключові слова: кількість фітопланктону, білий і строкатий товстолоби, кількість зоопланктону, біомаса фітопланктону, біогенні елементи, альгоценоз, риби-фітофаги.

ANNOTATION

Sheremet I.M. Ecological substantiation of a rational system of fertilization of fish ponds in Zhytomyr region. - Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 207 - Water bioresources and aquaculture - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

Summary: The qualification work reveals the study of ways of biogenic management of the composition of algocenosis and methods of mineral fertilization of the reservoir aimed at increasing its fertility, testing the effectiveness of biogenic management on natural pond algocenoses in laboratory accumulative cultivation and the development of an environmentally sound (rational) system of measures for mineral fertilization of fish ponds with species planting.

Key words: amount of phytoplankton, white and variegated silver carp, amount of zooplankton, phytoplankton biomass, biogenic elements, algocenosis, phytophagous fish.

ЗМІСТ

Вступ 6

Розділ 1. Живлення та ріст мікроводоростей в залежності від надходження поживних речовин (огляд літератури) 9

1.1. Культивування мікроводоростей у відкритих системах 9

Розділ 2. Матеріал, умови та методики проведення досліджень 11

2.1. Матеріали та методи ставкових удобрювальних експериментів 11

2.2. Методи накопичувального культивування, визначення чисельності та біомаси клітин, вимірювання концентрацій біогенних елементів 13

Розділ 3. Раціональна система мінерального удобрення та її вплив на

екосистему рибоводного ставу 18

3.1. Елементи наявних систем мінерального удобрення рибогосподарських водойм 18

3.2. Вибірковість у харчуванні риб-фітопланктофагів 19

3.3. Пошук сполучених зв'язків між компонентами екосистеми рибницького ставка за допомогою багатовимірного детермінаційного аналізу 23

Висновки 25

Практичні пропозиції виробництву 26

Список використаних джерел 27

**ВСТУП**

**Актуальність теми**. Роль високої первинної продукції фітопланктону як чинника збільшення рибопродуктивності в ставкових господарствах безсумнівна. Рибопродуктивність водойм прямо пропорційна їхній первинній продукції. Частка первинної продукції автотрофів, що переходить в улови риб, виявляється рівною 0,1-0,3% для озер, водосховищ, внутрішніх мереж і 0,5-2% для ставків. Таким чином, збільшення первинної продукції є природним і гарантованим шляхом підвищення продукції риб і тому є однією з найактуальніших проблем у рибництві. Своєю чергою, збільшення первинної продукції однозначно пов'язане з трофічною роллю додаткового припливу у водойму компонентів мінерального живлення автотрофів.

Актуальність поставленого завдання збільшення продукції фітопланктону зростає при вирощуванні риб у полікультурі, що включає фітопланктофагів - білих і строкатих товстолобиків [38].

**Предмет дослідження:** управління складом альгоценозу, способи мінерального удобрення водойми, різновидова посадка риб-фітопланктофагів.

**Об’єкт дослідження:** кількість фітопланктону, споживана окремо білим і строкатим товстолобиками за добу, кількість фітопланктону, споживана за добу зоопланктоном, біомаса фітопланктону, що породжує його добовий приріст, який іде на споживання рибами і зоопланктоном, добовий приріст фітопланктону, необхідний для нарощування його біомаси, загальний добовий приріст фітопланктону, кількість біогенних елементів, спожита фітопланктоном за добу.

**Мета та завдання досліджень**. Метою нашої роботи було вивчення шляхів біогенного управління складом альгоценозу та способів мінерального удобрення водойми, спрямованих на підвищення її родючості.

**Було виділено такі** **основні завдання**: 1.Теоретичне дослідження шляхів біогенного управління складом альгоценозу та способів мінерального удобрення водойми, спрямованих на підвищення її родючості.

2. Перевірка дієвості біогенного управління на природних ставкових альгоценозах в умовах лабораторного накопичувального культивування.

3. Розробка екологічно обґрунтованої (раціональної) системи заходів щодо мінерального удобрення рибницьких ставків з різновидовою посадкою, що включає риб-фітопланктофагів, в основі якої - врахування потреб клітин фітопланктону в мінеральному азоті та фосфорі й потреби товстолобиків у планктонних водоростях.

4.Вивчення впливу раціональної системи удобрення на фітопланктонне співтовариство ставка, що функціонує в режимі полікультури.

**Наукова новизна.** Розроблено й апробовано біологічно обґрунтовану систему мінерального удобрення рибницьких ставків, в основі якої - врахування потреб рослиноїдних риб і зоопланктону в мікроводоростевих організмах та врахування потреб фітопланктону в компонентах мінерального живлення. Таким чином, нова схема удобрення спрямована на максимальне використання природної кормової бази ставків на противагу нарощуванню кількості штучного корму. Що дається. При цьому слід враховувати, що склад фітопланктонного співтовариства ставка вкрай різноякісний за своєю харчовою цінністю, за ступенем токсикологічного впливу на безпосередніх споживачів. Тому вирішували завдання не тотального зростання фітомаси, а свого роду оптимізації структури ставкового альгоценозу, розрахованої на домінування видів, бажаних для харчування фітопланктофагів.

Уперше показано, що шляхом регулярного внесення у водойму мінеральних форм азоту і фосфору в певних кількісних поєднаннях можна досягти суттєвої перебудови таксономічної та розмірної структури природного фітопланктонного співтовариства.

**Практичне значення.** Отримані результати можуть бути використані для розроблення системи інтенсифікаційних заходів у ставкових господарствах будь-якої зони рибництва, що працюють у режимі полікультури коропа і рослиноїдних риб. Елементи раціональної системи удобрення можуть бути рекомендовані до застосування у вирощувальних, нагульних ставках, у ставках із безперервною технологією вирощування риби як із нормативною щільністю посадки, так і з вищою. Спосіб перерозподілу складу фітопланктону може також бути використаний у водоймах рекреаційного призначення, у системах біологічного очищення стічних вод.

**Основні положення, що виносяться на захист**:

1.Біогенне управління складом альгоценозу та способів мінерального удобрення водойми, спрямованих на підвищення її родючості.

2.Екологічно обґрунтована (раціональна) система заходів щодо мінерального удобрення рибницьких ставків із різновидовою посадкою, що включає риб-фітопланктофагів, в основі якої - врахування потреб клітин фітопланктону в мінеральному азоті та фосфорі й потреби товстолобиків у планктонних водоростях.

3.Впливи раціональної системи удобрення на фітопланктонне співтовариство ставка, що функціонує в режимі полікультури.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження.** Матеріали досліджень були опубліковані у ряді конференцій, зокрема:

1. Шеремет І.М. Раціональна система мінерального удобрення та її вплив на екосистему рибоводного ставу. Студентська науково-практична конференція «Технології. Наука. Практика - 2024»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во Поліського національного університету, 2024.

2. Надольний Р.Е., Шеремет І.М., Огороднік Н.В., Мустієв М.В. Споживання низькомолекулярних органічних сполук фіто- і бактеріопланктоном. Студентська науково-практична конференція «Технології. Наука. Практика - 2024»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во Поліського національного університету, 2024.

3. Надольний Р.Е., Шеремет І.М., Огороднік Н.В., Мустієв М.В. Вплив окремих чинників на морфофізіологічні показники цьогорічок стерляді. Всеукраїнська науково-практична конференція «Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття - 2024»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во Поліського національного університету, 2024.

**Структура та обсяг роботи.** Робота містить 30 сторінок комп’ютерного тексту, складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій та 40 позицій використаних джерел, кількість таблиць – 1, рисунків - 3.

**РОЗДІЛ 1. ЖИВЛЕННЯ ТА РІСТ МІКРОВОДОРОСТЕЙ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД НАДХОДЖЕННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН**

**(огляд літератури)**

**1.1. Культивування мікроводоростей у відкритих системах.**

Екстенсивне культивування мікроводоростей у відкритих водоймах ведуть переважно для отримання біомаси, а також для очищення стічних вод. Для отримання біомаси використовують прості й недорогі пристрої [3].

Найчастіше це круглі, овальні або прямокутні басейни невеликої глибини, рідше - цементовані або вистелені плівкою траншеї, різної форми лотки, цистерни. Оскільки регулювання температурних умов у відкритих водоймах мало здійсненне, таке культивування мікроводоростей зазвичай проводять у районах, де мало хмарних і дощових днів, невеликі добові перепади температур, - у тропіках і субтропіках. У деяких випадках у холодну пору застосовують штучний підігрів. Прикладом найпростішого виду екстенсивного культивування мікроводоростей є вирощування синьо-зеленої водорості спіруліни на озері Текскоко в Мексиці. Площа поверхні озера становить 900 га. Збір біомаси спіруліни проводиться цілодобово. Подвоєння біомаси мікроводорості в озері відбувається кожні 3-4 доби. Після фільтрації суспензія висушується гарячим повітрям і подрібнюється на борошно. Готовий продукт використовують як джерело білка в дієтичному харчуванні [37].

Суспензія водоростей циркулює в басейні за допомогою насоса. Лопатки сегнерового колеса мають отвори, і повітря з вуглекислотою барботується через ці отвори. Лопатки приводяться в обертання реактивним рухом і перемішують зважені водорості. Чотири установки зазвичай з'єднують у батарею. Після вивантаження суспензію водоростей центрифугують і сушать у розпилювальній сушарці за температури 100ºС.

На таких установках в Японії культивують зелену мікроводорість хлорелу для виробництва концентрату, застосовуваного для заміни рибного і соєвого борошна в тваринництві [39].

В Узбекистані в установках відкритого типу культивують хлорелу, урожай якої становить 30-60 т сухої речовини з гектара на рік. Лімітуючим фактором культивування там є порівняно низька зимова температура (2-5ºС).

У Тржебоні (Чехія) діє установка каскадного типу для культивування зеленої водорості сценедесмус.

Установка складається з панелей змінної площі, зібраних із пластикових жолобів. Перетин жолобів впливає на осідання водоростей на дні жолоба. Панелі захищені прозорим покриттям, що дає змогу зберігати тепло в разі зменшення освітленості. Панелі можна орієнтувати на сонце. Стаціонарні панелі встановлено на дахах будівель, споруд [40].

Умови культивування мікроводоростей можна поліпшити шляхом використання закритих установок із природним освітленням. У цьому разі мікроводорості вирощують у прозорих трубах або спеціально сконструйованих культиваторах, у яких передбачено підтримання оптимальних умов культивування. Установки закритого типу дають змогу в 1,5-2 рази збільшити врожай водорості з одиниці об'єму середовища і знизити собівартість біомаси [38].

Для підвищення швидкості росту біомаси в закритих установках через середовище продувають повітря, збагачене діоксидом вуглецю. Газову суміш вводять у культуру за допомогою компресора через перфоровані трубки або з потоком суспензії клітин через відцентровий насос.

При масовому культивуванні в закритих системах використовуються або звичайні мінеральні поживні середовища, або спеціально збалансовані, що враховують витрачання основних компонентів у процесі росту біомаси [24].

**РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, УМОВИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**2.1. Матеріали та методи ставкових удобрювальних експериментів.**

Ставкові досліди проводили в СГФ «Інтеррибгосп» у с. Кримок Житомирської області у 2018-2020 рр. Використовували нагульні та вирощувальні ставки, в яких вирощувалася полікультура білого та строкатого товстолобиків. Нами проводилося визначення чисельності та біомаси фітопланктону, вимірювання концентрації біогенних елементів.

Нами було розроблено систему удобрення ставків з полікультурою риб, головне завдання якої - за допомогою раціонального внесення мінеральних добрив створити достатню кормову базу для рослиноїдних риб за рахунок підвищення біомаси фітопланктону, сезонна динаміка якої приблизно збігається з динамікою інтенсивностi нагулу рослиноїдних риб та зоопланктону за рахунок переважання в загальній альгомасі видів, яким надають перевагу товстолобики.

На основі максимально можливого врахування трофічних зв'язків ставка розроблено алгоритм розрахунку потрібної кількості внесених речовин (рис. 1). Підставивши в алгоритм специфічні параметри, легко отримати результат для конкретних умов господарювання.

Для розрахунків використано такі формули:

1) Кількість фітопланктону, споживана окремо білим і строкатим товстолобиками за добу:

fриб = m p r риб,

де m - штучна наважка риби; р - щільність риб у ставку, гриб - добовий раціон товстолобиків за фітопланктоном.

2) Кількість фітопланктону, споживана за добу зоопланктоном:

f300 = b r300,

де b - природна щільність рослиноїдного зоопланктону, r300 - його добовий раціон.

3) Біомаса фітопланктону, що породжує його добовий приріст, який іде на споживання рибами і зоопланктоном:

В= fриб+ r300

 vросту – v відмир

де vросту – v відмир - відповідно відносні швидкості росту і відмирання фітомаси.

4) Добовий приріст фітопланктону, необхідний для нарощування його породжувальної біомаси:

 Fфіто = Вкін+ Впоч

 t

5) Загальний добовий приріст фітопланктону:

f= fриб + f300 + fфіто + fвідмир

де fвідмир - В Vвідмир - кількість фітопланктону, що перейшов за добу в детрит, фітопланктону.

6) Кількість біогенних елементів, спожита фітопланктоном за добу:

Lфіто=f qL

де qL - потреба одиниці біомаси фітопланктону в субстраті L.

7) Величина Lфіто розраховується з розмірністю кг елементу/га добу

Доза, що задається в одне внесення:

Lвнес= LфітоТ

де Т - інтервал між внесеннями в добі, що дорівнює 3,5 де Т - інтервал між внесеннями в добі, що дорівнює 3,5, виходячи з того, що ставок удобрюють двічі на тиждень.

Значення параметрів, використаних під час розрахунків, узяті з літератури та з власних дослідів. Оскільки протягом сезону змінюються наважки риб, густоти зоопланктону, швидкості росту популяцій, клітинні потреби водоростей, увесь період вегетації розбивають на кілька часових інтервалів (зазвичай 4 або 5), а розрахунок ведуть за кожним із них окремо.

Таким чином, можна виділити чотири основні діючі елементи раціональної системи удобрення: підвищене протягом більшої частини сезону (з червня до вересня) відношення азоту до фосфору у внесених добривах (20-50), відповідне співвідношення потреб у цих елементах масових видів протококових; збільшення частоти удобрення (2 рази на тиждень), внесення ударної дози добрив перед зарибленням ставків для «розгону» зростання водоростей з відношенням азоту до фосфору 4, що дорівнює співвідношенню потреб протококових у період лагфази; нерівномірна за сезоном динаміка внесення речовин, узгоджена з мінливою біомасою риб, зоопланктону та їхніми раціонами. Контрольні ставки удобрювали за стандартною методикою. А саме, протягом сезону раз на десять днів вносили рівні дози добрив (приблизно 20 кг/га азоту і 5 кг/га фосфору, тобто з відношенням азоту до фосфору, що дорівнює 4, без весняної «розгонки». Про результати дослідів судили, порівнюючи динаміку біомаси та середньосезонні біомаси відділів, порядків, домінантних видів і розмірних груп фітопланктону в досліді та контролі.

**2.2. Методи накопичувального культивування, визначення чисельності та біомаси клітин, вимірювання концентрацій біогенних елементів.**

Накопичувальне культивування не передбачає припливу мінеральних речовин і відведення органічних речовин. Характер функціонування накопичувальних культур цілком задається початковими умовами середовища й освітленості. Основні принципи накопичувального культивування, на які орієнтувалися ми у своїй роботі, викладено в кількох роботах (Левина, 1964; Царенко, 1980; Ильяш, 1984; Dauta, 1983; Wright et al., 1985).

Для аналізу росту полікультур у накопичувальному режимі особливе значення має періодичний контроль середовища, оскільки концентрації речовин постійно змінюються.

Перед початком досліду воду з одного рибницького ставка поміщали в кілька посудин, у які потім додавали суперфосфат і аміачну селітру в різних кількісних поєднаннях азоту і фосфору. Початкові біомаси всіх таксонів водоростей у кожній посудині були однакові. Щоб виключити ефект виїдання зоопланктоном, дослідну воду перед внесенням добавок пропускали через сітку з відповідним діаметром комірок і залишали на дві доби в темряві. Протягом досліду всі посудини утримувалися на відкритому повітрі.

Для підрахунку чисельності клітин використовували камеру Нажотта, об'єм якої дорівнює 0,5 мл. Вимірювання чисельності проводили в кількох повторностях. Як наближену оцінку використовували середнє арифметичне значення вимірювань.

Для визначення біомаси водоростей використовували розрахунковий метод. Він полягає в тому, що під мікроскопом за допомогою окуляра-мікрометра визначають індивідуальні лінійні розміри кожного виду і, беручи конфігурацію клітини за апроксимуючу геометричну фігуру, обчислюють її об'єм, а потім і масу, маючи на увазі, що густина речовини клітин дорівнює приблизно густині води (1 г/см3). Підсумовуючи біомаси окремих видів, отримували біомаси порядків і відділів фітопланктону.

Крім того, вивчали розмірну структуру ставкових альгоценозів. Аналіз розмірної структури проводили за двома напрямами.

1) Усі види, незалежно від систематичної приналежності, було розбито на 6 розмірних (за масою особини) класів - менше ніж 0,1; від 0,1 до 0,3; від 0,3 до 1; від 1 до 3,2; від 3,2 до 10; понад 10 мг/екз. Окремо визначали біомаси кожного класу.

2) Для всіх відділів і сумарного фітопланктону шляхом ділення загальної біомаси на загальну чисельність вимірювали середню масу особини.

Ми також виокремлювали всередині відділів домінантні роди та види. Критерієм відбору в цю групу була наявність цього виду або роду в кількості не менш як 20% від загальної біомаси угруповання в щонайменше 5 точках відбору проб.

Гідрохімічні визначення проводили за стандартними методиками (Строганов, Бузинова, 1980), які використовують якісні реакції на ті чи інші іони. Також за стандартними методиками вимірювали вміст кисню у воді (скляночний метод Вінклера). Для визначення водневого показника використовували набір індикаторів: бромтимоловий синій, крезоловий червоний і тимоловий синій.

Результати лабораторного культивування ставкового фітопланктону з варіюванням вихідного співвідношення концентрацій азоту і фосфору. Усього в досліді випробовували п'ять рівнів вихідного співвідношення азоту до фосфору - 2, 5, 20, 50, 100. Спостереження за динамікою росту водоростей велися протягом 8 діб. Весь цей час водорості не зазнавали пресу виїдання.

Відносини, більші за 5, змінюють структуру альгоценозу в напрямку зростання біомаси зелених (рис. 1).

**Рис. 1. Залежність кінцевих абсолютних біомас відділів фітопланктону від відношення азоту до фосфору, а) - Зелені, б) - Діатомові (1), Синьо-зелені (2)**

Крива залежності для представників цього відділу має один пік, що відповідає найінтенсивнішому зростанню. Цей пік припадає на відношення азоту до фосфору, що дорівнює 20. У діатомей і ціанобактерій максимальна біомаса досягається за низьких відношень (2-5). Збільшення азотних добавок спричиняє пригнічення розвитку.

Порівняння поведінки домінантних видів і родів із цих відділів показує, що крива для зеленої водорості Scenedesmus quadricauda практично повністю збігається з кривою для всього відділу. Для діатомей Stephanodiscus і Nitzschia оптимальними є відношення в діапазоні від 5 до 20. Нарешті, синьо-зелена водорість Microcystis найкраще розвивається за відношення N : Р = 2-5. Більш високі співвідношення виступають для неї в якості інгібуючого фактора.

Найбільші клітини зелених виявлені в колбі зі співвідношенням 20. При переході до більш високих співвідношень середні розміри знижуються, але все ж залишаються більшими, ніж за співвідношень 2 і 5. Зауважимо і підвищення об'єму клітин діатомей при стократному перевищенні азотних концентрацій над фосфорними в середовищі. Ціанобактерії мають монотонну тенденцію до зниження об'ємів клітин у міру зростання відношення азоту до фосфору.

Організми, що належать до середнього вагового класу 1-3 нг, посідають домінантне становище в угрупованні за співвідношень 20 і 50, за вищих і нижчих співвідношень їхня відносна біомаса знижується. Більші клітини масою 3,2-10 нг найбільш рясні за співвідношення, що дорівнює 5. Представництво трьох найдрібніших розмірних класів (менш як 0,1 нг, від 0,1 до 0,3 нг і найдрібніших розмірних класів (менш як 0,1 нг, від 0,1 до 0,3 нг і від 0,3 до 1 нг) падає під час переходу від відношення 2 до відношення 50, однак у разі відношення, що дорівнює 100, вони знову посідають домінантне становище.

Лабораторний дослід створив прецедент спрямованого регулювання таксономічного складу такої складної системи, як природне багатовидове фітопланктонне співтовариство. Пошук ширших сфер застосування намацаних шляхів біогенного управління змусив нас не обмежуватися стінками лабораторної колби, а провести подібні випробування безпосередньо в природній водоймі. Вибір як дослідного об'єкта рибницького ставка з полікультурою, що включає рослиноїдних риб, вивів і на відповідну мету оптимізації - домінування в альгоценозі груп водоростей, які переважають у раціоні риб.

**РОЗДІЛ 3. РАЦІОНАЛЬНА СИСТЕМА МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕКОСИСТЕМУ РИБОВОДНОГО СТАВУ**

**3.1. Елементи наявних систем мінерального удобрення рибогосподарських водойм.**

За прийнятими нормативами в більшості господарств у рибницькі ставки вносять азотно-фосфорні мінеральні добрива з розрахунку доведення концентрацій азоту до 2 мг/л, фосфору - до 0,5 мг/л. Добрива вносять раз на 10 днів (іноді 2-3 рази на місяць) і в проміжках між добривами концентрації біогенних елементів мають значення приблизно на два порядки нижчі від зазначених [37].

Аналіз деяких експериментальних робіт з модернізації удобрювальних заходів дає змогу скласти уявлення про окремі елементи створюваної раціональної системи удобрення.

Розраховуючи ефективність споживання біогенних елементів у ставках (відношення кількості елемента у валовій продукції фітопланктону до його кількості в добривах). За співвідношення азоту і фосфору 5:1 і наведених вище нормативів внесення азот засвоюється в кількості 96-137% від внесеного, в той час як фосфор тільки в кількості 52-90%. Про неефективність внесення азоту та фосфору в зазначеному співвідношенні свідчать й інші роботи [3].

Ефективність удобрення залежить також від частоти внесення мінерального підживлення. За одноразового за сезон внесення добрив в озерах переважали синьо-зелені, а за багаторазового - хлорококові водорості.

За дробового удобрення сезонна динаміка середньодобової первинної продукції водоростей виявляється вирівняною в літній період і зростає в період максимального росту риб; на 70-80 % підвищується вихід рибної продукції (пелядь) з 1 га озерної площі. При одноразовому внесенні в рибопродукцію переходило 0,6% первинної продукції, при багаторазовому ж - 1,7% (без зміни сумарної кількості добрив). Внесення кожної нової порції добрив викликає спалах розвитку дрібних, швидкозростаючих форм (переважно зелених, іноді діатомових). Тому в тому разі, коли добрива вносять часто, екосистема характеризується високим обертанням речовин і енергії. За разового за сезон або рідкісного удобрення у фітопланктоні переважають великі колоніальні форми й оборотність різко знижується. Існують аналогічні дані про ефективність дробового внесення добрив у ставковому господарстві [40].

Навесні, коли через слабке прогрівання води ще недостатньо велика первинна продукція, необхідно забезпечити не тільки щодобові раціони консументів, а й прогресивне збільшення наростаючої біомаси фітопланктону.

Тривалість лагфази - періоду, що розділяє початок внесення поживних субстратів і початок інтенсивного поділу клітин, - становить 10-15 діб. За відсутності росту, однак, відбувається інтенсивне запасання біогенних елементів клітинами, тому внесення добрив повинне на 2-4 тижні випереджати період бурхливого росту водоростей, який, своєю чергою, має настати не пізніше за момент висаджування риби.

**3.2. Вибірковість у харчуванні риб-фітопланктофагів.**

Відомості, що стосуються елективності харчування товстолобиків, досить суперечливі. Специфіка травної системи товстолобиків полягає в проціджуванні планктонних організмів крізь фільтрувальне сито, утворене зябровим апаратом. Тому розмір відфільтрованих харчових частинок визначається діаметром осередків фільтрувального апарату. У цьому сенсі й розуміється багатьма авторами вибірковість харчування товстолобиків [38]. Існує й інша точка зору: виборче ставлення риб залежить не тільки від розмірів водоростей, а й від таких чинників, як їхня форма, характер оболонки, смак. За цими показниками найменш якісною їжею визнаються синьо-зелені водорості. Водночас у літературі не міститься відомостей про непридатність зелених водоростей для харчування. Звідси виникли основні напрями, за якими будувалася стратегія оптимізації структури фітопланктонної спільноти.

Нова система удобрення сприятливо впливає на розвиток представників протококових водоростей у нагульних ставках (рис. 2).

**Рис 2. Динаміка біомаси протококових у нагульних ставках (2020 рік)**

Перевага експерименту над звичайною системою за біомасою протококових характерна і для двох інших сезонів. Зауважимо, що ефект розподілено за сезоном нерівномірно: стимулювання протококових проявляється лише влітку, тобто саме тоді, коли відношення азоту до фосфору досягає максимальних величин (20-50), що й призводить до найзначніших відгуків. Очевидно, весняна «розгонка» не призводить до очікуваних ефектів зростання біомаси протококових у квітні-травні.

Наведені дані збігаються з даними інших авторів щодо сприятливого впливу підвищеного азотного навантаження, високого відношення азоту до фосфору, частішого внесення мінеральних ресурсів на ріст протококових. Серед дрібніших таксономічних одиниць (видів, родів) найчутливішими до нової системи удобрення, як нам видається, є види Chlorella гр. і Scenedesmus quadrіcauda.

Біомасу синьо-зелених у нагульних ставках пригнічували всі три роки за допомогою модифікації добрива (рис. 3 для досліду 2018 р.), чому знову ж таки найбільшою мірою сприяли високі відношення азоту до фосфору. При цьому більша біомаса синьо-зелених у досліді здебільшого визначалася наявністю дрібних форм (наприклад, Aphanothece), тоді як нитчастих форм (рід Phormidiun), не придатних для питання рослиноїдних риб, було значно менше, ніж у контролі.

**Рис 3. Динаміка біомаси синьо-зелених у нагульних ставках (2018 рік)**

Стимулювання або, навпаки, пригнічення розвитку клітин ди-атомових не відбувається (принаймні якщо брати до уваги весь відділ у цілому). Однак такий рід як Melosira практично регулярно має в дослідних ставках біомасу більшу, ніж у контрольних. Мабуть, у межах цього відділу існує сильна фізіологічна неоднорідність видів щодо потреб в азоті та фосфорі.

У удобрюваних за модифікованою схемою ставках зростає і загальна біомаса фітопланктону, що не суперечить висновкам інших авторів (Кабанова, Ломанов. 1985), які вважають, що загальна продукція водоростей збільшується з ростом співвідношення азоту і фосфору.

Збільшення співвідношення біогенних елементів і почастішання удобрення в дослідних нагульних ставках призводять до зміни розмірної структури водоростевого співтовариства в бік підвищення середнього розміру особини протококкових, евгленових. Зареєстровано зниження біомаси дрібних (менш як 0,1 нг) і збільшення біомаси середніх (від 0,3 до 1 і від 1 до 3,2 нг) клітин в експерименті. Більші фітопланктонні організми вагою 3,2-10 нг переважають у контролі.

У дослідних нагульних ставках відзначено інтенсивніший розвиток веслоногих і гіллястовусих ракоподібних. Це означає, що зоопланктери мають схожу з рослиноїдними рибами харчову вибірковість. Тому збільшення біомаси зелених є кращим як для товстолобиків, так і для рослиноїдних ракоподібних.

Модифікована система удобрення впливає і на гідрохімічні показники нагульних ставків. Так, у дослідних водоймах порівняно з контрольними постійно підвищений рівень вмісту розчиненого кисню. У 2017 році в дослідному ставку спостерігали сильний зсув pH у лужний бік. Найімовірніше, це явище було пов'язане не з внесенням добрив, а з причинами кліматичного та фізичного характеру. Хоча не виключено, що використання як азотного добрива замість аміачної селітри карбаміду у весняний період знижує pH, що й було доведено 2018 року, коли внесення у квітні карбаміду в експериментальний ставок не призвело до аномально високого залуження води. Так чи інакше, і 2018 року короткочасне зростання водневого показника не вплинуло негативним чином на стан гідробіонтів дослідного ставка.

У дослідних нагульних ставках практично постійно виявляється вищою як продуктивність за рослиноїдними рибами, так і загальна рибопродуктивність (товстолобики та короп) (табл. 1).

Виняток становить дослід 2020 р. Можлива причина нижчої продуктивності в експериментальному ставку тут криється в ефекті післядії. Річ у тім, що контрольний ставок у попередньому, 2019 р., використовували, навпаки, як дослідний, і він зберіг через рік ті родючі якості, які було закладено в нього інтенсифікацією удобрення. Якщо виключити дані за 2020 рік, то в середньому за два роки загальна рибопродуктивність у досліді вища на 16%, а за фітопланктофагами - на 19%.

Таблиця 1

Рибопродуктивність дослідних і контрольних ставків (2018-2020 рр.)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рибопродуктивність | 2018 | 2019 | 2020 |
| дослід | контроль | дослід | контроль | дослід | контроль |
| Нагульні ставки: Білий товстолобик | 6,9 | 4,8 | 10,6 | 8,9 | 3,9 | 6,7 |
| Строкатий товстолобик | 11,1 | 11,1 | 5,3 | 4,3 | 3,6 | 4,5 |
| Рослиноїдні риби | 18,0 | 15,9 | 16,4 | 13,2 | 7,5 | 11,1 |
| Загальна рибопродуктивність | 34,9 | 29,5 | 24,9 | 22,7 | 17,8 | 22,1 |
| Вирощувальні ставки:Білий товстолобик | 15,1 | 12,0 | 23,2 | 17,2 | 14,2 | 14,7 |
| Строкатий товстолобик | 6,3 | 3,2 | 2,7 | 3,8 | 3,8 | 2,9 |
| Рослиноїдні риби | 21,4 | 20,2 | 25,9 | 21,0 | 13,0 | 17,6 |
| Загальна рибопродуктивність | 45,2 | 45,3 | 46,3 | 42,6 | 40,0 | 29,4 |

Більшість описаних ефектів справедливі і для вирощувальних дослідних ставків. Виняток становить відсутність переважання біомаси протококових і зоопланктону порівняно з контролем, як пояснення цього феномена висловлюють гіпотезу, що в умовах високих густот посадки личинок білого товстолоба останні разом з однолітками (за різновікової поїздки) створюють надлишковий порівняно з нагульними ставками прес виїдання фітопланктону, передусім представників порядку протококкових як улюбленого корму. Тому видима біомаса клітин, навіть за високої первинної продукції, виявляється нижчою, ніж у контролі і ніж у нагульних ставках. На користь цього припущення свідчать рибницькі показники вирощувальних ставків (табл. 1): модифікованій системі удобрення відповідає більша рибопродуктивність (у середньому за три роки випробування загальну рибопродуктивність підвищено на 12%, за рослиноїдними - на 11%).

**3.3. Пошук сполучених зв'язків між компонентами екосистеми рибницького ставка за допомогою багатовимірного детермінаційного аналізу.**

До результатів роботи було включено виявлення закономірних взаємообумовлених зв'язків між різними хімічними та біологічними змінними екосистеми ставка безвідносно до того, чи був він дослідним АБО контрольним у сенсі застосованої системи удобрення, за допомогою детермінаційного аналізу як методу статистичної обробки даних (Чесноков, 1982; Замолодчиков и др., 1992). Конкретно, визначали ступінь сполученості між високою рибною продукцією, з одного боку, та кількістю внесених добрив, концентрацією мінеральних елементів у воді, їхнім співвідношенням, вмістом розчиненого кисню, абсолютною та відносною біомасою таксонів фітопланктону та зоопланктону - з іншого. Для підготовки введення даних у систему детермінаційного аналізу весь масив значень для кожної змінної було поділено на два умовні класи - ''мало'' і ''багато''. Розбиття в кожному випадку відбувалося так, щоб у кожному класі виявилося не менше чотирьох і не більше восьми значень. При цьому межу між класами «мало» і «багато» для кожної конкретної змінної ухвалювали з огляду на гідрохімічні нормативи для рибницьких ставків, а також із загальних уявлень про те, яка біомаса фіто- і зоопланктону вважається високою, а яка - низькою.

Програма дає змогу обчислити частоту збігу рибопродуктивності в класі ''багато'' (пояснювана змінна) з будь-якою іншою змінною, що пояснює, окремо в класах ''багато'' і ''мало''. Добір значимих сполучень проводили за критерієм суттєвості. Формальний аналіз даних загалом підтверджує більшість описаних закономірностей: висока продуктивність за рослиноїдними рибами пов'язана з перерозподілом таксономічної структури фітопланктону в бік переважання протококових і зелених загалом та зниження ролі синьо-зелених, з підвищенням біомаси зоопланктону насамперед за рахунок копепод і кладоцерів, з достатньою аерованістю води, з високим вмістом (іоном) не тільки азоту, але й з високим співвідношенням азоту та фосфору, якого можна досягти за допомогою відповідного добору кількостей добрив. Водночас виявлено й деякі нові ефекти. Серед них - неоднаковий внесок у рибопродуктивність кінцевого наважування та виживання риби, вплив водневого показника на загальну рибопродуктивність, незалежність продуктивності щодо строкатого товстолобика від кількості фітопланктону (принаймні від його виді won біомаси) тощо.

Таким чином, модифікована система мінерального удобрення, головними елементами якої, на наш погляд, стали підвищене відношення азоту до фосфору у субстратах, що вносяться у воду, та збільшена частота внесення, призводить до суттєвої перебудови структури альгоценозу, що, своєю чергою, стає ймовірною причиною зростання рибної продукції.

**ВИСНОВКИ**

1. Структуру фітопланктону можна штучно змінювати шляхом добавок у середовище основних лімітуючих субстратів (азоту і фосфору) у певних кількісних пропорціях. Підвищені співвідношення азоту до фосфору (20-50), що дорівнюють або близькі до співвідношення потреб домінантних видів протококових, стимулюють розвиток цього таксону при лабораторному накопичувальному культивуванні та створюють вірогідність домінування протококових у ставках. Низькі відношення (4-10) більш сприятливі для синьо-зелених.

2. Зі зміною структури фітопланктону в зазначеному напрямку збільшується вторинна продукція рослиноїдного зоопланктону, головним чином, копепод і кладоцер.

3. На таксономічний, а також на розмірний склад фітопланктону впливає періодичність внесення в живильне середовище кормових ресурсів. Почастішання удобрення рибницьких ставків до двох разів на тиждень сприяє розвитку видів протококових і клітин середніх розмірних класів (0,3-1 нг і 1-3,2 нг).

**ПРАКТИЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

1. Більш рівномірний за сезоном розподіл алохтонних біогенних ресурсів за прискореного удобрення сприяє поліпшенню кисневого режиму ставка за рахунок зниження ефекту евтрофування

2. Підвищення продукції рослиноїдних риб у ставках Житомирської області пов'язане з домінуванням в альгоценозі видів протококових, вольвоксових, евгленових, які є тут улюбленою їжею для товстолобиків, а також зі зростанням концентрації розчиненого у воді кисню.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Аквакультура // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : П.П. Вишемирський В. С., 2013. — С. 7.
2. Алексієнко В.Р. Іхтіологія. Посібник для студентів біологічних факультетів / В.Р. Алексієнко. – К.: Український фітосоціологічний центр, 2007. – 116 с.
3. Богданова Л.Н. Характеристика зоопланктону Кременчуцького водосховища // Рибогосподарська наука України. 2015. Вип. 4(34). С. 15– 30.
4. Борщівський П. Стратегічні проблеми розвитку рибного господарства України / П. Борщівський, М. Стасішен, Н. Алесіна // Стратегія розвитку України: наук. жур. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2004. – № 1–2. – С. 370-388.
5. Боярин М.В, Нетробчук І. М. Основи гідроекології : теорія й практика :навч. пос. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 364 с.
6. Використання гідрофітних систем для відновлення якості забруднених вод. Міхєєв О.М., Маджд С.М., Лапань О.В., Кулинич Я.І., видавництво «Центр учбової літератури», м. Київ -2018 р.
7. Виноградов В.К., Золотова З.К. Вплив білого амура на екосистеми водойм // Гідробіологічний журнал. – 1974. – Т. 10. – № 2. – С.90-98.
8. Водний фонд України: Штучні водойми — водосховища і ставки: Довідник [Архівовано 11 грудня 2020 у Wayback Machine.] / За ред. В. К. Хільчевського, В. В. Гребеня. — К.: Інтерпрес, 2014. — 164 с.
9. Воловова Л.А., Студенецький С.А. Пасовищна аквакультура на прісноводних водоймах // Журнал «Рибне господарство», 1993. - № 12. -С.5-7.
10. Гринжевський М.В. Вирощування дволіток коропово-сазанових гібридів у полікультурі / М.В. Гринжевський, Д.Р. Пшеничний. // Рибогосподарська наука України. – 2007. – № 1. – С. 41–45.
11. Гринжевський М.В. Економічна ефективність вирощування товарної риби за трилітнього циклу / М.В. Гринжевський, А.В. Пекарський. – К.: Світ, 2000. – 164 с.
12. Грінжевський М.В. Аквакультура України. – Львів: Вільна Україна, 1998. − С. 331.
13. Гроховська Ю.Р., Кононцев С.В., Колесник Т.М. Біологічний моніторинг водного середовища : навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. – 161 с.
14. Довідник за властивостями, методами аналізу та очищення води // Київ: Наукова Думка, 1980. - ч. 2. - С.773-781.
15. Еколого-економічні проблеми довкілля Житомирщини. [Кол. мо-ногр.]/ В.І. Карпов, С.П. Сіренький, В.К. Данилко та ін.; Під заг. ред. П.П. Михайленка. - Житомир, 2001. - 320 с.
16. Євтушенко М. Ю. Акліматизація гідробіонтів: підруч. / Євтушенко М. Ю., Дудник С. В., Глєбова Ю. А. — К.: Аграрна освіта, 2011. — 240 с. — ISBN 978‐966‐2007‐57‐2.
17. Загальна гідробіологія. Константинов А.С. – М.: Вища школа, 1986р.
18. Збереження і моніторинг біологічного і ландшафтного різноманіття в Україні. – К.:Національний екологічний центр України, 2000 – 244с.
19. Клименко М.О., Гроховська Ю.Р. Гідроекологічний моніторинг та фітоіндикація стану водних екосистем басейну Прип’яті. Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2014. Вип. 2 (66). С. 29–38. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ep3.nuwm.edu.ua/3608/
20. Клименко М.О., Гроховська Ю.Р. Оцінка екологічного стану водних екосистем річок басейну Прип’яті за вищими водними рослинами. Рівне: НУВГП, 2005. 194 с.
21. Клименко О.М. Моніторинг довкілля: Підручник/ О.М. Клименко А.М. Прищепа, Н.М. Вознюк. – К. : Академія, 2006. – 360 с.
22. Коба С.А. Живлення та ріст цьоголіток коропа за спрямованого формування природної кормової бази / С.А. Коба, Т.В. Григоренко, С.А. Кражан // Рибогосподарська наука України. – 2013. – № 1. – С. 38–44.
23. Коваленко В.О. Індустріальне рибництво/В.О. Коваленко. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. -140 с.
24. Коваленко В.О. Шляхи оптимізації та прогнозування вирощування коропових видів риб в умовах Півдня України / В.О. Коваленко, Ю.М. Воліченко, І.М. Шерман // Рибогосподарська наука України. – 2014. – № 2. –С. 46–54.
25. Козлов А.В. Розведення риби, раків, креветок у присадибній водоймі. М: ТОВ «Акваріум-Принт», 2008. 176 с.
26. Козлов А.В. Сохранение биоразнообразия ихтиофауны - основа устойчивого использования рыбных ресурсов//Матер. междунар. научн, конферен. молодых ученых "Водные биоресурсы и пути рационального использонания", Киев, 2012. - С. 35-36.
27. Козлов А.В., Рубцов С.Ф Восстановление численности ручьевой форели в реке при организации коммерческого лова// Рибне господарство. - 2014. - Вып 63. - Киев. - С. 98-99
28. Лавровський В.В. Оборотне водопостачання при промисловому вирощуванні молоді райдужної форелі // Рибне госп-во, 1977. - №11. - С.58-59.
29. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
30. Лукін В.Б. 2003. Механізми, що формують видову структуру перифітону в ході сезонної сукцесії: роль міжвидової конкуренції та осідання планктонних форм // Журн. загальної біології. Т. 64. № 3. с. 263-272.
31. Лукін В.Б., Сапова., Є.В., 2002. Зміни в екосистемі водопровідного каналу, що викликаються розвитком фітообростань // Актуальні проблеми екології та природокористування (випуск 3) / збірник наукових праць. С. 83-87
32. Макрофіти – індикатори змін природного середовища. Дублена Д.В., Гейне С., Гроудова З.І. – К.: Наукова думка, 1993.
33. Маслова Н.И., Петрушин В.А. 2013. Рыбоводно-биологическая оценка щуки – перспективного объекта поликультуры. Мат. Межд. науч.-прак. конф. "Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры", с. 276–290.
34. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України / Яцик А. В., Денисова О. І., Чернявська А. П., Верниченко Г. А. - Київ: Оріяни, 2004. 20 с.
35. Пшеничний Д.Р. Вплив щільності посадки личинок короповосазанових гібридів на інтенсивність росту цьоголіток і рибопродуктивність виростних ставів / Д.Р. Пшеничний, М.В. Гринжевський. // Таврійський науковий вісник ХДАУ. – Вип. 42. – С. 180–183.
36. Шерман І.М. Технологія виробництва продукції рибництва / І.М. Шерман, В.Г. Рилов. – К.: Вища освіта, 2005. – 351 с.
37. Яковчук М.П. Увеличение продукции фитопланктона, потреб¬ляемого белым толстолобиком // Рыбохозосвоение растительноядных рыб / Тез.докл. II совещ.- Кишинев, 1988.- С. 191-192.
38. Кражан С.А. Природна кормова база ставів / С.А. Кражан, М.І. Хижняк // Науково-виробниче видання. –Херсон: Олді-Плюс, 2009. –328 с.
39. Хижняк М.І. Вплив різних видів добрив на чисельність та життєдіяльність бактеріопланктону в ставках/ М.І. Хижняк, Н.В. Божок // Таврійський науковий вісник «Сучасні напрямки та проблеми аквакультури». – Херсон, 1998. – Вип. 7. – С. 395-399. 42.
40. Хижняк М.І. Розвиток природної кормової базиставів під впливом екологічно чистих добрив / М.І. Хижняк, Н.П. Чужма, А.М. Базаєва, Ю.М. Устимова // Таврійський науковий вісник. – 2003. –Вип. 29. – С. 210–214.