

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра біоресурсів, аквакультури та природничих наук

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Бондарчук Максим Михайлович
(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача вищої освіти)

УДК: 639.2.05
(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Способи нормування щільності посадки коропа при
транспортуванні у відкритих ємностях з аерацією**

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

М. М. Бондарчук
(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 – 2021

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.

«__» грудня 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Бондарчука Максима Михайловича

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

207 – Водні біоресурси та аквакультура

- 1.Тема кваліфікаційної роботи *Способи нормування щільності посадки коропа при транспортуванні у відкритих ємностях з аерацією* затверджена наказом № 1387/ст. від «16» листопада 2021 р.
 - 2.Термін подання роботи «01» грудня 2021 р.
 - 3.Предмет дослідження: *гранично допустимий рівень щільності посадки при транспортуванні, допустима концентрація вмісту у воді аммонійного азоту, базова щільність посадки риб.*
 - 4.Об'єкт дослідження: *процеси виживання риб за різних щільностей посадки при перевезенні в ємностях.*
 - 5.Методи дослідження _____
 - 6.Інформаційна база дослідження _____
-

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

8.Перелік графічного матеріалу _____

9.Дата видачі завдання «06» вересня 2020 р.

Керівник роботи _____ Світельський Микола Михайлович
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

Завдання прийняв

до виконання _____ Бондарчук Максим Михайлович
(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 напрямку досліджень	Вересень 2020– грудень 2020 р.	Виконано
2.	Розроблення програми досліджень, календарного плану їх виконання та освоєння методики проведення досліджень	Січень – березень 2021 р	Виконано
3.	Виконання практичної частини роботи	Протягом 2020 – 2021 рр.	Виконано
4.	Аналіз, узагальнення та інтерпретація одержаних експериментальних даних	Жовтень - листопад 2021 р.	Виконано
5.	Написання дипломної роботи та підготовка до її захисту	Грудень 2021 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти _____ Бондарчук Максим Михайлович
(підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник роботи _____ Світельський Микола Михайлович
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

«__» грудня 2021 р.

АНОТАЦІЯ

Бондарчук М.М. *Способи нормування щільності посадки коропа при транспортуванні у відкритих ємностях з аерацією.* – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 207 – водні біоресурси та аквакультура – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Зміст анотації: кваліфікаційна робота розкриває питання встановлення нормування щільності посадки коропа при транспортуванні у відкритих ємностях, що аеруються. Транспортування у відкритих ємностях, що аеруються, забезпечених засобами постійної подачі у воду повітря або кисню, є основним способом доставки промислових партій живої риби.

Ключові слова: аерація, ємності, виживання риб, транспортування, жива риба, короп.

ANOTATION

Bondarchuk M.M. Methods of normalization of carp planting density during transportation in open containers with aeration. - Manuscript of the qualification work.

Qualification work for the bachelor's degree in specialty 207 - aquatic bioresources and aquaculture -Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

Summary of the abstract: qualification work reveals the issue of establishing the rationing density of carp when transported in open aerated tanks. Transportation in open, aerated tanks equipped with a constant supply of air or oxygen to the water is the main method of delivery of industrial batches of live fish.

Key words: aeration, tanks, fish survival, transportation, live fish, carp.

ЗМІСТ	
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ТОВАРНОГО РИБНИЦТВА (огляд літератури)	11
1.1. Стан і перспективи товарного рибництва	11
1.2. Технічні засоби та способи транспортування живої риби	13
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	15
2.1. Місце та умови проведення досліджень	15
2.2. Схема та обсяги виконання досліджень	16
РОЗДІЛ 3. ЩІЛЬНІСТЬ ПОСАДКИ РИБ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ	17
3.1. Розробка методів визначення гранично допустимої щільності посадки при транспортуванні риби	17
3.2. Визначення гранично допустимого рівня вмісту у воді амонійного азоту	24
3.3. Залежність щільності посадки риби від технологічних факторів	27
3.4. Визначення базової щільності посадки	29
3.5. Видові особливості риби	31
ВИСНОВКИ	34
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Транспортування є необхідною операцією під час роботи з рибами. Необхідність перевезення часто виникає при пересадці риби з одного водоймища в інше всередині господарства (наприклад, із зимових ставків у літні та навпаки), а також при доставці живої риби до місця реалізації.

Велике значення мають міжгосподарські перевезення рибопосадкового матеріалу. Багато господарств не мають власного рибопосадкового матеріалу і змушені завозити його «збоку». Перевезення риб необхідне також під час зариблення природних водойм. Останніми роками стала вельми поширеною зариблення водойм для цілей спортивно-аматорського рибальства [13].

Таким чином, розробка ефективних засобів транспортування має велике практичне значення. Основним при цьому є оптимізація норм щільності посадки риб, яка залежить від технічного оснащення транспортного засобу, виду та розміру риб, температури води, тривалості транспортування та інших факторів.

З урахуванням важливих відмінностей, існуючі методи транспортування риб поділяються на 3 основні категорії: 1) у відкритих (негерметичних) ємностях без аерації, 2) у герметично закритих ємностях з киснем і 3) у відкритих (не герметичних) ємностях з аерацією.

Відкриті ємності без аерації (контейнери, чани, бочки тощо) використовують зазвичай під час перевезення риби на невелику відстань, наприклад, при внутрішньогосподарському переміщенні риб. Основним фактором, що обмежує при цьому щільність посадки риб, є вміст у воді кисню. Герметичні ємності (поліетиленові пакети, пластикові бутлі, канни тощо), заповнені водою та киснем, використовують переважно для транспортування дрібних риб, наприклад, личинок. Вміст кисню у воді в них протягом усього періоду транспортування зазвичай зберігається на досить високому рівні, і провідним фактором, що визначає допустимий рівень щільності посадки, є вуглекислий газ, що виділяється рибами [24].

Мета та завдання досліджень. Метою дослідження було розробити способи нормування щільності посадки коропа при транспортуванні у відкритих ємностях, що аеруються.

Для вирішення даної проблеми були визначені наступні **завдання:**

- виявити показники (тести) для визначення гранично допустимого рівня густини посадки при транспортуванні риби;
- Визначити залежність значень щільності посадки від основних технологічних факторів: температури води, величини (штучної маси) риби, тривалості транспортування;
- з урахуванням виявлених закономірностей розробити технологічно оптимальні норми завантаження коропа в живорибні ємності.

Об'єкт досліджень – процеси виживання риби за різних щільностей посадки при перевезенні в ємностях.

Предмет досліджень – гранично допустимий рівень щільності посадки при транспортуванні, допустима концентрація вмісту у воді амонійного азоту, базова щільність посадки риби.

Актуальність теми. Транспортування у відкритих ємностях, що аеруються, забезпечених засобами постійної подачі у воду повітря або кисню, є основним способом доставки промислових партій живої риби. Інтенсивне продування води забезпечує зазвичай достатній рівень вмісту в ній кисню і перешкоджає накопиченню вуглекислого газу. Основним лімітуючим фактором є накопичення розчинених у воді продуктів білкового обміну - азотистих сполук.

Наукова новизна. Вперше розроблені способи нормування щільності посадки риби при транспортуванні у відкритих ємностях, що аеруються. Встановлено, що з достатньої концентрації кисню у питній воді основним чинником, лімітуючим щільність посадки риби, є накопичення у питній воді амонійного азоту. З огляду на цей показник визначено залежність норм щільності посадки риби від температури води, величини середньої маси риби, тривалості їх транспортування.

Програма досліджень включала наступні питання: виявити показники (тести) для визначення гранично допустимого рівня густини посадки при транспортуванні риб, а також визначити залежність значень густини посадки від основних технологічних факторів: температури води, величини (штучної маси) риб, тривалості транспортування.

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

1. Світельський М.М., Баранівський В.В., Бондарчук М.М., Балинський О.А., Буковський Р.А. Використання методів штучного відтворення риб. II Всеукраїнська науково-практична конференція «Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи досліджень-2021»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во ЖНАЕУ, 2021. С. 17-20.

2. Бондарчук М.М. Використання сучасного обладнання при розведенні риби в штучних умовах. IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Водні та наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття-2021»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во Поліського національного університету, 2021. С. 141-142.

3. Баранівський В.В., Бондарчук М.М., Балинський О.А., Буковський Р.А. IV Методи покращення кормової бази при заводському способі вирощування коропа. Студентська науково-практична конференція «Магістерські читання - 2021»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во Поліського національного університету, 2021. С. 25-26.

Практичне значення одержаних результатів. Розраховані значення коефіцієнтів, що використовуються при визначенні норм завантаження живої риби в транспортні ємності, що аеруються, залежно від умов транспортування. Розроблено норми щільності посадки під час транспортування коропа. Під час виробничої перевірки розроблених норм встановлено зниження транспортних витрат на 31%.

Основні положення, які виносяться на захист:

- Використання як тесту при визначенні граничного навантаження в

транспортні ємності значень розчиненого у воді амонійного азоту;

-Встановлені залежності норми щільності посадки риб від технологічних факторів: температури води, середньої маси риб, тривалості транспортування.

Структура та обсяг роботи. Роботи містить 41 сторінку комп'ютерного тексту, складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій та 62 позиції використаних джерел, кількість таблиць - 13.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ТОВАРНОГО РИБНИЦТВА

(огляд літератури)

1.1. Стан і перспективи товарного рибництва.

Товарне рибництво є складовою аквакультури. Проте за своєю сутністю - принципами організації та засобами виробництва, використанням земельних і водних ресурсів, витратами кормів і добрив, технологічними прийомами розведення та вирощування - рибництво в принципі не відрізняється від тваринництва і тому може розглядатися як один з напрямків сільського господарства.

На думку фахівців, доступна сировинна база вітчизняного рибальства обмежена величиною в 4,5-5 млн. т. При цьому, за даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), у світовій практиці загальний обсяг виробництва рибопродукції щороку зростає виключно за рахунок аквакультури [29].

Світовий дослід, а також дані передових вітчизняних підприємств свідчать про високу потенційну ефективність рибництва. Насамперед, це пов'язано з тим, що гідробіонти, у тому числі і риби менше, ніж теплокровні тварини, витрачають енергії на підтримання постійної температури тіла. Завдяки цьому у форелі, наприклад, на приріст маси тіла витрачається 44% споживаної енергії корму у той час як у свиней лише 28%. До того ж, при вирощуванні в ставках риби частково задовольняють свої харчові потреби за рахунок природної кормової бази. Собівартість виробництва 1т рибної продукції менше собівартості м'яса великої рогатої худоби у 2,6 рази, свиней – у 2,4 рази, птиці – у 1,5 рази [33].

Важливою перевагою рибництва перед тваринництвом є висока плодючість риб, яка обчислюється десятками або навіть сотнями тисяч особин у потомстві. Наприклад, самка коропа за нерестовий сезон продукує до 1 млн і більше ікринок, з яких при вирощуванні потомства надалі можна отримати 50-60т товарної риби.

Риби, особливо прісноводні види є цінним харчовим продуктом.

Вихід м'яса у риб різних видів коливається від 50 до 80% маси туші. Вміст білка в м'ясі коливається не більше 16- 21,5%. Якість білка в риб дуже висока. Його біологічна цінність перевищує цінність теплокровних тварин. Важливе значення при цьому має високий вміст у м'ясі риб незамінних амінокислот: 100 г протеїну міститься лізину в межах 8,8-9,4 г, метіоніну 3,1-3,8 г, триптофану 0,9 г/

Риба також характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот (в середньому 80%). Важливою особливістю м'язової тканини риб є високий вміст мікроелементів і жиророзчинних вітамінів. У людей, які регулярно споживають рибні продукти, знижується небезпека серцево-судинних та онкологічних захворювань, скорочується вміст у крові шкідливої фракції холестерину і відповідно збільшується тривалість життя.

Чільне місце у вітчизняній аквакультурі займають коропові риби, річне виробництво яких становить понад 80% всієї виробленої в рибоводних господарствах продукції [46]. Основним об'єктом розведення (близько 45% усієї продукції) при цьому є короп.

Сучасні породи коропа характеризуються високими продуктивними якостями: швидким зростанням, ефективним використанням комбікормів, що задаються, високою плодовитістю. Короп невибагливий до умов утримання, легко пристосовується до змін гідрохімічного режиму, кормової бази та інших умов довкілля. Високу частку (до 20%) у харчуванні ставкового коропа займає природна їжа, у зв'язку з чим для його годівлі використовуються порівняно недорогі кормові суміші.

Карпові риби відносно теплолюбні. Сприятливі умови для харчування та зростання коропа – понад 18°C. Тому основне виробництво коропових риб здійснюється у південних районах країни. Основними об'єктами вирощування при цьому є короп і рослиноїдні риби.

1.2. Технічні засоби та способи транспортування живої риби.

Відомі способи транспортування живої риби можна розділити на три основні категорії: у відкритих неаерованих ємностях, у відкритих ємностях, що аеруються, і в закритих (герметичних), заповнених водою і киснем ємностях (поліетиленові мішки, канни, бутлі тощо). Для деяких видів риб можливе перевезення протягом нетривалого часу у вологому середовищі [41].

Внутрішньогосподарські перевезення, наприклад, при пересадці риб з одного ставка в інший, здійснюють зазвичай відносно невеликих неаерируемых ємностях. Найчастіше для цього використовують поліетиленові або дерев'яні контейнери (чани), що встановлюються в кузові автомобіля або іншого транспортного засобу. Іноді каркас контейнера виготовляють металевим, обшитим усередині брезентом або іншим м'яким матеріалом. Аналогічно виготовляють кришки контейнерів. У нижній частині контейнера влаштовується рукав, через який по жолобу або трубі, що доставляється до нього, здійснюється випуск риби.

Рекомендується встановлювати у контейнерах для перевезення молоді риб підвісні сітчасті садки. Після транспортування садки дістають з контейнера і молодь, що перебуває в них, обережно перепускають у ставок. Для забезпечення контролю за станом молоді після зариблення її можна залишити кілька днів у садках [36].

Транспортування риби більш далекої відстані (до 300-400км) здійснюють у спеціалізованих «живорибних» автомашинах зі стаціонарно встановленими металевими цистернами типу АЦПТ- 2,8/53А і АЦЖР-3, [27]. Цистерни виконані з подвійними стінками, проміжок між якими заповнений теплоізоляційним матеріалом. Аерація води здійснюється повітрям, що надходить через дрібнопористий розпилювач від компресора основного двигуна автомобіля. У передній частині цистерни АЦПТ-2,8/53А є відсік для льоду, який є холодильником для снулої риби і запасником льоду для охолодження води в цистерні. У зимовий час вода в цистерні обігривається

вихлопними газами двигуна, що подаються по спеціальній трубі. Максимальне завантаження товарного коропа в машинах (при температурі води 5-10°C) становить трохи більше 1400кг (450-500кг/м³).

У плані вдосконалення живорибної машини було запропоновано використання ресивера, в який компресором накачується повітря і з нього подається в цистерну. Рівень подачі повітря з ресивера регулюють спеціальним клапаном, домагаючись створення в цистерні аеробного туману.

В даний час все більшого поширення набуває використання для транспортування риби «живорибних» контейнерів [19]. Контейнери знімні, що дозволяє встановлювати їх у будь-якій кількості залежно від вантажопідйомності автотранспорту та довжини його кузова або платформи причепа. Контейнери, призначені для перевезення риби на дальню відстань, мають теплоізоляцію. Аерація води в контейнерах здійснюється стисненим повітрям, що подається від двигуна автомобіля або киснем, що надходить від балонів. У деяких живорибних машинах передбачені обидві системи аерації. Система подачі стисненого повітря при цьому може використовуватися як основний засіб аерації води, а кисень у балонах - резервного, на випадок тривалої зупинки транспорту або виходу з ладу системи аерації води стисненим повітрям. Іноді при перевезенні відносно невеликих партій риби аерація води проводиться за допомогою електрокомпресора, що живиться від акумулятора автомобіля. Спеціалізовані автомобілі підвищеної вантажопідйомності (живої риби до 10 т і вище) обладнані засобами, що дозволяють використовувати аерацію води зріджений кисень. Один контейнер із рідким киснем вагою 300кг замінює 20 звичайних газоподібних балонів загальною вагою 1,5т, що дає можливість збільшувати корисну масу транспорту та, відповідно, знизити витрати на транспортування живої риби [6].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень.

Дослідження проведені в ТОВ «Інтеррибгосп» на рибах різного виду: короп (в основному), форель, гібриди білого та строкатого товстолобиків, білий амур, щука., срібний карась. Риби були вирощені в ставках рибгоспу, звідки їх було перевезено на живорибну базу підприємства.

При дослідженні в зимовий період, з метою попередження температурного шоку, риб перед дослідями відсаджували в окрему ємність, в якій робили поступове (протягом трьох - п'яти годин) вирівнювання температури води до температури води в акваріумах.

Досліди проводили в акваріумах, які наливали необхідний обсяг ставкової води. Підігрів води до необхідної температури здійснювали за допомогою електронагрівача з контактним термометром.

Дослідження проведені з аерацією та без аерації води в акваріумах. У дослідях з аерацією воду насичували киснем за допомогою мікрокомпресора або шляхом його подачі з балона. Усього було виконано 53 досліди, у яких використано понад 1000 риб.

При проведенні експериментів вимірювали температуру води в акваріумах, активну реакцію середовища (рН), вміст у воді кисню та азотистих речовин - амонійного азоту та (у двох дослідях) нітритів, - а також визначали інтенсивність дихання риб.

2.2. Схема та обсяги виконання досліджень.

Вимірювання температури води, рН і кисню здійснювали за допомогою приладів: термооксиметра (марка Oxyscan) і рН-метра (рнеру HANNA). Вміст азотистих речовин визначали стандартними методами гідрохімічного аналізу (РД 52.24.486-95,1995; ПНД Ф 14.1-2.3 95, 1995). Інтенсивність дихання риб встановлювали, підраховуючи кількість рухів зябрових кришок.

Таблиця 2

Обсяг виконаних досліджень

Напрями досліджень	Число дослідів	Число досліджуваних риб, шт.
Розробка методів тестування гранично допустимого рівня густини посадки при транспортуванні риб.	11	99
Визначення гранично допустимої концентрації вмісту у воді амонійного азоту	2	64
Дослідження залежності норм щільності посадки риб від факторів: - температури води; - штучної маси риб; - виду риб.	29 2 7	270 356 220
Визначення базової густини посадки риб.	2	53
Всього	53	1062

У більшості дослідів риб витримували в акваріумах доти, доки у них не з'являлися ознаки стресового стану - порушення координації руху: риби лягали на бік або переверталися черевцем, деякі з них залягали на дні акваріума.

РОЗДІЛ 3. ЩІЛЬНІСТЬ ПОСАДКИ РИБ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ

3.1. Розробка методів визначення гранично допустимої щільності посадки при транспортуванні риби.

У завдання досліджень входило виявлення показників, які можна було б використовувати як тест при визначенні гранично допустимого рівня щільності посадки при транспортуванні риби

Дослідження виконані в основному на дворічки та трирічки коропа, середньою масою 0,7 - 1,2 кг. До дослідів риби перебували у басейнах живорибної бази.

При постановці дослідів риби поміщали в акваріуми з ставковою водою і витримували доти, доки вони починали входити в стресовий стан. У період проведення дослідів періодично визначали гідрохімічні показники та інтенсивність дихання риби – частоту руху у них зябрових кришок.

Дослідження проведено в основному в зимовий період 2018 та 2019 рр. Температура води в басейнах, у яких містили риби, на той час була близько 2°C. З метою запобігання температурному шоку риби попередньо витримували в ємності, температуру води в якій поступово піднімали до температури води в акваріумах.

Виконано 2 серії дослідів. В одній із них імітували транспортування риби без аерації, в іншій воду в акваріумах аерували за допомогою компресора.

Перша серія дослідів.

Проведено 5 дослідів за вмістом коропа в акваріумах, що не аеруються.

У перших двох дослідах (табл. 3 і 4) в акваріуми було висаджено по 3 трирічки. Середня маса риби при посадці у першому досліді становила 936г, до кінця досліду дещо збільшилася – 992г. У другому досліді вона дорівнювала 1015г та 136г відповідно. Температура води в акваріумах у досліді.

утримувалася в межах 14,1-14,4°C, дослід 2 - 18,6°C. Щільність

посадки риб становила 92кг/м³ у першому досліді та 100кг/м³ у другому.

У період проведення дослідів вимірювали вміст кисню у воді та інтенсивність дихання риб.

Таблиця 3.

Динаміка концентрації кисню та інтенсивності дихання риб при їх утриманні в акваріумах без аерації води (дослід 1).

Час утримання риб, мін	Кисень, мг/л	Інтенсивність дихання риб, раз/хв			
		Короп №1	Короп №2	Короп №3	середнє
10	7,5	49	60	53	54
20	5,4	59	60	63	61
30	4,0	63	65	60	63
40	3,6	70	62	64	65
50	3,1	50	61	68	60
60	2,7	48	51	63	54
80	2,4	45	63	63	57
100	2,3	44	53	60	52
120	2,2	41	48	53	47
140	2,1	42	50	51	47
160	2,1	38*	43*	43	41
220	2,0	37*	42*	44	41

* Тут і в наступних таблицях жирним шрифтом виділено риби з порушеною координацією руху.

У процесі витримування риб вміст кисню у питній воді поступово знижувалося, досягнувши через 3,5год близько 2мг/л. Інтенсивність дихання риб спочатку трохи підвищилася, потім знизилася. Дві риби наприкінці дослідів почали виявляти ознаки стресу (лягати на бік).

У наступному досліді (табл. 4), проведеному за вищої температури води в акваріумах, вміст кисню падало швидше: через 2,5 год воно досягло 2,1 мг/л.

Таблиця 4.

Динаміка концентрації кисню та інтенсивності дихання риб при їх утриманні в акваріумах без аерації води (дослід 2)

Час утримання риб, хв	Кисень, мг/л	Інтенсивність дихання риб, раз/хв			
		Короп №1	Короп №2	Короп №3	середнє
5	6	64	73	64	67
15	4	91	89	82	87
25	3	62	60	78	67
35	2,7	54*	64	74	64
50	2,5	55*	62	53	57
60	2,4	47*	62	66*	58
80	2,3	43*	56	62*	54
100	2,3	38*	51	60*	50
120	2,1	35*	53	50*	46
140	2,1	0	57	43*	33

Як і попередньому досліді, інтенсивність дихання риб спочатку підвищилася, потім знизилася, хоча в однієї риби (№2) вона остаточно дослідів залишалася порівняно високої.

Аналогічні результати отримані й у третьому досліді, проведеному з 2-кратною повторністю (табл.5). У кожен акваріум було посаджено по 3 трирічки коропа, при щільності посадки близько 120 кг/м². Температура води в акваріумах була близько 19-20°C.

Вміст кисню на початку досліді була близько 8мг/л. Через 1 год воно знизилося рівня 1,1-1,3 мг/л, після чого частина риб почала переходити в стресовий стан.

Таблиця 5.

Динаміка концентрації кисню та інтенсивності дихання риб при їх утриманні без аерації води в акваріумах (дослід 3)

Час витримування риб, хв	Показники*	Дані спостережень (середнє по 3-м рибам) за акваріумами:	
		№1	№2
0	Ср. маса риб, г O ₂ , мг/л I, раз/хв	947 8,1 78	917 8,4 82
30	O ₂ , мг/л I, раз/ хв	2.5 69	3,9 77
60	O ₂ , мг/л I, раз/ хв	1.1 45(1)	1,3 42(1)
90	O ₂ , мг/л I, раз/ хв число стресованих риб, шт.	0.84 33 1	0,65 31 1
120	O ₂ , мг/л I, раз/ хв число стресованих риб, шт.	0.64 23 2	0,56 24 2
180	Ср. маса риб, г O ₂ , мг/л I, раз/ хв число стресованих риб, шт.	980 0.15 15 2	953 0,6 11 2

* Позначення показників: O₂ - вміст у воді кисню,

I – інтенсивність дихання риб (частота руху зябрових кришок).

У наступних двох дослідях, поряд з визначенням вмісту кисню у воді та інтенсивності дихання риб, вимірювали активну реакцію середовища (рН).

У досліді 4 (табл. 6) у 3 акваріуми з 25 літрами ставкової води в кожному висадили по 2 коропа. Щільність посадки риби при цьому становила близько 75кг/м³, температура води була в середньому за період проведення дослідів в акваріумі №1 – 19,2, в акваріумі №2 – 19,8, в акваріумі №3 – 20,0°C.

Таблиця 6.

Динаміка гідрохімічних показників та частоти дихання риби при їх утриманні без аерації води в акваріумах (дослід 4)

Час, хв.	Показники*	Дані спостережень з акваріумів:			
		№ 1	№2	№3	середнє
0	маса риби, г	930	870	850	883
	o ₂	7,8	7,5	6,8	7,4
	pH	8,5	8	8,4	8,5
	I	65	65	62	64
15	O ₂	5,9	5,4	5,7	5,7
	pH	8,3	8,3	8,3	8,3
	I	58	58	73	63
30	O ₂	4,4	4,4	4,4	4,4
	pH	8,1	8,1	8,1	8,1
	I	62	63	73	66
55	O ₂	3,7	3,6	3,2	3,5
	pH	8,1	8,0	8,0	8,0
	I	62	72	75	70
70	O ₂	2,9	2,8	2,6	2,8
	pH	7,9	8,0	7,9	7,9
	I	67	73	73	71
85	O ₂	2,6	2,4	2,1	2,4
	pH	7,8	7,8	7,9	7,8
	I	65	70	70	68
95	o ₂	2Д	1,9	1,4	1,8
	pH	7,8	7,8	7,8	7,8
	I	66	75	67	69

110	O ₂	1,6	1,4	1,3	1,4
	pH	7,9	7,8	7,8	7,8
	I	70	70	57	66
125	O ₂	1,4	1,1	1,3	1,3
	pH	7,7	7,7	7,8	7,7
	I	47, 52	52, 52	54,53	52
145	O ₂	1,1	0,8	0,7	0,9
	pH	7,7	7,6	7,6	7,6
	I	45	46	47	46
170	O ₂	0,9	0,8	0,5	0,7
	pH	7,6	7,6	7,6	7,6
	I	40	42	41	41
185	O ₂	0,7	0,8	0,5	0,7
	pH	7,6	7,6	7,6	7,6
	I	38	32	36	35
200	O ₂	0,7	0,8	0,5	0,7
	pH	7,5	7,6	7,6	7,6
	I	32	37	26	31
	маса риб	970	940	930	947

*в даній та наступній таблицях використані такі позначення

досліджених показників: O₂ - вміст у воді кисню (мг/л);

pH – активна реакція середовища (од.); I – інтенсивність дихання риб (частота руху зябрових кришок, раз на хвилину).

У результаті вмісту риб концентрація кисню у питній воді поступово знижувалася: з 6.8 - 7.8 мг/л на початку дослідів до 0,5- 0.7 мг/л наприкінці. Натомість змінювалася і інтенсивність дихання риб. Частота руху зябрових кришок у риб спочатку була не більше 62 - 65 раз/мин. Через годину вона трохи підвищилася (до 67-75 разів/хв.), потім почала знижуватися. Приблизно через 2.5 години, за вмісту кисню менше 1мг/л, частота дихання риб впала до 45-47раз/мин. і вони почали виявляти занепокоєння. Після зниження концентрації кисню у воді до 0,5 - 0,7 мг/л серед них стали з'являтися особини з порушеною координацією руху, внаслідок чого дослід

було припинено.

Метою наступного експерименту було простежити, як відбивається на динаміці вмісту кисню у воді та стані риб часткове або повне запобігання надходженню у водне середовище атмосферного повітря. У три акваріуми з 25л води в кожному висадили по 2 коропа. Щільність посадки риб у своїй становила близько 70кг/м³.

В акваріумі №1 поверхня води була повністю відкритою, в решті двох її частково (акваріум №2) або повністю (акваріум №3) прикрили картонною кришкою. Температура води у період проведення досліду була не більше 19-20°С. Вміст кисню перед дослідом був у межах 9,0-9,5мг/л.

У процесі витримування риб в акваріумах періодично вимірювали концентрацію кисню у воді (O₂ мг/л), активну реакцію середовища (рН, од.) та інтенсивність дихання риб (I, раз/хв).

Отримані дані представлені у табл. 7.

Таблиця 7.

Динаміка гідрохімічних показників та частоти

Дані спостережень з акваріумів:				
Час витримування риб, хв.	Показники	№1	№2	№3
0	Маса риб, г	910	910	980
	O ₂ ,мг/л	9,5	9,0	9,5
	рН, од.	8,2	8,2	8,2
10	O ₂ ,мг/л	7,0	8,5	7.2
	рН, од.	8,1	8,2	8.2
	I, раз/ хв	75	75	75
20	O ₂ ,мг/л	4,3	6,3	3.8
	рН, од.	7,9	8,0	8.1
	I, раз/ хв	77	74	74
40	O ₂ ,мг/л	2,3	2,3	1.7
	рН, од.	7,9	8,0	8.0
	I, раз/ хв	74	79	75
60	O _г ,мг/л	1,3	1,4	0.7
	рН, од.	7,7	8,0	7.8
	I, раз/ хв	64	74	55

80	O ₂ ,мг/л	0,9	г 0,7	0.4
	pH, од.	7,7	7,8	7.8
	I, раз/ хв	58	62	37
100	O ₂ ,мг/л	0,6	0,3	0.2
	pH, од.	7,7	7,8	7.8
	I, раз/ хв	48	45	22
120	O ₂ ,мг/л	0,6	0,3	
	pH, од.	7,7	7,7	-
	I, раз/ хв	45	33	—
150	O ₂ ,мг/л	0,3	0,2	-
	pH, од.	7,7	7,7	-
	I, раз/ хв	38	30	—
190	O ₂ ,мг/л	0,3	0,2	-
	pH, од.	7,7	7,7	—
	I, раз/ ов	16**	21**	-
	Маса риб,г	940	930	990

**стресовані особини.

В акваріумі №1 з відкритою поверхнею води динаміка вмісту кисню у воді загалом була подібною до картини, що спостерігається в попередніх дослідах. Приблизно через 1,5-2 години концентрація кисню знизилася до критичного рівня менше 1мг/л. При цьому різко впала частота дихання риб, і вони втратили нормальну координацію руху. У другому акваріумі з частковою ізоляцією поверхні води ці процеси протікали дещо швидше. Найбільш швидке зниження вмісту кисню та настання стресового стану у риб спостерігалось в акваріумі №3 – з повністю закритою поверхнею води. Час дихання риб при обмеженні надходження у водне середовище атмосферного повітря (дослід 5). В обох останніх експериментах при вмісті риб сталося невелике зниження рівня рН води в акваріумах: з 8,2-8,5 од. на початку до 7,6-7,8 од. наприкінці дослідів.

У всіх дослідах спостерігалось деяке збільшення маси риб, що, очевидно, пов'язане з обводнення їх тіла в умовах дефіциту кисню.

3.2. Визначення гранично допустимого рівня вмісту у воді амонійного азоту.

Перед постановкою дослідів у воду акваріумів доливали певний

обсяг розчину хлористого амонію, створюючи цим різну концентрацію амонійного азоту.

Воду в акваріумах аерували за допомогою компресора. Щоб виключити істотну зміну концентрації азоту, досліди проводили за відносно невисоких значень щільності посадки риби і температури води в акваріумах.

Після 10-ти годинного витримування визначали кількість особин, що вижили і загинули, а також риби з порушеною координацією руху.

Досліди виконані на дворічках та сеголітках коропа.

У дослідах на дворічках коропа в чотири акваріуми з 15л води в кожному висадили по 3 риби, при щільності посадки близько 250 кг/м³. Температура води в акваріумах була в середньому за період дослідів близько 6 ° С, вміст кисню - не менше 4 мг/л.

Було випробувано 4 варіанти з різною концентрацією амонійного азоту у воді при посадці риби (табл. 14).

Таблиця 14.

Дані дослідів щодо визначення стійкості дворічки коропа до вмісту у воді амонійного азоту

№ варіанту	Концентрація амонійного азоту, мг/л	Число загинувших риби, прим.		Число риби із порушеною координацією, шт.	
		дослід 1	дослід 2	дослід 1	дослід 2
1	60	0	0	0	0
2	90	0	0	1	1
3	120	0	0	2	1
4	180	3	3	-	-

У першому варіанті, при концентрації амонійного азоту 60 мг/л, усі риби остаточно дослідів перебували у стані. У другому і третьому випадках частина особин виявилася стресованою, тоді як із вищої концентрації (180мг/л) всі риби загинули.

У наступному досліді в акваріуми висадили сеголетки коропа середньою масою 27г при щільності посадки близько 90 кг/м³. Температура

води в акваріумах була в межах 8 - 10 ° С, вміст кисню - в основному вище 4 мг/л.

Випробовані були 4 варіанти досліду з первісним вмістом амонійного азоту у воді 70, 95, 120 та 170мг/л. До кінця експерименту концентрація амонійного азоту збереглася на близькому рівні: 79, 108, 125 і 166 мг/л відповідно. Число збережених на той час риб представлено в табл. 15.

Таблиця 15.

Дані досліду визначення стійкості сеголетков коропа до вмісту у воді амонійного азоту

Варіанти досліду	1	2	3	4
Концентрація амонійного азоту, мг/л	70	95	120	170
Число риб, що збереглися, шт.:	4	0	0	0

При вмісті амонійного азоту 70мг/л збереглася лише частина риб, за більш високої концентрації всі дослідчені сеголетки коропа загинули.

На підставі результатів проведених досліджень можна зробити висновок, що при вмісті риб без аерації води основним показником, що характеризується стан умов середовища, є вміст у воді розчиненого кисню. За його зниження до 1мг/л виникає екстремальна («заморна») ситуація.

При вмісті риб в аэрируемой воді як основний показник стану середовища може бути накопичення у воді амонійного азоту. Критичний його рівень для коропа знаходиться в межах 60-70 мг/л. При його перевищенні, як і при дефіциті кисню, риби втрачають нормальну координацію руху й надалі можуть загинути.

У деяких дослідах (див. табл. 10-13) негативний вплив на риб амонійного азоту виявився при значно нижчих концентраціях: 30 мг/л і нижче. Основна частина таких дослідів проводилася в зимовий період на ослаблених рибах, які тривалий час у садках. Негативний вплив на риб у цей період могла мати істотна різниця температура води (на 12-15 ° С) в садках

та акваріумах.

За нормальних умов утримання риби, очевидно, можуть витримувати і більш високу, ніж у наших дослідах, концентрацію (90мг/л і вище), як це було встановлено рядом авторів [19].

Інші досліджені гідрохімічні показники (дміст у воді нітритів, рН середовища) виявилися менш придатними для використання як тести. При підвищеній щільності посадки риб через певний час уповільнюється ритм дихання і порушується координація руху. Риби лягають на бік або перевертаються і згодом можуть гинути.

Істотне уповільнення дихання у риб перед загибеллю особливо чітко виявлялося у дослідах, проведених без аерації води, і натомість виникає дефіциту кисню (див. табл. 3 - 7). В умовах достатньої аерації (див. табл.8 - 13) ця ознака не завжди ясно виражений, у зв'язку з чим вона не може бути показовою при визначенні гранично допустимої норми щільності посадки риб.

Цікаво відзначити, що за відсутності аерації води, тобто за умов дефіциту кисню, риби дещо збільшили свою вагу, тоді як із нормальному кисневому режимі цього немає.

3.3. Залежність щільності посадки риб від технологічних факторів.

З економічних міркувань під час транспортування доцільна більш щільна посадка риб без шкоди їхньої безпеки. На величину технологічно оптимальної (гранично допустимої) густини посадки впливає ряд факторів, насамперед температура води.

З метою визначення впливу цього фактора було поставлено кілька акваріумних дослідів за різної температури води. Перед дослідями виловлених із садків живорибної бази риб адаптували до відповідної температури. Досліди проводили в аерованих (за допомогою компресора) та неаерованих акваріумах.

Витримування риб у неаерованих акваріумах.

Проведено 15 дослідів за температури води в межах від 4,8 до 26,3°C. В

акваріуми з 20-25л води в кожному висадили по 2-3 коропа з масою тіла 800-1200г, при щільності посадки в межах від 90 до 180 кг/м³, і витримували доти, поки через дефіцит кисню у риб, що виник, не починали виявлятися ознаки стресу.

Під час проведення дослідів вели спостереження за динамікою вмісту розчиненого у воді кисню (табл. 16).

З підвищенням температури води інтенсивність споживання рибами кисню значно зростала, і, швидше, досягався його критичний рівень. При вмісті кисню нижче 1 мг/л у риб почали виявлятися ознаки стресу: уповільнення дихання та порушення координації руху; деякі з них загинули, і через це досліді були припинені.

Таблиця 16.

Експериментальні дані щодо витримування риб у неаерованих акваріумах при різній температурі води

№ досліді	Температура води, °С	маса риб, кг	Об'єм води, л	Вміст кисню у воді, мг/л,через:				
				0 ч.	0,5 ч.	1 ч.	2ч	3ч.
1	4,8	2,70	20	10,2	7,9	6,1	3,3	1,7
2	5,8	3,16	20	8,2	4,7	1,2	0,2	0,1
3	10,7	2,56	20	9,5	5,4	1,2	0,2	0,1
4	10,9	2,95	25	10,2	7,9	5,2	3,6	1,9
5	14,2	2,78	30	7,6	3,8	2,5	2,2	2,1
6	15,1	3,23	25	10,2	5,8	3,5	1,5	0,6
7	15,7	3,10	20	10,3	4,1	1,5	0,5	1,3
8	18,6	3,02	30	6,0	2,7	2,3	2,1	
9	19,6	2,74	20	8,1	2,5	1,1	0,6	0,2
10	19,7	2,46	20	9,0	3,0	1,5	0,4	0,3
11	20,0	2,40	20	9,0	3,0	1,5	0,4	0,3
12	20,0	2,75	20	8,4	3,9	1,3	0,7	0,6
13	20,1	2,62	20	9,3	3,2	1,4	0,4	—
14	20,1	2,85	25	8,2	2,6	0,9	0,2	
15	26,3	2,68	20	10,4	2,4	0,8	-	-

За даними виконаних експериментів розрахована порівняльна

інтенсивність споживання рибами кисню за різної температури води. Відомо, що у разі виникнення дефіциту кисню його споживання рибами знижується. Тому у наших розрахунках (табл. 17) зміна цього показника враховано на початковому етапі дослідів – протягом перших 30 хв. витримання риб.

Таблиця 17.

Розрахунок інтенсивності споживання рибами кисню в досліді (вміст риб в акваріумах, що не аеруються)

Температура води (t), °C	Загальна маса риб (B), кг	Об'єм води (V), л	Вміст кисню у воді, мг/л		Інтенсивність споживання рибами кисню ((1 _к))* мг/кг ч
			на початку досліді, O ₂ (o)	Через 0,5ч., O ₂ (0,5)	
4,8	2,70	20	10,2	7,9	34,07
5,8	3,16	20	8,2	4,7	44,30
10,7	2,56	20	9,5	5,4	64,06
10,9	2,95	25	10,2	7,9	38,98
14,2	2,78	30	7,6	3,8	82,01
15,1	3,23	25	10,2	5,8	68,11
15,7	3,10	20	10,3	4,1	80
18,6	3,02	30	6,0	2,7	65,56
19,6	2,74	20	8,1	2,5	81,75
20,1	2,62	20	9,3	3,2	93,1
20,1	2,85	25	8,2	2,6	98,2
26,3	2,68	20	10,4	2,4	119,41
19,7	2,46	20	9,0	3,0	97,56
20,0	2,40	20	9,0	3,0	100
20,0	2,75	20	8,4	3,9	65,45
20,1	2,62	20	9,3	3,2	93,13
20,1	2,85	25	8,2	2,6	98,25
26,3	2,68	20	10,4	2,4	119,41

3.4. Визначення базової щільності посадки.

При визначенні технологічної щільності посадки (P) необхідно мати дані щодо її значень за певних «базових» умов (P'). Практично зручно як базові приймати умови, за яких кожен з технологічних коефіцієнтів дорівнює одиниці. Норма щільності посадки за конкретних умов транспортування при цьому може розраховуватися за рівнянням:

$P=P' \times K$, де: K - коефіцієнт сукупної дії технологічних факторів

Досліди з визначення базової щільності посадки проведені в акваріумах, що аеруються, на трьохрічках коропа, середньою масою 100 г, при температурі близько 18°C і тривалості витримування риби 20 год. Щільність посадки риби була за варіантами: в першому досліді (табл. 31) в межах від 280 до 630 кг/м³, у другому (табл. 32) – 285-694 кг/м³. Після завершення дослідів враховували кількість живих риби, що збереглися, щільності посадки коропа.

Таблиця 31

Дані досліджень з визначення базової. Дослід 1

Варіанти дослідів	Кількість риби, шт.	Загальна маса риби, кг	Щільність посадки, кг/м ³	Вміст амонійного азоту, мг/л	Число риби, що збереглися, %
1	4	4,2	280	36,9	100
2	6	6,0	400	38,3	100
3	7	7,7	510	46,3	100
4	9	9,4	630	51,2	0

У варіанті 4 до кінця дослідів всі риби загинули, що свідчить про підвищену щільність посадки риби. Близькі результати отримані і з другого дослідів (табл. 32).

Таблиця 32

Дані досліджень з визначення базової щільності посадки коропа. Дослід 2.

Варіанти дослідів	Кількість риби, шт.	Загальна маса риби, кг	Щільність посадки, кг/м ³	Вміст амонійного азоту, мг/л	Число риби, що збереглися, %
1	3	2,85	285	42,7	100
2	4	3,87	387	52,9	100
3	5	4,95	495	68,1	100
4	7	6,45	645	71,5	86
5	8	6,94	694	81,2	62

З урахуванням результатів дослідів максимальна щільність посадки коропа для риб із середньою масою 1 кг не повинна перевищувати 500 кг/м³. Для приведення отриманих значень до базових умов (за яких середня маса риб повинна дорівнювати 500 г. Необхідно введення відповідного поправочного коефіцієнта ($K_m = 1,25$, див. табл. 26). Відповідно до цього значення базової щільності посадки (P') для коропа становить:

$$P' = 500 / 1,25 = 400 \text{ кг/м}^3$$

3.5. Видові особливості риб.

Різні види риб мають різний рівень обміну речовин, що виявляється у різній інтенсивності споживання кисню та виділення продуктів метаболізму.

Проведено кілька при спільному (досліди 1, 2 та 3) та роздільному (дослід 4 та 5) вмісті риб в акваріумах.

У перших двох дослідах використовували сеголетков коропа, середньою масою 24г, білого амура -20г та гібридів білого та строкатого товстолобиків – 68г.

У першому досліді (табл. 33) в акваріум з 10 л води висадили по 10шт. коропа, білого амура та гібридів товстолобиків. Загальна маса риб становила 1,4 кг (140 кг/м³). Воду не аерували. У період проведення дослідів через певні проміжки часу вимірювали вміст у воді розчиненого кисню.

Майже від початку проведення експерименту відбулося різке зниження вмісту у воді розчиненого кисню. Через 1 годину його концентрація впала до 1,3 мг/л. Через наступні 2 год, внаслідок дефіциту кисню, розпочалася загибель риб. При цьому найбільш чутливими виявились товстолобики, які почали інтенсивно гинути вже через 3 години після початку дослідів.

Таблиця 33

Експериментальні дані щодо визначення технологічної норми щільності посадки різних видів риб при утриманні без аерації води (дослід 1).

Час витримування риб, год	Температура, °С	Кисень, мг/л	Загибель риб*, шт.
0	11.5	9.5	-
1	13.0	1.3	-

3	14,6	1,2	1к,1а,3т
4	15,2	1Д	1т
4,5	15,2	0,6	1к,2а
5	15,8	0,6	4к,3а,2т
6	16,5	-	гибель всех рыб

* Позначення видів ри́б: к – короп, а – білий амур, т – гібриди товстолобиків.

У другому досліді (табл. 34) в акваріум з 10 л води було висаджено по 30 шт ри́б тих самих видів. Загальна маса ри́б становила 4,2 кг (420 кг/м³). Воду в акваріумі аерували киснем, що подається з балона. У період проведення досліді брали проби води з подальшим визначенням вмісту амонійного азоту.

Таблиця 34

Дані досліджень щодо визначення технологічної норми щільності посадки різних видів ри́б при спільному вмісті в акваріумі, що аерується (дослід 2).

Час витримування ри́б, год	Температура, °С	Кисень, мг/л	Амонійний азот, мг/л	Загибель ри́б*, шт.
0	12,0	11,5	0,4	-
1	13,0	-30	4,2	-
3	14,6	-10	9,3	-
3,5	15,2	-20	14,7	1т
4	15,4	-	17,8	-
8	17,4	8,2	24,3	4к, 3а, 3т
10	18,2	4,5	26,4	8к, 6а, 6т
12	18,6	8,7	23,7	1к, 3т

*Позначення видів ри́б: к - короп, а - білий амур, т - гібриди товстолобиків.

Число особей, погібших за період проведення опыта (12ч), по карпу и толстолобику было одинаковым. Белые амурь проявили по сравнению с ними более высокую устойчивость.

В табл. 35 представлена сравнительная выживаемость совместно выдерживаемых (в пяти аквариумах) 3-х групп ри́б: карпа (средней

масой 900г), щуки (350г) и сребряного карася (30г).

Таблиця 35

Порівняльна виживання різних видів риб (дослід 3, спільний вміст риб у п'яти акваріумах) *.

Час витримування риб, год	Загибель риб, шт.		
	короп	щука	карась
4	-	1	-
6	-	2	-
10	-	-	-
14	-	2	-
16	-	1	-
20	1	3	-
22	2	1	-
24	11	-	4
Всього	14(93 %)*	10(100%)*	4(8%)*

* загальна кількість риб при посадці в акваріуми: короп -15шт, щука - 10шт, карась - 50шт

До кінця дослід, після 24-годинного витримування риб, концентрація амонійного азоту досягла в середньому по 5 акваріумів 56,5 мг/л. До цього часу всі щуки загинули, що свідчить про їхню низьку стійкість. Причому загибель цих риб почалася дуже рано (через 4 - 6 год. після початку дослід). Основна частина коропа загинула лише поле 22 год. Майже всі карасі до кінця дослід залишалися живими.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що основним фактором, що лімітує щільність посадки риби при транспортуванні у відкритих ємностях, що аеруються, є накопичення розчиненого у воді амонійного азоту. Критичний рівень амонійного азоту для товарного коропа залежить від умов транспортування та стану риби в межах 30-70 мг/л. При його перевищенні у риби суттєво уповільнюється ритм дихання, вони втрачають координацію руху та гинуть.

2. Встановлено значення коефіцієнтів (К), що визначають вплив на величину гранично допустимої щільності посадки риби технологічних факторів: температури (Кt), величини штучної маси (Км) та тривалості транспортування (Кт).

3. З урахуванням технологічних коефіцієнтів величина щільності посадки (Р, кг/м³) розраховується за рівнянням: $P = P' \times K$, де: P' - базова щільність посадки, K - коефіцієнт, що враховує сукупну дію технологічних факторів ($K = K_m \times K_t$).

4. Для коропа середньою масою 500 г при температурі 18°C тривалості транспортування 20 годин базова щільність посадки (P') становить 400 кг/м³.

5. Коефіцієнт, що враховує видову приналежність риби (Кв), орієнтовно дорівнює: для срібного карася 1,5, коропа -1,0, білого амура -0,9, гібридів товстолобиків - 0,8, щуки - 0,6, форелі - 0,5 од.

6. Використання розроблених технологічних норм щільності посадки коропа дозволяє знизити транспортні витрати до 31%.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для коропа середньою масою 500 г при температурі 18°C тривалості транспортування 20 годин базова щільність посадки (Р') становить 400 кг/м .

2. Коефіцієнт, що враховує видову приналежність риб (Кв), орієнтовно дорівнює: для срібного карася 1,5, коропа -1,0, білого амура -0,9, гібридів товстолобиків - 0,8, щуки - 0,6, форелі - 0,5 од.

3. Використання розроблених технологічних норм щільності посадки коропа дозволяє знизити транспортні витрати до 31%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архангельский В.В. Выращивание посадочного материала и товарного веслоноса в поликультуре с осетровыми рыбами: Автореф. диссертации канд. биол. наук: 03.00.10., - М., 1997. - 24с.
2. Багров А.М., Вундцеттель М.Ф., Калмыков Л.В., Панов Д.А., Тансыкбаев Н.Н. Технология производства посадочного материала черного амура. //Сб. научно-технологической и методической документации по аквакультуре. - М.: ВНИРО, 2001 - С.70-80.
3. Баламутов А. С. Состояние и направление дальнейших работ по созданию и внедрению средств транспортировки живой рыбы автомобильным транспортом, в том числе и в контейнерах. // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ. М.:ВНИИПРХ. 1971. Вып. 8, С. 153-160.
4. Баламутов А. С., Христенко Р. И., Любимов Б. П. Средства транспортировки живой рыбы// Обзорная информация ЦНИТЭИРХ. М. 1978, 56 с.
5. Борщевський П. Стратегічні проблеми розвитку рибного господарства України / П. Борщевський, М. Стасишен, Н. Алесіна // Стратегія розвитку України: наук. жур. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2004. – № 1–2. – С. 370–388.
6. Бубунец Э.В. Опыт подращивания личинок веслоноса в УЗВ с использованием стартовых кормов. //Тез. докл. Всерос. науч.-производств, совещ. по проблеме развития пресноводной аквакультуры. 15-19 ноября 1993 г. - М.,
7. Бутусова Е.Н. Замкнутые установки для выращивания рыбы в некоторых странах Европы //Рыбное хоз-во. - Сер.: Рыбохоз. использ. внутр. водоемов. Экспресс-информация. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1986. - Вып. 12. - С. 1-15.
8. В.А., Богданова Л.А. Технология выращивания молоди раков до массы 1 г в установках с замкнутым водоснабжением. - М.: ВНИИПРХ, 1995. - 12с.
9. Ведемейер Г. А., Мейер Ф. П., Смит Л. Стресс и болезни рыб. /М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981, 127 с.

10. Виноградов В.К. Об использовании растительноядных рыб для зарыбления естественных водоемов и водохранилищ //Тр. ВНИИПРХ., 1976. - Т. 25. - С.14-21.
11. Виноградов В.К. Поликультура в товарном рыбоводстве //Обзорная информация. - М.: ЦНИИТЭРХ, 1985. - 36с.
12. Виноградов В.К., Воронин В.М. Пастбищная аквакультура (Концепция организации и развития хозяйств пастбищной аквакультуры) // Сер. Аквакультура. Прудовое и озерное рыбоводство: Информ. пакет. - М.: ВНИЭРХ,-Вып. 2. - С.1-7.
13. Виноградов В.К., Ерохина Л.В, Мельченков Е.А. Технология разведения и выращивания черного амура //М.: ВНИИПРХ, 1990. - 10с.
14. Виноградов В.К., Золотова З.К. Влияние белого амура на экосистемы водоемов //Гидробиологический журнал. - 1974. - Т. 10. - № 2. - С.90-98.
15. Виноградов В.К., Мельченков Е.А., Ерохина Л.В., Воропаев Н.В., Чертихин В.Г. Выращивание производителей и разведение веслоноса (предварительные рекомендации). - М.: ВНИИПРХ, 1986. - 21с.
16. Воловова Л.А., Студенецкий С.А. Пастбищная аквакультура на пресноводных водоемах //Журнал «Рыбное хозяйство», 1993. - № 12. - С.5-7.
17. Волчков Ю.А., Илясов Ю.И., Ганченко М.В. Влияние плотности выращивания на рост белого амура на первом году жизни //Сб. науч. тр. ВНИИПРХ «Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации». - М., 1985. - Вып. 44. - С.72-74.
18. Гринжевський М.В. Аквакультура України. - Львів: Вільна Україна, 1998. - С. 331.
19. Золотова З.К. Мировая аквакультура в 1987-1996 гг.: статистические данные ФАО. //Рыбное хоз-во. - Сер. Аквакультура. Экспресс-информация. - М.: ВНИЭРХ, 1999. - Вып.1. - С.1-8.
20. Зубова С.Э. Сроки дифференцировки гонад и соотношение самцов у молоди волжской стерляди //Вопр. Ихтиологии, 1971. - Т. 11. - Вып.3. - С.524- 526.

21. Илясов А.Ю., Киселев А.Ю. Подращивание веслоноса (*Polyodon spathula*, Wal.) в установках замкнутого цикла водообеспечения //Тез. докл.
22. Илясов А.Ю., Киселев А.Ю. Подращивание веслоноса (*Polyodon spathula*, Wal) в установках замкнутого цикла водообеспечения //Сб. науч. тр. Вопросы генетического и экологического мониторинга объектов рыбоводства. - М.: ВНИИПРХ, 1993. - Вып. 70. - С.24-31.
23. Илясова В.А., Борщев В.Н., Илясов А.Ю. Метод раннего определения пола у веслоноса. //Рыбн. хоз-во, Сер. Аквакультура: Обзорная информация. - М.: ВНИЭРХ, 1998. - Вып. 3. - С. 26-35.
24. Илясова В.А., Канидьева Т.А. Гистологический анализ некоторых элементов пищеварительной системы ранней молоди веслоноса в связи с оценкой комбикормов. //Сб. науч. тр. Корма и кормление ценных объектов аквакультуры. - М.: ВНИИПРХ, 1992. - Вып. 67. - С.11-21.
25. Канидьев А.Н., Гриневский Э.В. Установка "Штеллерматик" для непрерывного выращивания товарной рыбы //Обзор, инф. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1977. - Вып. 6. - С.18-23.
26. Карзинкин Г.С., Кривобок М.Н. Методика постановки балансовых опытов по изучению обмена азота у рыб //Руководство по методике исследований физиологии рыб. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - С.108-126.
27. Катасонов В. Я., Кочетов А. А., Воробьев Д. В. Транспортировка развивающейся икры карпа в пластиковых контейнерах. // Рыбоводство. 2009, №1, С.32-33.
28. Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения //Автореф. дис. докт. биол. наук: 03.00.10. - М.: ВНИИПРХ, 1999. -62с.
29. Киселев А.Ю., Илясов А.Ю., Филатов В.И., Богданова Л.А. Технология выращивания гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в установках с замкнутым циклом водообеспечения. - М.: ВНИИПРХ, 1995. - 19с.

30. Киселев А.Ю., Новосельцев Г.Е., Филатов В.И., Илясов А.Ю., Слепнев
31. Киселев А.Ю., Ширяев А.В., Илясов А.Ю., Филатов В.И., Богданова Л.А. Технология выращивания веслоноса до массы 1-2 г. в установках с замкнутым циклом водообеспечения. - М.: ВНИИПРХ, 1995. - 15с.
32. Климов В. О., Никоноров С И., Витвитцкая Л. В. и др. Справочник по применению анестезирующих веществ в рыбоводстве. М.: ТОО «Медикор». 1995, С.169.
33. Коваленко В.О. Індустріальне рибництво /В.О. Коваленко. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів. К.:Аграр Медіа Груп, 2011.–140 с.
34. Козлов А.В. Разведение рыбы, раков, креветок в приусадебном водоеме. М.: ООО «Аквариум-Принт», 2008. 176 с.
35. Лавровский В.В. Обратное водоснабжение при промышленном выращивании молоди радужной форели //Рыбное хоз-во, 1977. -№11.- С.58-59.
36. Мамонтов Ю.П. Воспроизводство рыбных запасов на внутренних водоемах России //В сб. «Итоги 30-летнего развития рыбоводства на теплых водах и перспективы на XXI век». - С.-П.: ГосНИОРХ, 1998. - С.3-7.
37. Мамонтов Ю. П., Литвиненко А. И. Оборудование для товарного рыбоводства. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2009. 194с.
38. Мацкевич И., Шиянов И. Совершенствование живорыбной машины // Рыбоводство и рыболовство. 1984. №11. С. 9.
39. Мельдер Х.А., Липре Ю.Н. Регенерация воды в системах оборотного водоснабжения промышленных форелевых хозяйств. - Таллинн, 1979. - 12с.
40. Мельченков Е.А., Виноградов В.К., Воропаев Н.В., Ерохина Л.В., Илясова В.А., Чертихин В.Г. Технология разведения веслоноса. - М.: ВНИИПРХ, 1991.-69с.
41. Моисеев П.А. Современная продукция и основные тенденции развития мировой аквакультуры //Методические рекомендации. - М.: ВНИИПРХ, 1991.-38с.
42. Моисеев П.А., Илясов Ю.И. Мировая пресноводная аквакультура.

//Журнал «Рыбоводство и рыболовство», 1999. - № 4. - С.6-7.

43. Мюллер В. Выращивание сеголетков белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*) в поликультуре с карпом (*Cyprinus carpio*) - Оценка прудовых опытов //Перевод № 175/85. ВНПО по рыбоводству, 1985. - 11с.

44. Негоновская И.Т. О результатах и перспективах вселения растительноядных рыб в естественные водоемы и водохранилища СССР //Вопр. ихтиол., 1980. - Т. 20. - Вып. 4 (123). - С.702-712.

45. Орлов Ю.И., Щербань Г.Н., Швец Э.М. Компактные рыбоводные установки //Сер. Аквакультура. «Индустриальное рыбоводство». Информ пакет. - М.: ВНИЭРХ, 1991. - Вып. 2. - С.1-13. -С.85-87.

46. Сальников Н.Е., Суханова М.Э. Биология и культивирование пресноводных креветок. - Астрахань.: АГТУ, 1998 - 86с.

47. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды //Киев: Наукова Думка, 1980. - ч. 2. - С.773-781.

48. Суханова М.Э. Биологические основы разведения и выращивания в поликультуре с рыбой гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) в водоемах дельты Волги: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.10. - М.: ВНИИПРХ, 1999. - 24с.

49. Технология разведения. Креветка пресноводная. Выращивание креветок в прудах. Серия рыбоводство. Пособие. М. Электронное издание. 76 с.

50. Технології вирощування і годівлі об'єктів аквакультури півдня Росії. За ред. Андрющенко А.І. К.;, 2006. – 212 с.

51. Федорова З.А. Настоящее и будущее мировой аквакультуры. Аквакультура: Проблемы и достижения //Обзорн. информ. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1998. - Вып. 4 - С. 1-23.

52. Федорова З.В. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры за рубежом //Обзорн. информ. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1996. - Вып. 3. -С. 1-26.

53. Федорченко В.И. Разработать методы выращивания белого амура в качестве основного объекта поликультуры в сочетании с черным амуром,

карпом и гибридом толстолобиков. //Отчет о научной и хозяйственной деятельности ВНИИПРХ за 2000 год. - М., 2001. - С.50-53.

54. Федулов П. Реформы рыбной промышленности Китая //Биопромысловые и экономические вопросы мирового рыболовства. - М.: ВНИЭРХ, 1998. - Вып. 5. - С.1-8.

55. Феофанов Ю.А., Голосуй В.П. К выбору методов очистки оборотной воды индустриальных рыбоводных хозяйств с замкнутым циклом водоиспользования //13 сб. научных трудов «Технические средства марикультуры». - М.: ВНИРО, 1986. -С.158-169.

56. Феофанов Ю.А., Голосуй В.П., Палашин С.М. Основные закономерности механической и биологической очистки оборотных вод в рыбоводных системах //13 сб. научных трудов «Технические средства марикультуры». - М.: ВНИРО, 1986. - С.152-158.

57. Филатов В.И., Киселев А.Ю., Слепнев В.А. Рыбоводные комплексы с замкнутым циклом водообеспечения //Рыбн. хоз-во., 1990. - № 11. - С.38-41.

58. Фридман А.И. Задачи проектирования и эксплуатации предприятий индустриальной аквакультуры //13 сб. научных трудов «Технические средства марикультуры». - М.: ВНИРО, 1986. - С.133-139.

59. Хмелева Н.И., Гигиняк Ю.Г., Кулеш В.Ф. Пресноводные креветки. - М.: Агропромиздат, 1988. - 128с.

60. Цукерзис Я.М. Речные раки. - Вильнюс: Мокслае 1989. - 143с.

61. Швецова В. Мировой рынок креветок. //ЭИ «Рыбное хозяйство». - М.: ВНИЭРХ, 2000. - вып. 1. - С. 14-22.

62. Швецова В. Рекордные показатели рыбной отрасли Китая. //ЭИ «Рыбное хозяйство». - М.: ВНИЭРХ, 2000. - вып. 1. - С. 1-2.