

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура
Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Допускається до захисту:

Завідувач кафедри

водних біоресурсів та аквакультури

д. б. н., проф. _____ Роман

НОВІЦЬКИЙ

«_____» _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр на тему:

**Вплив абіотичних чинників на показники морфометрії кровотворних
органів коропа (*Cyprinus carpio*) в акваріумальних умовах на базі
Дніпровського державного аграрно-економічного університету**

Здобувач першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти

_____ Дмитро БРОДОВИЙ

Керівник дипломної роботи,
к. с.–г. наук, доцентка

_____ Анна ГОРЧАНОК

Дніпро – 2026

ЗАВДАННЯ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет
Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура
Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д. б. н.,
проф. _____ Роман НОВІЦЬКИЙ
“ 28 ” квітня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

Дмитра БРОДОВОГО

Тема роботи: Вплив абіотичних чинників на показники морфометрії кровотворних органів коропа (*Cyprinus carpio*) в акваріумальних умовах на базі Дніпровського державного аграрно-економічного університету

1. Затверджена наказом по університету від “ 09 ” квітня 2026 р. № 723
2. Термін здачі здобувачем завершеної роботи 15 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи проведені наліз коропа за морфологічними характеристиками, визначали вплив тимчасової гіпотермії на морфологічний стан кровотворних органів однорічок коропа.

4. Короткий зміст роботи – перелік питань, що розробляються в роботі: вступ, огляду літератури, матеріал, умови та методики виконання роботи, результати власних досліджень, заходи з охорони навколишнього середовища, висновки та пропозиції, список використаних літературних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу: таблиць – 4; рисунків – 9.

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосуються

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 3. Власні дослідження	доцентка		
Розділ 4. Екологічні заходи	Анна ГОРЧАНОК		

7. Дата видачі завдання: “ 28 ” квітня 2025 р.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Анна ГОРЧАНОК
(підпис)

Завдання прийняв(ла) до виконання _____ Дмитро БРОДОВИЙ
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Розділи кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Визначення теми кваліфікаційної роботи. Визначення завдання	травень 2025 р.	Виконано
2.	Опрацювання літературних джерел: робота з зарубіжними і вітчизняними джерелами.	червень-жовтень 2025 р.	Виконано
3.	Проведення власних досліджень.	травень-вересень 2025 р.	Виконано
4.	Опрацювання результатів досліджень.	вересень - жовтень 2025 р.	Виконано
5.	Узагальнення результатів, підготовка розрахунків і текстової частини	листопад 2025 р.	Виконано
6.	Робота з науковим керівником, опрацювання матеріалу	травень-грудень 2025р.	Виконано
7.	Підготовка чистового варіанту кваліфікаційної роботи	лютий-квітень 2026 р.	Виконано
8.	Підготовка презентації. Попередній захист кваліфікаційної роботи	червень 2026 р.	Виконано
9.	Захист кваліфікаційної роботи	червень 2026 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти _____ Дмитро БРОДОВИЙ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Анна ГОРЧАНОК
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр Дмитра БРОДОВОГО присвячена дослідженню аналізу впливу окремих абіотичних факторів та технології вирощування на показники морфометрії кровотворних органів коропа (*Cyprinus carpio*)

Досліджено вплив окремих абіотичних факторів (температури, рН, вмісту кисню у воді) та умов технології вирощування на морфометричні показники кровотворних органів коропа (*Cyprinus carpio*).

Використано стандартні іхтіологічні та гістологічні методи дослідження для оцінки морфометричних параметрів селезінки, нирок та інших кровотворних органів коропа, а також методи статистичного аналізу для визначення залежностей між абіотичними факторами та показниками морфометрії.

Встановлено, що зміни температурного режиму, рівня кисню та інших факторів середовища суттєво впливають на розміри та структуру кровотворних органів коропа, що може впливати на їхню функціональність та загальний фізіологічний стан риб.

Зроблено висновок, що оптимізація умов вирощування з урахуванням ключових абіотичних факторів сприятиме покращенню кровотворних функцій та здоров'я коропа, підвищуючи його адаптивність і продуктивність.

Одержані результати можуть бути використані для вдосконалення технологій аквакультури з метою покращення продуктивних показників коропа та підвищення якості товарної риби.

Кваліфікаційна робота бакалавра містить 69 сторінок, 4 таблиць, 9 рисунки, список використаних джерел із 42 найменувань.

Ключові слова: промислова довжина, найбільша висота тіла, товщина тіла, гомеостаз, органи імунного захисту, кровотворні органи, показники морфометрії, вегетаційний період, абіотичні фактори.

Об'єктом дослідження лускатий короп, однорічки.

ANNOTATION

The Bachelor's thesis of Dmytro Brodovyi is devoted to investigating the influence of selected abiotic factors and aquaculture rearing technology on the morphometric characteristics of the hematopoietic organs of common carp (*Cyprinus carpio*).

The study examined the effects of selected abiotic factors, including water temperature, pH, and dissolved oxygen concentration, as well as aquaculture rearing conditions, on the morphometric parameters of the hematopoietic organs of common carp (*Cyprinus carpio*).

Standard ichthyological and histological methods were employed to evaluate the morphometric characteristics of the spleen, kidneys, and other hematopoietic organs of common carp. Statistical analysis was used to determine the relationships between abiotic environmental factors and morphometric indicators.

The results demonstrated that variations in temperature regime, dissolved oxygen content, and other environmental factors significantly affect the size and structure of the hematopoietic organs of common carp, which may consequently influence their functional activity and overall physiological condition.

It was concluded that optimizing rearing conditions with due consideration of key abiotic factors can improve hematopoietic functions and the health status of common carp, thereby enhancing their adaptability and production performance.

The findings may be applied to the improvement of aquaculture technologies aimed at increasing the productivity of common carp and improving the quality of marketable fish.

The Bachelor's thesis comprises 69 pages, 4 tables, 9 figures, and 42 references.

Keywords: standard length, maximum body depth, body thickness, homeostasis, immune organs, hematopoietic organs, morphometric parameters, growing season, abiotic factors.

Object of the study: one-year-old scaled common carp (*Cyprinus carpio*).

ЗМІСТ

	стор
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Вплив екологічних чинників на розвиток ставкового рибництва	9
1.2 Абіотичні фактори як регулятори гомеостазу у риб	17
1.3 Особливості будови та функцій кровотворних органів риб	22
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
2.1 Мета, матеріали та методи дослідження	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
3.1 Дослідження коропа за морфологічними характеристиками	38
3.2 Визначення впливу тимчасової гіпотермії на морфологічний стан кровотворних органів однорічок коропа	42
3.3 Дослідження впливу кисневого режиму на морфофункціональний стан кровотворних органів коропа	49
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
4.1 Охорона праці під час роботи в лабораторії водних біоресурсів та аквакультури	54
4.2 Заходи пожежної безпеки	55
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	56
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ	56
ВИСНОВКИ	59
ПРОЗИЦІЇ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	63
ДОДАТОК	69

ВСТУП

Актуальність теми. Для економіки України важливе практичне значення має вивчення впливу негативних факторів навколишнього середовища на фізіологічний стан риби, які вирощуються на рибоводних підприємствах.

Під час товарного вирощування молоді особливо критичним є період зимівлі. При низьких температурах води риба майже повністю припиняє жити і стає значно більш вразливою до захворювань та паразитарних інвазій.

Дослідження крові дає змогу оцінити адаптаційні можливості риби у конкретних умовах водойм. Зміни в гематологічній картині чітко відображають реакцію організму на дію зовнішніх і внутрішніх факторів.

Гематологічні показники є високо специфічними для кожного виду риби і коливаються в досить вузьких межах, що дозволяє використовувати їх як надійні індикатори загального фізіологічного стану організму.

Розробка методів оцінки функціонального стану органів кровотворення прісноводних риби під час впровадження сучасних технологій вирощування, а також створення ефективних заходів для раннього виявлення та запобігання імуносупресивному впливу абіотичних факторів довкілля є одним із ключових факторів розвитку ставкового рибництва в Україні.

Не менш важливим є впровадження діагностичних критеріїв для швидкої оцінки імунодефіцитних станів у риби. Стабільний розвиток галузі можливий лише за умови регулярного моніторингу екологічної ситуації, адаптації господарств до нових економічних реалій та активного запровадження сучасних технологій, які забезпечують ветеринарне благополуччя рибницьких господарств.

Розвиток рибництва, зростання біопродуктивності водойм і підвищення якості товарної риби неможливі без створення та впровадження сучасних біотехнологічних підходів до її вирощування. Досягнення високих результатів потребує ретельного науково обґрунтованого добору видів і

порід риб, використання полікультур із оптимальним співвідношенням видів та відповідною щільністю посадки, систематичного проведення селекційно-племінної роботи, контролю за внесенням добрив і кормів, застосування альтернативних кормових засобів, добавок і пробіотиків, а також своєчасного здійснення профілактичних і лікувальних заходів.

Недотримання технологічних норм і порушення екологічної рівноваги під час вирощування риби спричиняє погіршення умов існування гідробіонтів і зниження їхньої життєздатності. У зв'язку з цим, поряд із оцінкою впливу біогенних і абіотичних чинників на показники рибництва, особливого значення набуває дослідження впливу стресових факторів на життєздатність організмів, їхню імунну реактивність та стан кровотворних органів.

Значна кількість наукових праць присвячена вивченню впливу антропогенних, абіотичних і біогенних чинників на організм риб. Зокрема, вагомий внесок у галузі іхтіопатології становлять дослідження, що розглядають дію біотичних факторів у межах вірусологічного, бактеріологічного та паразитологічного напрямів. Водночас морфологічні дослідження, які охоплюють органний, тканинний і клітинний рівні організації, представлені в іхтіологічній та іхтіопатологічній літературі значно меншою мірою.

У більшості робіт оцінка ефективності гомеостатичних механізмів у риб здійснюється за гематологічними показниками та параметрами неспецифічної резистентності. Однак для повнішого розуміння стану організму ці дані доцільно доповнювати інформацією про імунокомпетентні органи, оскільки саме вони відображають глибинні фізіологічні процеси.

У практиці діагностики стану внутрішніх органів риб широко застосовують органолептичні методи, тоді як використання більш об'єктивних морфометричних показників, здатних надати точнішу характеристику їхнього стану, залишається обмеженим. Водночас теоретичні уявлення про нормальний розвиток кровотворних органів риб, викладені в

класичних працях із порівняльної анатомії, фізіології та імунології, не забезпечують повного висвітлення питань морфогенезу прісноводних риб у ставкових умовах рибництва.

Метою дослідження було всебічне та детальне вивчення впливу різних технологій вирощування, а також таких абіотичних факторів, як гіпотермія та гіпоксія, на морфометричні показники кровотворних органів коропа. Особлива увага приділялася оцінці змін у структурі та функціональному стані органів, що беруть участь у процесах гемопоезу та імунного захисту організму.

Для реалізації поставленої мети було сформульовано низку наукових завдань:

1. Проаналізувати вплив різних технологічних умов вирощування на морфологічні показники органів імунної системи коропа.
2. Дослідити динаміку морфологічних характеристик кровотворних органів упродовж вегетаційного періоду.
3. Встановити вплив знижених температур (гіпотермії) на морфологічні параметри органів імунної системи.
4. Оцінити зміни морфометричних показників кровотворних органів під впливом дефіциту кисню (гіпоксії).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Вплив екологічних чинників на розвиток ставкового рибництва

Вода разом із донним ґрунтом водойм, бактеріями, водоростями, вищими надводними і підводними рослинами та безхребетними кормовими тваринами утворює зовнішнє середовище для риб. Вона безпосередньо впливає на всі життєві процеси в організмі риби: дихання, харчування, кровотворення, кровообіг, нервову діяльність, розмноження, ріст і розвиток.

Виникнення захворювань у риб пов'язане зі створенням сприятливих умов для розмноження збудників інфекційних та інвазійних хвороб [32].

Серед ключових факторів зовнішнього середовища, що суттєво впливають на цей процес, – вік риб, щільність популяції, інтенсивність харчування, фізіологічний стан особин, хімічний склад води, її рН, а також окремі аспекти антропогенного впливу на паразитофауну. Тому для нормальної життєдіяльності риб і підтримання їхньої природної резистентності всі гідрохімічні параметри мають бути оптимальними [27]

У зв'язку зі значним зростанням техногенного навантаження на природні водойми в останні десятиліття особливої актуальності набуває проблема забруднення поверхневих вод.

Температура води впливає не лише на ріст і розвиток риб, а й на характер прояву та перебіг різних захворювань. Стійкість риб і інших гідробіонтів до екстремальних температур залежить від рівня їхньої адаптації до певного температурного діапазону. Для риб різних видів і на різних стадіях розвитку (ікра, личинки, мальки, однорічні) необхідні специфічні температурні умови [41]

Різкі коливання температури води спричиняють значний стрес у риб, що помітно знижує їхню стійкість до захворювань. Температура впливає не лише на саму рибу, а й активно сприяє розвитку паразитів та виникненню різних хвороб [21].

Відомо, що деякі інфекційні захворювання риб, зокрема вірусні, проявляються переважно в холодній воді при температурі 10–12 °С. Навпаки, бактеріальні хвороби найгостріше протікають при вищій температурі води – від 18 до 25 °С.

Крім того, несприятливі температурні умови погіршують загальний фізіологічний стан риби, що додатково підвищує її сприйнятливість до інфекцій та інвазій [33, 34].

Іхтіопаразити є одними з найчутливіших біологічних індикаторів стану водних екосистем. Їхня чисельність і наявність структурних аномалій об'єктивно відображають рівень трофності водойми та ступінь її антропогенного забруднення.

Водна поверхня, контактуючи з атмосферним повітрям, активно поглинає і розчиняє азот, кисень та вуглекислий газ. Ці гази проникають у товщу води і відіграють ключову роль у життєдіяльності всіх водних організмів і рослин. Від їхнього розвитку та функціонування залежить зоогігієнічний стан водойми. Газовий склад води здійснює як прямий, так і опосередкований вплив на організм риб [11].

Найбільш критичним для риб є розчинений у воді кисень. Його вміст залежить від температури води (зі зниженням температури розчинність кисню зростає, і навпаки), атмосферного тиску (чим вищий тиск, тим більша розчинність), а також від розвитку фітопланктону та вищих водних рослин. Крім того, кисневий режим водойми суттєво залежить від кількості органічних речовин у воді [38].

Недостатня концентрація розчиненого кисню призводить до масової загибелі риби – так званих заморів. Водночас створюються несприятливі зоогігієнічні умови: накопичуються органічні речовини і активно розмножується сапрофітна мікрофлора, яка може безпосередньо шкодити риbam.

Кисневий режим водойм безпосередньо впливає на фізіологічний стан риби та опосередковано – на виникнення і перебіг інфекційних захворювань.

При зниженні вмісту кисню до 2,5–3,0 мг/дм³ риби пригнічуються, починають турбуватися і підніматися у верхні шари води. Через постійний рух вони швидко виснажуються, стають значно більш сприйнятливими до зараження ектопаразитами і врешті гинуть [31].

При несприятливих змінах гідрохімічного та газового режимів під впливом антропогенної діяльності, а також через зростання чисельності проміжних господарів гельмінтів, зараженість риби паразитами помітно зростає. Додатковим фактором зниження резистентності популяцій риби є недостатня якість природної кормової бази.

В сучасних умовах у більшості рибогосподарських водойм – як у спеціалізованих ставках, так і в природних акваторіях – спостерігаються значні коливання показника рН води.

За даними вітчизняних і зарубіжних дослідників, прісноводні риби здатні виживати в межах рН від 4,5–5,0 до 9,5–10,5. Оптимальними для них є нейтральне, слабкокисле або слабколужне середовище.

Підвищення температури води, забруднення водойм органічними речовинами та зниження рН до 6,5 і нижче створюють сприятливі умови для розвитку багатьох збудників інвазійних захворювань риби, таких як диплозоони, лернеї та аргулюси [8, 39].

Найбільшу токсикологічну небезпеку для рибницьких ставків становлять сполуки азоту – іони амонію та аміак. Їхня присутність у воді свідчить про процеси розкладання азотовмісних органічних речовин тваринного походження, а також про надходження побутових або промислових стічних вод, що містять значні кількості аміаку чи амонійних солей.

З екологічної точки зору для рибницьких водойм найбільше значення мають нітрати органічного походження, які потрапляють зі стічними водами промислових підприємств.

Збільшення їхньої концентрації, особливо нітратів органічного походження, негативно впливає на стан риби: знижується загальна

резистентність організму, погіршується фізіологічний стан і підвищується сприйнятливість до захворювань [15, 36].

Оптимальні умови зовнішнього середовища в рибогосподарських водоймах залежать від вмісту в воді певної кількості розчинених газів і солей, що знаходяться в збалансованому співвідношенні. Будь-яка зміна цих співвідношень негативно впливає на життєдіяльність риб, знижує їхню загальну резистентність до факторів зовнішнього середовища та до збудників захворювань.

Саме тому для ефективної профілактики захворювань риб необхідно постійно контролювати газовий і сольовий режими води.

Фактори антропогенного навантаження, які діють як безпосередньо, так і опосередковано, створюють серйозну загрозу екологічній безпеці водних ресурсів України [37, 40].

Сучасний стан великих водних екосистем, що формується під впливом зростаючого антропогенного тиску, вимагає системної оцінки, постійного моніторингу захворювань риб та прогнозування можливих змін. Для цього поряд з іншими методами необхідно широко застосовувати біологічні методи досліджень, засновані на вивченні еколого-біологічних особливостей різних видів і груп гідробіонтів, у тому числі паразитичних організмів [Матвієнко Н.В. М].

Фенологічні показники розмноження риб є важливими індикаторами екологічного стану популяції. Вони дозволяють виявити початок мікроеволюційних процесів і відображають загальний популяційний гомеостаз [29].

Нерест у риб відбувається у другій половині травня – на початку липня. Температура води відіграє вирішальну роль у розвитку риб і значною мірою визначає репродуктивні властивості: визначення статі, динаміку гаметогенезу, якість гамет, фертильність, вік настання статевої зрілості та тривалість репродуктивного періоду [33].

Підвищення температури води внаслідок глобальних кліматичних змін стимулює більш ранній початок нересту у ляща, плітки та інших видів. Однак для нормального перебігу нересту необхідні певні оптимальні умови.

Важливим фактором, що впливає на процес розмноження, є опади. Інтенсивні дощі порушують гідрологічний режим водойм і сприяють міграції поліутантів, що призводить до посилення евтрофікації. Унаслідок цього погіршується якість води, яка, своєю чергою, негативно позначається на перебігу нересту [28].

Дослідження гомеостазу в організмі риб передусім пов'язане з аналізом їхніх адаптації до фізико-географічних умов середовища. Це охоплює вивчення біотичних взаємодій, освоєння просторових ресурсів, особливостей розмноження та здатності співіснувати з іншими організмами в межах гідроекосистем. Узагальнене порівняння цих характеристик дає змогу пояснити відмінності між популяціями, з'ясувати їхню роль у функціонуванні екосистем і створити підґрунтя для ефективного регулювання чисельності та добору видів для потреб рибного господарства [29, 32].

Сучасне ставкове рибництво вимагає пристосування окремих популяцій риб до змінених екологічних умов, що пов'язано із впровадженням новітніх технологій вирощування. В Україні галузь представлена двома основними типами господарств – тепловодними та холодноводними, які визначаються біологічними особливостями видів, зокрема їхньою адаптацією до температурного та гідрохімічного режимів. За організацією виробництва розрізняють повносистемні господарства, де риба вирощується від ікри до товарної маси, і неповносистемні, що охоплюють лише окремі етапи – або вирощування посадкового матеріалу, або доведення риби до товарної кондиції [2, 3, 5].

У тепловодному, зокрема корошовому, рибництві застосовують одно-, дво- та трирічні цикли вирощування, причому трирічний є найпоширенішим у країнах Західної Європи. Вибір тривалості циклу залежить від біологічних

особливостей виду, кліматичних умов, рівня технологічного забезпечення та ринкового попиту на рибу різної маси. За інтенсивністю ведення господарства ставкові системи поділяють на екстенсивні, напівінтенсивні та інтенсивні, що дозволяє гнучко регулювати рівень продуктивності відповідно до наявних ресурсів і потреб ринку [35].

Сьогодні активно впроваджуються технології вирощування риби в замкнених системах із рециркуляцією води, зокрема в садках, басейнах, озерних установках, а також у господарствах, що використовують відпрацьовані теплі води тепло- й атомних електростанцій. Подальший розвиток рибицтва пов'язаний із застосуванням інноваційних підходів, які забезпечують безперервне виробництво товарної риби протягом року та сприяють індустріалізації галузі. Сучасні технології індустріального рибицтва зосереджуються на двох ключових напрямках: створенні садкових господарств у природних водоймах і використанні промислових та геотермальних вод [4, 9].

Садкові господарства зазвичай розміщують у великих і глибоких водоймах, що мають достатній природний кормовий ресурс – малоцінну рибу, молюсків і зоопланктон – та характеризуються сприятливими фізико-хімічними умовами. Садки встановлюють переважно в захищених затоках площею 50–200 м² і глибиною близько 4,8–6,2 м, де температурний режим і рівень кисню є оптимальними для росту риби [23].

Такі господарства не потребують значних інвестицій і придатні для вирощування цінних видів риб, зокрема форелі, білуги, бестера, коропа, американського сомика та інших. Наприклад, у трирічному віці білуга і бестер у садкових умовах водосховищ можуть досягати маси 3,15–3,45 кг, форель – близько 1,54 кг, а дворічний короп – приблизно 0,52 кг. За таких умов продуктивність може становити 10,2–20,3 кг товарної риби з 1 м³ води [35].

Перші промислові рибицькі господарства на теплих водах в Україні з'явилися наприкінці 1960-х років. Сьогодні використання теплих вод

енергетичних підприємств є одним із найбільш перспективних напрямів аквакультури. Цей підхід передбачає комплекс заходів для оптимізації умов вирощування гідробіонтів. Головна перевага полягає в тому, що відпрацьовані води теплоелектростанцій і атомних електростанцій дозволяють суттєво знизити витрати на обігрів водойм і підтримувати стабільну температуру протягом усього періоду культивування.

Аналогічним прикладом ефективного використання теплової енергії в аквакультурі є поширене у Західній Європі вирощування форелі в каналних спорудах [26].

Фактори навколишнього середовища суттєво впливають на якісні та кількісні показники продукції в ставковому рибористві [17]. Численні дослідження свідчать, що гідрохімічний режим водойм часто відіграє визначальну роль у формуванні продуктивності риби в умовах промислового рибориства [16, 18, 19].

Для ефективного ведення ставкового рибориства надзвичайно важливо розуміти потреби риб у живленні та вимоги до кормової бази водойм. Успішне вселення нових видів риб і кормових безхребетних можливе лише за умови глибокого знання трофічних взаємозв'язків у водоймі [20].

На продуктивність риб значною мірою впливають такі чинники, як хімічний склад кормів і їх біологічна цінність, ступінь подрібнення, обсяг і якість раціону, а також умови навколишнього середовища [22, 30].

Природна кормова база має вирішальне значення для забезпечення росту, виживання та нормального розвитку риб. Водночас для інтенсифікації вирощування гідробіонтів доцільним є додаткове внесення мінеральних і органічних добрив [24, 25].

Важливим чинником підвищення рибопродуктивності є раціональний підбір видового складу риб, який відповідає кліматичним і гідрохімічним особливостям конкретного регіону, а також розвиток селекційної роботи. [10, 13].

Племінна робота з основними видами ставкових риб сприяє суттєвому підвищенню їх продуктивності, покращенню якості та підвищенню життєстійкості потомства. Одним із провідних напрямів селекції є відбір особин за масою тіла з метою подальшого використання найпродуктивніших риб у розведенні.

Цей процес базується на принципі «кращий до кращого», завдяки якому в потомстві закріплюються бажані господарські ознаки: висока м'ясистість, оптимальні розміри та форма тіла, міцне здоров'я та інші цінні якості, що безпосередньо сприяють підвищенню продуктивності та покращенню товарних характеристик риби в промисловому рибористві [6, 13]

У процесі вирощування риби в ставкових та індустріальних умовах важливе значення має щільність посадки, яка визначається кількістю особин на одиницю площі водойми. Цей показник безпосередньо впливає на загальну рибопродуктивність, живу масу риби, її фізіологічні показники та продуктивні якості [26].

Сучасні методики дозволяють ефективно розводити кілька видів риб у полікультурі. Таке спільне вирощування, зокрема з коропом, дає змогу максимально використовувати біологічні особливості та трофічні вподобання різних видів. Полікультура забезпечує більш повне використання кормової бази на всіх трофічних рівнях водойми, розширює раціон риб і сприяє їх інтенсивнішому зростанню [36].

Інтродукція нових порід риб та інших гідробіонтів нерозривно пов'язана з процесами їх переміщення, що потребують ретельного врахування особливостей транспортування живих організмів. Ефективність таких перевезень значною мірою залежить від дотримання оптимальних умов, які дозволяють мінімізувати стрес і зберегти життєздатність риб.

Одним із найважливіших чинників є правильне співвідношення маси води до маси риби, оскільки воно визначає рівень забезпечення киснем, концентрацію продуктів обміну та загальний фізіологічний стан організмів під час транспортування.

Для успішного перевезення живої риби застосовують спеціалізовані технічні засоби та обладнання, які підтримують стабільні параметри водного середовища. До них належать системи аерації або оксигенації, терморегуляції, а також засоби контролю якості води. Використання таких технологій дозволяє знизити негативний вплив зовнішніх факторів, забезпечити оптимальні умови існування та підвищити виживаність гідробіонтів у процесі транспортування [40].

1.2 Абіотичні фактори як регулятори гомеостазу у риб

На відміну від гомойотермних організмів, у риб функціонування імунної системи тісно пов'язане з температурою навколишнього середовища. Температурний режим води може як активізувати, так і пригнічувати процеси імуногенезу, істотно впливаючи на інтенсивність імунних реакцій та здатність організму формувати ефективний захист від патогенних факторів. За несприятливих температурних умов імунна відповідь може бути уповільненою або недостатньо вираженою, що підвищує ризик розвитку захворювань.

Імунний статус риб, подібно до вищих хребетних, формується під впливом комплексу екологічних чинників. До них належать забезпеченість кормовими ресурсами, наявність у воді токсичних сполук, рівень кислотності (рН), а також видові та генетично зумовлені особливості організму. Важливим профілактичним заходом є імунізація, яка сприяє формуванню набутої резистентності до інфекційних агентів і підвищує загальну стійкість організму [34].

Температура водного середовища відіграє визначальну роль у перебігу життєвих процесів гідробіонтів. Оскільки риби є пойкилотермними організмами, температура їхнього тіла повністю залежить від температури води. Для кожного виду характерні певні температурні межі толерантності, в яких забезпечується нормальне функціонування фізіологічних систем і

оптимальний рівень життєдіяльності. Вихід за ці межі може призводити до пригнічення метаболізму або навіть загибелі організму [17].

Інтенсивність живлення риб також безпосередньо пов'язана з температурним режимом. Кожен вид має свої мінімальні та максимальні температурні пороги, за межами яких процес споживання корму припиняється. Разом із тим існують оптимальні температурні інтервали, за яких риби проявляють найвищу харчову активність, що, у свою чергу, позитивно впливає на їх ріст, розвиток і продуктивність [42].

Температурний режим водного середовища є одним із ключових факторів, що визначають фізіологічний стан риб. Він безпосередньо впливає на інтенсивність кровообігу, швидкість обмінних процесів і загальний рівень метаболічної активності організму. Оскільки риби є пойкилотермними тваринами, навіть незначні зміни температури можуть викликати суттєві зрушення у функціонуванні їхніх органів і систем.

Різкі коливання температури води здатні порушувати нормальний перебіг біохімічних процесів, зокрема синтез білків у тканинах. Це призводить до зниження ефективності росту, погіршення фізіологічного стану та ослаблення адаптаційних можливостей риб, які утримуються у ставкових господарствах. У результаті такі зміни негативно відображаються на продуктивності, знижуючи приріст маси, якість рибопродукції та загальну життєздатність поголів'я [32].

Температурний режим водного середовища має визначальний вплив не лише на фізіологічний стан риб, а й на розвиток паразитів та патогенних мікроорганізмів, які їх уражають. Сприятливі для збудників температурні умови стимулюють їх інтенсивне розмноження, що, у свою чергу, підвищує ймовірність виникнення та поширення інфекційних і інвазійних захворювань серед рибного поголів'я.

Залежно від виду патогену, оптимальні температурні межі його розвитку можуть суттєво відрізнятися. Так, вірусна геморагічна септицемія форелі найчастіше проявляється в умовах зниженої температури води

(близько 10–12 °C), тоді як такі захворювання, як аеромоноз, запалення плавального міхура та бронхіомікоз, характеризуються більш інтенсивним перебігом при підвищених температурах (20–25 °C). Це свідчить про тісний взаємозв'язок між температурним фактором і епізоотичним станом водойм [4].

Особливого значення температурний режим набуває в період зимового утримання риби. Підтримання оптимальних температурних умов у зимувальних ставках є необхідною умовою для забезпечення високого рівня виживаності гідробіонтів, оскільки переохолодження або різкі коливання температури можуть призвести до ослаблення організму та підвищення смертності [6].

Температурні зміни також безпосередньо впливають на строки проведення зариблення водойм, що обумовлено кліматичними особливостями різних регіонів [40]. Вони є одним із ключових факторів, що визначають успішність ембріонального розвитку, виживаність молоді та темпи росту риби [18, 19].

Крім того, температура води суттєво впливає на розвиток інших компонентів водних екосистем – фітопланктону, зоопланктону та бентосу, які формують природну кормову базу. Від їх продуктивності та видової структури значною мірою залежить забезпеченість риби кормом і, відповідно, їх продуктивність [40].

Отже, температурний фактор відіграє комплексну роль, визначаючи не лише фізіологічні процеси, ріст і розвиток риби, але й активність патогенних організмів та загальний стан біоценозів рибогосподарських водойм [18, 19].

Розчинені у воді гази, зокрема кисень і азот, відіграють вирішальну роль у забезпеченні життєдіяльності риби. Насичення води киснем відбувається переважно завдяки його дифузії з атмосферного повітря, а також посилюється під впливом вітрового перемішування та температурної стратифікації водних мас. Достатній рівень розчиненого кисню є однією з основних передумов нормального функціонування організму риби, оскільки

він визначає ефективність дихання, інтенсивність обмінних процесів і загальний фізіологічний стан на всіх етапах онтогенезу [29].

Газовий режим водойм має ключове значення для розвитку гідробіонтів, забезпечуючи їх необхідною кількістю кисню. Його порушення, зокрема зниження концентрації кисню, найчастіше пов'язане з низьким вмістом цього газу у воді, що надходить у водойму, або з надмірним органічним навантаженням. Для підвищення рівня кисню застосовують аераційні системи, які особливо необхідні в зимовий період у водоймах, вкритих льодом. У таких умовах природне надходження кисню з атмосфери різко обмежується, що ускладнює газообмін і може призводити до гіпоксії та масової загибелі риби [26].

Кожен вид водних організмів характеризується певними межами толерантності до змін кислотності та сольового складу води. Більшість риб здатна існувати в діапазоні рН від 5,0 до 9,0, проте відхилення від цих меж можуть негативно впливати на фізіологічні процеси. Як надмірно кисле, так і надто лужне середовище здатне порушувати дихання, обмін речовин і функціонування ферментативних систем, що у крайніх випадках призводить до загибелі організмів. Найсприятливіші умови для росту і розвитку риб формуються за нейтральної або слабколужної реакції водного середовища, яка забезпечує стабільність внутрішнього гомеостазу [35].

Світло є одним із провідних екологічних факторів, що визначають особливості життєдіяльності риб, більшість яких характеризується денним типом активності. Рівень освітлення безпосередньо впливає на перебіг ключових фізіологічних процесів, зокрема на харчову поведінку, інтенсивність обміну речовин, репродуктивну функцію та загальний ріст і розвиток організму. Важливу роль відіграють інтенсивність світлового потоку та тривалість світлового дня (фотоперіод), які регулюють темпи дозрівання статевих клітин і можуть прискорювати або, навпаки, затримувати настання статевої зрілості у різних видів риб [32].

Крім того, світловий режим має особливе значення на ранніх етапах онтогенезу, оскільки він впливає на виживаність личинок і мальків, їх орієнтацію в просторі та здатність ефективно споживати корм. Недостатнє або надмірне освітлення може призводити до порушення поведінкових реакцій, зниження активності та погіршення загального фізіологічного стану молоді [37].

Гомеостаз організму риб формується під впливом комплексу абіотичних факторів, які визначають умови їх існування та перебіг основних етапів індивідуального розвитку. Більшість із цих чинників прямо або опосередковано впливає на рівень адаптаційних можливостей організму, а також на його резистентність до інфекційних і паразитарних захворювань.

Імунна система риб функціонує як цілісна взаємодіюча структура, що включає клітинні та гуморальні механізми захисту. Її ефективність значною мірою залежить від стану кровотворних органів, які забезпечують утворення та диференціацію імунокомпетентних клітин. Саме тому дослідження морфологічних і функціональних особливостей цих органів є важливим для оцінки впливу як біотичних, так і абіотичних факторів. Це, у свою чергу, дає змогу прогнозувати адаптаційні можливості риб, визначати рівень їхньої стійкості до несприятливих умов середовища та розробляти ефективні заходи щодо підвищення продуктивності й збереження здоров'я рибопоголів'я.

У ході вивчення літературних джерел, було встановлено, що морфофункціональний стан кровотворних органів риб є одним із ключових показників їх фізіологічного стану та адаптаційних можливостей. Нирки, селезінка та печінка виконують не лише кровотворну, але й важливу імунологічну та метаболічну функції, що забезпечує підтримання гомеостазу організму.

Дослідження показали, що умови вирощування, зокрема технологія утримання, рівень годівлі, а також абіотичні фактори середовища (температура, кисневий режим, освітлення), мають суттєвий вплив на морфометричні показники кровотворних органів коропа. Встановлено, що

оптимальні умови утримання сприяють кращому росту, розвитку та функціональній активності органів, тоді як несприятливі фактори, такі як гіпотермія та гіпоксія, викликають зміни морфологічних параметрів і можуть негативно впливати на фізіологічний стан риб.

Отримані результати підтверджують, що температурний режим і газовий склад води є визначальними чинниками, які впливають не лише на метаболічні процеси, але й на рівень імунної реактивності та стійкість риб до захворювань. Порушення цих параметрів призводить до зниження адаптаційного потенціалу організму та підвищення ризику розвитку патологічних станів.

Встановлено, що морфометричні показники внутрішніх органів можуть слугувати надійними індикаторами впливу зовнішніх факторів середовища та ефективності технологій вирощування. Це дозволяє використовувати їх для оцінки фізіологічного стану риб і прогнозування їх продуктивності.

Таким чином, комплексний підхід до вивчення впливу екологічних та технологічних факторів на організм риб є необхідною умовою для підвищення ефективності рибництва. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення технологій вирощування коропа, оптимізації умов утримання та розробки заходів профілактики захворювань, що сприятиме підвищенню продуктивності та збереженню рибопоголів'я.

1.3 Особливості будови та функцій кровотворних органів риб

Процес кровотворення, є складною багатоступеневою системою клітинних перетворень, у результаті яких формуються зрілі клітини, що циркулюють у периферичній крові. У постембріональний період у тварин утворення клітин крові відбувається в двох типах спеціалізованих тканин, які характеризуються високою інтенсивністю відновлення. Ці тканини належать до внутрішнього середовища організму і умовно поділяються на мієлоїдну та

лімфоїдну. На відміну від вищих хребетних, у риб відсутні кістковий мозок і лімфатичні вузли, що визначає специфіку їхньої системи кровотворення [35].

У риб процес кровотворення локалізується в різних органах. Формування клітин крові у риб відбувається в ряді спеціалізованих органів і тканин, які виконують функції кровотворення. До основних джерел гемопоезу належить зябровий апарат, зокрема ендотелій кровоносних судин і ретикулярний синцитій, розташований у ділянці основи зябрових пелюсток. Важливу роль також відіграє слизова оболонка кишечника, де відбуваються окремі етапи формування клітин крові.

Крім того, участь у кровотворенні беруть серце (епітеліальний шар і судинний ендотелій), нирки, де гемопоетичні процеси відбуваються в ретикулярному синцитії між каналцями, а також селезінка – один із провідних органів кровотворної та імунної системи. Додатковими джерелами утворення клітин крові є судинна кров і лімфоїдний орган, представлений скупченнями кровотворної тканини під черепною кришкою.

Усі ці структури функціонують як єдина система, що забезпечує безперервне оновлення клітин крові. При дослідженні препаратів-відбитків із зазначених органів можна спостерігати клітини крові на різних етапах їх диференціації та дозрівання, що свідчить про активний перебіг гемопоетичних процесів в організмі риб.

У кісткових риб найінтенсивніше кровотворення відбувається в лімфоїдних органах, передусім у нирках і селезінці, причому провідну роль як основний кровотворний орган відіграє передній відділ нирок [17].

Однією з характерних ознак риб є наявність ядра в еритроцитах, що також властиво більшості водних організмів. Така особливість зумовлює значно більшу тривалість їхнього функціонування – понад один рік, що істотно перевищує життєвий цикл еритроцитів ссавців. Крім того, для крові риб типовою є присутність у периферичному кровотоці як зрілих, так і молодих форм еритроцитів, що вважається фізіологічною нормою і відрізняє їх від крові дорослих теплокровних тварин.

Процеси гемопоезу, зокрема утворення і руйнування еритроцитів, а також формування лейкоцитів і тромбоцитів, у риб відбуваються переважно в нирках і селезінці. Ці органи виконують провідну роль у підтриманні клітинного складу крові. Водночас печінка виступає як важливий резервуар, де відбувається депонування клітин крові та участь у регуляції їх обміну [26].

Будова нирок у риб має суттєві відмінності порівняно з вищими хребетними, що пов'язано з особливостями їх еволюційного розвитку та функціональної адаптації до водного середовища. У процесі формування видільної системи у риб і круглоротих відбувається послідовна зміна органів виділення – від пронефроса до мезонефроса [35].

Пронефрос є тимчасовою ембріональною структурою, яка не зберігає своєї функціональної активності у дорослих особин. Натомість мезонефрос розвивається у вигляді коротких тяжів, розташованих дорсально відносно вивідної протоки, і поступово набуває основного значення як функціонуючий орган виділення та, частково, кровотворення. Їхні дистальні частини з'єднуються з пронефродіальною протокою, а на проксимальних кінцях утворюються міхуроподібні розширення, що включають гломеру – судинні клубочки (мальпігієві тільця). Самі тяжі трансформуються в нефродіальні каналці. Завдяки вторинному розгалуженню кількість каналців зростає, і розвиток нирки поширюється на всю тулубову частину. Згодом у мезонефрос проникає лімфоїдна тканина, внаслідок чого нирка набуває також кровотворної функції [17].

Особливості будови нирок у риб, порівняно з іншими тваринами, обумовлені значним розвитком лімфоїдної тканини, яка локалізується вздовж тулубних хребців у ділянках про-, мезо- та метанефроса [26].

У кісткових риб ця лімфоїдна тканина за своїми функціями подібна до лімфатичних вузлів і кісткового мозку ссавців. Передній відділ нирок виконує роль основного кровотворного органа, де відбувається утворення як еритроцитів, так і лейкоцитів, а також руйнування старих червоних кров'яних клітин.

Селезінка має важливе значення у процесах кровотворення у риб і є одним із провідних органів цієї системи. Вагому роль у функціонуванні імунної системи риб відіграє ретикулоендотеліальна система, яка характеризується високим рівнем активності [26].

Вважається, що однією з ключових відмінностей цієї системи у риб порівняно з теплокровними тваринами є наявність фагоцитуючих клітин, локалізованих у ділянці ендокарду передсердя та в зябрах [17]. Крім того, значні скупчення пігментованих макрофагів виявляються в паренхімі печінки, нирок і селезінки.

Селезінка у риб локалізується в передній частині черевної порожнини, серед петель кишечника, і ззовні вкрита сполучнотканинною капсулою. Вона має щільну консистенцію, видовжену форму та темно-вишневе забарвлення. Зокрема, у скатів селезінка вже з моменту народження представлена капсульованим органом, який складається з червоної та білої пульпи; при цьому ділянки лімфоїдної тканини (біла пульпа) розташовані навколо кровоносних судин.

У акул селезінка також диференціюється на червону і білу пульпу, тоді як у химер лімфопоез відбувається не лише в цьому органі, також і в інших структурах. У веслоноса селезінка, як і в інших представників риб, чітко диференціюється на білу та червону пульпу, що свідчить про її функціональну спеціалізацію. У мулової риби будова цього органа має подібність до селезінки кістково-хрящових риб, що вказує на певні еволюційні та морфологічні особливості формування імунної системи у різних груп гідробіонтів.

Селезінка у кісткових риб виконує низку важливих функцій, серед яких однією з ключових є участь у гуморальній імунній відповіді. Зокрема, цей орган бере активну участь у синтезі антитіл, що забезпечує формування специфічного імунітету та підвищує стійкість організму до дії інфекційних агентів. Крім того, селезінка відіграє важливу роль у фільтрації крові,

руйнуванні старих формених елементів та підтриманні імунологічного гомеостазу організму риб [15].

Крім того, у ділянках концентрації великих кровоносних судин у селезінці коропових риб виявляються групи клітин підшлункової залози. У селезінці, нирках і печінці дифузно локалізуються меланомакрофагоцити – клітини, що містять значну кількість пігментів, зокрема меланіну, гемосидерину та ліпофусцину. Вони виконують важливі функції, пов'язані з фагоцитозом, накопиченням і збереженням неперетравлених речовин, руйнуванням еритроцитів, а також участю в запасанні та обміні заліза [11].

Існує припущення, що меланінові гранули, які містяться в меланомакрофагоцитах, можуть проявляти бактерицидні властивості, сприяючи захисту організму від патогенних мікроорганізмів. Крім того, на поверхні цих клітин здатні адсорбуватися імунні комплекси, що підсилює їх участь у процесах імунної відповіді. Меланомакрофагоцити формують характерні скупчення, оточені фібробластичним бар'єром, які отримали назву меланомакрофагальних центрів. У деяких видів риб ці структури додатково оточені концентричними шарами дрібних лімфоцитів, що свідчить про їх активну участь у функціонуванні імунної системи [17].

У ембріональному розвитку гомойотермних тварин печінка формується з епітелію вентральної частини стінки дванадцятипалої кишки. Мезенхімна тканина, яка бере участь у формуванні органа і пов'язана з його кровотворною функцією, з часом диференціюється у сполучнотканинну строму та систему кровоносних судин печінки.

У риб процес закладки печінки має певні відмінності. Зачаток цього органа виникає у вигляді виросту кишкової стінки: у більшості видів – із дорсальної частини, тоді як у селяхій і ганоїдних риб – із вентральної. Надалі цей виріст диференціюється на печінковий зачаток і зачаток жовчного міхура. У процесі розвитку вони поступово відокремлюються від кишечника, що супроводжується звуженням жовчної протоки, при цьому зв'язок із кишечником зберігається через вузький канал.

У подальшому печінка риб набуває часточкової будови: її тканина розділяється на окремі структурні одиниці, оточені сполучною тканиною та густою мережею кровоносних судин. Жовчні протоки, підходячи до часточок, розгалужуються на дрібні капіляри, що забезпечує ефективний транспорт жовчі та участь органа у процесах травлення і обміну речовин [12].

У процесі розвитку печінка продовжує збільшуватися та проходить етапи диференціації клітин – гепатоцитів. Їхні апікальні ділянки поступово накопичують глікоген або ліпіди, що свідчить про становлення їх функціональної спеціалізації [13].

Печінка як у теплокровних тварин, так і у риб виконує широкий спектр життєво важливих функцій, виступаючи основною травною залозою. Вона забезпечує синтез майже половини всіх білків організму, зокрема повністю утворює альбуміни та близько 80 % глобулінів крові, а також синтезує фібриноген, протромбін і феритин – сполуки, пов'язані з утворенням гемоглобіну.

У печінці відбуваються процеси утворення, накопичення та розщеплення вуглеводів і ліпідів. Вона бере активну участь у регуляції водно-сольового балансу, підтриманні кислотно-лужної рівноваги, а також виконує функцію депо для багатьох мінеральних елементів, зокрема натрію, калію, кальцію, хлору, магнію, мангану, заліза, міді та цинку. Крім того, печінка накопичує низку вітамінів: А, Е, С, В₁, В₂, В₆, РР, пантотенову кислоту, біотин, D, К і В₁₂.

Цей орган також регулює активність більшості гормонів, бере участь у синтезі жовчі та забезпечує знешкодження токсичних речовин як зовнішнього, так і внутрішнього походження [17].

У кісткових риб будова залозистого апарату печінки характеризується певними специфічними рисами. Зокрема, у дводишних риб будова секреторного апарату печінки має певні відмінності: система секреторних трубочок формується не з шести, як це характерно для хрящових риб, а представлена трьома поздовжніми рядами клітин. Це свідчить про

особливості організації печінкової тканини та її функціональної адаптації у різних груп риб.

Печінкові клітини у кісткових риб відзначаються значно більшими розмірами порівняно з аналогічними клітинами круглоротих. Їх висота може досягати приблизно 30 мкм, тоді як діаметр ядра становить близько 9 мкм, що вказує на високу функціональну активність гепатоцитів. Особливо великими є клітинні елементи, які формують жовчні протоки та жовчний міхур, що забезпечує ефективне утворення, накопичення та транспорт жовчі.

Такі морфологічні особливості печінки безпосередньо пов'язані з її багатофункціональною роллю в організмі риб, зокрема участю у травленні, обміні речовин і підтриманні загального фізіологічного стану [17].

У променеперих риб печінка функціонально та анатомічно тісно пов'язана з підшлунковою залозою. Так, у коропа та деяких інших видів клітини підшлункової залози інтегровані безпосередньо в паренхіму печінки, розташовуючись уздовж розгалужень воротної вени. У зв'язку з цим для позначення такого поєданого органа часто застосовують термін «гепатопанкреас» [26].

Особливості морфологічної будови печінки безпосередньо визначають її роль як одного з основних органів кровотворення у риб. Розвинена мережа кровоносних судин забезпечує виконання не лише транспортної, а й депонуючої функції, що набуває особливого значення в умовах дії екстремальних або нестандартних факторів середовища [18].

Таким чином, значна частина наукових досліджень у галузі рибництва спрямована на вивчення процесів відтворення, вирощування та нагулу промислових видів риб у ставкових господарствах України. У межах цих досліджень аналізуються показники гідрохімічного режиму, стан природної кормової бази, оптимізація раціонів, удосконалення технологічних підходів, а також розробляються ефективні методи профілактики найпоширеніших інфекційних, інвазійних і метаболічних захворювань риб.

Значний обсяг наукових досліджень присвячений вивченню механізмів підтримання гомеостазу в організмі риб. Проте більшість робіт у галузі іхтіопатології та фізіології, які висвітлюють метаболічні зміни та розвиток патологічних станів, часто обмежуються лише фіксацією фактів порушення стабільності внутрішнього середовища. Водночас наявні дані щодо етіології цих порушень і метаболічних зрушень не завжди дають змогу повною мірою пояснити механізми змін інтенсивності, тривалості та спрямованості обмінних процесів, які значною мірою залежать від функціонального стану внутрішніх органів риб.

Рівень метаболічної активності, як і перебіг основних фізіологічних процесів у риб, подібно до інших хребетних, регулюється нейрогуморальними механізмами. Однак ці процеси слід розглядати у тісному взаємозв'язку з умовами зовнішнього середовища, оскільки саме вони визначають ступінь адаптації організму та ефективність його функціонування.

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Мета, матеріали та методи дослідження

Кваліфікаційна бакалаврська робота виконувалася на базі Дніпровського державного аграрно-економічного університету упродовж 2025–2026 років.

У ході дослідження використовувалися морфометричні показники нирок, селезінки та печінки однорічних особин лускатого коропа, відібраних зі свіжовиловленої риби, що утримувалася в акваріумах кафедри водних біоресурсів та аквакультури.

Метою дослідження було всебічне та детальне вивчення впливу різних технологій вирощування, а також таких абіотичних факторів, як гіпотермія та гіпоксія, на морфометричні показники кровотворних органів коропа. Особлива увага приділялася оцінці змін у структурі та функціональному стані органів, що беруть участь у процесах гемопоезу та імунного захисту організму.

Для реалізації поставленої мети було сформульовано низку наукових завдань:

5. Проаналізувати вплив різних технологічних умов вирощування на морфологічні показники органів імунної системи коропа.
6. Дослідити динаміку морфологічних характеристик кровотворних органів упродовж вегетаційного періоду.
7. Встановити вплив знижених температур (гіпотермії) на морфологічні параметри органів імунної системи.
8. Оцінити зміни морфометричних показників кровотворних органів під впливом дефіциту кисню (гіпоксії).

У процесі виконання роботи застосовувалися методи дослідження, які є загальноприйнятими у галузях іхтіології, морфології та рибництва, що забезпечило достовірність і наукову обґрунтованість отриманих результатів.

Для вивчення впливу гіпотермії було використано метод аналогів, за допомогою якого сформовано контрольну та дослідну групи, по п'ять особин у кожній. Такий підхід дозволив забезпечити порівнянність результатів та об'єктивність оцінки впливу досліджуваного фактора.

Риби дослідної групи утримувалися в акваріумах об'ємом 30 л при щільності посадки 15 екз./м³ за контрольованих гідрохімічних умов: вміст розчиненого кисню становив 2 мг/дм³, жорсткість води – 2–4 мг-екв/л, рівень рН – 8,10–8,20. Після адаптаційного періоду тривалістю 7 діб коропа контрольної групи перебували в акваріумі при температурі води 15 °С, тоді як особини дослідної групи утримувалися у вирощувальному ставі за зниженої температури – 6 °С. Загальна тривалість експерименту становила 15 діб, що дало змогу оцінити вплив гіпотермії на морфологічний стан кровотворних органів.

Для оцінки впливу гіпоксії на кровотворні органи за аналогічною схемою були сформовані контрольна та дослідна групи одnorічок коропа (по п'ять особин у кожній).

Умови утримання відповідали попередньому експерименту. Після тижневої адаптації коропів контрольної групи помістили у ставок із вмістом розчиненого кисню 4 мг/дм³, тоді як риби дослідної групи утримувалися в акваріумі при концентрації кисню 1 мг/дм³. Тривалість експерименту становила 10 діб.

Температуру води визначали за допомогою скляного ртутного термометра з ціною поділки 0,5 °С, робочим діапазоном від 0 до 35 °С та похибкою вимірювання $\pm 0,5$ °С.

Для визначення концентрації розчиненого кисню застосовували йодометричний метод Вінклера. З цією метою до проби води додавали по 1 мл розчину їдкого натру з йодистим калієм і хлористого марганцю. Осад, що утворювався, розчиняли шляхом внесення 2 мл сірчаної кислоти, після чого додавали 2 мл розчину йодиду калію та проводили титрування 0,01 Н розчином тіосульфату натрію до повного знебарвлення розчину.

Концентрацію кисню у воді розраховували за відповідною формулою, яка дозволяє визначити вміст розчиненого кисню (формула 1).

$$K \times N \times k \times 8 \times 1000 / O_p - o_r,$$

де: K – кількість розчину тіосульфату натрію, використаного на титрування проби, мл;

N – нормальність тіосульфату натрію;

a – коефіцієнт поправки до нормальності титрованого розчину тіосульфату;

8 – еквівалент кисню;

O_p – об'єм проби, мл;

o_r – об'єм реактивів, доданих в пробу, мл.

Концентрацію водневих іонів визначали інструментальним способом із використанням рН-метра «Мини-Диги» ОР-110 (робочий діапазон 0–12 од. рН, похибка вимірювання $\pm 0,2$ од. рН).

Прозорість води оцінювали за допомогою диска Секкі діаметром 30 см, який занурювали у воду на градуйованому шнурі до моменту його зникнення з поля зору. Глибину занурення (у сантиметрах), на якій диск переставав бути видимим, приймали за показник прозорості води.

Вміст завислих речовин визначали гравіметричним методом. Для цього 1 л води фільтрували через попередньо висушений до сталої маси фільтр. Після фільтрування фільтр додатково висушували в сушильній шафі лабораторії іхтіопатології при температурі 100–105 °С до досягнення постійної маси.

Кількість завислих речовин обчислювали за формулою 2.

$$X = (m_2 - m_1) / O \times 100,$$

де: m_2 – вага фільтру із завислими речовинами, мг;

m_1 – вага чистого фільтру, мг;

O – об'єм води для дослід, л.

Після завершення експериментальної частини було проведено клінічне обстеження риб, їх зважування, вимірювання та патологоанатомічний розтин, що дало змогу комплексно оцінити їх фізіологічний стан. У ході розтину визначали лінійні параметри, масу й об'єм нирок, селезінки та печінки, що дозволило розрахувати їх густину та різні морфометричні індекси.

Дослідження виконувалися відповідно до методичних рекомендацій, викладених у спеціалізованих посібниках з іхтіології та патологоанатомії, що забезпечувало наукову достовірність отриманих результатів. Для знерухомлення риби перед розтином застосовували маніпуляції з руйнування мозочка за допомогою препарувальної голки.

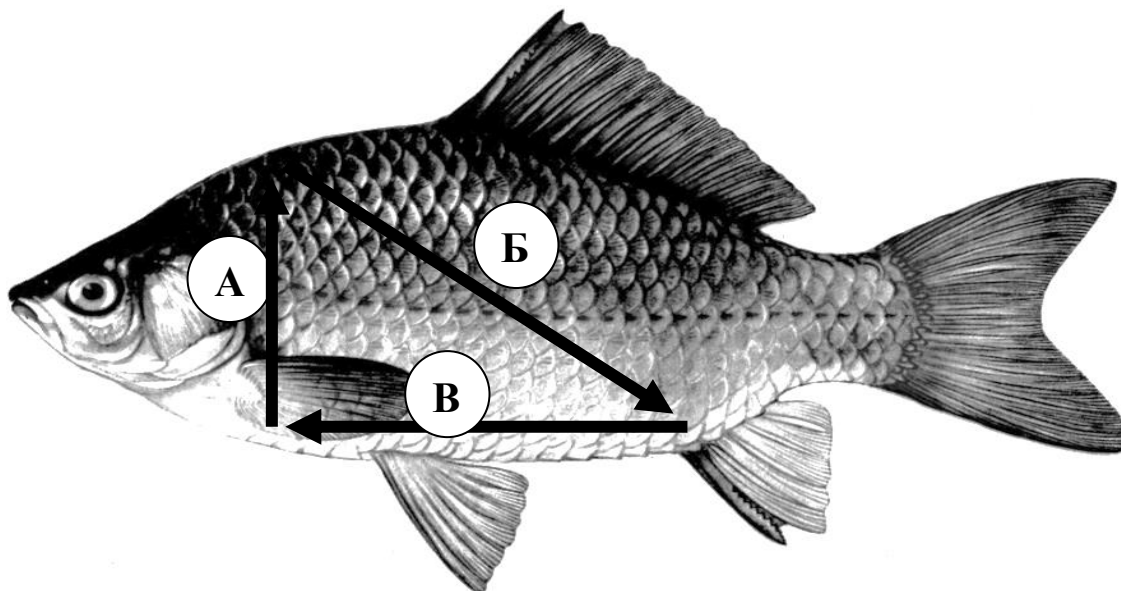


Рис. 1 Схеми анатомічного розтину риби

(А, Б, В – розрізи при розтині риби)

Розтин черевної порожнини риби здійснювали шляхом виконання трьох послідовних розрізів. Перший розріз виконували ножицями вздовж середньої лінії черева – від анального отвору до основи грудних плавців. Другий етап розтину полягав у розсіченні м'язів черевної стінки з напрямком руху інструмента дорсально – від основи грудних плавців у бік початку спинної мускулатури. Такий підхід забезпечував поступове відкриття черевної порожнини без пошкодження внутрішніх органів.

Третій розріз виконували від ділянки початку спинних м'язів у напрямку до анального отвору. Завдяки цьому формувався достатньо широкий доступ до внутрішніх органів, що створювало оптимальні умови для їх детального огляду, морфологічного аналізу та подальшого проведення вимірювань.

Патологоанатомічне обстеження внутрішніх органів розпочинали з огляду черевної порожнини, оцінюючи наявність рідини та газів, а також зовнішні характеристики органів: їх колір, консистенцію, ступінь кровонаповнення та наявність крововиливів (рис. 2).

Для проведення морфометричних вимірювань кровотворних органів їх попередньо відокремлювали та обережно розміщували у кюветі або чашці Петрі, що забезпечувало зручність подальшого аналізу. Після цього за допомогою лінійки визначали довжину і ширину кожного органа, отримуючи точні показники їхніх розмірів.

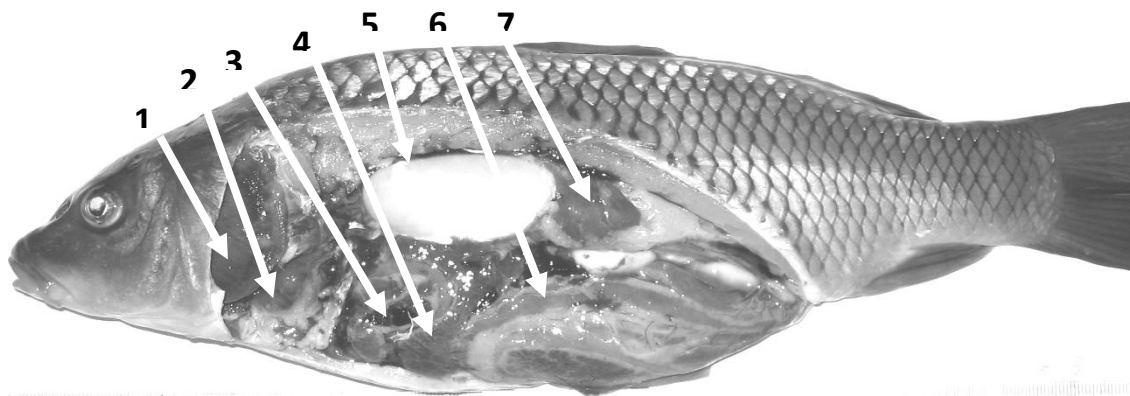


Рис. 2 Топографія внутрішніх органів у порожнині тіла однорічки коропа: 1 – зябра; 2 – серце; 3 – селезінка; 4 – печінка; 5 – передня камера плавального міхура; 6 – кишечник; 7 – нирка.

Після завершення морфометричних вимірювань ізольовані органи піддавали зважуванню за допомогою електронних ваг моделі ВЛКТ-500г-М,

що дозволяло отримати високоточні показники їх маси та забезпечувало достовірність подальших розрахунків.

Визначення об'єму досліджуваних органів здійснювали методом витіснення рідини, який є одним із найбільш поширених і надійних у морфологічних дослідженнях. Застосування цього методу забезпечує високу точність вимірювань і дозволяє об'єктивно оцінити об'ємні характеристики органів незалежно від їх форми та структурних особливостей.

Для визначення об'єму використовували мірний циліндр об'ємом 10 мл, попередньо заповнений водою до певного рівня, що фіксувався як початковий об'єм. Далі орган занурювали у воду, внаслідок чого відбувалося витіснення рідини. Зафіксований після занурення кінцевий об'єм давав змогу визначити об'єм органа як різницю між початковим і кінцевим значеннями.

Розрахунок об'єму органів здійснювали за формулою 3.

$$O = O_2 - O_1,$$

де: O – об'єм органу, см^3 ;

O_1 – початковий об'єм води у циліндрі, см^3 ;

O_2 – об'єм води у циліндрі після занурення дослідного органу, см^3 .

Обчислення густини речовини органу проводили за формулою 4:

$$\Gamma_p = m / O,$$

де: Γ_p – густина речовини органу; $\text{г}/\text{см}^3$;

m – маса органу, г ;

V – об'єм органу, см^3 .

Обчислення індексу органу проводили за формулою 5:

$$I = m / M \times 100,$$

де: I – індекс органу, %;

m – маса органу, г ;

M – маса риби, г .

Індекс Фультона (коефіцієнт вгодованості) визначали як відношення маси тіла риби (M г) до куба її довжини (L см), за формулою 6:

$$I = \frac{100 \times M}{l^3}$$

де: I – Індекс Фультона

M – маса риби, г

Цей показник характеризує щільність та загальний фізичний стан риби.

Після проведення всіх необхідних розрахунків морфометричних параметрів кровотворних органів отримані результати систематизували та представляли у табличній формі. Такі дані таблиці відображають основні кількісні показники досліджуваних органів риб, що дозволяло наочно порівнювати отримані дані, аналізувати їх варіабельність і виявляти закономірності змін під впливом різних факторів.

У випадку виявлення статистично достовірних відмінностей між середніми значеннями порівнюваних вибірок робили висновок про збільшення або зменшення відповідного показника. Якщо ж різниця не була статистично значущою, зазначали лише наявність тенденції до змін цього параметра.

У процесі досліджень використовували технологію пасовищного утримання риб із обмеженим рівнем годівлі. Фізико-хімічні показники водного середовища відповідали нормативам гідрохімічного режиму, характерним для коропових господарств, що забезпечувало сприятливі умови для росту та розвитку риб.

Узагальнення інформації у вигляді таблиць сприяло більш зручній інтерпретації результатів дослідження, а також створювало основу для подальшого статистичного аналізу та формулювання обґрунтованих наукових висновків.

Профілактичні заходи проводили відповідно до затвердженого ветеринарно-санітарного плану. Для попередження та лікування інфекційних і паразитарних хвороб застосовували лікувально-профілактичні засоби згідно з сучасними іхтіопатологічними рекомендаціями.

У ході моніторингу рибопоголів'я щомісяця оцінювали поведінкові показники, зокрема рухливість риб та їх реакцію на зовнішні подразники. Проводили клінічний огляд, патологоанатомічний розтин і аналіз стану внутрішніх органів.

Додатково визначали показники росту і розвитку риб, а також морфометричні характеристики внутрішніх органів – їх масу, об'єм, довжину, ширину, густину та індекси (нирки, селезінка, печінка).

Такий комплексний підхід до оцінки стану риб дозволяє своєчасно виявляти можливі патології та ефективно їх усувати, що сприяє підвищенню продуктивності рибницького господарства.

Розділ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Дослідження коропа за морфологічними характеристиками

З метою оцінки впливу різних технологій вирощування на морфологічні показники внутрішніх органів цьоголітків лускатого коропа було проведено органометричне дослідження печінки, нирок та селезінки за різних умов утримання. У першому варіанті (акваріум № 1) риб утримували 1-ї контрольної групи за умов часткової годівлі, що забезпечувала лише часткове покриття їхніх потреб у поживних речовинах.

У другому варіанті (акваріум № 2) 2-ї дослідної групи коропа були свіж виловлені з річки Дніпро де було застосовувана випасна технологія, яка передбачає використання природної кормової бази як основного джерела живлення. Водночас гідрохімічні параметри води в обох варіантах залишалися практично однаковими, а зариблення проводилося одночасно із застосуванням однорідного посадкового матеріалу, що забезпечувало коректність порівняння результатів.

Морфологічні показники дослідних груп коропа представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Морфологічні показники дослідних груп коропа, ($M \pm m$, $n=5$)

Показник	Група	
	1-а контрольна	2-а дослідна
Маса риби (г)	331,39 $\pm$ 89,641	162,51 $\pm$ 40,103
Зоологічна довжина (см)	29,85 $\pm$ 2,856	23,45 $\pm$ 1,476
Промислова довжина (см)	24,62 $\pm$ 1,972	18,49 $\pm$ 1,245
Висота (см)	7,79 $\pm$ 0,644	6,31 $\pm$ 0,481
Ширина (см)	3,97 $\pm$ 0,359	3,36 $\pm$ 0,245
Індекс Фультона (коефіцієнт вгодованості)	1,25	1,26

Аналіз отриманих даних показав суттєві відмінності у показниках росту риб залежно від умов вирощування. Зокрема, середня маса коропів у 1-й контрольній групі становила 331,39 г, що значно перевищувало аналогічний показник у 2-й дослідній групі – 162,51 г. Подібна тенденція спостерігалася і щодо лінійних розмірів: зоологічна довжина риб у першій групі досягала 29,85 см, тоді як у другій – 23,45 см.

Морфометричні показники тіла також були вищими у риб 1-ї контрольної групи, що утримувалися за умов часткової годівлі. Зокрема, висота тіла становила 7,79 см, а ширина – 3,97 см, тоді як у риб із другого акваріуму 2-ї дослідної групи, показники були нижчими – відповідно 6,31 см і 3,36 см. Незважаючи на відмінності у розмірах і масі, коефіцієнт вгодованості (індекс Фултона) в обох групах не мав суттєвих відмінностей і становив 1,25 та 1,26 відповідно (табл. 1), що свідчить про відносно подібний загальний фізіологічний стан риб.

Стан показників селезінки коропа наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Стан показників селезінки коропа ($M \pm m$, $n=5$)

Показник	Група	
	1-а контрольна	2-а дослідна
Довжина (см)	3,61 $\pm$ 1,087	2,32 $\pm$ 0,465
Ширина (см)	0,89 $\pm$ 0,254	0,84 $\pm$ 0,123
Маса (г)	0,78 $\pm$ 0,135	0,56 $\pm$ 0,143
Об'єм (см ³)	1,09 $\pm$ 0,156	0,62 $\pm$ 0,189
Густина (г/см ³)	0,72 $\pm$ 0,089	0,74 $\pm$ 0,085
Індекс	0,24	0,28

Результати проведеного органометричного дослідження таблиця 2, селезінки свідчать про наявність помітних відмінностей між дослідними групами. Зокрема, середня довжина селезінки у коропів першої групи становила 3,62 см, тоді як у риб другої дослідної групи цей показник

дорівнював 2,32 см, що на 35,91 % менше порівняно з контрольними значеннями.

Аналіз масових показників органу показав, що маса селезінки у риб, які утримувалися в акваріумах № 1 та № 2, становила відповідно 0,78 г і 0,56 г (табл. 2), що також вказує на вплив умов вирощування на розвиток цього органу.

Однак показник індексів селезінки між групами суттєвих відмінностей не мав.

Водночас показники ширини селезінки у досліджуваних групах не мали статистично достовірних відмінностей, що може свідчити про відносну стабільність окремих морфологічних параметрів незалежно від змін умов утримання та рівня забезпеченості кормом.

Показники печінки дослідних коропів представлено в таблиці 3.

Таблиця 3

Показники печінки коропа ($M \pm m$, $n=5$)

Показник	Група	
	1-а контрольна	2-а дослідна
Довжина (см)	7,47 $\pm$ 0,578	6,67 $\pm$ 0,768
Ширина (см)	2,71 $\pm$ 0,368	2,37 $\pm$ 0,358
Маса (г)	7,92 $\pm$ 1,45	4,58 $\pm$ 1,376
Об'єм (см ³)	7,19 $\pm$ 1,434	3,92 $\pm$ 1,143
Густина (г/см ³)	1,09 $\pm$ 0,045	1,18 $\pm$ 0,078
Індекс	2,47	2,83

Отримані результати у таблиці 3, дані свідчать про відсутність суттєвих відмінностей у лінійних розмірах печінки між дослідними групами. Зокрема, у риб із акваріума № 1 довжина печінки становила 7,47 см, а ширина – 2,71 см, тоді як у риб другої дослідної групи (акваріум № 2) ці показники були дещо нижчими – 6,67 см та 2,37 см відповідно.

Водночас більш виражені відмінності були виявлені щодо маси та об'єму печінки. У риб, що утримувалися в умовах обмеженого харчування, маса органу досягала 7,92 г, а об'єм – 7,19 см³, що свідчить про більш інтенсивний розвиток печінкової тканини.

Порівняльний аналіз показав, що у риб, вирощених у водоймі за умов природного живлення, маса та об'єм печінки були значно нижчими і становили відповідно 4,58 г та 3,92 см³. Це може бути пов'язано з відмінностями у рівні забезпеченості поживними речовинами та інтенсивності обмінних процесів.

Разом із тим індексні показники печінки між дослідними групами істотно не відрізнялися (табл. 3), що може свідчити про збереження загальних пропорцій органа відносно маси тіла риб незалежно від умов вирощування.

Морфологічні параметри нирок у коропів представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Показники нирок коропа (M±m, n=5)

Показник	Група	
	1-а контрольна	2-а дослідна
Довжина (см)	2,68±0,245	2,54±0,564
Ширина (см)	2,29±0,356	1,89±0,457
Маса (г)	1,80±0,334	1,18±0,364
Об'єм (см ³)	1,79±0,332	1,18± 0,474
Густина (г/см ³)	1,019± 0,157	1,018±0,389
Індекс	0,56	0,71

Згідно з результатами проведених досліджень, морфологічні показники нирок у коропів обох дослідних груп не мали статистично достовірних відмінностей. Зокрема, довжина і ширина нирок у риб першої (контрольної) групи становили відповідно 2,68 см і 2,29 см, тоді як у риб другої (дослідної) групи ці показники були дещо нижчими – 2,54 см і 1,89 см.

Розраховані коефіцієнти достовірності різниці (0,33 і 1,04) підтверджують відсутність статистично значущих відмінностей між групами за цими параметрами, що свідчить про відносну стабільність лінійних розмірів нирок незалежно від умов утримання.

Аналіз масових показників показав, що маса нирок у риб 1-ї контрольної групи становила – 1,80 г, тоді як у риб 2-ї дослідної групи — 1,18 г. Аналогічна тенденція спостерігалася і щодо об'єму органа: у першій групі він дорівнював – 1,79 см³, а у другій – 1,18 см³, що на 37,01 % менше.

Незважаючи на виявлені відмінності у масі та об'ємі, індексні показники нирок у досліджуваних групах істотно не відрізнялися і становили 0,56 для першої групи та 0,71 для другої (табл. 4), що може свідчити про збереження пропорційності органа відносно маси тіла.

Узагальнюючи отримані результати, встановлено, що риби, які утримувалися за умов обмеженої годівлі, характеризувалися більшою масою тіла порівняно з особинами, вирощеними за випасною технологією. Водночас коефіцієнт вгодованості (індекс Фултона) у коропів обох груп істотно не відрізнявся, що свідчить про подібний рівень загального фізіологічного стану.

Крім того, у групі риб із обмеженою годівлею відмічалось збільшення маси та об'єму печінки, а також об'єму селезінки, що може бути пов'язано з особливостями обміну речовин і функціональним навантаженням на ці органи за відповідних умов утримання.

3.2 Визначення впливу тимчасової гіпотермії на морфологічний стан кровотворних органів однорічок коропа

Екзотермні водні організми, до яких належать риби, існують у середовищі, температура якого коливається в межах певних мінімальних і максимальних значень. Будь-які відхилення від оптимального температурного діапазону призводять до істотних змін у перебігу

фізіологічних процесів, зокрема енергетичного та пластичного обмінів. У процесі еволюційного розвитку у риб сформувався комплекс адаптаційних механізмів, що забезпечують їх здатність витримувати значні коливання температури навколишнього середовища.

Вплив температурного чинника на організм риб супроводжується розвитком адаптивних реакцій, які проявляються на різних рівнях організації – від клітинного до органного. Особливо чутливими до температурних змін є кровотворні органи, оскільки вони безпосередньо пов'язані з процесами гемопоезу, імунної відповіді та підтримання гомеостазу. За умов тимчасової гіпотермії в організмі коропа відбуваються певні морфологічні та функціональні перебудови цих органів, спрямовані на збереження життєдіяльності.

Відповідно до поставленої мети дослідження, після семиденного адаптаційного періоду було сформовано дві групи однорічок коропа. Контрольну групу становили особини, виловлені з річки Дніпро, яких утримували в акваріумі за температури води 16 °С, що відповідало умовам, близьким до природних. Дослідна група включала риб, відібраних з акваріума № 2, які перебували в умовах зниженої температури води – 6 °С упродовж двох тижнів.

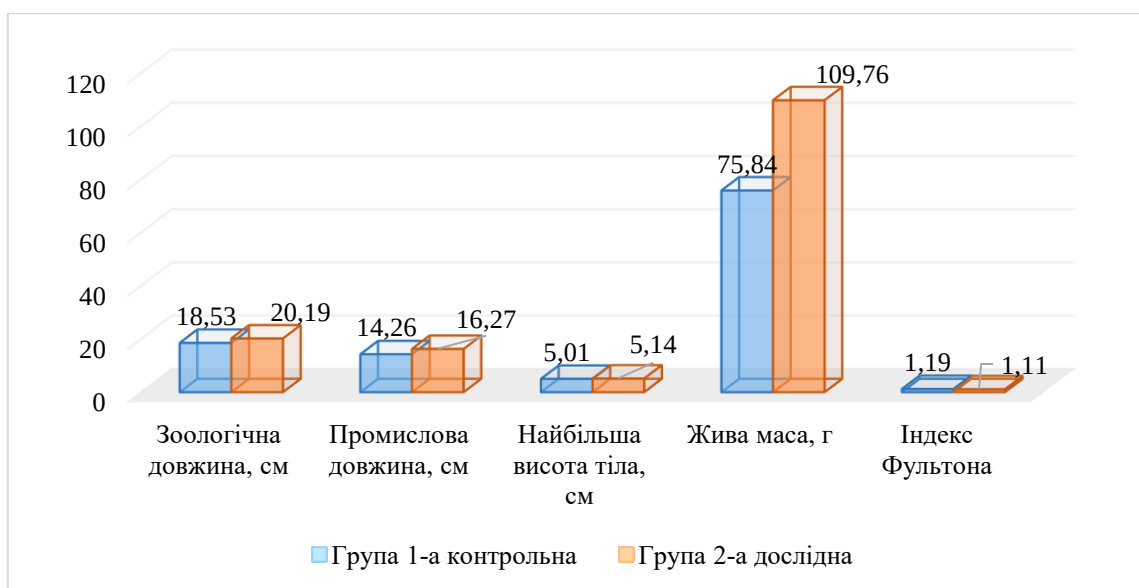


Рис. 3 Морфологічні показники коропа, ($M \pm m$; $n=5$)

Такий температурний режим дозволив змодельовати стан гіпотермії та оцінити його вплив на морфологічні показники кровотворних органів (рис. 3).

Як свідчать дані рисунку 3, зоологічна довжина 2-ї дослідної групи перевищували контрольних на – 1,66 см, відповідно на – 8,96 %, що стосується промислової довжини коропа 2-ї дослідної групи, то вона була на рівні –16,27 см, цей показник вищий на – 2,01см, тобто на – 14,10 % проти контрольних особин.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що вплив тимчасової гіпотермії призводить до певних морфологічних змін у вторинних кровотворних органах коропа. Зокрема, зниження температури навколишнього середовища викликає перебудову структур цих органів, що пов'язано з адаптаційними реакціями організму на дію стресового фактору.

Такі зміни можуть проявлятися у варіації розмірів, маси та функціональної активності органів, що беруть участь у процесах гемопоезу та імунного захисту. Виявлені особливості свідчать про те, що гіпотермія впливає на інтенсивність кровотворних процесів і може змінювати рівень імунологічної реактивності організму.

Отже, навіть короткочасне зниження температури води здатне суттєво впливати на стан кровотворної системи риб, що необхідно враховувати при організації умов їх утримання та вирощування.

Морфологічні показники однорічок коропа 2-ї дослідної групи показники після зважування були масою – 109,76 г, що більше від контролю на – 33,92 г, відповідно збільшення на – 44,72 %.

Найбільша висота тіла коропа була відповідно у 2-й групі – 5,14 см, що більше від контролю на – 0,13 см, відповідно збільшення на – 2,60 %.

Коефіцієнт вгодованості був на рівні – 1,19 у контрольній і 1,11 у дослідній групі.

Застосування експериментальної моделі дало змогу виявити особливості адаптаційних змін в організмі риб під дією низьких температур і оцінити їх вплив на структурно-функціональний стан кровотворної системи.

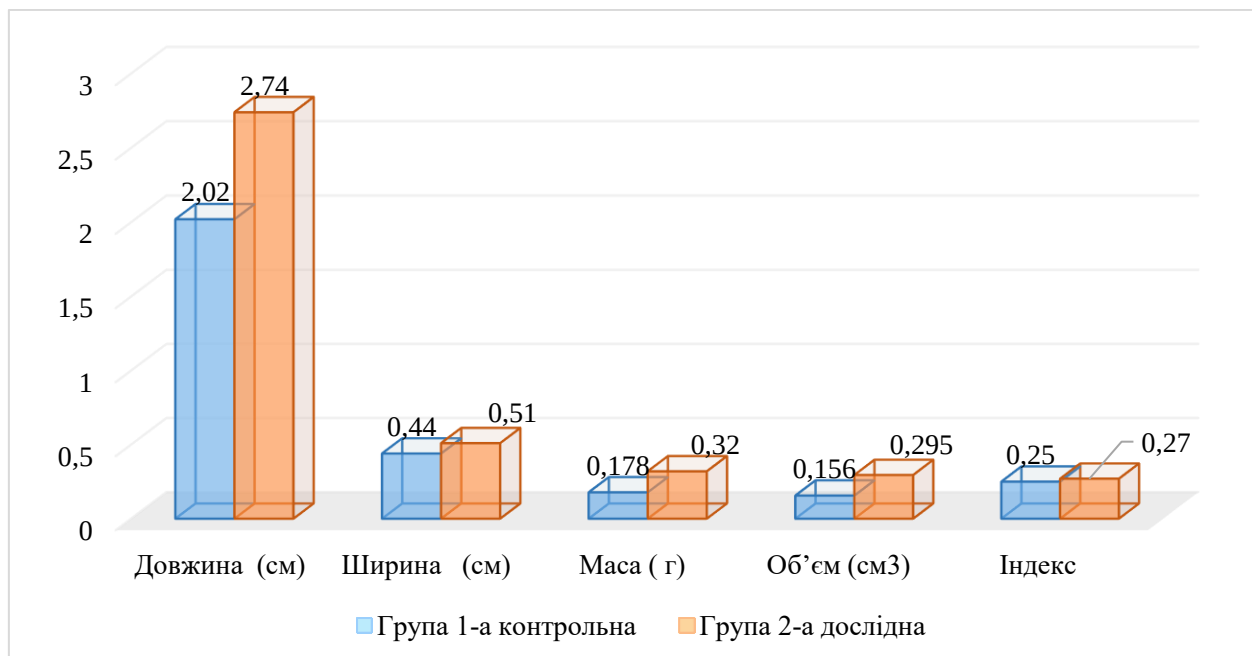


Рис. 4 Морфометричні показники селезінки коропа, ($M \pm m$; $n=5$)

За даними рисунку 4, довжина селезінки коропа 2-ї дослідної групи перевищували контрольних на – 0,52 см, відповідно на – 35,64 %, що стосується ширини селезінки коропа 2-ї дослідної групи, то вона була на рівні – 0,51 см, цей показник вищий на – 0,07см, тобто на – 15,91 % проти селезінки у контрольних особин.

Морфологічні показники маси селезінки у однорічок коропа 2-ї дослідної групи показники після зважування були масою – 0,312 г, що більше від контролю на – 0,134 г, відповідно збільшення маса селезінки на – 75,28 %.

Об'єм селезінки становив у контролі – 0,156 см³, що менше від 2-ї дослідної групи на – 0,139 см³, відповідно цей показник нищий на – 52,88 %.

Індекс був на рівні – 0,25 у контрольній та 0,27 у дослідній групі.

Як свідчать дані рисунку 5, довжина печінки коропа 2-ї дослідної групи була на рівні – 4,41 см, і перевищували контрольних на – 0,65 см, відповідно

на – 17,29 %. Що стосується ширини печінки коропа 2-ї дослідної групи, то вона була на рівні – 1,62 см, цей показник вищий на – 0,41см, тобто на – 33,88 % проти ширини печінки контрольних особин.

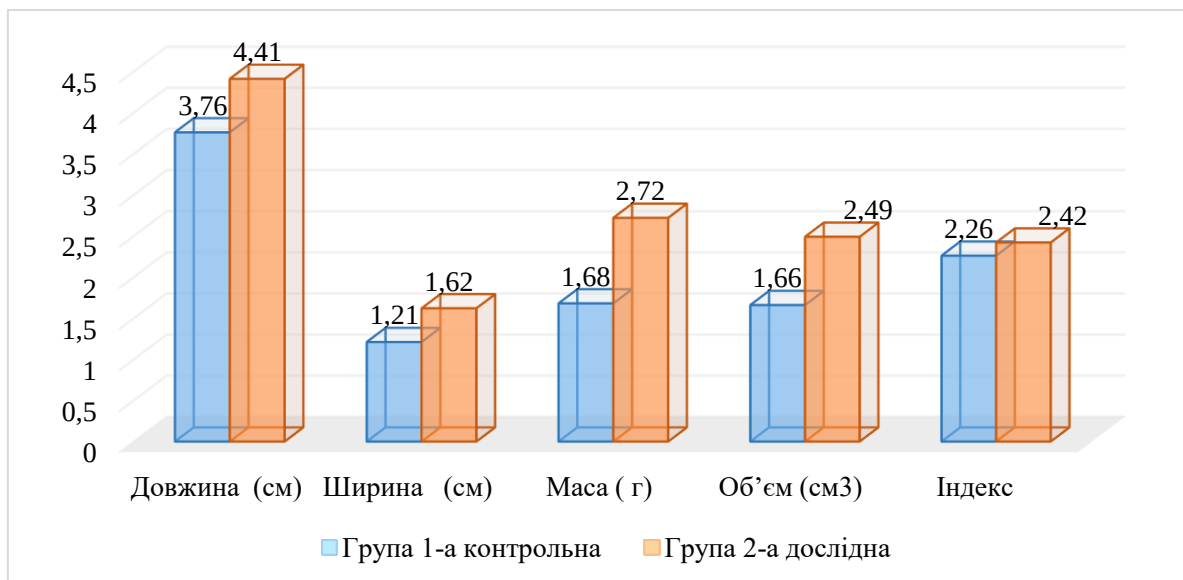


Рис. 5 Морфометричні показники печінки коропа, ($M \pm m$; $n = 5$)

Морфологічні показники маси печінки у однорічок коропа 2-ї дослідної групи показники після зважування були масою – 2,72 г, що більше від контролю на – 1,04 г, відповідно збільшення маса селезінки на – 61,76 %.

Об'єм селезінки становив у контролі – 0,166 см³, що менше від 2-ї дослідної групи на – 0,83 см³, відповідно цей показник нижчий на – 66,66 %.

Індекс був на рівні – 0,26 у контрольній та 0,42 у дослідній групі, причому був вищий за контроль майже вдвічі.

Таким чином, проведений аналіз морфометричних показників вторинних кровотворних органів виявив загальну тенденцію до зниження їх лінійних розмірів, маси та відповідних індексів.

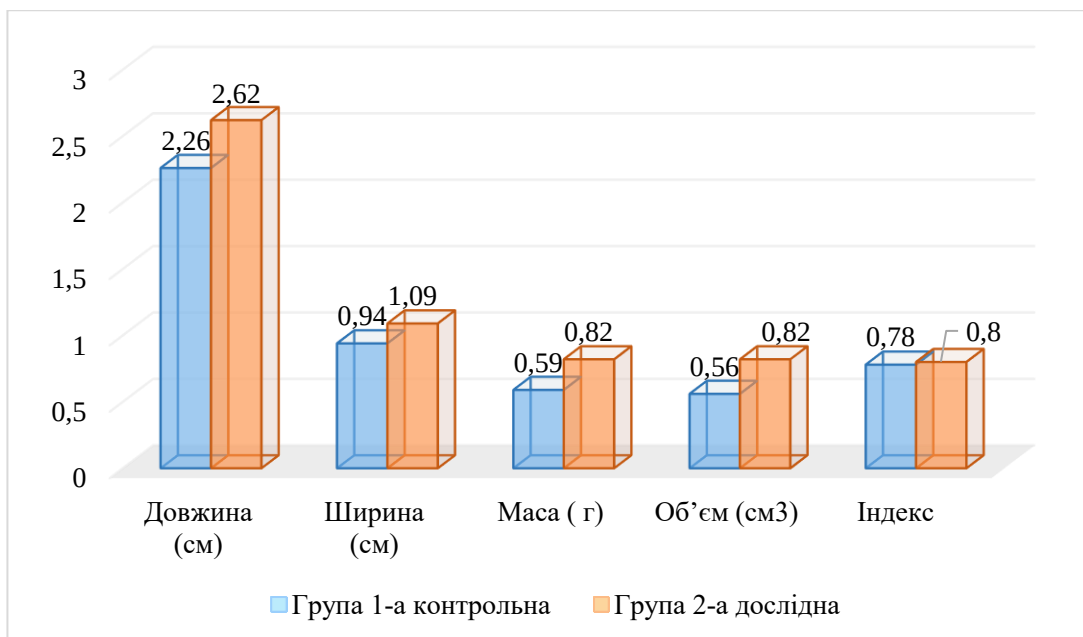


Рис. 6 Морфометричні показники нирки коропа, ($M \pm m$; $n = 5$)

Такі зміни свідчать про вплив несприятливих температурних умов на структурно-функціональний стан органів, що беруть участь у процесах гемопоєзу та імунного захисту.

Встановлено, що під дією гіпотермії відбувається певне пригнічення ростових і метаболічних процесів, що проявляється у зменшенні абсолютних і відносних морфометричних характеристик. Зокрема, у нирках спостерігалось незначне зниження їх розмірів і маси, що може бути пов'язано зі зменшенням інтенсивності кровотворної функції та загальним уповільненням фізіологічних процесів в організмі риби.

Отримані результати свідчать про те, що навіть помірне зниження температури водного середовища може викликати адаптаційні зміни у кровотворних органах, які спрямовані на збереження життєдіяльності організму, але водночас можуть супроводжуватися зниженням їх функціональної активності.

Як ми бачимо, з даних рисунку 6, довжина нирок коропа 2-ї дослідної групи була на рівні – 2,62 см, і перевищували контрольних на – 0,36 см, відповідно на – 15,93 %. Що стосується ширини нирок коропа 2-ї дослідної

групи, то вона була на рівні – 1,09 см, цей показник вищий на – 0,15см, тобто на – 15,96 % проти ширини нирок контрольних особин.

Морфологічні показники маси нирки у однорічок коропа 2-ї дослідної групи показники після зважування були масою – 0,82 г, що більше від контролю на – 0,23 г, відповідно збільшення маса нирки на – 38,98 %.

За нашими результатами об'єм нирки становив у контролі – 0,56 см³, що менше від 2-ї дослідної групи на – 0,83 см³, відповідно цей показник нижчий на – 46,43 %.

Індекс нирок у досліджуваних групах становив 0,78 у контрольній та 0,80 у дослідній, що свідчить про відсутність статистично значущих відмінностей між ними. Таким чином, відносні показники маси нирок залишалися стабільними незалежно від дії температурного чинника.

Варто підкреслити, що саме індекс органу є найбільш інформативним показником, який дозволяє об'єктивно оцінити його вагові характеристики у співвідношенні до маси тіла риби. У ході проведених досліджень було встановлено загальну тенденцію до зниження більшості морфометричних показників кровотворних органів у риб, які зазнавали впливу гіпотермії. Одночасно спостерігалось зростання рівня варіабельності цих показників у дослідній групі порівняно з контролем.

Підвищена варіабельність значень у риб, що перебували в умовах зниженої температури, свідчить про індивідуальні особливості реакції організму на зміну факторів середовища. Це може бути пов'язано з різним рівнем адаптаційних можливостей, фізіологічного стану та стійкості окремих особин до стресового впливу гіпотермії.

Отже, результати дослідження дозволяють зробити висновок, що вплив тимчасової гіпотермії протягом двох тижнів спричиняє формування тенденції до зменшення основних органометричних показників вторинних кровотворних органів коропа. Крім того, дія знижених температур супроводжується підвищенням варіабельності цих показників, що відображає складний характер адаптаційних процесів у організмі риб.

3.3 Дослідження впливу кисневого режиму на морфофункціональний стан кровотворних органів коропа

Стійкість риб до умов гіпоксії значною мірою визначається рівнем функціонування нейрогуморальних механізмів регуляції, зокрема активністю холінергічних процесів, які забезпечують адаптацію організму до дефіциту кисню. Відомо, що між центрами регуляції дихання та серцево-судинною системою існує тісний взаємозв'язок, який забезпечує підтримання ефективного газообміну. Водночас вплив кисневого режиму на морфологічний стан кровотворних органів пойкилотермних організмів, що відіграють важливу роль у цих процесах, досліджений недостатньо.

З урахуванням актуальності даного питання було проведено експериментальне дослідження, спрямоване на оцінку впливу штучно створеної гіпоксії тривалістю сім діб на морфометричні показники кровотворних органів однорічок коропа (рис. 7, 8, 9). Такий підхід дозволив виявити особливості реакції організму риб на зниження вмісту розчиненого кисню у водному середовищі.

Аналіз результатів показав, що гіпоксичні умови спричиняють певні зміни у морфології селезінки. Зокрема, у риб дослідної групи спостерігалось збільшення її ширини, що може розглядатися як прояв компенсаторної реакції органа у відповідь на кисневий дефіцит.

Разом із тим знижений вміст кисню у воді супроводжувався загальною тенденцією до зменшення таких показників, як маса, об'єм та індекс селезінки. Це свідчить про можливе пригнічення функціональної активності органа та уповільнення процесів гемопоезу за умов гіпоксії.

Загалом отримані результати вказують на те, що кисневий режим є важливим фактором, який впливає на морфологічний стан кровотворних органів і може визначати рівень адаптаційних можливостей організму риб.

Морфометричні показники кровотворних органів однорічок коропа контрольної та дослідної груп детально наведені на рисунках 7, 8 та 9, що дозволяє наочно простежити характер змін під впливом гіпоксії.

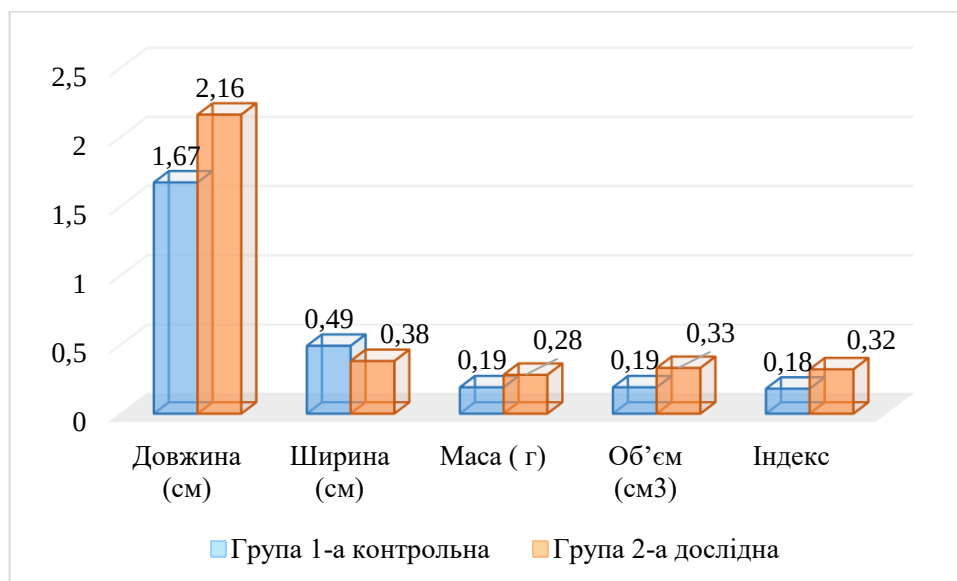


Рис. 7 Морфометричні показники селезінки коропа, ($M \pm m$; $n=5$)

За даними рисунку 7, довжина була – 2,16 см селезінки коропа у 2-ї дослідній групі та перевищували контрольних на – 0,49 см, відповідно на – 29,34 %, що стосується ширини селезінки коропа 2-ї дослідної групи, то вона була на рівні – 0,38 см, цей показник нижчий на – 0,11 см, тобто на – 28,95 % проти селезінки у контрольних особин.

Морфологічні показники маси селезінки у однорічок коропа 2-ї дослідної групи показники після зважування були масою – 0,312 г, що більше від контролю на – 0,134 г, відповідно збільшення маса селезінки на – 75,28 %.

Об'єм селезінки становив у контролі – 0,156 см³, що менше від 2-ї дослідної групи на – 0,139 см³, відповідно цей показник нижчий на – 52,88 %.

Індекс був на рівні – 0,18 у контрольній та 0,32 у дослідній групі, відповідно до контролю на – 56,25 % індекс вищий.

Морфометричні показники печінки коропа представлено рис.8

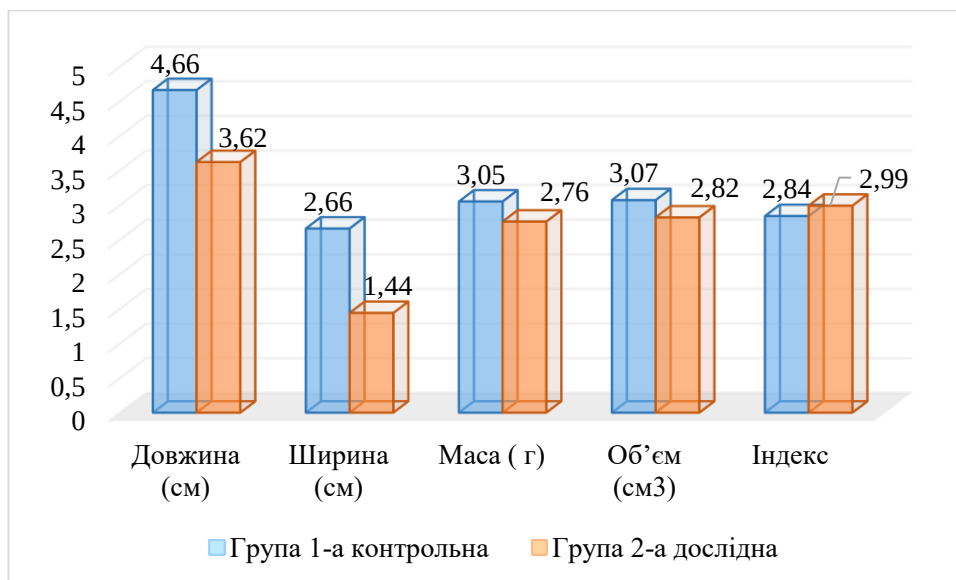


Рис. 8 Морфометричні показники печінки коропа, ($M \pm m$; $n=5$)

Як свідчать дані рисунку 8, довжина печінки коропа 1-ї дослідної групи була на рівні – 4,66 см, і перевищувала в порівнянні з дослідними на – 1,04 см, відповідно на – 28,73 %. Що стосується ширини печінки коропа 2-ї дослідної групи, то вона була на рівні – 1,44 см, цей показник нижчий на – 1,22 см, проти ширини печінки контрольних особин.

Морфологічні показники маси печінки у однорічок коропа 2-ї дослідної групи показники після зважування були масою – 2,76 г, що менше від контролю на – 0,29 г.

Об'єм селезінки становив у контролі – 3,07 см³, що більше від 2-ї дослідної групи на – 0,25 см³.

Індекс був на рівні – 2,84 у контрольній та 2,99 у дослідній групі.

Вплив гіпоксії відобразився на лінійних морфометричних показниках печінки, що проявилось у збільшенні її довжини та ширини у риб дослідної групи порівняно з контрольними особинами. Такі зміни можуть свідчити про розвиток компенсаторних адаптаційних реакцій органу у відповідь на дефіцит кисню в середовищі.

Зростання лінійних розмірів печінки, ймовірно, пов'язане з посиленням її функціонального навантаження, оскільки цей орган бере активну участь у процесах обміну речовин, детоксикації та регуляції гомеостазу. В умовах

гіпоксії печінка може відігравати важливу роль у перебудові метаболічних процесів, спрямованих на підтримання життєдіяльності організму, що й відображається у зміні її морфологічних параметрів.

Таким чином, виявлені зміни підтверджують чутливість печінки до впливу кисневого режиму та її значну роль у адаптації організму риб до несприятливих умов середовища.

Морфометричні показники печінки коропа наведено на рис. 9.

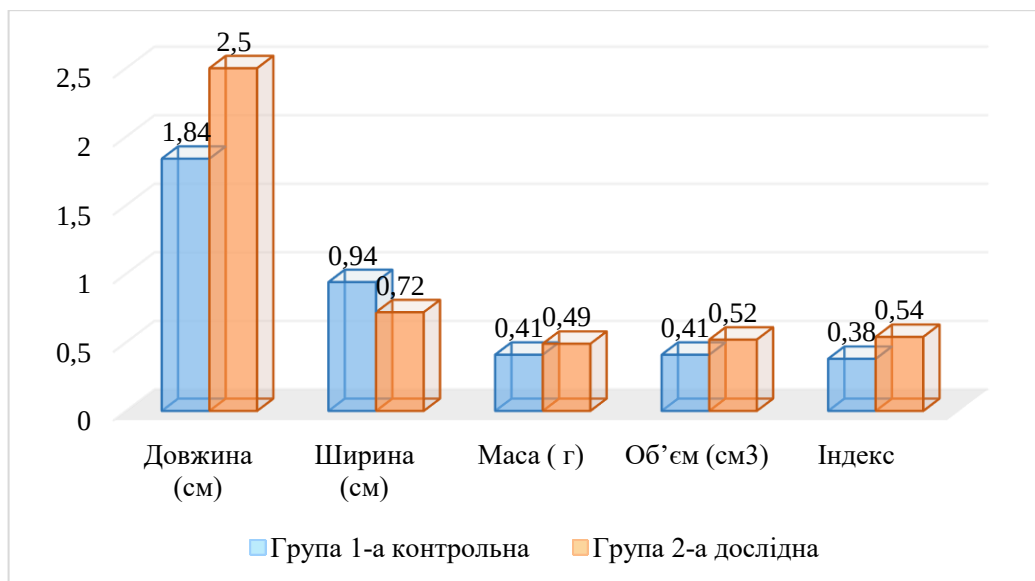


Рис. 9 Морфометричні показники нирок коропа, ($M \pm m$; $n=5$)

Як ми бачимо, з даних рисунку 9, довжина нирок коропа 2-ї дослідної групи була на рівні – 2,50 см, і перевищували контрольних на – 0,66 см, відповідно на – 73,60 %. Що стосується ширини нирок коропа 2-ї дослідної групи, то вона була на рівні – 0,72 см, цей показник нижчий на – 0,22 см, тобто на – 30,56 % проти ширини нирок контрольних особин.

Морфологічні показники маси нирки у однорічок коропа 2-ї дослідної групи показники після зважування були масою – 0,49 г, що більше від контролю на – 0,08 г, відповідно збільшення маса нирки на – 19,51 %.

Згідно з отриманими результатами, об'єм нирок у риб контрольної групи становив 0,41 см³, що було менше порівняно з показником другої дослідної групи на 0,11 см³, або на 26,83 %. Така різниця свідчить про вплив гіпоксичних умов на морфологічні характеристики цього органу.

Водночас у риб, що перебували під дією зниженого вмісту кисню, простежувалася тенденція до зменшення маси нирок, що підтверджувалося також зниженням їх об'єму та індексних показників. Незважаючи на це, індекс нирок у досліджуваних групах становив – 0,38 у контрольній та – 0,54 у дослідній, що не свідчить про статистично достовірні відмінності між ними, а вказує на збереження відносних співвідношень органу до маси тіла.

Поряд із цим встановлено, що маса та об'єм печінки у риб, які зазнавали впливу гіпоксії, мали тенденцію до збільшення, тоді як індекс цього органу дещо знижувався. Такі зміни можуть бути пов'язані з посиленням метаболічного навантаження на печінку в умовах дефіциту кисню та її участю у компенсаторних процесах.

Тривала нестача кисню також вплинула на лінійні параметри нирок, спричинивши загальну тенденцію до зменшення їх маси у риб дослідної групи. Це може свідчити про пригнічення функціональної активності органу та уповільнення процесів кровотворення за умов гіпоксії.

Таким чином, встановлено, що вплив гіпоксії протягом одного тижня на організм однорічок коропа призводить до зниження основних морфометричних показників кровотворних органів, зокрема селезінки, печінки та нирок. Враховуючи функціональну роль цих органів, можна припустити, що виявлені зміни мають адаптаційно-компенсаторний характер. Це пов'язано з тим, що тканини печінки та нирок здатні акумулювати значну кількість формених елементів крові, які можуть мобілізуватися для підтримання життєво важливих функцій організму в умовах кисневого дефіциту.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці під час роботи в лабораторії водних біоресурсів та аквакультури

Проведення досліджень у лабораторії водних біоресурсів та аквакультури пов'язане з використанням акваріумних установок, електричного обладнання, лабораторного інструментарію, хімічних реактивів та біологічного матеріалу. Тому важливим завданням є створення безпечних умов праці та дотримання вимог охорони праці.

До роботи в лабораторії допускаються особи, які пройшли вступний та первинний інструктажі з охорони праці, ознайомлені з правилами пожежної безпеки та електробезпеки. Працівники та студенти повинні використовувати засоби індивідуального захисту: лабораторний халат, гумові рукавички, захисні окуляри за необхідності.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами в лабораторії є:

- ураження електричним струмом під час експлуатації акваріумного обладнання, насосів, компресорів, нагрівачів та освітлювальних приладів;
- підвищена вологість повітря внаслідок роботи акваріумних систем;
- можливість ковзання через потрапляння води на підлогу;
- контакт із дезінфекційними засобами та хімічними реактивами;
- ризик механічних пошкоджень під час роботи зі скляними акваріумами та лабораторним інвентарем;
- контакт із біологічним матеріалом, що може бути джерелом інфекційних захворювань.

Для запобігання нещасним випадкам необхідно регулярно перевіряти справність електрообладнання, цілісність ізоляції проводів та наявність заземлення. Усі електроприлади повинні використовуватися відповідно до

інструкцій виробника. Забороняється працювати з електричним обладнанням мокрими руками або за наявності води на робочому місці.

Лабораторне приміщення повинно бути обладнане природною та штучною вентиляцією, достатнім освітленням, аптечкою першої медичної допомоги та засобами пожежогасіння. Проходи між акваріумами мають залишатися вільними для безпечного пересування персоналу.

Під час проведення іхтіологічних та морфометричних досліджень необхідно дотримуватися правил біобезпеки. Біологічні відходи повинні збиратися в окремі контейнери та утилізуватися відповідно до встановлених санітарних норм.

4.2 Заходи пожежної безпеки

Пожежна безпека в лабораторії забезпечується дотриманням вимог чинного законодавства України та правил експлуатації електрообладнання. Основними причинами виникнення пожеж можуть бути коротке замикання, перевантаження електромережі, несправність електроприладів або необережне поводження з легкозаймистими речовинами.

У лабораторії повинні знаходитися справні вогнегасники, плани евакуації та засоби оповіщення про пожежу. У разі виникнення пожежі необхідно негайно повідомити пожежно-рятувальну службу, відключити електроживлення, організувати евакуацію людей та розпочати гасіння осередку займання первинними засобами пожежогасіння.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайні ситуації в лабораторії можуть виникати внаслідок аварій електромережі, пожеж, затоплення приміщення, витоку хімічних речовин або стихійних лих.

У разі аварійного відключення електроенергії необхідно відключити електрообладнання від мережі та вжити заходів щодо збереження дослідного матеріалу. Особливу увагу слід приділяти підтриманню життєдіяльності риб в акваріумних системах, оскільки припинення аерації та фільтрації може призвести до погіршення умов утримання гідробіонтів.

У випадку затоплення приміщення необхідно терміново відключити електроживлення, обмежити доступ сторонніх осіб до небезпечної зони та повідомити відповідні служби. При виникненні аварійної ситуації з використанням хімічних речовин слід застосовувати засоби індивідуального захисту та діяти відповідно до інструкцій безпеки.

Під час сигналу «Повітряна тривога» необхідно негайно припинити виконання робіт, відключити обладнання та пройти до найближчого укриття відповідно до затвердженого плану евакуації. Повернення до роботи дозволяється лише після офіційного повідомлення про відбій тривоги.

Отже, дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та правил поведінки в надзвичайних ситуаціях забезпечує безпечні умови праці в лабораторії водних біоресурсів та аквакультури, сприяє збереженню здоров'я працівників і студентів та запобігає виникненню виробничого травматизму.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ

Раціональне ведення аквакультури передбачає не лише підвищення продуктивності рибництва, але й забезпечення екологічної безпеки водних екосистем. У процесі вирощування коропа необхідно враховувати вплив антропогенних факторів на гідробіоценози та впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на збереження природної рівноваги водойм.

Одним із ключових екологічних аспектів є контроль якості водного середовища. Регулярний моніторинг таких показників, як температура, вміст розчиненого кисню, рівень рН, вміст амонію, нітритів і нітратів, дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та запобігати розвитку несприятливих умов для риб. Особливу увагу слід приділяти попередженню гіпоксії, яка може призводити до масової загибелі гідробіонтів та порушення екологічного балансу водойми.

Важливим заходом є оптимізація щільності посадки риби. Надмірне зариблення призводить до підвищеного органічного навантаження, накопичення продуктів обміну та погіршення гідрохімічних показників води. Раціональне регулювання кількості риб у водоймі сприяє підтриманню стабільного газового режиму та зниженню ризику виникнення захворювань.

Необхідно також дотримуватися екологічно обґрунтованих норм годівлі. Надлишкове внесення кормів призводить до їх розкладання, евтрофікації водойм і зниження якості води. Використання збалансованих кормів, оптимізація режимів годівлі та контроль залишків корму дозволяють зменшити негативний вплив на екосистему.

З метою підтримання природної кормової бази доцільно застосовувати біомеліоративні заходи, зокрема внесення органічних і мінеральних добрив у помірних кількостях, що стимулює розвиток фітопланктону та зоопланктону. Однак такі заходи повинні проводитися з урахуванням гідрохімічних показників води, щоб уникнути її перенасичення поживними речовинами.

Важливим напрямом є профілактика та контроль захворювань риб із мінімальним використанням хімічних препаратів. Перевагу слід надавати біологічним методам, імунопрофілактиці та дотриманню ветеринарно-санітарних норм, що дозволяє знизити антропогенне навантаження на водне середовище.

Окрему увагу слід приділяти збереженню природних екосистем і запобіганню інтродукції небажаних видів. Впровадження нових видів риб повинно здійснюватися лише після оцінки їхнього впливу на місцеві біоценози, щоб уникнути порушення екологічної рівноваги.

Таким чином, впровадження комплексу екологічних заходів у рибницьких господарствах сприяє збереженню біорізноманіття, покращенню якості водного середовища та забезпеченню сталого розвитку аквакультури. Рациональне поєднання технологічних і природоохоронних підходів є основою ефективного та екологічно безпечного вирощування коропа.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження на тему «Аналіз впливу окремих абіотичних факторів та технології вирощування на морфометричні показники кровотворних органів коропа (*Cyprinus carpio*)» встановлено, що умови навколишнього середовища та особливості технології утримання мають визначальний вплив на морфологічний стан кровотворних органів риб. Виявлено, що такі фактори, як температура води, рівень розчиненого кисню, водневий показник (pH), а також режим годівлі, по-різному впливають на лінійні розміри, масу та об'єм печінки, селезінки та нирок.

Встановлено, що дія досліджуваних абіотичних факторів суттєво впливає на морфометричні показники організму одnorічок коропа (*Cyprinus carpio*). Риби дослідної групи характеризувалися кращими показниками росту порівняно з контролем.

У коропів дослідної групи зоологічна довжина була більшою на 8,96 %, а промислова довжина — на 14,10 % порівняно з контрольною групою. Маса тіла риб збільшилася на 44,72 %, що свідчить про інтенсивніші процеси росту в дослідних умовах.

Дослідження кровотворних та імунокомпетентних органів показало їх високу чутливість до змін умов середовища. Найбільш виражені зміни встановлено у селезінці, печінці та нирках.

У риб дослідної групи маса селезінки перевищувала контрольні показники на 75,28 %, а її об'єм — на 52,88 %. Індекс селезінки також був вищим, що свідчить про активізацію функціонального стану цього органа та посилення адаптаційно-захисних реакцій організму.

Морфометричні показники печінки також зазнавали суттєвих змін. У дослідній групі маса печінки була більшою на 61,76 %, а індекс органа перевищував контрольний майже вдвічі, що може свідчити про підвищення інтенсивності метаболічних процесів та адаптаційних механізмів.

Нирки коропа характеризувалися збільшенням лінійних розмірів, маси та об'єму в дослідній групі. При цьому індекс нирок залишався практично

незмінним (0,78–0,80), що свідчить про збереження відносної пропорційності органа до маси тіла риби.

Вплив низьких температур та гіпоксичних умов супроводжувався структурно-функціональними змінами кровотворних органів, що проявлялося збільшенням їх морфометричних показників і свідчило про розвиток адаптаційних реакцій організму коропа до дії стресових факторів середовища.

Зокрема, встановлено, що температурні стреси, зумовлені гіпотермією, а також дефіцит кисню (гіпоксія) призводять до зниження маси та об'єму кровотворних органів і супроводжуються підвищенням варіабельності цих показників. Тимчасова гіпотермія протягом двох тижнів викликала тенденцію до зменшення основних органометричних параметрів при одночасному зростанні їх індивідуальної мінливості. Аналогічно, вплив гіпоксії тривалістю один тиждень спричиняв зниження морфометричних характеристик кровотворних органів у однорічок коропа, що свідчить про пригнічення їх функціональної активності в умовах кисневого дефіциту.

Водночас встановлено, що рівень забезпеченості кормом є важливим фактором, який визначає інтенсивність росту органів і загальний розвиток риби. За умов обмеженої годівлі спостерігалось збільшення маси та об'єму печінки і селезінки, що може бути пов'язано з особливостями метаболічних процесів та функціональним навантаженням на ці органи.

Отримані дані можуть бути використані для вдосконалення технологій аквакультури, оптимізації умов утримання та годівлі риби, що сприятиме підвищенню ефективності вирощування коропа, покращенню його фізіологічного стану та отриманню якісної рибної продукції.

ПРОПОЗИЦІЇ

З урахуванням отриманих результатів щодо впливу абіотичних факторів і технологічних умов вирощування на морфометричні показники кровотворних органів коропа, доцільно сформулювати низку практичних рекомендацій для впровадження в умовах аквакультури:

1. Для стабілізації температурного режиму, необхідно уникати різких коливань температури води під час вирощування коропа, оскільки гіпотермія негативно впливає на морфометричні характеристики кровотворних органів і може призводити до зниження імунної резистентності риби.

2. Важливо забезпечувати достатню концентрацію розчиненого кисню у воді з метою попередження розвитку гіпоксичних станів. Дефіцит кисню призводить до зменшення маси та об'єму кровотворних органів і зниження їх функціональної активності. Для покращення кисневого режиму доцільно застосовувати аераційні установки, регулярну заміну води та контролювати щільність посадки риби.

3. Стабільність водневого показника (pH) є важливою умовою нормального функціонування кровотворних органів. Значні коливання pH можуть спричиняти морфологічні зміни у печінці та селезінці, що впливає на загальний фізіологічний стан риби. Рекомендується використовувати природні буферні системи або спеціальні регулятори для підтримання оптимального рівня кислотності води.

4. Застосування режиму обмеженої годівлі сприяє покращенню морфометричних показників кровотворних органів, зокрема збільшенню маси та об'єму печінки і селезінки. Це позитивно впливає на метаболічні процеси та імунний гомеостаз риби. Тому при інтенсивному вирощуванні доцільно використовувати збалансовані раціони з урахуванням фізіологічних потреб риби.

5. Незважаючи на дещо нижчі темпи росту, пасовищна технологія вирощування залишається економічно доцільною. Для підвищення її ефективності рекомендується здійснювати заходи щодо покращення природної кормової бази водойм, зокрема внесення органічних і мінеральних добрив.

6. Доцільно впроваджувати систематичний контроль морфометричних параметрів кровотворних органів (нирок, селезінки, печінки) як індикаторів фізіологічного стану риб. Такий підхід дозволить своєчасно виявляти негативні зміни, коригувати умови утримання та підвищувати ефективність виробничих процесів в аквакультурі.

7. Рекомендується підтримувати оптимальний температурний діапазон, характерний для конкретного віку та виду риб, що сприятиме стабільному перебігу фізіологічних процесів.

8. Загалом впровадження зазначених рекомендацій сприятиме оптимізації умов вирощування коропа, підвищенню його продуктивності, збереженню здоров'я риб та ефективному веденню рибного господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. A comparative study on microbiota from the intestine of Prussian carp (*Carassius gibelio*) and their aquatic environmental compartments, using different molecular methods / Kashinskaya E. N. et al. // Journal of Applied Microbiology. 2015. № 119. P. 948–961.
2. Abdel-Fattah F. A. I., Fararh K. M. Effect of Dietary Supplementation of Probiotic, Prebiotic and Synbiotic on Performance, Carcass Characteristics, Blood Picture and Some Biochemical Parameters in Broiler Chickens // Benha Veterinary Medical Journal. 2009. Vol. 20. P. 9–23.
3. Adhesion mechanisms mediated by probiotics and prebiotics and their potential impact on human health / Monteagudo-Mera A. et al. // Journal of Applied Microbiology Biotechnology. 2019. Vol. 103(16). P. 6463–6472.
4. Dawood M. A. O., Koshio S. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review // Aquaculture. 2016. Vol. 454. P. 243–251.
5. Drahan O. Prysiazhniuk N., Horchanok A. Financial aspects of sustainable use of bioresources by fisheries enterprises / O. Drahan, N. Prysiazhniuk, A. Horchanok // Актуальні проблеми підвищення якості та безпека виробництва й переробки продукції тваринництва та аквакультури : Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпро, 20 жовт. 2022 р.) / Дніпровський ДАЕУ. – Дніпро, 2022. – С. 145–147. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7142>.
6. Effect of maternal Actigen supplementation during gestation and lactation on piglet gut development and gene expression / Brennan et al. // Journal of Animal Science. 2012. Vol. 90. P. 3–9.
7. Effects of dietary concentrated mannan oligosaccharides supplementation on growth, gut mucosal immune system and liver lipid metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles / Torrecillas S. et al. // Fish & Shellfish Immunology. 2015. Vol. 42. P. 508–516.

8. Fegan D. F. Functional foods for aquaculture: benefits of NuPro® and dietary nucleotides in aquaculture feeds // Nutritional biotechnology in the feed and food industries : Alltech's 22nd Annual Symposium, Lexington, Kentucky, USA, 23-26 April 2006 : proceed. Lexington, Kentucky, USA, 2006. P. 419–432.
9. Fishbase: *Cyprinus carpio carpio* Linnaeus, 1758. URL: <http://www.fishbase.org/summary/SpeciesSummary.php?id=1450> (дата звернення: 06.08.2021).
10. Gaggia F., Mattarelli P., Biavati B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production // International Journal of Food Microbiology. 2010. Vol. 141. P. 15–28.
11. Ganguly S., Paul I., Mukhopadhyay S. K. Application and effectiveness of immunostimulants, probiotics, and prebiotics in aquaculture: a review // The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh. 2010. Vol. 62(3). P. 130–138.
12. Novitskiy R. O., Horchanok A. V. (2022). Fish farming and fishing industry development in the Dnipropetrovsk region (Ukraine): current problems and future prospects. *Agrology*. 5 (3). P. 81–86. <https://doi.org/10.32819/021112>
13. Hooper L. V., Littman D. R., Macpherson A. J. Interactions between the microbiota and the immune system // *Science*. 2012. Vol. 336. P. 1268–1273.
14. Horchanok, A. V., Kovalenko, O. A., Boiko, V. S., Kiptenko, A. V., Busol, V. O., Gerilovych, I. O., Rudenko, Ye. V., Prysiashniuk, N. M., Shevchenko, T. V. And Porotikova, I. I. (2024) The impact of plant cryoextract on productivity and factors of innate immunity of pond fish against the background of stress in the experiment. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*. [Online] 10(3), pp. 3–11. <https://doi.org/10.36016/JVMBBS-2024-10-3-1>
15. Horchanok A., Khramkova O. Zoocenosis of biotopes of the samara river // Problems of modern science and practice. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference 2021/9/21. Boston, USA – p. 59–61. <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.II.I>

16. Horchanok A., Prysiashniuk N., Porotikova I. Some aspects of negative impact of fishery management on hydrobiocenoses // Modern directions of scientific research development. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. BoScience Publisher. Chicago, USA. 2021. Pp. 11–15.
17. Hoseinifar S. H., Dadar M., Ringo E. Modulation of nutrient digestibility and digestive enzyme activities in aquatic animals: the functional feed additives scenario // Aquac. Res. 2017. Vol. 48. P. 3987–4000.
18. Hung L. T. Building new aquafeeds: Feeding for health and performance in Tracatfish (*Pangasiaodon hypophthalmus*) // Science and Technology in the Feed Industry: Alltech's 28th Annual International symposium, May 20-23, (conclusion of posters presented). Lexington, Kentucky, USA, 2012.
19. Intestinal bacteria of common carp (*Cyprinus carpio* L.) as a biological control agent for *Aeromonas* / Mulyani Yu. et al. // Journal of Pure and Applied Microbiology. 2018. Vol. 12(2). P. 601–610.
20. Lukowicz M.V. Die Binnenfisherei der Bundesrepublik Deutschland : Erzeugung und Absatz. Fischwaid // Allg. Fischerei Ztg. 2006. B. 4. S. 26–30.
21. Prysiashniuk N., Horchanok A., Kuzmenko O., Slobodeniuk O., Fedoruk Y., Kolomiitseva O., Porotikova I., Mykhalko O. (2023). Influence of feeding type on growth and blood parameters of black Barbus, *Puntius nigrofasciatus*. Scientific Papers. Series D. Animal Science, Vol. LXVI, Issue 2, ISSN 2285-5750, 658-667.
22. Андрющенко А.І. Ставовє рибництво: підручник / Андрющенко А.І., Алимов С.І. К.: Видавничий центр НАУ, 2008. 636 с.
23. Андрющенко А.І., Алимов С.І., Захаренко М.О., Вовк Н.І. Технології виробництва продукції аквакультури. К. 2006. 335с.
24. Воскобойник О. Г., Горчанок А. В. Удосконалення технології органічного вирощування риб родини лососєвих (*Salmonidae*) на базі приватного підприємства «Pisciculture la Cobririere» // Актуальні проблеми підвищення якості та безпека виробництва й переробки продукції тваринництва та аквакультури : Матеріали міжнар. наук.-практ. конф.

(Дніпро, 20 жовт. 2022 р.) / Дніпровський ДАЕУ. – Дніпро, 2022. – С. 158–160. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7147>

25. Воліченко Ю. М., Пентиліук С. І., Шерман І. М. Сезонні зміни морфофізіологічного стану корошових риби, вирощених за пасовищної технології в умовах півдня України // Рибогосподарська наука України. 2017. № 1. С. 84–91. <https://doi.org/10.15407/fsu2017.01.084>

26. Гарнаженко Ю.А. Аналіз імпорту риби- та морепродуктів в Україні / Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2014. Том 16. № 2 (59). Част. 3. С. 275–280.

27. Горчанок А., Рожков В. В., Поротікова І. І. Вплив водного середовища на біологічні особливості ракоподібних. The I International Science Conference on Multidisciplinary Research : proceed. Berlin, Germany, 2021. Р. 150–152. <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/I-Conference-January-19%E2%80%932021BerlinGermany-book.pdf>

28. Губанова Н.Л., Горчанок А.В. Біоремедіація як фактор відновлення екологічного стану Дніпровського водосховища. Матеріали міжнар. науково-практ. конф. «Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів». Дніпро., 6-7 жовтня. 2021 р. – С. 50-52 <https://drive.google.com/file/d/1rw4DF2iixG9os1m6lNpeRGiUEGFPClaI/view>

29. 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.

30. Коваленко В.О. Шляхи оптимізації та прогнозування вирощування корошових видів риби в умовах Півдня України / В.О. Коваленко, Ю.М. Воліченко, І.М. Шерман // Рибогосподарська наука України. 2014. № 2. С. 46–54.

31. Коваленко О., Горчанок А. Вплив кріобіодобавки на продуктивність та природну резистентність ставової риби в акварумальних умовах / Актуальні проблеми підвищення якості та безпека виробництва й переробки продукції тваринництва та аквакультури : Матеріали регіонал.

наук.-практ. конф. (Дніпро, 24 листоп. 2023 р.) / Дніпровський ДАЕУ. – Дніпро, 2023. – С. 25–28 <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10564>

32. Коновалова Г. В., Горчанок А.В. Причини, клінічні ознаки та патогенез диплостомозу риб. Актуальні проблеми підвищення якості та безпека виробництва й переробки продукції тваринництва : Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпро, 4 черв. 2021 р.) / Дніпровський ДАЕУ. – Дніпро, 2021. – С. 254–256 <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/5130>

33. Лянзберг О. В., Шерман І. М. Динаміка гематологічних показників корошових риб протягом зимового утримання // Рибогосподарська наука України. 2008. № 4. С. 104–107.

34. Матвієнко Н.В. М., Олійник О. Б., Драган Л. П., Курганський С. В. Вплив екологічних чинників на розвиток та поширення захворювань риб / Сучасні проблеми теоретичної і практичної їхтіології : XII Міжнар. їхтіол. наук.-практ. конф., Дніпро, 26-28 вер. 2019 р. : матер. Дніпро, 2019. С. 133–137. URL-адреса: https://drive.google.com/file/d/1pC9h_Lfs0Qjn_pmgnHjSG4Wf33R1-UPz/view

35. Поротікова І., Горчанок А. Корми тваринного походження в складі комбікорму для корошових риб river // Problems of modern science and practice. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference 2021/9/21-24. Boston, USA – р. 15–17. <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.II.I>

36. Присяжнюк, Н., Горчанок, А., Слюсаренко, А., & Яковишин, Я. (2025). Соціальне підприємництво в аквакультури: інклюзивні моделі для зайнятості сільського населення. Економічний дискурс, (3), 101–112. <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2025-2-11>

37. Присяжнюк Н.М., Горчанок А.В., Губанова Н.Л., Яковишин Я.В. Фінансові інструменти підтримки підприємництва в галузі аквакультури: міжнародний досвід та українські реалії. Інноваційна економіка, вип. 3, Вересень 2025, С. 114–21, <https://doi.org/10.37332/>

38. Присяжнюк Н.М., Горчанок А.В., Носенко М.М. Вплив тимчасової гіпотермії на стан морфологічних показників імунних органів однорічок

сріблястого карася (*Carassius gibelio*). Актуальні проблеми підвищення якості та безпека виробництва й переробки продукції тваринництва : Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпро, 4 черв. 2021 р.) / Дніпровський ДАЕУ. – Дніпро, 2021. – С. 257–259. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/5132>

39. Радько В. І., Присяжнюк Н. М., Федорук Ю. В., Горчанок А. В., Гейко О. Л. (2024). Економічні аспекти виробництва аквакультури в Україні [Електронний ресурс] / [В. І. Радько, Н. М. Присяжнюк, Ю. В. Федорук, А. В. Горчанок, О. Л. Гейко] // Ефективна економіка. – 2024. – № 3. <https://nayka.com.ua/index.php/ee/issue/view/137>

40. Радько В. І., Присяжнюк Н. М., Федорук Н. М., Горчанок А. В., Гейко О. Л. (2024). Інноваційний розвиток виробництва аквакультури в Україні / [В. І. Радько, Н. М. Присяжнюк, Н. М. Федорук, А. В. Горчанок, О. Л. Гейко] // Агросвіт. – 2024. – № 6. – С. 44–50. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.6>

41. Холошня С., Горчанок А., Хавтуріна Б. Видовий склад та динаміка якісних і кількісних показників природної кормової бази водойм. Актуальні проблеми підвищення якості та безпека виробництва й переробки продукції тваринництва та аквакультури : Матеріали регіонал. наук.-практ. конф. (Дніпро, 24 листоп. 2023 р.) / Дніпровський ДАЕУ. – Дніпро, 2023. – С. 33–38 <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10566>

42. Шарамок Т. С., Єсіпова Н. Б. Вплив антропогенних факторів на гематологічні показники риб // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. 2015. Вип. 3/4. С. 722–726.

Додаток

