

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва

Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

СИВЧЕНКО СЕРГІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 597.551.2:579.68:574.5(282.247.32)(477.42)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**АНАЛІЗ БАКТЕРІАЛЬНОГО ОБСІМЕНІННЯ ЗЯБЕР ТОВСТОЛОБА
ЗВИЧАЙНОГО (*HYRORHYNALMICHTHYS MOLITRIX*) У РІЧЦІ
ГНИЛОП'ЯТЬ НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛИЩА ТРОЯНІВ
ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ Сергій СИВЧЕНКО

Керівник роботи:
Людмила ПІДДУБНА,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Сивченко С. В. АНАЛІЗ БАКТЕРІАЛЬНОГО ОБСІМЕНІННЯ ЗЯБЕР ТОВСТОЛОБА ЗВИЧАЙНОГО (*Hypophthalmichthys molitrix*) У РІЧЦІ ГНИЛОП'ЯТЬ НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛИЩА ТРОЯНІВ ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура». – Поліський національний університет, Житомир, 2026 рік.

У результаті проведених досліджень встановлено, що бактеріальне обсіменіння зябер товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*) у річці Гнилоп'ять характеризується високим рівнем мікробного навантаження, що формується під впливом антропогенних факторів та процесів евтрофікації водного середовища. Використання поживних середовищ, зокрема м'ясо-пептонного агару, середовища ЕНДО та Вісмут-сульфітного агару, дозволило комплексно оцінити як загальну чисельність мікроорганізмів, так і наявність санітарно-показових та патогенних бактерій. Результати досліджень на МПА свідчать про високий рівень загального бактеріального обсіменіння зябер, що відображає інтенсивне мікробне навантаження у водному середовищі. Аналіз культур, вирощених на середовищі ЕНДО, підтвердив наявність бактерій групи кишкової палички, зокрема *Escherichia coli*, що є індикатором фекального забруднення водойми та надходження неочищених стічних вод. Виявлення колоній, характерних для *Salmonella* spp., на Вісмут-сульфітному агарі свідчить про значний рівень біологічного забруднення та потенційну епізоотичну небезпеку.

Підвищене бактеріальне навантаження на зябровий апарат риб супроводжується накопиченням мікроорганізмів, слизу та органічних часток, що може призводити до порушення газообміну та розвитку гіпоксичних станів. У поєднанні зі зниженням концентрації розчиненого кисню у воді такі процеси створюють передумови для виникнення асфіксії у риб. Таким чином, мікробіологічний аналіз зябер риб є ефективним інструментом оцінки якості водного середовища та може бути використаний для раннього виявлення екологічних ризиків, що сприяють розвитку масових заморів риби.

Структура роботи. Дипломна робота викладена на 36 сторінках, включає в себе 2 таблиці, 15 рисунків та містить 59 посилань на українські та закордонні джерела, і також на електронні ресурси

Ключові слова: бактеріальне обсіменіння, зябра риб, *Hypophthalmichthys molitrix*, мікробіологічний аналіз, евтрофікація водойм.

ABSTRACT

Syvchenko S. V. ANALYSIS OF BACTERIAL CONTAMINATION OF THE GILLS OF SILVER CARP (*Hypophthalmichthys molitrix*) IN THE HNYLOPIAT RIVER WITHIN THE TERRITORY OF TROYANIV SETTLEMENT, ZHYTOMYR DISTRICT, ZHYTOMYR REGION.

Qualification work for a Master's degree, speciality 204 – Technology of Producing and Processing Livestock Products. – Polissia National University, 2025.

As a result of the conducted research, it was established that the bacterial contamination of the gills of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in the Hnylopiat River is characterized by a high level of microbial load, which is formed under the influence of anthropogenic factors and eutrophication processes in the aquatic environment. The use of culture media, including meat-peptone agar, Endo medium, and bismuth sulfite agar, made it possible to comprehensively assess both the total number of microorganisms and the presence of sanitary-indicative and pathogenic bacteria. The results obtained on meat-peptone agar indicate a high level of total bacterial contamination of the gills, reflecting intensive microbial load in the aquatic environment. The analysis of cultures grown on Endo medium confirmed the presence of coliform bacteria, particularly *Escherichia coli*, which serves as an indicator of fecal contamination of the water body and the inflow of untreated wastewater. The detection of colonies characteristic of *Salmonella* spp. on bismuth sulfite agar indicates a significant level of biological contamination and potential epizootic risk.

Increased bacterial load on the gill apparatus of fish is accompanied by the accumulation of microorganisms, mucus, and organic particles, which may lead to impaired gas exchange and the development of hypoxic conditions. In combination with decreased dissolved oxygen levels in water, these processes create preconditions for the development of asphyxia in fish.

Thus, microbiological analysis of fish gills is an effective tool for assessing water quality and can be used for the early detection of environmental risks contributing to the occurrence of mass fish mortality.

Work structure. The Qualification work is presented on 36 pages, includes 2 tables, 15 figures and contains 59 references to Ukrainian and foreign sources, as well as to electronic resources.

Key words: bacterial contamination, fish gills, *Hypophthalmichthys molitrix*, microbiological analysis, eutrophication of water bodies.

Зміст

Вступ.....	4
Розділ 1. Огляд літератури.....	7
1.1. Біологічна характеристика товстолоба звичайного.....	7
1.2. Мікробіота риб та фактори її формування.....	8
1.3. Особливості мікрофлори зябер риб.....	9
1.4. Масові замори риби та їх зв'язок із мікробіологічним станом водойм..	10
1.5. Вплив якості води на бактеріальне обсіменіння риб.....	11
Висновок до розділу 1.....	13
Розділ 2. Матеріал, методика, місце та умови проведення досліджень.....	14
2.1. Умови відбору та дослідження біологічного матеріалу.....	14
2.2. Характеристика місця відбору матеріалів для дослідження.....	14
2.3. Об'єкт та матеріал дослідження.....	17
2.4. Бактеріологічні методи дослідження.....	19
Розділ 3. Результати досліджень.....	22
3.1. Кількісні показники мікробіологічного забруднення зябер товстолоба..	22
3.2. Культуральні ознаки колоній, як вектор початкової ідентифікації мікроорганізмів.....	23
3.3. Якісний санітарно-мікробіологічний аналіз результатів висіву гомогенату зябер товстолоба на елективні поживні середовища.....	26
Висновок до розділу 3.....	28
Висновки.....	31
Пропозиції для виробництва.....	32
Список використаної літератури.....	33

ВСТУП

У сучасних умовах зростаючого антропогенного навантаження на водні екосистеми проблема їх санітарного стану та біологічної безпеки набуває особливої актуальності. Поверхневі водні об'єкти, що розташовані в межах або поблизу населених пунктів, піддаються впливу комплексу негативних факторів, серед яких провідне місце займають скиди неочищених або недостатньо очищених стічних вод, агрохімічне забруднення та процеси евтрофікації. Наслідком таких змін є порушення гідрохімічного режиму, зниження концентрації розчиненого кисню та активний розвиток мікроорганізмів.

Особливу увагу в екологічних дослідженнях привертають випадки масової загибелі риб, які є індикатором глибоких порушень функціонування водних екосистем. У травні 2023 року у басейні річки Гнилоп'ять було зафіксовано масовий мор товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*), що викликало значний суспільний резонанс та потребувало комплексного наукового аналізу [50-53]. За попередніми висновками фахівців, однією з імовірних причин загибелі риби могла бути асфіксія, пов'язана з ураженням зябрового апарату та порушенням газообміну [55, 58].

У цьому контексті особливого значення набувають мікробіологічні дослідження, які дозволяють оцінити рівень бактеріального навантаження у водному середовищі та його вплив на організм гідробіонтів [49, 57]. Відомо, що зябра риб є однією з найбільш чутливих структур до дії факторів зовнішнього середовища, оскільки вони виконують не лише функцію дихання, але й беруть участь у процесах осморегуляції та імунного захисту. Завдяки постійному контакту з водою зябра активно колонізуються мікроорганізмами, що робить їх інформативним об'єктом для оцінки екологічного стану водойм.

З огляду на вищевикладене, дослідження бактеріального обсіменіння зябер риб є важливим напрямом сучасної ветеринарної мікробіології та гідроекології. Воно дозволяє не лише оцінити санітарний стан водного

середовища, але й встановити можливі причини порушення життєдіяльності риб, зокрема у випадках масових заморів.

Метою даної роботи є визначення рівня та якісного складу бактеріального обсіменіння зябер товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*), виловленого в річці Гнилоп'ять у межах селища Троянів, з подальшою оцінкою ролі мікробіологічного фактора у розвитку патологічних процесів, що можуть бути пов'язані з масовою загибеллю риби.

Завдання дослідження:

Дослідити особливості мікрофлори зябер риб як екологічного індикатора.

Визначити рівень бактеріального обсіменіння зябер товстолоба звичайного.

Встановити якісний склад бактеріальної мікрофлори зябер.

Оцінити санітарно-екологічний стан води річки Гнилоп'ять за мікробіологічними показниками.

Об'єкт дослідження – процес формування бактеріального обсіменіння зябрового апарату товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*) під впливом екологічних умов гідроекосистеми річки Гнилоп'ять.

Предмет дослідження – чисельність, таксономічний склад (основні групи бактерій) та рівень мікробного навантаження на зябрах товстолоба звичайного, виловленого в межах річки Гнилоп'ять на території селища Троянів Житомирського району.

Матеріалом для аналізу слугували змиви з поверхні зябрового апарату товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*), які були відібрані від риб, виловлених у травні 2025 року в природному середовищі річки Гнилоп'ять на території селища Троянів Житомирського району Житомирської області, в місці, де був зареєстрований мор товстолоба у 2023 році. Комплекс лабораторних мікробіологічних досліджень отриманих проб здійснювали на базі кафедри ветеринарної епідеміології факультету ветеринарної медицини та тваринництва.

Публікації:

Оптимізація технологічних процесів відтворення та ветеринарний супровід вирощування коропа, товстолоба, ляща та окуня в умовах сучасних рибницьких господарств / Піддубна Л. М., Романишина Т. О., Лахман А. Р., Стахівський В. М., Скороход С. В., Черногал В. В., Сивченко С. В. Resilience of Science in a Changing World: Interdisciplinary Perspectives and Solutions: тези доп. I Міжн. наук.-практ. інтернет-конф. (Дніпро, 29–30 січня 2026 р.). Дніпро, 2026. С. 202–204.

Сивченко С. Бактеріальне обсіменіння зябер товстолоба звичайного як індикатор екологічного стану річки Гнилоп'ять. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково-теоретичний збірник. Житомир: Поліський національний університет, 2026. Вип. 20. С. 5. (Науковий керівник – професор Піддубна М.Л.).

Таким чином, результати дослідження сприятимуть поглибленому вивченню бактеріального обсіменіння зябер товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*) в умовах річки Гнилоп'ять на території селища Троянів, що є важливим для оцінки екологічного стану водойми та створення стійких і екологічно безпечних технологій у рибництві. Одержані дані можуть бути використані для вдосконалення програм контролю мікробного забруднення у водоймах, що використовуються для вирощування та вилову товстолоба, а також для розробки екологічно безпечних методів профілактики інфекційних хвороб. Крім того, результати дослідження сприятимуть оптимізації підходів до моніторингу стану здоров'я гідробіонтів та застосування пробіотичних чи антимікробних засобів у рибництві, що допоможе зменшити рівень захворюваності риби та підвищити ефективність ведення аквакультури в регіоні.

Кваліфікаційна робота викладена на 26 сторінках, включає в себе 2 таблиці, 15 рисунків та містить 59 посилань на українські та закордонні джерела, і також на електронні ресурси

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічна характеристика товстолоба звичайного

Товстолоб звичайний (*Hypophthalmichthys molitrix*) є представником родини коропових (*Cyprinidae*) і належить до групи рослиноїдних прісноводних риб, що відіграють важливу роль у функціонуванні водних екосистем. Природний ареал виду охоплює басейни великих річок Східної Азії, зокрема басейн Амура, однак унаслідок інтродукції він широко розповсюджений у водоймах Європи, зокрема на території України [7,15,54].

Товстолоб характеризується значними морфометричними показниками: довжина тіла може досягати 1 м і більше, а маса – понад 20 кг. Тіло видовжене, стиснуте з боків, вкрите дрібною лускою. Характерною ознакою є велика голова з низько розташованими очима, що пов'язано з особливостями способу живлення [8,21].

Фізіологічною особливістю товстолоба є його здатність до фільтраційного живлення. Завдяки добре розвиненому зябровому апарату з численними зябровими тичинками риба здатна відфільтровувати з води фітопланктон, зоопланктон, детрит та мікроорганізми. Такий тип живлення обумовлює постійний контакт зябрового апарату з великою кількістю суспендованих часток і мікробіоти [23,44].

Зябра товстолоба виконують не лише дихальну функцію, але й беруть участь у процесах осморегуляції, іонного обміну та імунного захисту. Завдяки значній площі поверхні та інтенсивному кровопостачанню вони є однією з найбільш вразливих структур до впливу факторів зовнішнього середовища, зокрема мікробного навантаження [7, 25].

Екологічно товстолоб є компонентом біомеліорації водойм, оскільки регулює розвиток фітопланктону та сприяє покращенню прозорості води. Водночас інтенсивне фільтраційне живлення сприяє накопиченню мікроорганізмів у зябровому апараті, що робить цей вид зручним біоіндикатором мікробіологічного стану водного середовища [36,46,47].

Таким чином, біологічні та екологічні особливості товстолоба звичайного зумовлюють доцільність його використання як об'єкта для дослідження бактеріального обсіменіння зябер у природних водоймах.

1.2. Мікробіота риб та фактори її формування

Мікробіота риб являє собою складну та динамічну сукупність мікроорганізмів, які колонізують різні поверхні та порожнини організму, включаючи шкіру, зябра, травний тракт та слизові оболонки. Формування мікробіоти є результатом взаємодії між організмом риби та навколишнім водним середовищем [2,12].

Основними джерелами мікроорганізмів для риб є вода, донні відклади, кормові об'єкти та інші гідробіоти. На відміну від наземних тварин, у яких мікробіота формується переважно внутрішніми факторами, у риб провідну роль відіграють екзогенні чинники, зокрема якість води та її мікробіологічний склад [6].

До складу нормальної мікрофлори риб входять різні групи бактерій, серед яких переважають представники родів *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*. Ці мікроорганізми виконують ряд важливих функцій, зокрема беруть участь у процесах метаболізму, захищають організм від патогенів та сприяють підтриманню гомеостазу [16].

Разом із тим у складі мікробіоти можуть бути присутні умовно-патогенні та патогенні бактерії, такі як *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio* spp., *Staphylococcus* spp., *Escherichia coli*. Їх наявність та чисельність значною мірою залежать від екологічного стану водойми та рівня її забруднення [24,34].

Формування мікробіоти риб визначається низкою факторів, серед яких провідними є:

фізико-хімічні параметри води (температура, рН, вміст розчиненого кисню);

рівень органічного забруднення;

наявність біогенних елементів;
сезонні коливання;
щільність популяції риб;
антропогенний вплив [39, 57].

Особливої уваги заслуговує вплив органічного забруднення, яке призводить до зростання чисельності сапрофітних та санітарно-показових мікроорганізмів. У таких умовах відбувається зміщення мікробного балансу в бік потенційно небезпечних бактерій, що може негативно впливати на здоров'я риб [40,45,57].

Таким чином, мікробіота риб є чутливим індикатором стану водного середовища, а її дослідження дозволяє отримати важливу інформацію про екологічні умови існування гідробіонтів.

1.3. Особливості мікрофлори зябер риб

Зябра риб є одним із найбільш інтенсивно колонізованих мікроорганізмами органів, що обумовлено їх анатомо-фізіологічними особливостями та постійним контактом із водним середовищем. Вони являють собою складну систему зябрових дуг, пелюсток та ламел, які забезпечують ефективний газообмін [3,14].

Значна площа поверхні зябер, тонкий епітеліальний шар та наявність слизу створюють сприятливі умови для адгезії та розмноження мікроорганізмів. Слиз, що покриває зябра, містить органічні речовини, які можуть слугувати поживним субстратом для бактерій [10,35].

До складу мікрофлори зябер входять як автохтонні (постійні), так і алохтонні (тимчасові) мікроорганізми. Автохтонна мікрофлора адаптована до умов існування на поверхні зябер і виконує захисну функцію, тоді як алохтонні бактерії надходять із водного середовища [20,33].

У нормальних умовах між мікроорганізмами та організмом риби встановлюється динамічна рівновага. Проте під впливом несприятливих факторів, таких як забруднення води, гіпоксія або стрес, ця рівновага може

порушуватися, що призводить до інтенсивного розвитку умовно-патогенних бактерій [22, 33].

Серед найбільш поширених бактерій, що виявляються на зябрах риб, слід відзначити представників родів *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, а також бактерії групи кишкової палички. Останні мають особливе значення як індикатори фекального забруднення води [27].

Важливим показником є рівень бактеріального обсіменіння, який зазвичай визначається у колонієутворюючих одиницях (КУО) на одиницю маси або площі тканини. Збільшення цього показника може свідчити про погіршення санітарного стану водойми [40,49, 57].

Отже, мікрофлора зябер риб є інформативним об'єктом для мікробіологічного аналізу та дозволяє оцінити вплив факторів навколишнього середовища на організм гідробіонтів.

1.4. Масові замори риби та їх зв'язок із мікробіологічним станом водойм

Масові замори риби є складним екологічним явищем, що виникає внаслідок дії комплексу абіотичних та біотичних факторів. До основних причин загибелі риби у природних водоймах відносять дефіцит розчиненого кисню, накопичення токсичних речовин, порушення гідрохімічного режиму, а також інтенсивний розвиток мікроорганізмів [4,11].

За даними регіональних екологічних служб, у травні 2023 року у басейні річки Гнилоп'ять було зафіксовано масову загибель товстолоба звичайного (*Hyporhthalmichthys molitrix*), зокрема в межах Бердичівського водосховища, де виявлено щонайменше 195 загиблих особин [51,52,57].

За результатами лабораторних досліджень встановлено, що однією з імовірних причин загибелі риби була асфіксія, що супроводжувалася закупоркою зябрового апарату та патологічними змінами внутрішніх органів. Такі явища можуть бути пов'язані з надмірним розвитком фітопланктону, накопиченням органічних речовин та інтенсивним бактеріальним

розкладанням, що призводить до зниження концентрації розчиненого кисню у воді [17,19,32].

Важливим фактором, що сприяє виникненню заморів, є евтрофікація водойм, яка супроводжується масовим розвитком водоростей. Водорості здатні акумулювати токсичні речовини та, відмираючи, створюють значне органічне навантаження на водне середовище. У процесі їх розкладання активно розвивається сапрофітна мікрофлора, що інтенсифікує споживання кисню [26,48].

Крім того, встановлено, що річки Житомирської області зазнають значного антропогенного впливу, пов'язаного зі скидами неочищених або недостатньо очищених стічних вод, які містять підвищені концентрації азотистих сполук, фосфатів та органічних речовин. Це створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, у тому числі умовно-патогенних бактерій [5,37,42].

У таких умовах зябра риб зазнають підвищеного мікробного навантаження, що може призводити до їх механічного та функціонального ушкодження, порушення газообміну та розвитку асфіксії. Особливо чутливими до таких змін є фільтруючі види риб, зокрема товстолоб звичайний [21,45,57].

Таким чином, дослідження бактеріального обсіменіння зябер риб у водоймах, де спостерігаються випадки масової загибелі, є важливим для встановлення екологічних причин таких явищ та оцінки санітарного стану водного середовища.

1.5. Вплив якості води на бактеріальне обсіменіння риб

Якість водного середовища є одним із ключових факторів, що визначають інтенсивність бактеріального обсіменіння гідробіонтів, зокрема риб. У прісноводних екосистемах мікробіологічний склад води формується під впливом природних процесів та антропогенних чинників, серед яких

особливе значення мають скиди стічних вод, агрохімічне навантаження та евтрофікація водойм [1, 18].

Погіршення якості води супроводжується зростанням концентрації органічних речовин, азотистих сполук (аміаку, нітритів, нітратів), фосфатів та завислих часток. Ці компоненти створюють сприятливі умови для інтенсивного розвитку мікроорганізмів, насамперед сапрофітної та умовно-патогенної мікрофлори. У результаті підвищується загальна мікробна чисельність у воді, що безпосередньо впливає на ступінь колонізації поверхневих тканин риб [9,13].

Особливу роль у формуванні мікробного навантаження відіграє процес евтрофікації, який характеризується надмірним розвитком фітопланктону. Масове “цвітіння” води призводить до накопичення біомаси водоростей, які в подальшому піддаються розкладанню за участю мікроорганізмів. Цей процес супроводжується інтенсивним споживанням розчиненого кисню та утворенням продуктів метаболізму, що можуть мати токсичний вплив на гідробіонтів [28,30].

У таких умовах формується підвищене бактеріальне навантаження, яке реалізується через контакт води з поверхневими структурами риб, насамперед зябрами. Зябровий апарат, завдяки своїй великій площі та постійному контакту з водою, є найбільш вразливим до дії мікроорганізмів. Накопичення бактерій, органічних часток та слизу може призводити до механічного закупорювання зябрових ламел, що ускладнює процес газообміну [9,31].

Важливим аспектом є наявність у воді санітарно-показових мікроорганізмів, зокрема бактерій групи кишкової палички (*Escherichia coli*), які свідчать про фекальне забруднення. Їх присутність у водному середовищі пов'язана зі скидами неочищених або недостатньо очищених стічних вод. Такі умови сприяють формуванню патогенного або умовно-патогенного мікробного фону, що підвищує ризик розвитку захворювань у риб [31,38].

Для річок із значним антропогенним навантаженням, зокрема таких як Гнилоп'ять, характерним є поєднання декількох негативних факторів: підвищений вміст органічних речовин, зниження рівня розчиненого кисню, накопичення донних відкладів (мулу) та періодичні скиди забруднюючих речовин [52,55]. Такі умови створюють передумови для формування нестабільного гідрохімічного режиму та активного розвитку мікробіоти [41, 57].

Як свідчать спостереження, у водоймах із підвищеним рівнем органічного забруднення значно зростає чисельність бактерій родів *Aeromonas*, *Pseudomonas*, а також ентеробактерій, що може призводити до порушення фізіологічних функцій риби. Зокрема, колонізація зябер цими мікроорганізмами супроводжується запальними процесами, гіперсекрецією слизу та зниженням ефективності дихання [31,38].

Особливу небезпеку становлять ситуації, коли підвищене бактеріальне навантаження поєднується з дефіцитом розчиненого кисню у воді. У таких умовах навіть незначне порушення функції зябер може призвести до розвитку асфіксії. Подібні явища спостерігалися під час масової загибелі товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*) у басейні річки Гнилоп'ять у 2023 році, що супроводжувалося ураженням зябрового апарату та ознаками кисневого голодування [53,58,59].

Отже, якість водного середовища є визначальним фактором формування бактеріального обсіменіння риби, а її погіршення створює передумови для розвитку патологічних процесів і навіть масової загибелі гідробіонтів. У зв'язку з цим мікробіологічний аналіз зябер риби може бути використаний як ефективний інструмент оцінки екологічного стану водойми.

Висновок до розділу 1

Товстолюб звичайний (*Hypophthalmichthys molitrix*) як «фільтруючий» вид риби має особливу здатність до накопичення мікроорганізмів із водного середовища. У процесі живлення він пропускає через зябровий апарат значні об'єми води, що сприяє осіданню мікробних клітин, органічних часток та

продуктів розкладання. За несприятливих умов це може призводити до інтенсивного бактеріального обмінення зябер, утворення слизових нашарувань та порушення їх функціональної активності.

Розділ 2. Матеріал, методика, місце та умови проведення досліджень

Товстолоб звичайний (*Hypophthalmichthys molitrix*) – це активний фітофаг і фільтратор. Його зябровий апарат пропускає крізь себе величезні об'єми води, тому стан мікробіоти зябер є прямим індикатором як здоров'я самої риби, так і екологічного та бактеріального стану річки Гнилоп'ять у конкретній локації [15,36].

2.1. Умови відбору та дослідження біологічного матеріалу

Експериментальну частину роботи виконували на базі кафедри ветеринарної епідеміології факультету ветеринарної медицини та тваринництва. Для аналізу бактеріального обсіменіння зябер товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*) біологічний матеріал відбирали у річці Гнилоп'ять на території селища Троянів Житомирського району. Локація та умови відбору проб обиралися з урахуванням реального екологічного стану водойм Житомирщини. Так, у травні 2023 року на Бердичівському водосховищі, що розташоване на р. Гнилоп'ять, було зафіксовано масовий мор товстолоба [50]. Тоді за результатами лабораторних досліджень Житомирської регіональної лабораторії Держпродспоживслужби було висунуто припущення про загибель риби від асфіксії через забиті зябра та накопичення отруйних речовин водоростями [51,52]. Додатковим обґрунтуванням вибору саме цієї річки є її значне замулення: товща мулових відкладень на окремих ділянках річки Гнилоп'ять наразі сягає 1,5–2 метрів, що створює сприятливі анаеробні та специфічні умови для накопичення мікрофлори. Окрім того, водні ресурси області регулярно зазнають суттєвого впливу стічних вод комунальних підприємств та приватного сектору, що супроводжується забрудненням води амонієм, нітритами, фосфатами та нерідко призводить до масового мору гідробіонтів [52,57].

2.2. Характеристика місця відбору матеріалів для дослідження

Дослідження проводилися на річці Гнилоп'ять в межах селища Троянів Житомирського району Житомирської області. Дана водойма є правою притокою річки Тетерів і належить до басейну Дніпра (рис.2.1).



Рис 2.1. Локація річки Гнилоп'ять в межах селища Троянів Житомирського району Житомирської області.

Річка характеризується помірною течією, наявністю ділянок із замуленим дном та значним розвитком водної рослинності. В умовах населених пунктів водний об'єкт зазнає антропогенного навантаження, пов'язаного зі скидами господарсько-побутових стічних вод, сільськогосподарським використанням прилеглих територій та поверхневим стоком (рис.2.2, рис. 2.3).



Рис 2.2. Місце вилову товстолоба з річки Гнилоп'ять в межах селища Троянів Житомирського району Житомирської області



Рис 2.3. Вигляд річки Гнилоп'ять в межах селища Троянів Житомирського району Житомирської області

Згідно з даними екологічного моніторингу, для даного регіону характерні періодичні порушення гідрохімічного режиму, що проявляються у

підвищенні вмісту органічних речовин, біогенних елементів та зниженні концентрації розчиненого кисню. У 2023 році у басейні річки було зафіксовано випадки масової загибелі товстолоба, що свідчить про нестабільний екологічний стан водойми [55] (рис.2.4).



Рис.2.4. Загибла особина товстолоба у річці Гнилоп'ять (інтернет-ресурс)

2.3. Об'єкт та матеріал дослідження

Об'єктом дослідження слугували особини товстолоба (10 рибин) звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*). Для аналізу відбирали великих особин товстолоба масою 3–4 кг у віці 3–4 роки у травні 2025 року, оскільки саме такі «трофейні» екземпляри найчастіше гинули під час аналогічних екологічних криз у регіоні (рис. 2.5).

Оскільки товстолоб є активним фітофагом та фільтратором, а зафіксовані раніше випадки асфіксії супроводжувалися саме забиттям зябрового апарату, особливу увагу приділяли дослідженню мікробіоти зябер. Відбір зразків здійснювали методом змивів із поверхні зябрового апарату безпосередньо після вилову риби. Змиви відбирали стерильними тампонами з дотриманням усіх правил асептики, поміщали у стерильні пробірки з

ізотонічним розчином і транспортували до лабораторії в термоконтейнерах за температури +4...+6 °С



Рис. 2.5. Об'єкт дослідження – товстолоб звичайний
(*Hypophthalmichthys molitrix*).

Матеріалом для дослідження слугували зразки зябрової тканини, відібрані в асептичних умовах безпосередньо після вилову риби (рис. 2.6).



2.6. Голова товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*).

Для приготування суспензії зяброву тканину подрібнювали у стерильному фізіологічному розчині (0,9% NaCl) у співвідношенні 1:10 з подальшим гомогенізуванням.

Отриману суспензію використовували для проведення серійних десятикратних розведень з метою кількісного визначення мікроорганізмів[49].

2.4. Бактеріологічні методи дослідження

Зважаючи на те, що забруднення стічними водами в регіоні супроводжується високими концентраціями вмісту азоту амонійного та фосфатів, що створює ризики поширення патогенної мікрофлори, у лабораторії проводили кількісний та якісний аналіз ізолятів:

Для визначення загального мікробного числа (ЗМЧ) здійснювали посіви десятикратних розведень змивів на універсальне середовище – м'ясо-пептонний агар (МПА).

Для виявлення санітарно-показової мікрофлори (зокрема, бактерій групи кишкової палички), що є актуальним через зафіксовані факти скидів неочищених стічних вод у річки області, використовували диференційно-діагностичне середовище Ендо та Вісмут-сульфідний агар.

Кількісне визначення бактеріального обсіменіння проводили методом глибинного та поверхневого посіву на щільні поживні середовища [49, 55].

Отже, для культивування мікроорганізмів використовували такі поживні середовища:

м'ясо-пептонний агар (МПА) – для визначення загальної кількості бактерій;

середовище Ендо – для виявлення бактерій групи кишкової палички;

вісмут-сульфідний агар – для виявлення сальмонел (рис. 2.8).

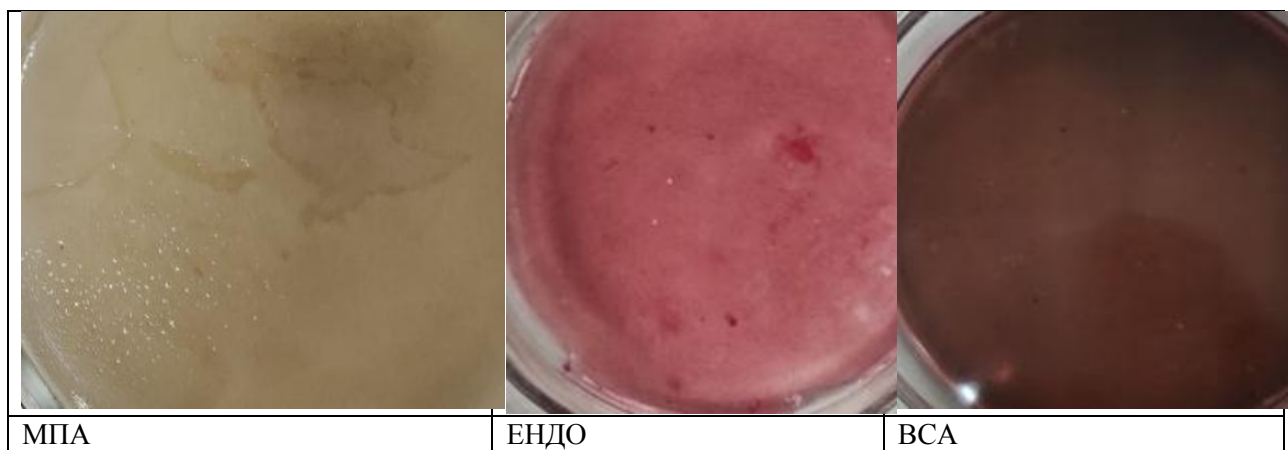


Рис. 2.8. Висів нативного гомогенату зябер на різні агари

Посіви інкубували у термостаті при температурі 37°C протягом 24–72 годин (рис.2.9)



Рис. 2.9. Інкубація чашок Петрі з посівами в термостаті

Після інкубації проводили підрахунок колоній з урахуванням ступеня розведення та визначали кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) в 1 см³ гомогенату тканини зябер [49, 55].

Ідентифікація мікроорганізмів

Ідентифікацію виділених культур здійснювали на підставі культуральних ознак їх колоній та здатності росту на середовищах загального та спеціального призначення [55].

Особливу увагу приділяли виявленню бактерій родів *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, а також представників родини *Enterobacteriaceae*.

Оцінка рівня бактеріального обсіменіння

Оцінку ступеня бактеріального обсіменіння проводили за кількісними показниками КУО/см³ (рис.2.10– А).

Для інтерпретації результатів використовували умовну шкалу:

до 10³ КУО / см³. – низький рівень обсіменіння;

10³ – 10⁵ КУО / см³. – помірний рівень;

понад 10⁵ КУО/ см³ – високий рівень.

Також враховували наявність санітарно-показових мікроорганізмів(рис.2.10 – Б, В). як індикаторів забруднення водного середовища [50].

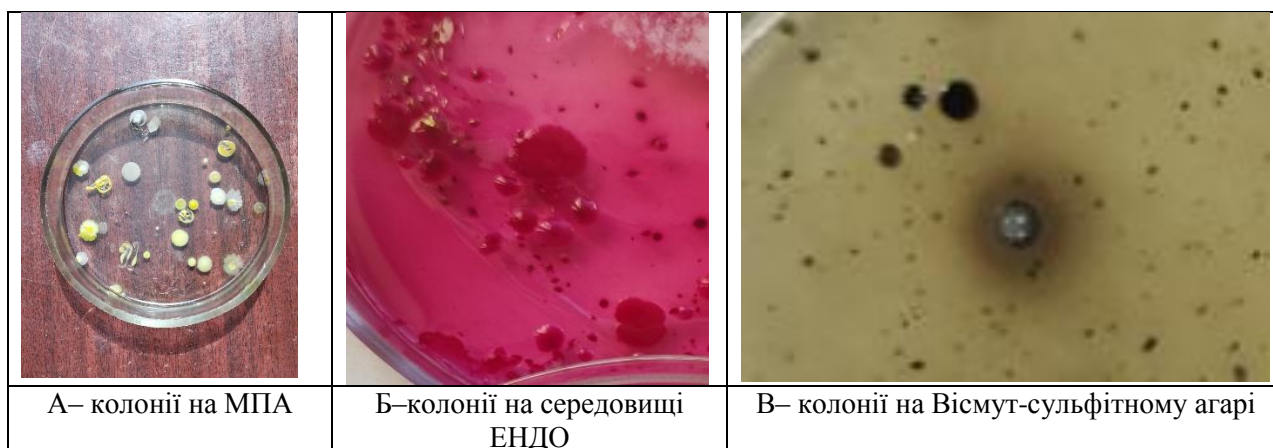


Рис. 2.10. Ріст мікроорганізмів з зябер ляща звичайного на середовищах загального і спеціального призначення.

Розділ 3. Результати досліджень

3.1. Кількісні показники мікробіологічного забруднення зябер товстолоба

При первинному посіві змивів із зябрового апарату товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*) на універсальне щільне середовище – м'ясо-пептонний агар (МПА) – у всіх досліджуваних зразках спостерігався інтенсивний ріст мікроорганізмів [56]. Характерною особливістю посівів було формування численних ізольованих та зливних колоній різноманітної морфології (за розміром, формою, профілем, характером країв та пігментацією), що свідчить про виражену гетерогенність та багатство таксономічного складу мікробіоти зябер (рис. 3.1).

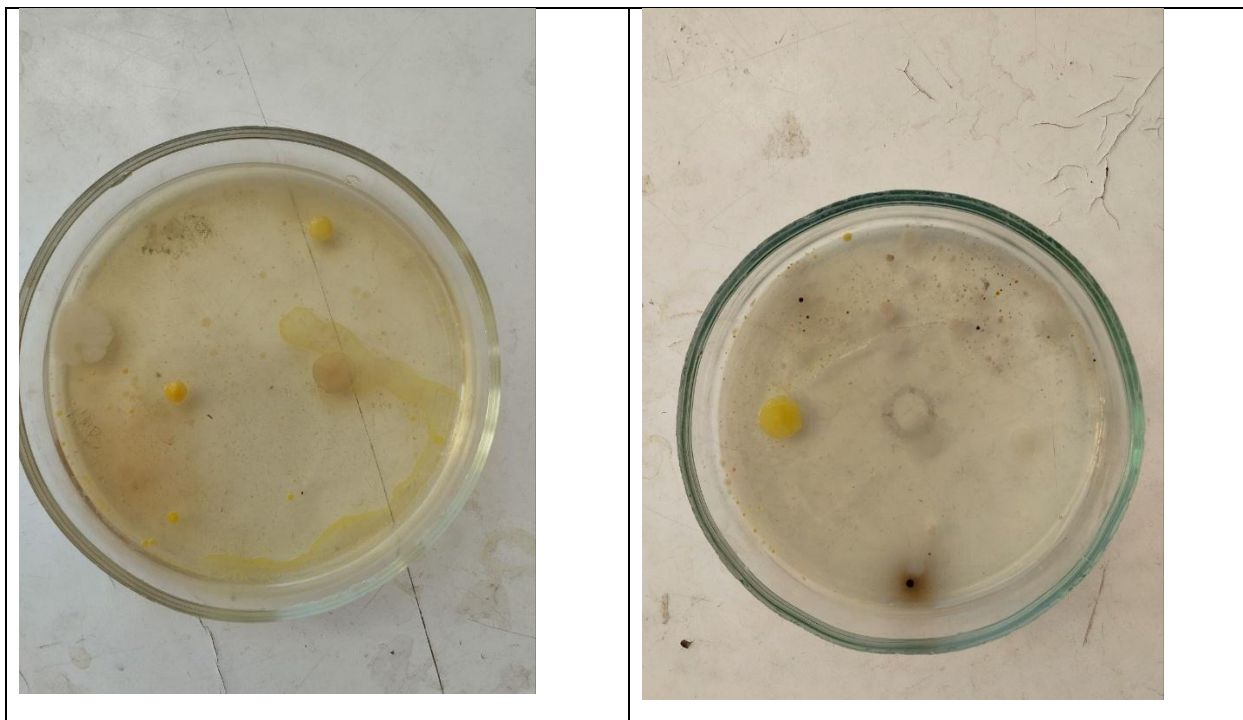


Рис. 3.1. Ріст мікроорганізмів, виділених з товстолоба на МПА при глибиному висіві розведень 1:10000

Кількісний облік результатів показав, що кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) у перерахунку на грам досліджуваного матеріалу варіювала в межах $(2,1-4,8) \times 10^5$ КУО/г. Такі показники свідчать про стабільно високий рівень бактеріального обсіменіння респіраторного апарату товстолоба у досліджуваній локації.

Таблиця 3.1.

Мікробне число дослідних проб гомогенату зябер товстолаба
(МПА, друга доба інкубації)



№ проби	Кількість КУО/см ³ нативного гомогенату
1	2,1*10 ⁵
2	2,8*10 ⁵
3	3,5*10 ⁵
4	4,2*10 ⁵
5	3,9*10 ⁵
6	4,5*10 ⁵
7	4,8*10 ⁵
8	3,7*10 ⁵
9	4,1*10 ⁵
10	3,3*10 ⁵
Середнє значення:	3,69 ± 0,27 × 10 ⁵ КУО/ см ³

3.2. Культуральні ознаки колоній, як вектор початкової ідентифікації мікроорганізмів

При детальному вивченні культурально-морфологічних властивостей ізолятів, вирощених на універсальному середовищі МПА, було встановлено неоднорідність бактеріальної популяції та диференційовано кілька домінантних морфотипів колоній. Зокрема, зафіксовано ріст таких груп мікроорганізмів, в тому числі і спороутворюючих бацил (рис. 3.3)

Дрібні, округлі, напівпрозорі колонії з гладкою поверхнею. За сукупністю культуральних ознак дані ізоляти були попередньо віднесені до представників роду *Pseudomonas* spp (рис. 3.2). Бактерії цього роду є поширеними мешканцями прісноводних екосистем. Проте за умов високого вмісту органічних речовин у воді та хронічного замулення водойми (як це

спостерігається у р. Гнилоп'ять, де товща мулових відкладень сягає 1,5–2 метрів), псевдомонади здатні до надмірного розмноження на респіраторних органах риб, виступаючи потужним етіологічним чинником секундарних бактеріозів.

	
<p>Рис. 3.2. Колонії мікроорганізмів роду <i>Pseudomonas</i> на середовищі МПА на другу добу культивування</p>	<p>Рис. 3.3. Колонії мікроорганізмів роду <i>Bacillus</i> на середовищі загального призначення на третю добу культивування</p>

Середні, гладкі, опуклі колонії сірувато-білого кольору, що за морфологією відповідають бактеріям роду *Aeromonas* spp. (рис. 3.1). Виявлення аеромонад на зябровому апараті товстолоба є вагомим діагностичним сигналом. Представники цього роду є збудниками аеромонозу — небезпечного інфекційного захворювання риб. Їхня висока концентрація на зябрах часто корелює із незадовільним гідрохімічним станом водойми та високим рівнем аміаку та нітритів, що раніше вже фіксувалося екологічною інспекцією у річках області.

Щільні, опуклі, блискучі колонії з характерним жовтуватим (золотистим) відтінком, ідентифіковані як представники роду *Staphylococcus* spp (рис. 3.1). Поява стафілококів у складі мікробіоти зябер риби не є

типовою для чистих природних водойм і прямо вказує на виражене антропогенне навантаження на екосистему річки Гнилоп'ять [57]. Зважаючи на наявність офіційних даних про регулярні скиди неочищених або недостатньо очищених комунальних та побутових стічних вод у водні об'єкти Житомирщини, зябровий апарат товстолоба як активного біофільтратора виступає своєрідним акумулятором цієї транзитної мікрофлори.

Таким чином, виявлений спектр мікроорганізмів свідчить про те, що бактеріальний фон зябер товстолоба формується під безпосереднім впливом евтрофікації та забруднення річки. Поєднання високої бактеріальної обсімененості із виявленими потенційно патогенними штамми створює постійну загрозу виникнення інфекційних патологій та асфіксії у популяції товстолоба, що перегукується із зафіксованими фактами загибелі риби у Бердичівському водосховищі [53,55].

З екологічної та фізіологічної точок зору, такий високий рівень мікробного навантаження та різноманітність морфотипів колоній є цілком закономірними. Товстолюб звичайний є активним фільтратором, який щодобово прокачує крізь зябровий апарат величезні об'єми води. Оскільки гідроекосистема річки Гнилоп'ять на території селища Троянів піддається постійному антропогенному впливу (зокрема, через змиви та замулення), зябра риби затримують значну кількість зважених органічних часток [52, 55]. Це створює сприятливі умови для адгезії та подальшої колонізації поверхні епітелію зябер транзитною та автохтонною мікрофлорою водойми. Отримані нами високі кількісні параметри обсіменіння добре корелюють із зафіксованими раніше в регіоні випадками асфіксії товстолоба через механічне забиття зябер часточками мулу та водоростями, що створює передумови для розвитку секундарних бактеріальних інфекцій.

3.3. Якісний санітарно-мікробіологічний аналіз результатів висіву гомогенату зябер товстолоба на елективні поживні середовища.

Важливим етапом дослідження став санітарно-мікробіологічний аналіз змивів із використанням диференційно-діагностичних середовищ [49, 55]. Для об'єктивної оцінки безпечності водного середовища та ступеня його антропогенного навантаження було проведено пооб'єктний аналіз 10 проб змивів із зябер товстолоба. Результати кількісного обліку бактерій групи кишкової палички (БГКП) та виявлення патогенів роду *Salmonella* представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Результати висівів гомогенату зябер товстолоба на диференційно-діагностичні середовища

№ проби	Вміст бактерій групи кишкової палички (КУО/ см ³) (Середовище ЕНДО)	Виявлення <i>Salmonella</i> spp. (Вісмут-сульфітний агар)
1	$1,2 \times 10^4$	-
2	$1,5 \times 10^4$	+
3	$2,0 \times 10^4$	-
4	$2,4 \times 10^4$	+
5	$2,1 \times 10^4$	-
6	$2,7 \times 10^4$	+
7	$3,0 \times 10^4$	+
8	$2,3 \times 10^4$	-
9	$2,6 \times 10^4$	+
10	$2,2 \times 10^4$	-
Середнє значення:	$2,2 \pm 0,18 \times 10^4$ КУО/ см ³	

При посівах на середовище Ендо було встановлено наявність лактозопозитивних бактерій групи кишкової палички (БГКП). Середнє значення їх чисельності становило $2,2 \pm 0,18 \times 10^4$ КУО/ см³, що вказує на

інтенсивне фекальне забруднення досліджуваної акваторії (табл. 3.2). Найвищі показники спостерігалися у пробах №7 ($3,0 \times 10^4$ КУО/ см³) та № 6 ($2,7 \times 10^4$ КУО/ см³). Таке навантаження безпосередньо корелює з екологічною ситуацією в Житомирській області, де через аварійні ситуації на очисних спорудах у річки (зокрема Тетерів та Гнилоп'ять) потрапляли тисячі кубометрів неочищених стоків [57].

Культуральні ознаки колоній на середовищі Ендо дозволили диференціювати наступні ізоляти:

Темно-червоні колонії з вираженим металевим блиском, характерні для *Escherichia coli* [49]. Присутність ешерихій безпосередньо свідчить про свіже фекальне забруднення водойми. Рожеві (лактозонегативні або слабкопозитивні) колонії, ідентифіковані як *Enterobacter spp.*, що є показником тривалого перебування органічних сполук у водному середовищі (рис 3.4).

	
<p>Рис. 3.4. Рожеві (лактозонегативні) колонії, ідентифіковані як <i>Enterobacter</i></p>	<p>Рис. 3.5. Поодинокі чорні колонії із характерним металевим блиском</p>

Найбільш епізоотологічно значущі результати були отримані при використанні Вісмут-сульфітного агару. У 50% відібраних проб (5 із 10) зафіксовано ріст поодиноких чорних колоній із характерним металевим блиском, що за тинкторіальними та культуральними властивостями

відповідають бактеріям роду *Salmonella* (рис.3.5). Особливу занепокоєність викликає той факт, що у 5-ти з 10-ти досліджених зразків (50% випадків) було виявлено бактерії роду *Salmonella*. Це свідчить про те, що риба у досліджуваній акваторії є не лише жертвою екологічного лиха, а й потенційним резервуаром збудників небезпечних зооантропонозних інфекцій [55,57].

Отримані дані мають ключове значення для розуміння причин масової загибелі товстолоба в Житомирській області. Згідно з наданими документами, товща мулових відкладень у річці Гнилоп'ять сягає 1,5–2 метрів. Оскільки мул накопичує органіку та бактерії, товстолюб, активно фільтруючи воду, механічно забиває зябра цією сумішшю, що створює «парниковий ефект» для інтенсивного розмноження ентеробактерій безпосередньо на дихальних органах. Таким чином, результати таблиці підтверджують, що висока концентрація амонію, фосфатів та інших сполук у воді річок Житомирщини супроводжується формуванням небезпечного бактеріального фону на зябровому апараті риб, що за умови асфіксії (зафіксованої лабораторією Держпродспоживслужби) стає критичним фактором мору. Зважаючи на офіційні звіти про незадовільний стан очисних споруд у регіоні та скиди стічних вод, зябра товстолоба-фільтратора стають депо для накопичення патогенів [23,36]. Поєднання механічного забиття зябрових пелюсток мулом із високою концентрацією ентеробактерій створює умови для глибокої інтоксикації та бактеріємії, що й призводить до летальних наслідків, подібних до тих, які спостерігалися на у селищі Троянів у 2023 році.

Висновок до розділу 3

Отримані результати бактеріологічного дослідження зябер товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*), виловленого з річки Гнилоп'ять, свідчать про значний рівень мікробного обсіменіння, що має важливе екологічне та ветеринарно-санітарне значення [31,38].

Встановлений високий рівень загальної бактеріальної контамінації зябер $((3,69 \pm 0,27) \times 10^5$ КУО/г) вказує на інтенсивне мікробне навантаження у водному середовищі. З урахуванням того, що зябра є органом постійного контакту з водою, такі показники відображають мікробіологічний стан самої водойми. Отримані значення перевищують умовні фізіологічні показники для відносно чистих водойм, що свідчить про порушення екологічної рівноваги.

Особливу увагу привертає якісний склад виділеної мікрофлори. Домінування грамнегативних бактерій, зокрема представників родів *Aeromonas* та *Pseudomonas*, є типовим для водойм із підвищеним вмістом органічних речовин. Дані мікроорганізми активно беруть участь у процесах мінералізації органічних субстратів і характеризуються високою адаптивністю до змін умов середовища, зокрема до зниженого вмісту кисню[55].

Виявлення бактерій групи кишкової палички, зокрема *Escherichia coli*, у кількості $(2,2 \pm 0,18) \times 10^4$ КУО/г є важливим індикатором фекального забруднення водойми. Це свідчить про надходження до річки неочищених або недостатньо очищених стічних вод, що узгоджується з даними щодо антропогенного навантаження на водні об'єкти регіону. Присутність ентеробактерій не лише відображає санітарний стан води, але й створює потенційні ризики для здоров'я гідробіонтів.

Особливо показовим є виявлення бактерій роду *Salmonella* у 50% досліджених зразків. Наявність цих мікроорганізмів свідчить про високий ступінь біологічного забруднення та може бути пов'язана з інтенсивним надходженням органічних речовин антропогенного походження. З огляду на патогенний потенціал *Salmonella spp.*, їх присутність у зябрах риб вказує на несприятливі екологічні умови існування [49].

Отримані результати доцільно розглядати у контексті екологічної ситуації, що склалася у басейні річки Гнилоп'ять, де у 2023 році було зафіксовано масову загибель товстолаба. За даними досліджень, однією з основних причин загибелі риби була асфіксія, що супроводжувалася

ураженням зябрового апарату [53,57]. У цьому контексті виявлений високий рівень бактеріального обсіменіння набуває особливого значення.

Інтенсивна колонізація зябер мікроорганізмами може призводити до утворення біоплівки, накопичення слизу та механічного закупорювання зябрових ламел. Це, у свою чергу, порушує процес газообміну та сприяє розвитку гіпоксії. За умов зниження концентрації розчиненого кисню у воді, що характерно для евтрофікованих водойм, навіть незначне ураження зябер може стати критичним фактором для виживання риби [13,31].

Крім того, активний розвиток сапрофітної мікрофлори супроводжується інтенсивним споживанням кисню у процесі біодеградації органічних речовин. Це ще більше погіршує кисневий режим водойми, створюючи замкнений патологічний цикл: зростання органічного навантаження → розвиток мікроорганізмів → зниження рівня кисню → ураження зябер → загибель риби [41,49].

Важливу роль у формуванні таких умов відіграє евтрофікація, яка супроводжується масовим розвитком водоростей. Як зазначалося, водорості здатні акумулювати токсичні речовини, а їх розкладання стимулює розвиток мікробіоти. У результаті зростає як хімічне, так і біологічне навантаження на гідробіонтів [57, 59].

Таким чином, результати дослідження свідчать про наявність комплексного негативного впливу факторів водного середовища на організм риб. Високий рівень бактеріального обсіменіння зябер, наявність санітарно-показових та патогенних мікроорганізмів, а також дані про масову загибель товстолаба дозволяють зробити висновок про порушення екологічної рівноваги у досліджуваній водоймі [13,31].

Отримані дані підтверджують доцільність використання мікробіологічних показників, зокрема аналізу мікрофлори зябер риб, як ефективного інструменту оцінки санітарного стану водних екосистем та прогнозування можливих негативних наслідків для гідробіонтів.

Висновки

1. У результаті проведених досліджень встановлено, що рівень бактеріального обсіменіння зябер товстолоба звичайного (*Hypophthalmichthys molitrix*), виловленого з річки Гнилоп'ять, є високим і становить у середньому $(3,69 \pm 0,27) \times 10^5$ КУО/г, що свідчить про значне мікробне навантаження.

2. У якісному складі мікрофлори зябер домінують грамнегативні бактерії, зокрема представники родів *Aeromonas* та *Pseudomonas*, які є типовими для водойм із підвищеним вмістом органічних речовин та беруть участь у процесах біодеградації.

3. Встановлено наявність бактерій групи кишкової палички, зокрема *Escherichia coli*, у середній кількості $(2,2 \pm 0,18) \times 10^4$ КУО/г, що свідчить про фекальне забруднення водного середовища та надходження неочищених або недостатньо очищених стічних вод.

4. У 50% досліджених зразків зябер виявлено бактерії роду *Salmonella*, що є ознакою значного біологічного забруднення водойми та вказує на потенційну епізоотичну небезпеку.

5. Високий рівень бактеріального обсіменіння зябер, у поєднанні з наявністю умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів, створює передумови для порушення функціонального стану зябрового апарату, зокрема ускладнення газообміну та розвитку гіпоксії.

6. Отримані результати узгоджуються з даними про масову загибель товстолоба у басейні річки Гнилоп'ять у 2023 році, що дозволяє розглядати підвищене бактеріальне навантаження як один із факторів, що сприяють розвитку асфіксії у риб.

7. Доведено, що мікробіологічний аналіз зябер риб є інформативним методом оцінки санітарно-екологічного стану водойм та може бути використаний для ранньої діагностики несприятливих змін у водних екосистемах.

ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА

1. З метою зниження рівня мікробного навантаження та попередження епізоотичних ускладнень у популяціях риби доцільно впровадити систему регулярного мікробіологічного моніторингу водних біоресурсів, яка передбачає періодичне дослідження зябер риб на наявність санітарно-показових і патогенних мікроорганізмів (зокрема *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Salmonella*) як раннього індикатора погіршення екологічного стану водойми.

2. Рекомендується посилити контроль за джерелами антропогенного забруднення водойм, зокрема шляхом модернізації та оптимізації роботи очисних споруд, недопущення скиду неочищених або недостатньо очищених стічних вод, а також впровадження буферних зон уздовж берегової лінії для зменшення надходження органічних і фекальних забруднень у водне середовище.

3. З метою профілактики гіпоксичних станів та масової загибелі риби доцільно впровадити комплекс гідробіологічних і ветеринарно-санітарних заходів, що включають контроль кисневого режиму водойми, біомеліорацію (зокрема регуляцію щільності риби), а також застосування екологічно безпечних методів покращення якості води для зниження чисельності умовно-патогенної мікрофлори

Список використаної літератури

1. Austin B., Austin D. A. Bacterial fish pathogens: disease and environmental interactions. Springer. 2020. 581 p.
2. Banerjee G., Ray A. K. Probiotics in fish nutrition. *Research in Veterinary Science*. 2021. Vol. 135. P. 66–77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.12.002>
3. Biersmith A., LaPatra S. E. The role of gill microbiota in fish health. *Journal of Fish Diseases*. 2020. Vol. 43. P. 1197–1210. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfd.13221>
4. Breitburg D., Levin L. A., Oschlies A. et al. Declining oxygen in oceans and coastal waters. *Science*. 2020. Vol. 359. Article eaam7240. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>
5. Burford M. A., Carey C. C., Hamilton D. P. et al. Perspective on cyanobacterial blooms. *Frontiers in Microbiology*. 2020. Vol. 11. Article 571. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00571>
6. Butt R. L., Volkoff H. Environmental regulation of gut microbiota in fish. *Frontiers in Endocrinology*. 2020. Vol. 11. Article 9. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00009>
7. Chen Y., Liu X., Li Z. Feeding ecology and trophic interactions of silver carp. *Hydrobiologia*. 2021. Vol. 848. P. 413–425. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04458-3>
8. Coulter A. A., Brey M. K., Lamer J. T., Whitley G. W. Seasonal habitat use of silver carp. *River Research and Applications*. 2021. Vol. 37, № 2. P. 200–212. DOI: <https://doi.org/10.1002/rra.3751>
9. De Schryver P., Defoirdt T., Sorgeloos P. Early microbial colonization in aquatic organisms. *ISME Journal*. 2020. Vol. 14. P. 245–256. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41396-019-0538-9>
10. Dehler C. E., Secombes C. J., Martin S. A. M. Environmental and host factors shaping gill microbiota. *Frontiers in Microbiology*. 2020. Vol. 11. Article 605. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00605>
11. Diaz R. J., Rosenberg R. Spreading dead zones and consequences. *Science*. 2021. Vol. 321. P. 926–929. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1156401>
12. Egerton S., Culloty S., Whooley J., Stanton C., Ross R. P. Gut microbiota of fish. *Frontiers in Microbiology*. 2020. Vol. 11. Article 563. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00563>
13. Givens C. E., Ransom B., Bano N., Hollibaugh J. T. Environmental influences on fish-associated bacteria. *Environmental Microbiology*. 2020. Vol. 22. P. 123–134. DOI: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14811>
14. Gomez D., Sunyer J. O., Salinas I. The mucosal immune system of fish gills. *Fish & Shellfish Immunology*. 2021. Vol. 113. P. 37–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.03.020>

15. Guo L. G., Li Z. J. Effects of nitrogen and phosphorus from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) on water quality. *Aquaculture*. 2020. Vol. 528. Article 735501. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735501>
16. Hoseinifar S. H., Sun Y. Z., Wang A., Zhou Z. Probiotics as means of diseases control in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*. 2020. Vol. 12, № 2. P. 898–915. DOI: <https://doi.org/10.1111/raq.12393>
17. Huisman J., Codd G. A., Paerl H. W. Cyanobacterial blooms. *Nature Reviews Microbiology*. 2020. Vol. 18. P. 471–483. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0340-1>
18. Infante-Villamil S., Huerlimann R., Jerry D. R. Microbiome diversity influenced by water quality. *Aquaculture*. 2021. Vol. 531. Article 735879. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735879>
19. Jenny J. P., Francus P., Normandeau A. et al. Global spread of hypoxia in freshwater ecosystems. *Nature Communications*. 2020. Vol. 11. Article 6133. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19810-w>
20. Kelly C., Salinas I. Under pressure: interactions between mucosal immunity and microbiota in fish gills. *Developmental & Comparative Immunology*. 2021. Vol. 115. Article 103871. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dci.2020.103871>
21. Kolar C. S., Chapman D. C., Courtenay W. R. Asian carps of the genus *Hypophthalmichthys*: biology, ecology and risk assessment. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 2020. Vol. 28, № 1. P. 1–37. DOI: <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1681576>
22. Legrand T. P. R. A., Wynne J. W., Weyrich L. S., Oxley A. P. A microbial sea of possibilities: current knowledge of fish gill microbiota. *Reviews in Aquaculture*. 2020. Vol. 12. P. 1031–1045. DOI: <https://doi.org/10.1111/raq.12324>
23. Li S., Li X., Li Y. Growth performance and environmental adaptation of *Hypophthalmichthys molitrix*. *Aquaculture Reports*. 2021. Vol. 20. Article 100692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100692>
24. Li X., Yu Y., Feng W., Yan Q., Gong Y. Host species determines gut microbiota. *Journal of Microbiology*. 2021. Vol. 59. P. 8–17. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12275-021-0527-8>
25. Li X., Zhang Y., Fang S. Effects of environmental factors on feeding activity of silver carp. *Ecological Engineering*. 2020. Vol. 156. Article 105964. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105964>
26. Liu S., Ren H., Shen L. Bacterial outbreaks and fish mortality. *Aquaculture Research*. 2021. Vol. 52. P. 4053–4065. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.15243>
27. Llewellyn M. S., Boutin S., Hoseinifar S. H., Derome N. Teleost microbiomes: gill vs gut. *FEMS Microbiology Ecology*. 2020. Vol. 96. Article fiae035. DOI: <https://doi.org/10.1093/femsec/fiae035>

28. Lokesh J., Kiron V. Environmental factors shaping fish microbiome. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. Article 12026. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69039-8>
29. Minich J. J., Petrus S., Michael T. P. The fish gill microbiome is structured by environment. *Microbiome*. 2020. Vol. 8. Article 120. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00885-7>
30. Molchak Y., Myskovets I., & Horbach L. Prospects for the formation of effective ecological and economic systems of water usage. *Human Geography Journal*. 2021. № 30. P. 95-102. <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2021-30-10>
31. Nayak S. K. Role of environmental stressors on fish microbiota. *Aquaculture Research*. 2021. Vol. 52. P. 2423–2438. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.15073>
32. Paerl H. W., Otten T. G. Harmful cyanobacterial blooms: causes and consequences. *Environmental Microbiology*. 2020. Vol. 22, № 3. P. 1027–1043. DOI: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14923>
33. Pratte Z. A., Besson M., Hollman R. D., Stewart F. J. The gill microbiome of reef fish. *Environmental Microbiology*. 2020. Vol. 22. P. 2565–2579. DOI: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15015>
34. Ringø E., Doan H. V., Lee S. H., Soltani M., Hoseinifar S. H. Lactic acid bacteria in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*. 2020. Vol. 129. P. 116–136. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.14628>
35. Rosado D., Pérez-Losada M., Pereira A., Severino R., Cable J., Xavier R. Characterization of fish gill microbial communities. *Microbial Ecology*. 2021. Vol. 81. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00248-020-01571-9>
36. Sampson S. J., Chick J. H., Pegg M. A. Diet overlap among invasive Asian carp species. *Biological Invasions*. 2020. Vol. 22. P. 287–301. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02076-3>
37. Shen Z., Chen J., Xu X. Impact of microbial pollution on aquatic ecosystems. *Environmental Pollution*. 2021. Vol. 268. Article 115774. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115774>
38. Sylvain F. É., Cheaib B., Llewellyn M. Environmental impacts on fish microbiota. *Environmental Microbiology*. 2020. Vol. 22. P. 4369–4382. DOI: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15142>
39. Talwar C., Nagar S., Lal R., Negi R. K. Fish gut microbiome: current approaches. *Indian Journal of Microbiology*. 2020. Vol. 60. P. 397–414. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12088-020-00891-y>
40. Wang A. R., Ran C., Ringø E., Zhou Z. G. Advances in fish gut microbiota research. *Reviews in Aquaculture*. 2021. Vol. 13. P. 626–640. DOI: <https://doi.org/10.1111/raq.12477>
41. Wang C., Zhou Y., Lv D. Water quality and fish gut microbiota. *Aquaculture and Fisheries*. 2021. Vol. 6. P. 404–415. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.12.001>

42. Wang Q., Li Y., Li J. Effects of eutrophication on fish mortality. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 122. Article 107259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107259>
43. Wang Y., Chen X., Zhang L. Physiological and ecological characteristics of *Hypophthalmichthys molitrix*. *Aquaculture International*. 2021. Vol. 29. P. 1693–1705. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00689-5>
44. Xie P., Liu J. Practical success of biomanipulation using filter-feeding fish to control cyanobacteria: a synthesis of decades of research. *Environmental Reviews*. 2020. Vol. 28, № 4. P. 341–353. DOI: <https://doi.org/10.1139/er-2019-0040>
45. Zarkasi K. Z., Taylor R. S., Abell G. C. J. Gut microbiome response to diet. *Aquaculture*. 2020. Vol. 528. Article 735470. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735470>
46. Zhang X., Liu B., Wang J. Water pollution and fish microbiome. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28. P. 51726–51738. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14258-6>
47. Zhang X., Xie P., Tao M. Ecological effects of filter-feeding fish on phytoplankton dynamics. *Water Research*. 2021. Vol. 188. Article 116474. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116474>
48. Zhang Y., Zhang E., Yin Y. Effects of dissolved oxygen on fish survival. *Aquatic Ecology*. 2020. Vol. 54. P. 769–781. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10452-020-09775-6>
49. Ветеринарна мікробіологія, вірусологія та імунологія: навч. посібник / Романишина Т. О., Лахман А. Р., Солодка Л. О., Бегас В.Л.; за заг. ред. Т. О. Романишиної та А. Р. Лахман. Житомир: Поліський національний університет. 2024. 186 с.
50. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми: СОУ–05.01.-37-385:2006: Стандарт Мінагрополітики України. Київ: Міністерство аграрної політики України, 2006. 7 с. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2015.03.034>
51. Загибель риби: на Бердичівському водосховищі Житомирщини виявили мор товстолоба <https://suspilne.media/zhytomyr/480754-zagibel-ribi-na-berdicivskomu-vodoshovisi-zitomirskini-viavili-mor-tovstoloba/>
52. На річці під Житомиром зафіксували мор риби <https://suspilne.media/zhytomyr/240402-na-ricci-pid-zitomirom-zafiksuvali-mor-ribi/>
53. Мор риби у річках Тетерів та Гнилоп'ять стався з природних причин – екологи <https://zt.20minut.ua/Podii/mor-ribi-u-richkah-teteriv-ta-gnilopyat-stavsya-z-prirodnih-prichin----11798977.html>
54. Оптимізація технологічних процесів відтворення та ветеринарний супровід вирощування коропа, товстолоба, ляща та окуня в умовах сучасних рибницьких господарств / Піддубна Л. М., Романишина Т. О., Лахман А. Р., Стахівський В. М., Скороход С. В., Черногал В. В., Сивченко С. В. Resilience of Science in a Changing World: Interdisciplinary Perspectives and Solutions: тези

доп. I Міжн. наук.-практ. інтернет-конф. (Дніпро, 29–30 січня 2026 р.). Дніпро, 2026. С. 202–204.

55. Практична мікробіологія: посібник / Климнюк С.І., Ситник І.О., Творко М.С., Широбоков В.П. / Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. 440с.

56. Сивченко С. Бактеріальне обсіменіння зябер товстолаба звичайного як індикатор екологічного стану річки Гнилоп'ять. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково-теоретичний збірник. Житомир: Поліський національний університет, 2026. **Вип. 20. С. 5.** (Науковий керівник – професор Піддубна М.Л.).

57. Публікація Житомирський рибоохоронний патруль

<https://www.facebook.com/ZhytomyrFishPatrol/posts/554933783492421/>

58. Ще в одній річці в Житомирській області виявили мор товстолаба https://www.zhitomir.info/news_214211.html

59. Черговий скид нечистот у річку – на «Житомирводоканалі» зупинилася каналізаційна станція <https://suspilne.media/zhytomyr/168142-cergovij-skid-necistot-u-ricku-na-zitomirvodokanali-zupinilasa-se-odna-kanalizacijna-stancia/>