

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва
Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЧОРНОГАЛ ВЛАДИСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 597.554.3:579.68:504.45

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОФЛОРИ КИШЕЧНИКА ОКУНЯ РІЧКОВОГО
(*PERCA FLUVIATILIS*) У РІЧЦІ ТЕТЕРІВ М. ЖИТОМИРА**

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
_____ Владислав ЧОРНОГАЛ

Керівник роботи:
Олександр КОЧУК-ЯЩЕНКО,
Кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Чорногал В. В. Характеристика мікрофлори кишечника Окуня річкового (*Perca fluviatilis*) у річці Тетерів м. Житомира.

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

Досліджено культуральні та кількісні характеристики мікрофлори кишечника річкового окуня (*Perca fluviatilis*) у річці Тетерів (м. Житомир) в літній період. Виявлено як сапрофітні, так і умовно-патогенні мікроорганізми, чисельність яких зростає з віком риб. Результати дозволяють оцінити екологічний стан водойми та потенційні санітарні ризики.

Ключові слова: мікрофлора кишечника, річковий окунь, річка Тетерів, екологічний стан.

ANNOTATION

Chornohal V.V. Characteristics of the Intestinal Microbiota of European Perch (*Perca fluviatilis*) in the Teteriv River, Zhytomyr.

Qualification thesis submitted for the degree of Bachelor in the specialty 207 «Aquatic Bioresources and Aquaculture» – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

The cultural and quantitative characteristics of the intestinal microbiota of the *Perca fluviatilis* in the Teteriv River (Zhytomyr, Ukraine) during the summer period were studied. Both saprophytic and conditionally pathogenic microorganisms were detected, with their abundance increasing with the age of the fish. The results allow assessment of the ecological state of the waterbody and potential sanitary risks.

Key words: intestinal microbiota, *Perca fluviatilis*, Teteriv River, ecological status.

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Огляд літератури	7
1.1. Біологічні та екологічні особливості окуня річкового (<i>Perca fluviatilis</i>)	7
1.2. Мікрофлора кишечника риб та її роль у фізіологічних процесах організму	8
1.3. Джерела формування та фактори змін мікробіоценозу кишечника прісноводних риб	10
1.4. Значення мікробіологічних досліджень риб для екологічної оцінки водних об'єктів та рибного господарства	11
2. Матеріал, методика, місце та умови проведення досліджень	13
3. Результати дослідження	18
3.1. Культуральна характеристика мікроорганізмів, виділених із кишечника окуня річкового (<i>Perca fluviatilis</i>)	18
3.2. Кількісний склад мікрофлори кишечника окуня річкового	22
3.3. Оцінка потенційних екологічних та санітарних ризиків, пов'язаних зі складом мікрофлори	25
Висновки	28
Список використаної літератури	30
Додатки	36

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

м/о — мікроорганізми

МПА — м'ясо-пептонний агар

АМХ — агар Мюллера-Хінтона

ВСА — вісмут-сульфіт агар

MRS — агар МРС (Ман, Рогоза, Шарп)

КУО — колонієутворюючі одиниці

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Для оцінки екологічного стану прісноводних водойм та визначення потенційних санітарних ризиків, пов'язаних з рибними ресурсами, важливим є дослідження мікрофлори кишечника водних організмів, зокрема риб. Мікроорганізми, що населяють кишечник риб, виконують важливі. Річковий окунь (*Perca fluviatilis*) є поширеним видом у водоймах Лісостепу. Вивчення мікробіоти кишечника окуня дозволяє оцінити як фізіологічний стан риб, так і якісний стан водойми, що є важливим для рибного господарства та охорони здоров'я людей.

Мета роботи — дослідити культуральні ознаки та кількісний склад мікрофлори кишечника популяції річкового окуня (*Perca fluviatilis*) різних вікових груп, виловленого в природних умовах річки Тетерів (м. Житомир) у літній період, і оцінити потенційні екологічні та санітарні ризики, пов'язані з її складом.

Завдання роботи: Провести відбір проб кишечника молодих і дорослих окунів; Визначити культуральні ознаки мікроорганізмів на різних поживних середовищах; Оцінити кількісний склад мікрофлори та співвідношення основних груп мікроорганізмів; Проаналізувати вплив вікових особливостей риб та екологічних умов на мікрофлору; Визначити потенційні екологічні та санітарні ризики, пов'язані зі складом кишкової мікрофлори.

Об'єкт дослідження – популяція річкового окуня (*Perca fluviatilis*) різних вікових груп, що мешкають у річці Тетерів у межах м. Житомира.

Предмет дослідження – культуральні особливості та кількісний склад мікрофлори кишечника річкового окуня (*Perca fluviatilis*).

Методи дослідження: Мікробіологічні (відбір збірних проб з трьох відділів кишечника, приготування та висів на загальні та селективні поживні середовища, культивування за оптимальних температур, спостереження

росту колоній); Бактеріологічні (підрахунок колоній, диференціація мікроорганізмів за культуральними ознаками); Описові (фіксація культуральних ознак); Статистичні (обробка даних по середній кількості колоній та похибці середнього ($M \pm m$) для молодих і дорослих риб); Аналітичні (узагальнення отриманих даних, оцінка екологічних факторів, що впливають на склад мікрофлори, та потенційних ризиків).

Перелік публікацій автора за темою дослідження. Результати роботи були апробовані та опубліковані у вигляді тез, у тому числі одноосібної:

1. 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., **Чорногал 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.

2. **Чорногал В. В.** Кишкова мікрофлора річкового окуня (*Perca fluviatilis*) як біоіндикатор стану прісноводних екосистем *Наукові читання 2026. Благополуччя тварин і сталий розвиток тваринництва та аквакультури: наука, практика, освіта* : матеріали Всеукр. наук.-практ конф., 14 травня 2026 р. Житомир : Поліський національний університет, 2026. С. . (Науковий керівник – професор Піддубна Л. М.).

Практичне значення отриманих результатів. Отримані дані можуть бути використані для оцінки стану мікробіоти кишечника річкового окуня та контролю якості води у річці Тетерів. Результати сприяють розумінню вікових відмінностей мікрофлори риб і дозволяють передбачити потенційні екологічні та санітарні ризики для рибного господарства та населення.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з таких структурних елементів: титульного аркушу, анотації, змісту, переліку умовних позначень, основної частини, списку використаних джерел та 5 додатків. Основна частина включає 24 сторінки комп'ютерного тексту,

містить 6 рисунків-колажів та 3 таблиці. Список використаних літературних джерел містить 43 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні та екологічні особливості окуня річкового (*Perca fluviatilis*)

Окунь річковий (*Perca fluviatilis*) є одним із найбільш поширених представників іхтіофауни прісноводних водойм Європи, зокрема басейнів річок України [1]. Завдяки високій екологічній пластичності цей вид успішно адаптується до різноманітних гідрологічних та трофічних умов, що зумовлює його значну чисельність у природних і напівантропогенних екосистемах [20].

За систематичним положенням *Perca fluviatilis* належить до класу *Actinopterygii*, ряду *Perciformes*, родини *Percidae* [23, 26]. Тіло видовжене, злегка стиснуте з боків, вкрите дрібною ктеноїдною лускою. Характерною морфологічною ознакою є наявність двох спинних плавців, перший з яких складається з твердих колючих променів [23, 26, 34]. Забарвлення тіла має маскувальний характер і змінюється залежно від умов середовища, віку та фізіологічного стану риби.

Окунь річковий належить до хижих риб із добре розвиненою трофічною спеціалізацією [1, 4, 19]. На ранніх етапах онтогенезу в його раціоні переважають зоопланктонні організми, дрібні безхребетні та личинки комах, тоді як дорослі особини живляться переважно молоддю інших видів риб [10, 12, 30, 32]. Така зміна характеру живлення та репродуктивної системи з віком суттєво впливає на функціональний стан травної системи та формування мікробіоценозу кишечника [35].

Розмноження *Perca fluviatilis* відбувається у весняний період за температури води 7–15 °C [29]. Ікру відкладає на підводну рослинність, корчі або інші субстрати у вигляді довгих слизових стрічок [14]. Висока

плодючість і відносна невибагливість до умов нересту сприяють стабільному відтворенню популяцій навіть у водоймах із помірним антропогенним навантаженням [17].

З екологічної точки зору окунь річковий є типовим представником прибережно-пелагічної зони водойм. Він надає перевагу ділянкам із помірною течією, достатнім вмістом розчиненого кисню та розвиненою кормовою базою [6]. Водночас вид здатний існувати у водних об'єктах із коливаннями гідрохімічних показників, що свідчить про його відносну стійкість до змін якості водного середовища [20].

Окунь річковий часто розглядається як біоіндикаторний вид, оскільки зміни у фізіологічному стані, поведінці та структурі його мікрофлори можуть відображати екологічний стан водойми [4, 22]. Зокрема, склад мікробіоти кишечника цього виду є чутливим до трофічних умов, температурного режиму та рівня антропогенного забруднення, що робить його перспективним об'єктом мікробіологічних досліджень.

Таким чином, біологічні та екологічні особливості *Perca fluviatilis* — хижа трофічна стратегія, висока екологічна пластичність і широке поширення — обґрунтовують доцільність використання окуня річкового як модельного виду для вивчення мікрофлори кишечника в умовах урбанізованих прісноводних екосистем, зокрема річки Тетерів у межах м. Житомира.

1.2. Мікрофлора кишечника риб та її роль у фізіологічних процесах організму

Кишечник риб є складною біологічною системою, у якій тісно взаємодіють тканини організму хазяїна та різноманітні мікроорганізми. Сукупність мікробних популяцій, що населяють травний тракт, формує мікрофлору кишечника. Мікрофлора кишечника риб представлена переважно бактеріями, серед яких домінують аеробні та факультативно-анаеробні

форми [8]. Якісний і кількісний склад мікробіоценозу залежить від виду риби, її трофічної спеціалізації, віку, сезону, температури води та гідрохімічних показників водойми [8, 18]. У хижих видів, зокрема окуня річкового, мікрофлора кишечника характеризується меншою видовою різноманітністю порівняно з всеїдними та рослиноїдними рибами [9, 18], що зумовлено особливостями раціону та тривалістю проходження кормових мас. Мікроорганізми здатні синтезувати ферменти, які сприяють розщепленню білків, ліпідів та вуглеводів, підвищуючи ефективність засвоєння поживних речовин [21]. У риб із хижим типом живлення мікрофлора кишечника відіграє допоміжну роль у перетравленні білкових компонентів корму та утилізації продуктів їх розпаду [13].

Важливе значення мікрофлора має у формуванні імунного статусу риб. Постійна присутність умовно-патогенних і сапрофітних мікроорганізмів стимулює неспецифічні механізми захисту, сприяє розвитку місцевого імунітету слизових оболонок кишечника та підвищує резистентність організму до інфекційних агентів [31]. Порушення балансу мікрофлори, зумовлене несприятливими умовами середовища або стресовими факторами, може призводити до зниження імунної реактивності та розвитку захворювань.

Мікроорганізми кишечника беруть участь у синтезі біологічно активних речовин, зокрема вітамінів групи В, органічних кислот та інших метаболітів, що позитивно впливають на обмін речовин і загальний фізіологічний стан риб [40]. Метаболічна активність мікроорганізмів також сприяє детоксикації деяких шкідливих сполук, які надходять в організм із кормом або водним середовищем. Склад і стабільність мікрофлори кишечника тісно пов'язані з екологічними умовами існування риб та їх раціоном [15]. Зміни температури води, рівня забруднення, вмісту органічних речовин і важких металів можуть спричиняти перебудову мікробіоценозу [36]. У зв'язку з цим мікрофлора кишечника розглядається як чутливий показник екологічного благополуччя водних екосистем [24, 27].

Мікрофлора кишечника окуня річкового (*Perca fluviatilis*) представлена різноманітними групами мікроорганізмів [8]. До складу грампозитивної кокової мікрофлори належать представники родів *Staphylococcus*, *Micrococcus* та *Enterococcus*, які переважно виконують сапрофітні функції та беруть участь у підтриманні мікробного балансу кишечника [8, 33]. Серед грампозитивних паличкоподібних бактерій виявляються спороутворюючі представники родів *Bacillus* та анаеробні форми роду *Clostridium* [33]. Значну частку мікрофлори кишечника окуня становлять грамнегативні ентеробактерії, зокрема *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae*, а також представники роду *Proteus* [33]. До характерних мешканців кишечника належать також грамнегативні неферментуючі бактерії водного походження — *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* та *Shewanella putrefaciens*, присутність яких часто пов'язують з екологічним станом водойми [8, 33]. Окрему групу становлять вібріоноподібні бактерії роду *Vibrio*, які здатні швидко адаптуватися до змін трофічних умов. У меншій кількості в кишечнику окуня річкового виявляються анаеробні бактерії, а також дріжджоподібні гриби роду *Candida* [33]. Іноді реєструються актиноміцети роду *Actinomyces*, наявність яких може бути зумовлена особливостями кормової бази та донних відкладів. [8]

Таким чином, мікрофлора кишечника риб є важливим функціональним компонентом організму, який забезпечує ефективне травлення, підтримку імунного захисту та адаптацію до умов середовища [31]. Дослідження її складу та властивостей у окуня річкового дозволяє не лише поглибити уявлення про фізіологічні особливості виду, але й оцінити вплив екологічних факторів на стан річкових екосистем.

1.3. Джерела формування та фактори змін мікробіоценозу кишечника прісноводних риб

Формування мікробіоценозу кишечника прісноводних риб є динамічним процесом, що залежить від взаємодії організму риби з водним середовищем упродовж усього онтогенезу. Основним джерелом мікроорганізмів є вода, яка постійно контактує з організмом риб і забезпечує надходження як автохтонних, так і транзиторних мікробних форм до травного тракту [2]. Важливу роль у формуванні мікрофлори кишечника відіграє корм, разом із яким у кишечник потрапляють різні групи мікроорганізмів; при цьому трофічна спеціалізація риб і зміни раціону суттєво впливають на якісний і кількісний склад мікробіоценозу [5, 36].

Значний вплив на мікрофлору кишечника мають абіотичні фактори, зокрема температура води, вміст розчиненого кисню та гідрохімічні показники, які визначають умови життєдіяльності мікроорганізмів і зумовлюють сезонні коливання їх чисельності [7, 11, 36]. Антропогенне навантаження на водні екосистеми, пов'язане з надходженням органічних забруднювачів, стічних вод і токсичних сполук, призводить до змін складу мікрофлори води та, відповідно, кишечника риб, сприяючи зростанню частки умовно-патогенних мікроорганізмів [16, 22, 18]. Фізіологічний стан риб, зокрема вік, імунна реактивність та вплив стресових факторів, також визначає стабільність мікробіоценозу кишечника [38]. Порушення рівноваги між організмом хазяїна та мікрофлорою може призводити до дисбіотичних змін [25].

Таким чином, склад мікрофлори кишечника прісноводних риб є чутливим показником умов середовища існування та фізіологічного стану організму.

1.4. Значення мікробіологічних досліджень риб для екологічної оцінки водних об'єктів та рибного господарства

Мікробіологічні дослідження риб є важливим інструментом комплексної оцінки екологічного стану водних об'єктів, оскільки мікрофлора

риб чутливо реагує на зміни гідрохімічних і біологічних умов середовища [3]. Склад і кількісні показники мікроорганізмів, що населяють поверхню тіла та внутрішні органи, зокрема кишечник, відображають рівень органічного забруднення, антропогенного навантаження та трофічний стан водойм. У зв'язку з цим мікрофлора риб може використовуватися як біологічний індикатор якості водного середовища [22, 37].

Дослідження мікрофлори кишечника дозволяє оцінити адаптаційні можливості риб до несприятливих екологічних факторів, а також виявити порушення мікробіоценозу, що можуть свідчити про стресовий стан організму. Зростання чисельності умовно-патогенних і сапрофітних мікроорганізмів часто є наслідком погіршення санітарного стану водойм і може передувати виникненню інфекційних захворювань у рибних популяціях [39]. У рибному господарстві мікробіологічні дослідження мають важливе практичне значення, оскільки дозволяють контролювати санітарно-гігієнічний стан рибної продукції та запобігати поширенню бактеріальних інфекцій [42]. Аналіз мікрофлори риб використовується для оцінки безпеки продукції, визначення ризиків для здоров'я споживачів та обґрунтування профілактичних заходів у процесі вирощування, вилову та зберігання риби [22, 28].

Таким чином, мікробіологічний аналіз риб поєднує екологічний і господарський аспекти та є важливою складовою сучасних досліджень прісноводних екосистем.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1

Огляд літератури показав, що окунь річковий (*Perca fluviatilis*) має високу адаптивність і хижу трофічну спеціалізацію, що впливає на формування його кишкової мікрофлори. Кишечник риби населений різноманітними бактеріями та дріжджами, які беруть участь у травленні, синтезі біологічно активних речовин та підтриманні імунітету. Склад

мікрофлори залежить від корму, екологічних умов водойми та стану організму риби. Мікробіологічні дослідження риб дозволяють оцінювати екологічний стан водних об'єктів, прогнозувати здоров'я популяцій та забезпечувати безпечність рибної продукції.

РОЗДІЛ 2.

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У даній роботі досліджували культуральні особливості та кількісний склад мікрофлори кишечника популяцій річкового окуня (*Perca fluviatilis*) різних вікових груп, виловлених у природних умовах річки Тетерів у межах м. Житомира (район Карбутовки) в літній період. Дослідження проводили з метою оцінки особливостей формування мікробіоценозу кишечника молодих і дорослих особин та аналізу можливих екологічних і санітарних ризиків, пов'язаних зі складом мікрофлори.

Матеріал дослідження

Об'єкт дослідження – популяції річкового окуня (*Perca fluviatilis*) різних вікових груп, що мешкають у річці Тетерів у межах м. Житомира.

Предмет дослідження – є культуральні особливості та кількісний склад мікрофлори кишечника річкового окуня (*Perca fluviatilis*).

Дослідження проводили на 10 особинах окуня, виловлених у літній період, з яких: 5 особин віднесено до молодшої вікової групи (менші за розміром); 5 особин — до дорослої вікової групи (більші за розміром). Поділ риб на вікові групи здійснювали за морфометричними показниками (загальні розміри тіла).

Методи дослідження

1. Мікробіологічні методи

Відбір зразків кишечника здійснювали стерильними ватними тампонами з внутрішньої поверхні різних відділів кишечника риб із формуванням збірної проби; використовували поживні середовища загального та спеціального призначення (диференційно-діагностичні,

селективні, елективні); посів матеріалу проводили поверхневим методом для отримання видимих ознак росту мікроорганізмів; культивування здійснювали в термостатах за оптимальних температурних умов; попередню ідентифікацію мікроорганізмів проводили за культуральними ознаками.

2. Бактеріологічні методи

Кількісний облік мікроорганізмів здійснювали шляхом підрахунку колоній на чашках Петрі; диференціацію мікроорганізмів проводили за сукупністю культуральних характеристик із віднесенням їх до відповідних морфологічних груп.

3. Описові методи

Фіксацію культуральних ознак колоній здійснювали шляхом візуальної оцінки форми, краю, поверхні, кольору, швидкості росту та часу появи колоній на поживних середовищах.

4. Статистичні методи

Обробку отриманих кількісних даних проводили з використанням табличного процесора Microsoft Excel із визначенням середніх значень та варіабельності показників.

5. Аналітичні методи

Проводили аналіз та узагальнення отриманих результатів з метою оцінки особливостей формування мікрофлори кишечника річкового окуня різних вікових груп та впливу екологічних чинників на її склад.

Місце та умови проведення досліджень

Риба була виловлена в річці Тетерів у межах м. Житомира (район Карбутовки) в літній період (рис. 2.1; додаток Г). Після вилову окунів доставляли до лабораторії кафедри ветеринарної епідеміології факультету ветеринарної медицини та тваринництва Поліського національного університету найкоротший термін для проведення мікробіологічних досліджень.



Рис. 2.1. Місце вилову окунів (р. Тетерів)

Методика проведення досліджень

Методика відбору проб кишечника

Відбір проб кишечника річкового окуня (*Perca fluviatilis*) проводили після розтину риби (10 особин: 5 молодих та 5 статевозрілих) з дотриманням правил асептики. Для отримання репрезентативної характеристики мікрофлори кишечника від кожної особини формували збірну пробу, що включала матеріал із різних відділів кишечника.

Зразки відбирали стерильним ватним тампоном, яким послідовно здійснювали контакт із внутрішньою поверхнею переднього, середнього та заднього відділів кишечника [21]. Отриманий матеріал використовували для поверхневого посіву на поживні середовища різних типів [41].

Такий підхід дозволив отримати узагальнену характеристику

мікрофлори кишечника кожної особи без детального розподілу за окремими відділами. Відбір зразків здійснювали дотримуючись правил біоетики та біобезпеки.

Культивування

Для дослідження застосовували такі поживні середовища:

- ✚ MRS-агар – для виявлення молочнокислих бактерій;
- ✚ Агар Ендо – для виділення ентеробактерій;
- ✚ Агар Левіна – для росту грамнегативних бактерій;
- ✚ Ксилозо-лізиновий агар – для виявлення *Salmonella spp.*;
- ✚ Вісмут-сульфітний агар (ВСА) – для селективного виділення *Salmonella spp.*;
- ✚ Агар МакКонкі – для диференціації ентеробактерій;
- ✚ Агар АМХ – для росту сапрофітної мікрофлори;
- ✚ Агар Чапека – для виділення грибів;
- ✚ М'ясо-пептонний агар (МПА) – для загальної оцінки бактеріальної чисельності.

Посіви інкубували з щоденним спостереженням (рис. 2.2). Облік бактеріального росту проводили на 3-тю добу, коли колонії були чітко сформовані та придатні до підрахунку. Для дріжджоподібних грибів, виділених на агарі Чапека, облік результатів здійснювали на 7–10-ту добу, зважаючи на повільніший ріст грибів.

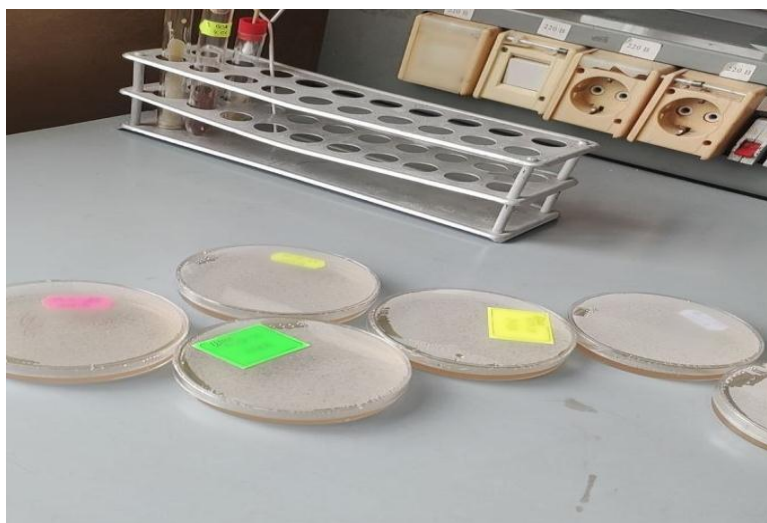


Рис.2.2. Вигляд чашок Петрі після проведення мікробіологічних висівів
Висів та мікробіологічне культивування

Посіви проводили поверхневим методом штриха на чашках Петрі [41]. Облік результатів для бактеріальної мікрофлори здійснювали на 3-тю добу інкубації (+ 37°C), коли колонії були чітко сформовані. Для грибів облік проводили на 7–10-ту добу (+26°C), з урахуванням повільнішого росту.

Облік та аналіз результатів

Оцінку мікрофлори здійснювали за культуральними ознаками колоній, зокрема враховували форму, край, поверхню, колір, швидкість росту та час появи колоній на поживних середовищах.

Для оцінки кількісного складу мікрофлори кишечника річкового окуня було проведено підрахунок колоній на різних поживних середовищах із використанням технічних повторів. Кожна риба (5 молодих та 5 дорослих особин) мала по 2 чашки Петрі на кожне середовище, що дозволило врахувати методичну варіабельність посіву. Середні значення для однієї риби визначалося як середнє по двох чашках, а далі обчислювалося $M \pm m$ для кожної вікової групи (M — середнє арифметичне по 5 рибах, m — похибка середнього).

Отримані дані систематизували у вигляді таблиць, що дозволило провести порівняльний аналіз мікрофлори кишечника молодих і дорослих окунів, а також оцінити можливі екологічні та санітарні ризики для річки Тетерів у літній період.

Статистична обробка даних

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою табличного процесора Microsoft Excel.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2: Використана методика досліджень дозволила отримати дані щодо культуральних особливостей та кількісного складу мікрофлори кишечника річкового окуня різних вікових груп і створила методичну основу для подальшого аналізу результатів та оцінки екологічного стану річки Тетерів.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Культуральна характеристика мікроорганізмів, виділених із кишечника окуня річкового (*Perca fluviatilis*)

Після посіву кишечного вмісту молодих і дорослих окунів на різні поживні середовища було виявлено різноманітну бактеріальну та грибову флору.

Під час культивування зразків мікрофлори кишечника річкового окуня як у дорослих, так і молодих особин, на поживних середовищах загального та спеціального призначення спостерігали формування колоній з різноманітними культуральними ознаками, що свідчить про гетерогенний склад мікробіоти. Перші видимі колонії бактерій з'являлися на 2–3 добу інкубації, що характерно для більшості мезофільних мікроорганізмів. Облік результатів проводили на 3 добу культивування, коли колонії набували чітко виражених морфологічних ознак і були придатні для опису та кількісного аналізу.

На м'ясо-пептонному агарі (МПА) та інших середовищах загального призначення (АМХ), як у дорослих, так і молодих особин, переважали колонії округлої форми, середнього та дрібного розміру, з рівними або злегка хвилястими краями (рис. 3.1; додаток Д).

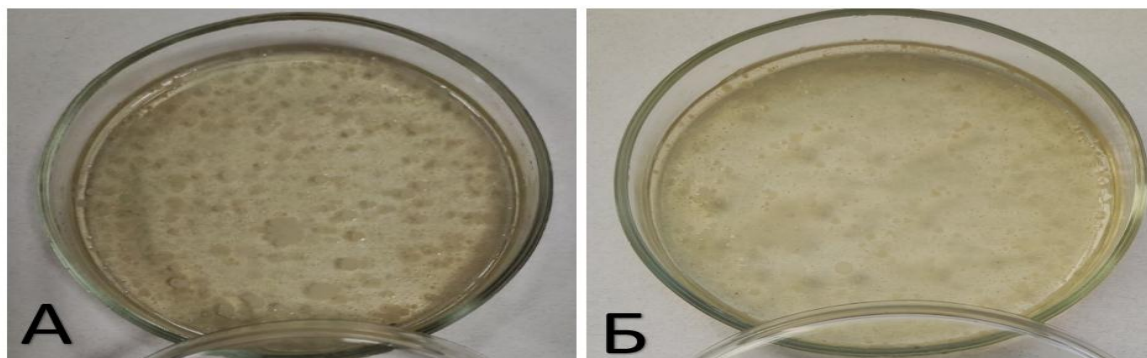


Рис. 3.1. Ріст м/о на середовищі МПА на 3 добу культивування: А – дорослі

особини окуня; Б – молоді особини окуня

Поверхня колоній у більшості випадків була гладкою та блискучою, іноді спостерігалася слизова консистенція, що може свідчити про наявність капсульних форм бактерій. Колір колоній варіював від біло-сіруватого до кремового, без вираженої пігментації.

На диференційно-діагностичних середовищах відзначали утворення колоній з різною інтенсивністю росту та оптичними властивостями. Частина колоній була напівпрозорою, інші — непрозорими, з щільною структурою. Окремі культури характеризувалися швидким ростом і формували добре помітні колонії вже на другу добу інкубації, тоді як повільнорослі мікроорганізми проявлялися пізніше. Наприклад, на MRS-агарі спостерігався ріст молочнокислих бактерій, ймовірно, *Lactobacillus spp.*, колонії округлі та злиті, кремового кольору, більш чисельні у дорослих особин (рис. 3.2).

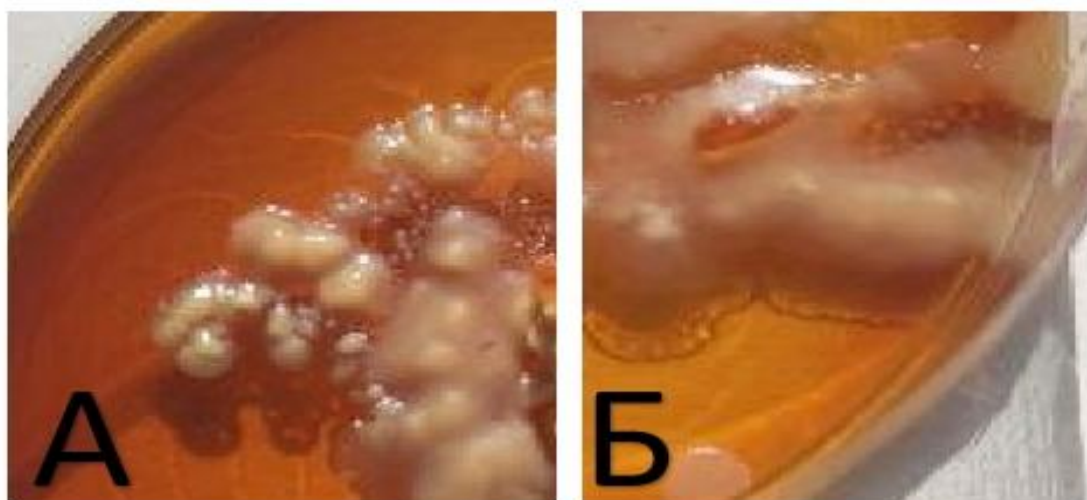


Рис. 3.2. Ріст молочнокислих бактерій на MRS-агарі на 2 добу культивування: А – дорослі особини окуня; Б – молоді особини окуня

На Агарі Ендо домінували грамнегативні ентеробактерії, ймовірно, *Escherichia coli* та *Enterobacter spp.*, колонії рожеві, іноді металевим блиском, також чисельність збільшувалася з віком (рис. 3.3).

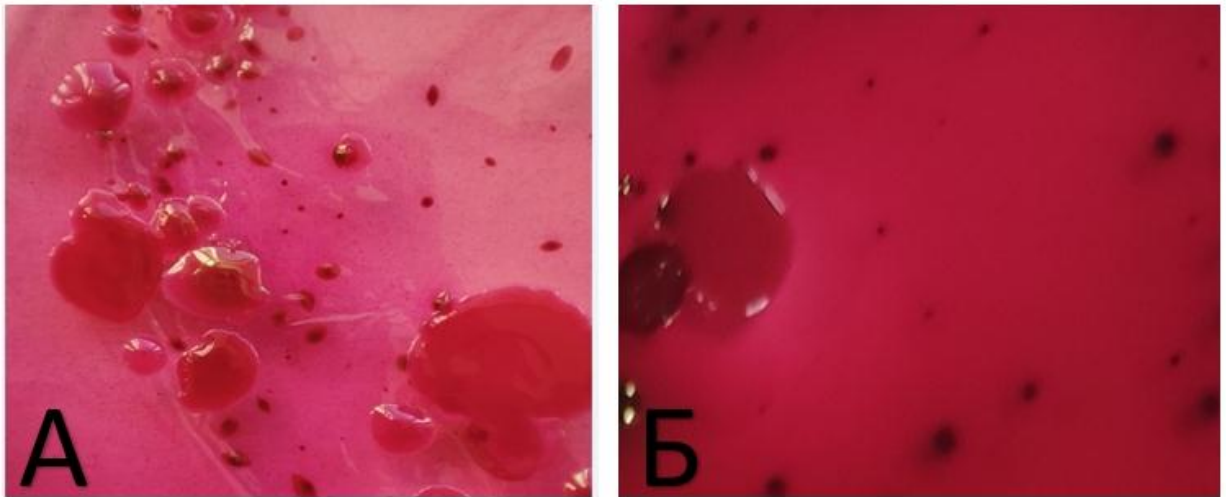


Рис. 3.2. Ріст ентеробактерій на агарі Ендо на 3 добу культивування: А – дорослі особини окуня; Б – молоді особини окуня

Агар Левіна забезпечив ріст *Proteus spp.* та *Pseudomonas spp.*, колонії слизові, розповзкі, світлуваті з нерівними краями. Колонії були більш помітні у дорослих риб. На Ксилозо-лізиновому (рис. 3.3) та Вісмут-сульфітному агарі виявлені умовно-патогенні *Salmonella spp.*, частіше у дорослих. Колонії мали темно-графітовий колір, слизувату поверхню, округлу форму та рівні краї.

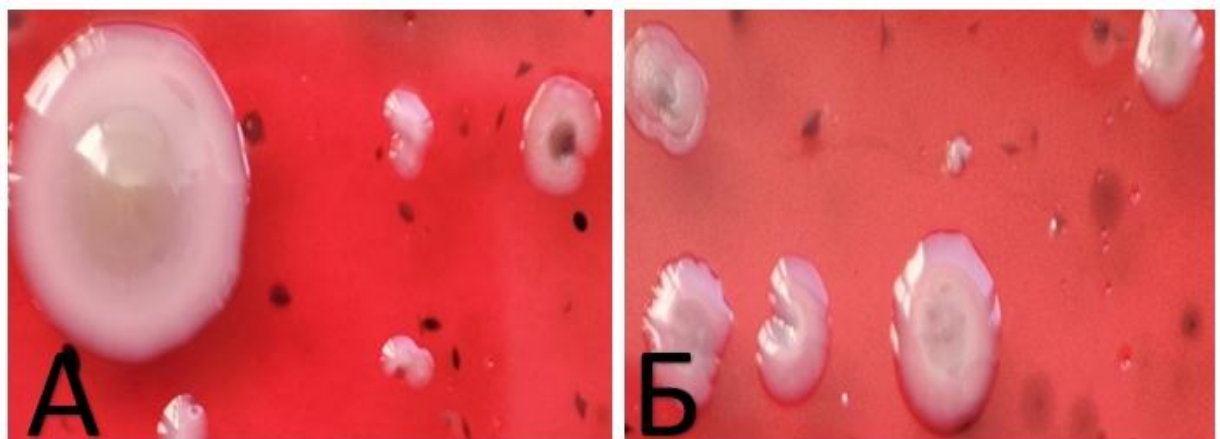


Рис. 3.3. Ріст ентеробактерій на Ксилозо-лізиновому агарі на 3 добу культивування: А – дорослі особини окуня; Б – молоді особини окуня

На Агарі МакКонкі та АМХ-агарі відзначався ріст (додаток А), ймовірно, *E. coli*, *Klebsiella spp.* та сапрофітних грамнегативних бактерій, чисельність яких була вища у дорослих.

Під час культивування на середовищах, призначених для виявлення мікроскопічних грибів, ріст спостерігали значно пізніше — на 7–10 добу інкубації. Грибні колонії(агар Чапека) мали повзучий або радіальний характер росту, нерівні краї, матову або бархатисту поверхню та відрізнялися щільнішою консистенцією порівняно з бактеріальними культурами. Колір колоній варіював від білого до світло-сірого (додаток Б-В).

Таблиця 3.1. Порівняльна характеристика культуральних ознак мікроорганізмів, виділених із кишечника молодих та дорослих річкових окунів (*Perca fluviatilis*) на деяких поживних середовищах

Культуральна ознака	Молоді особини окуня	Дорослі особини окуня	Поживні середовища
Час появи видимих колоній	Переважно на 3 добу	Частина колоній на 2 добу	МПА, МакКонкі, Ендо
Інтенсивність росту	Помірна, рівномірний ріст	Інтенсивніший, щільні скупчення	МПА, МакКонкі, Ендо
Форма колоній	Переважно округлі	Округлі та неправильні, інколи розповзкі	МПА, Ендо, Левіна, MRS
Розмір колоній	Дрібні та середні	Середні та великі	МПА, МакКонкі
Край колоній	Рівний або слабко хвилястий	Хвилястий, нерівний	МПА, МакКонкі, Ендо
Поверхня колоній	Гладка, блискуча	Гладка або слизова	МПА, МакКонкі, Ендо
Консистенція	Щільна	Слизова або м'яка	МПА, МакКонкі, Ендо, АМХ
Колір колоній	Білий, кремовий	Кремовий, сіруватий, іноді жовтуватий	МПА, Ендо, Левіна, МакКонкі
Прозорість	Напівпрозорі або непрозорі	Переважно непрозорі	МПА, МакКонкі, Ендо
Ріст мікроскопічних грибів	Поодинокі колонії на 8–10 добу	Частіше, активний ріст на 7–10 добу	Агар Чапека

Аналіз отриманих даних показав, що мікрофлора кишечника річкового окуня характеризується різноманітними культуральними ознаками, які залежать як від віку особин, так і від типу поживного середовища. У молодих особин переважають дрібні та середні колонії з округлою формою, гладкою поверхнею і щільною консистенцією, тоді як у дорослих колонії часто більші, з неправильними або розповзкими краями та слизовою консистенцією. Найбільш яскраво ці відмінності проявлялися на м'ясо-пептонному агарі (МПА) та агарі Ендо, що відображає загальний склад мікрофлори та диференціацію ентеробактерій.

Молочнокислі бактерії (*Lactobacillus spp.*) активніше формували колонії на MRS-агарі, ентеробактерії (*Escherichia spp.*, *Enterobacter spp.*) — на агарі Ендо та Левіна, а умовно-патогенні бактерії (*Proteus spp.*, *Salmonella spp.*) — на ксилозо-лізиновому та вісмут-сульфітному агарі. Анаеробні бактерії проявлялися на агарі АМХ у вигляді слизових колоній, а мікроскопічні гриби (*Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*) — на агарі Чапека, зростаючи повільніше і формуючи колонії з бархатистою поверхнею.

Таким чином, порівняння культуральних ознак молодих і дорослих окунів на різних поживних середовищах дозволяє виявити вікову мінливість складу кишкової мікрофлори та визначити потенційно важливі групи мікроорганізмів, що можуть впливати на стан здоров'я риб та якість водного середовища річки Тетерів (м. Житомир).

3.2. Кількісний склад мікрофлори кишечника окуня річкового (*Perca fluviatilis*)

Кількісні показники дозволяють порівняти чисельність та співвідношення основних груп мікроорганізмів у молодих та дорослих особин, а також визначити потенційні відмінності, пов'язані з віковими особливостями риб. Для цього проводили підрахунок колоній на різних

поживних середовищах із використанням технічних повторів, що забезпечує більш точну оцінку чисельності та варіабельності мікрофлори.

Середній підрахунок колоній ($M \pm m$) показав, що дорослі окуні (*Perca fluviatilis*) мають значно більшу чисельність мікроорганізмів у кишечнику, ніж молодь, а також ширший спектр представників як сапрофітних, так і умовно-патогенних бактерій та дріжджів (Таблиця 3.2.). Молодь характеризується меншою кількістю колоній та обмеженою структурною різноманітністю.

Таблиця 3.2. Кількість колоній у молодих та дорослих окунів на різних поживних середовищах ($n = 5$)

Поживне середовище	Молодь, $M \pm m$	Дорослі, $M \pm m$	Характеристика
MRS-агар	$12 \pm 1,3$	$28 \pm 2,2$	Молочнокислі бактерії чисельніше у дорослих
Агар Ендо	$8 \pm 0,9$	$25 \pm 2,0$	Ентеробактерії переважають у дорослих
Агар Левіна	$5 \pm 0,6$	$18 \pm 1,6$	<i>Proteus</i> та <i>Pseudomonas</i> активніше у дорослих
Ксилозо-лізиновий агар	$2 \pm 0,4$	$9 \pm 0,9$	<i>Salmonella</i> умовно-патогенна, частіше у дорослих
Вісмут-сульфітний агар	$1 \pm 0,3$	$8 \pm 0,9$	Чорні колонії <i>Salmonella</i> частіше у дорослих
Агар МакКонкі	$7 \pm 0,9$	$22 \pm 1,5$	<i>E. coli</i> та <i>Klebsiella</i> чисельніше у дорослих
Агар АМХ	$3 \pm 0,5$	$12 \pm 1,3$	Сапрофітні бактерії, більше у дорослих
Агар Чапека	$2 \pm 0,4$	$10 \pm 1,0$	Дріжджоподібні гриби чисельніше у дорослих
МПА	$10 \pm 1,0$	$30 \pm 2,5$	Загальна бактеріальна

			чисельність (біоплівка) значно вища у дорослих
--	--	--	--

Динаміка росту колоній свідчить, що переважна більшість бактерій формують видимі колонії вже на 3-ю добу інкубації, що відповідає швидкому росту ентеробактерій, *Lactobacillus spp.* та *Proteus/Pseudomonas*. Грибні колонії (*Candida spp.* та інші дріжджі) формуються пізніше — на 7–10-ту добу, що узгоджується з їх повільнішим ростом у природних умовах.

Оцінка структури мікрофлори за відсотковим співвідношенням груп мікроорганізмів (таблиця 3.3) показала, що у дорослих риб вищий відсоток *Lactobacillus spp.* та *Enterobacteriaceae*, тоді як у молоді ці групи займають меншу частку.

Таблиця 3.3. Відсоткове співвідношення груп мікроорганізмів у кишечнику молодих та дорослих окунів (n = 5)

Поживне середовище / ймовірна група мікроорганізмів	Молодь, % (M ± m)	Дорослі, % (M ± m)	Характеристика
MRS-агар / <i>Lactobacillus spp.</i>	40 ± 3	50 ± 4	Молочнокислі бактерії чисельніше у дорослих
Агар Ендо / <i>Enterobacteriaceae</i>	25 ± 2	30 ± 3	Ентеробактерії домінують у дорослих
Агар Левіна / <i>Proteus</i> або <i>Pseudomonas</i>	10 ± 1	20 ± 2	Більш чисельні у дорослих
Ксилозо-лізиновий / <i>Salmonella spp.</i>	5 ± 1	10 ± 1	Умовно-патогенні бактерії частіше у дорослих
Вісмут-сульфітний / <i>Salmonella spp.</i>	5 ± 1	10 ± 1	Чорні колонії частіше у дорослих
Агар Чапека / <i>Candida spp.</i>	5 ± 0,8	8 ± 1	Дріжджі більш чисельні у дорослих
МПА / різні сапрофіти	10 ± 1	12 ± 1	Загальна бактеріальна

			чисельність вища у дорослих
--	--	--	-----------------------------

Умовно-патогенні бактерії (*Salmonella spp.*, *Proteus*, *Pseudomonas*) зустрічалися частіше у дорослих особин, що свідчить про накопичення мікроорганізмів у процесі росту та формування кишкової мікрофлори.

Аналіз показав, що дорослі особини окунів мають вищу чисельність і різноманітність кишкової мікрофлори, включаючи сапрофітні та умовно-патогенні бактерії, а також дріжджі. Молодь характеризується меншою кількістю колоній і обмеженою структурною різноманітністю, що відображає етапи формування мікрофлори у процесі росту риб.

Отримані дані підтверджують, що кількісний склад мікрофлори кишечника річкового окуня змінюється з віком, що важливо для оцінки санітарного стану водойми та безпеки рибного продукту.

3.3. Оцінка потенційних екологічних та санітарних ризиків, пов'язаних зі складом мікрофлори

Аналіз кишкової мікрофлори популяції річкового окуня (*Perca fluviatilis*), відібраного літом у річці Тетерів, м. Житомира, свідчить про наявність як сапрофітних, так і умовно-патогенних мікроорганізмів. Сапрофітні бактерії та молочнокислі мікроорганізми (ймовірно, *Lactobacillus spp.*, *Enterococcus spp.*, сапрофітні мікроорганізми) домінували у дорослих риб, що свідчить про стабільну і функціонально розвинену мікрофлору, яка сприяє травленню та захисту організму риб. Це також відображає екологічний стан річки Тетерів, де літня температура води та біологічні умови сприяють формуванню збалансованої мікрофлори.

Водночас у дорослих окунів відзначена наявність умовно-патогенних бактерій (ймовірно, *Salmonella spp.*, *Proteus spp.*, *Pseudomonas spp.*) та дріжджоподібних грибів (ймовірно, *Candida spp.*), чисельність яких перевищує показники молодих риб. Це свідчить про накопичення потенційно

небезпечних мікроорганізмів з віком, особливо у літній період, коли риби активніше харчуються і контактують з різними джерелами мікробного забруднення у річці.

Кількісний та структурний аналіз показав, що дорослі риби мають більш чисельну та різноманітну мікрофлору, що може підвищувати екологічний ризик переносу умовно-патогенних бактерій у водне середовище та на споживачів. Молодь окуня річкового характеризується менш стабільною мікрофлорою, що робить її більш чутливою до впливу літніх стресорів: підвищеної температури води, змін концентрації органічних речовин та контактів з іншими водними організмами.

Виходячи з отриманих результатів, можна виділити такі основні ризики для річки Тетерів та господарського використання риби:

1. Екологічні ризики – дорослі окуні можуть бути джерелом поширення умовно-патогенних бактерій у літньому водному середовищі, особливо в ділянках з високою концентрацією риби, що може впливати на інші водні організми та якість води.

2. Санітарні ризики – риба, виловлена влітку та потрапляюча у господарський обіг без належної обробки, може становити загрозу для здоров'я людей через ймовірну наявність *Salmonella spp.* та інших умовно-патогенних бактерій.

Отже, для мінімізації ризиків слід контролювати мікробіологічний стан риби перед продажем або використанням у харчових цілях, а також здійснювати моніторинг стану річки Тетерів у літній період, коли біологічна активність риби і мікроорганізмів найвища.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Кишкова мікрофлора популяції річкового окуня (*Perca fluviatilis*) характеризується різноманітністю сапрофітних і молочнокислих бактерій, які забезпечують нормальне травлення та підтримку стабільної мікробіоти.

2. Дорослі риби мають більш чисельну та різноманітну мікрофлору, тоді як у молодих особин вона менш сформована, з меншим вмістом колоній умовно-патогенних бактерій.

3. Оптимальний ріст бактерій спостерігався на 3-ю добу, а дріжджоподібних грибів – на 7–10-ту добу, що підкреслює важливість динамічного контролю росту мікроорганізмів для точного оцінювання складу мікрофлори.

4. Виявлені умовно-патогенні мікроорганізми (ймовірно, *Salmonella spp.*, *Proteus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Candida spp.*) у дорослих окунів вказують на потенційні санітарні та екологічні ризики, особливо в літній період у річці Тетерів, коли риби активні та мікроорганізми розмножуються інтенсивніше.

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведених досліджень встановлено, що кишкова мікрофлора популяції річкового окуня (*Perca fluviatilis*), відібраного влітку у річці Тетерів (м. Житомир), представлена широким спектром мікроорганізмів, серед яких домінують сапрофітні та молочнокислі бактерії, а також виявляються умовно-патогенні форми.

2. Культуральна характеристика виділених мікроорганізмів свідчить, що у кишечнику окуня річкового наявні представники родин *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, а також *Proteus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Salmonella spp.* та дріжджоподібні гриби, ймовірно, роду *Candida*, що свідчить про складну і багатокомпонентну структуру мікробіоценозу.

3. Кількісний аналіз мікрофлори встановив, що дорослі особини окуня характеризуються значно більшою чисельністю та різноманітністю мікроорганізмів, порівняно з молодими рибами, що пов'язано з віковими особливостями, інтенсивнішим живленням та тривалішим контактом з водним середовищем.

4. Визначено, що оптимальний ріст більшості бактерій відбувався на 3-тю добу інкубації, тоді як дріжджоподібні гриби проявляли активний ріст на 7–10-ту добу, що підтверджує доцільність диференційованого підходу до обліку результатів мікробіологічних досліджень.

5. Виявлення умовно-патогенних мікроорганізмів у кишечнику окуня, особливо у дорослих особин, вказує на потенційні екологічні та санітарні ризики, пов'язані з літнім періодом, підвищеною біологічною активністю у річці Тетерів та можливим антропогенним впливом на водну екосистему.

6. Рекомендуємо запровадити посилений контроль якості води в річці Тетерів (м. Житомир) та здійснювати регулярний санітарно-епідеміологічний моніторинг водойми, з метою запобігання бактеріальному

забрудненню рибних ресурсів і мінімізації ризику потрапляння потенційно небезпечних мікроорганізмів у харчовий ланцюг людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. A global review of the biology and ecology of the European perch, *Perca fluviatilis* / N. Ning, C. Barlow, L. J. Baumgartner et al. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2025. 35(2). 587–618. DOI: [10.1007/s11160-025-09924-z](https://doi.org/10.1007/s11160-025-09924-z)
2. Antimicrobial resistance in aquaculture: evaluating *Pseudomonas aeruginosa* from fish ponds / C. N. Dim, I. H. Iheukwumere, C. M. Iheukwumere et al. *IPS Intelligentsia Multidisciplinary Journal*. 2025. 4(1). 32–36. DOI: [10.54117/iimj.v4i1.10](https://doi.org/10.54117/iimj.v4i1.10)
3. Bai J., Zhao J., Zhang Z., Tian Z. Assessment and a review of research on surface water quality modeling. *Ecological Modelling*. 2022. 466. 109888. DOI: [10.1016/j.ecolmodel.2022.109888](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.109888)
4. Bochert R. Comparative performance, biochemical composition, and fatty acid analysis of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) during grow-out in RAS fed different commercial diets. *Journal of Applied Aquaculture*. 2022. 34(1). 208–222. DOI: [10.1080/10454438.2020.1828217](https://doi.org/10.1080/10454438.2020.1828217)
5. Changes in the gut microbiota composition of juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) caused by pathogenic bacterial infection / D. G. Kim, S. J. Lee, J. M. Lee et al. *Fishes*. 2023. 8(6). 294. DOI: [10.3390/fishes8060294](https://doi.org/10.3390/fishes8060294)
6. Christensen E. A. F., Svendsen M. B. S., Steffensen J. F. Population ecology, growth, and physico-chemical habitat of anadromous European perch *Perca fluviatilis*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2021. 249. 107091. DOI: [10.1016/j.ecss.2020.107091](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107091)
7. Chronic poly (l-lactide)(PLA)-microplastic ingestion affects social behavior of juvenile European perch (*Perca fluviatilis*) / A. K. Kardgar, D. Ghosh, J. Sturve et al. *Science of the Total Environment*. 2023. 881. 163425. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2023.163425](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163425)
8. Comparative study of intestinal microbiota composition of six edible fish species / T. Ofek, M. Lalzar, S. Laviad-Shitrit et al. *Frontiers in Microbiology*. 2021. 12. 760266. DOI: [10.3389/fmicb.2021.760266](https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.760266)

9. Comparison of gut microbiome and plasma metabolome profiles between domesticated and wild Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) / X. Chen, X. Hou, L. Qian et al. *Aquaculture Research*. 2022. 53(11). 4076–4086. DOI: [10.1111/are.15909](https://doi.org/10.1111/are.15909)
10. Cormorant predation mortality of perch (*Perca fluviatilis*) in coastal and archipelago areas, northern Baltic Sea / O. Heikinheimo, T. J. Marjomäki, M. Olin, P. Rusanen. *ICES Journal of Marine Science*. 2022. 79(2). 337–349. DOI: [10.1093/icesjms/fsab258](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab258)
11. Direct and gut microbiota-mediated toxicities of environmental antibiotics to fish and aquatic invertebrates / Z. Li, T. Lu, M. Li et al. *Chemosphere*. 2023. 329. 138692. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2023.138692](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138692)
12. Domestication affected stress and immune response markers in *Perca fluviatilis* in the early larval stage / K. Palińska-Żarska, J. Król, M. Woźny et al. *Fish & shellfish immunology*. 2021. 114. 184–198. DOI: [10.1016/j.fsi.2021.04.028](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.04.028)
13. Effects of dietary protein levels on growth and physiology of domesticated European perch (*Perca fluviatilis*) reared in a recirculating aquaculture system / W. Wiechetek, R. Kasprzak, D. Adamek-Urbańska et al. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2025. 34(2). 284–296. DOI: [10.22358/jafs/194203/2024](https://doi.org/10.22358/jafs/194203/2024)
14. Falk S., Gassmann M., Stahl T. Influence of age on the concentrations of perfluoroalkyl acids (PFAA) in the tissues of perch (*Perca fluviatilis*). *Environmental Pollution*. 2024. 359. 124512. DOI: [10.1016/j.envpol.2024.124512](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124512)
15. Feed microbiome: confounding factor affecting fish gut microbiome studies / C. Karlsen, D. Tzimirotas, E. M. Robertsen et al. *ISME communications*. 2022. 2(1). 14. DOI: [10.1038/s43705-022-00096-6](https://doi.org/10.1038/s43705-022-00096-6)
16. Genotoxicity and metabolic changes induced via ingestion of virgin and UV-aged polyethylene microplastics by the freshwater fish *Perca fluviatilis* / I. Sampsonidis, K. Michailidou, K. Spritinoudi et al. *Chemosphere*. 2024. 362. 142619. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2024.142619](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142619)

17. Hall M., Nordahl O., Forsman A., Tibblin P. Maternal size in perch (*Perca fluviatilis*) influences the capacity of offspring to cope with different temperatures. *Frontiers in Marine Science*. 2023. 10. 1175176. DOI: [10.3389/fmars.2023.1175176](https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1175176)
18. Host habitat is the major determinant of the gut microbiome of fish / P. S. Kim, N. R. Shin, J. B. Lee et al. *Microbiome*. 2021. 9(1). 166. DOI: [10.1186/s40168-021-01113-x](https://doi.org/10.1186/s40168-021-01113-x)
19. Insight into bioavailability of various insect meals for European perch (*Perca fluviatilis*): a nutritional and stable isotopic evaluation / H. Q. Tran, T. T. Nguyen, M. D. Prokešová et al. *Aquaculture*. 2023. 563. 738912. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2022.738912](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738912)
20. Intra- population variation in reproductive timing covaries with thermal plasticity of offspring performance in perch *Perca fluviatilis* / M. Hall, O. Nordahl, P. Larsson et al. *Journal of Animal Ecology*. 2021. 90(10). 2236–2347. DOI: [10.1111/1365-2656.13542](https://doi.org/10.1111/1365-2656.13542)
21. Johny T. K., Puthusseri R. M., Bhat S. G. A primer on metagenomics and next- generation sequencing in fish gut microbiome research. *Aquaculture Research*. 2021. 52(10). 4574–4600. DOI: [10.1111/are.15373](https://doi.org/10.1111/are.15373)
22. Kotegov B. G., Larionov M. V. The European Perch *Perca fluviatilis* as a bioindicator of the nitrogen load to anthropogenic water bodies: Toxicology and trophology. *Inland Water Biology*. 2025. 18(3). 648–656. DOI: [10.1134/S1995082925600413](https://doi.org/10.1134/S1995082925600413)
23. Kozłowski M., Traczuk P., Kalinowska K. Length-weight relationship and condition factors of European perch, *Perca fluviatilis*, from 38 lakes in northeastern Poland. *Fisheries & Aquatic Life*. 2025. 33(2). 91–105. DOI: [10.2478/aopf-2025-0008](https://doi.org/10.2478/aopf-2025-0008)
24. Medina- Félix D., Garibay- Valdez E., Vargas- Albores F., Martínez- Porchas M. Fish disease and intestinal microbiota: A close and indivisible relationship. *Reviews in Aquaculture*. 2023. 15(2). 820–839. DOI: [10.1111/raq.12762](https://doi.org/10.1111/raq.12762)

25. Mekasha S., Linke D. Secretion systems in gram-negative bacterial fish pathogens. *Frontiers in Microbiology*. 2021. 12. 782673. DOI: [10.3389/fmicb.2021.782673](https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.782673)
26. Microbiology: an introduction / G. J. Tortora, B. R. Funke, C. L. Case et al. BoD–Books on Demand, 2024. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=jBifEQAAQBAJ> (дата звернення: 27.01.2026)
27. Mueller U. G., Linksvayer T. A. Microbiome breeding: conceptual and practical issues. *Trends in microbiology*. 2022. 30(10). 997–1011. DOI: [10.1016/j.tim.2022.04.003](https://doi.org/10.1016/j.tim.2022.04.003)
28. Potential benefits of high-added-value compounds from aquaculture and fish side streams on human gut microbiota / M. Wang, J. Zhou, M. Selma-Royo et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. 112. 484–494. DOI: [10.1016/j.tifs.2021.04.017](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.017)
29. Preparing for the future offspring: European perch (*Perca fluviatilis*) biosynthesis of physiologically required fatty acids for the gonads happens already in the autumn / C. Rigaud, K. K. Kahilainen, M. L. Calderini et al. *Oecologia*. 2023. 203(3). 477–489. DOI: [10.1007/s00442-023-05480-0](https://doi.org/10.1007/s00442-023-05480-0)
30. Prey selection and growth in 0+ Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. in littoral zones of seven temperate lakes / K. Karus, M. Zagars, H. Agasild et al. *Ecology of Freshwater Fish*. 2023. 32(1). 37–52. DOI: [10.1111/eff.12667](https://doi.org/10.1111/eff.12667)
31. Research progress of the gut microbiome in hybrid fish / X. Cui, Q. Zhang, Q. Zhang et al. *Microorganisms*. 2022. 10(5). 891. DOI: [10.3390/microorganisms10050891](https://doi.org/10.3390/microorganisms10050891)
32. Sex identification in immature Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) using ultrasonography / Y. Ledoré, A. Bestin, P. Haffray et al. *Aquaculture Research*. 2021. 52(12). 6046–6051. DOI: [10.1111/are.15465](https://doi.org/10.1111/are.15465)
33. Sharma P., Kapoor N., Langer S. Comparative Analysis of Gut Bacterial Communities in Fish and Shellfish of Great Himalayan River System. *Indian Journal of Microbiology*. 2024. 1–14. DOI: [10.1007/s12088-024-01286-7](https://doi.org/10.1007/s12088-024-01286-7)

34. Study on Morphology, Age and Growth of River *Perca fluviatilis* in Kalasuke Reservoir, Xinjiang, China / W. Li, G. Xing, Z. Wang et al. *Animals*. 2025. 15(17). 2469. DOI: [10.3390/ani15172469](https://doi.org/10.3390/ani15172469)
35. Sulaeman S., Herlinah H., Fotedar R. Reproductive adaptation in fish: A case study on female Eurasian perch, *Perca fluviatilis*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. 2024. 17(5). 2086–2095.
36. Sustainable fish feeds with insects and probiotics positively affect freshwater and marine fish gut microbiota / I. Hasan, S. Rimoldi, G. Saroglia, G. Terova. *Animals*. 2023. 13(10). 1633. DOI: [10.3390/ani13101633](https://doi.org/10.3390/ani13101633)
37. The biological assessment and rehabilitation of the world's rivers: an overview / M. J. Feio, R. M. Hughes, M. Callisto et al. *Water*. 2021. 13(3). 371. DOI: [10.3390/w13030371](https://doi.org/10.3390/w13030371)
38. Vertical habitat preferences shape the fish gut microbiota in a shallow lake / B. Zhang, J. Xiao, H. Liu et al. *Frontiers in Microbiology*. 2024. 15. 1341303. DOI: [10.3389/fmicb.2024.1341303](https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1341303)
39. Water quality and ecological risks in European surface waters—Monitoring improves while water quality decreases / J. Wolfram, S. Stehle, S. Bub et al. *Environment International*. 2021. 152. 106479. DOI: [10.1016/j.envint.2021.106479](https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106479)
40. Zebrafish: a big fish in the study of the gut microbiota / J. K. Cornuault, G. Byatt, M. E. Paquet et al. *Current Opinion in Biotechnology*. 2022. 73. 308–313. DOI: [10.1016/j.copbio.2021.09.007](https://doi.org/10.1016/j.copbio.2021.09.007)
41. Ветеринарна мікробіологія, вірусологія та імунологія : навч. посібник / Т. О. Романишина, А. Р. Лахман, Л. О. Солодка, В. Л. Бегас ; за заг. ред. Т. О. Романишиної та А. Р. Лахман. Житомир : Поліський національний університет, 2024. 186 с. URL: <https://drive.google.com/drive/u/7/folders/10LMXbYyMCuRwevrtgeWqu7aJnmrB7WLS> (дата звернення: 02.02.2026)
42. 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., **Чорногал 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.

43. **Чорногал В. В.** Кишкова мікрофлора річкового окуня (*Perca fluviatilis*) як біоіндикатор стану прісноводних екосистем *Наукові читання 2026. Благополуччя тварин і сталий розвиток тваринництва та аквакультури: наука, практика, освіта* : матеріали Всеукр. наук.-практ конф., 14 травня 2026 р. Житомир : Поліський національний університет, 2026. С. . (Науковий керівник – професор Піддубна Л. М.).