МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва

Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

СКОРОХОД СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 597.554.3:579.8:574.5(282.247.32)(477.42)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СЕЗОННА ДИНАМІКА МІКРОБІОЦЕНОЗУ КИШЕЧНИКА ЛЯЩА ЗВИЧАЙНОГО (*ABRAMIS BRAMA*) РІЧКИ КАМ'ЯНКА 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 _____ Сергій СКОРОХОД

Керівник роботи:
Людмила ПІДДУБНА,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Скороход С. В. СЕЗОННА ДИНАМІКА МІКРОБІОЦЕНОЗУ КИШЕЧНИКА ЛЯЩА ЗВИЧАЙНОГО (*ABRAMIS BRAMA*) РІЧКИ КАМ'ЯНКА М. ЖИТОМИРА. – 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.

Робота присвячена актуальній проблемі сучасної іхтіопатології та екологічної мікробіології — вивченню закономірностей формування мікробних асоціацій травного тракту риб в умовах антропогенно змінених прісноводних екосистем. Об'єктом дослідження виступив лящ звичайний (*Abramis brama*), який через придонний спосіб життя та характер живлення є репрезентативним індикатором бактеріального стану водойми.У роботі вперше проведено комплексний аналіз кількісного та якісного складу мікрофлори кишечника ляща річки Кам'янка у сезонному аспекті (весна, літо, осінь). Встановлено, що загальне мікробне число (ЗМЧ) зазнає суттєвих коливань: від помірного рівня весною (2,5 ±0,25 х 10^5 КУО/г) до вираженого піку в літній період (6,6 ±0,55 х 10^6 КУО/г) із подальшим спадом восени до 1,2 ± 0,11 х 10^5 КУО/г. Така динаміка обумовлена як фізіологічними змінами метаболізму риб, так і температурним режимом водойми. Особливу наукову увагу приділено таксономічній структурі мікробіоценозу. Доведено, що літній максимум супроводжується домінуванням бактерій родів *Aeromonas* (100%) та *Pseudomonas* (80%), що є наслідком евтрофікації річки та дефіциту кисню. Водночас, упродовж усіх сезонів зафіксовано високу частоту виділення кишкової палички (*Escherichia coli* — 60–80%), що свідчить про персистувальний антропогенний тиск та постійне фекальне забруднення русла річки комунальними стічними водами міста Житомира.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота представлена на 36 сторінках друкованого тексту, містить 7 таблиць, 9 ілюстративних рисунків та 4 додатки. У процесі виконання роботи опрацьовано й використано 50 наукових джерел, серед яких вітчизняні та зарубіжні публікації, а також електронні інформаційні ресурси

Ключові слова: мікробіоценоз, *Abramis brama*, сезонна динаміка, *Aeromonas, Escherichia coli*, загальне мікробне число, антропогенне навантаження.

S. V. Skorokhod. Seasonal Dynamics of the Intestinal Microbiome of the Common Bream (*Abramis brama*) in the Kamianka River, Zhytomyr.

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

This study addresses a pressing issue in modern ichthyopathology and environmental microbiology: the investigation of the patterns governing the formation of microbial communities in the digestive tract of fish within anthropogenically altered freshwater ecosystems. The subject of the study was the common bream (Abramis brama), which, due to its benthic lifestyle and feeding habits, serves as a representative indicator of the bacterial status of the water body. This study is the first to conduct a comprehensive analysis of the quantitative and qualitative composition of the intestinal microflora of bream from the Kamianka River across the seasons (spring, summer, autumn). It was established that the total microbial count (TMC) undergoes significant fluctuations: from a moderate level in spring (2,5 ±0,25 × 10^5 CFU/g) to a marked peak in the summer (6,6 ±0,55 × 10^6 CFU/g) with a subsequent decline in autumn to 1,2 ± 0,11 × 10^5 CFU/g. This trend is due to both physiological changes in fish metabolism and the temperature regime of the water body. Particular scientific attention was paid to the taxonomic structure of the microbiocenosis. It has been demonstrated that the summer peak is accompanied by the dominance of bacteria of the genera *Aeromonas* (100%) and *Pseudomonas* (80%), which is a consequence of river eutrophication and oxygen deficiency. At the same time, throughout all seasons, a high frequency of *Escherichia coli* (*E. coli* — 60–80%) has been recorded, indicating persistent anthropogenic pressure and constant faecal contamination of the riverbed by municipal wastewater from the city of Zhytomyr.

Structure of the work. The qualification work is presented on 36 pages of printed text, contains 7 tables and 9 illustrative figures. In the process of performing the work, 50 scientific sources were processed and used, including domestic and foreign publications, as well as electronic information resources.

Keywords: microbiocenosis, *Abramis brama*, seasonal dynamics, *Aeromonas, Escherichia coli*, total microbial count, anthropogenic load.

ЗМІСТ

Вступ……4

Розділ 1. Огляд літератури……..8

1.1. Мікробіоценоз кишечника риб як складова їх фізіологічного стану…...8

1.2. Фактори формування мікробіоценозу кишечника гідробіонтів……..9

1.3. Сезонна динаміка мікробіоти у прісноводних риб……...…11

1.4. Особливості біології та екології ляща звичайного (*Abramis brama*)…..12

1.5. Мікробіологічні показники як індикатори стану водних екосистем…..14

1.6. Антропогенний вплив на мікробіоценози річкових екосистем……..16

Висновок до розділу 1……17

Розділ 2. Матеріал, методика, місце та умови проведення досліджень…….19

2.1. Умови відбору та дослідження біологічного матеріалу……...19

2.2. Характеристика місця відбору матеріалів для дослідження……20

2.3. Об’єкт та матеріал дослідження……..……22

2.4. Бактеріологічні методи дослідження……..23

Розділ 3. Результати досліджень та їх обговорення…….……25

3.1. Загальна характеристика сезонної динаміки мікробіоценозу кишечника ляща. ……...…….25

3.2. Мікробіоценоз кишечника ляща у весняний період……..……...25

3.3. Мікробіоценоз кишечника ляща у літній період……..29

3.4. Мікробіоценоз кишечника ляща в осінній період…….……....34

3.5. Порівняльний аналіз кількісного та якісного складу мікрофлори кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*) в різні пори року……...36

Висновок до розділу 3……38

Розділ 4. Обговорення результатів досліджень…….39

Висновки та пропозиції……..……..…41

Список використаної літератури……..…….42

Додатки…….46

ВСТУП

Сучасний етап розвитку гідроекології та ветеринарної мікробіології характеризується зростаючим інтересом до вивчення мікробіоценозів гідробіонтів як чутливих індикаторів змін у водних екосистемах. Особливого значення набувають дослідження мікробіоти кишечника риб, оскільки саме цей біотоп відображає не лише фізіологічний стан організму, але й вплив факторів зовнішнього середовища, зокрема якості води, кормової бази та сезонних коливань.

Річкові екосистеми, що знаходяться в межах урбанізованих територій, зазнають значного антропогенного навантаження, яке проявляється у зміні гідрохімічних показників, надходженні органічних та неорганічних забруднювачів, а також трансформації біологічних угруповань. Одним із таких водних об’єктів є річка Кам'янка в межах міста Житомира, яка піддається впливу господарсько-побутових стоків, поверхневого змиву та урбанізаційних процесів. У таких умовах мікробіологічний стан води зазнає значних коливань, що безпосередньо впливає на формування мікробіоценозів риб.

Лящ звичайний (*Abramis brama*) є типовим представником іхтіофауни прісноводних водойм України, який характеризується донним способом життя та всеїдністю. Особливості живлення цього виду, зокрема споживання детриту, бентосу та органічних залишків, сприяють постійному контакту його кишечника з різноманітною мікрофлорою. У зв’язку з цим кишечник ляща є важливим об’єктом для дослідження мікробіоценозу та оцінки екологічного стану водного середовища.

Важливою особливістю формування мікробіоти риб є її сезонна мінливість. Зміни температури води, рівня розчиненого кисню, інтенсивності біологічних процесів та кормової бази протягом року зумовлюють динамічні коливання кількісного та якісного складу мікроорганізмів. У весняний період активізуються процеси надходження органічних речовин до водойм, що сприяє розвитку мікробіоти. Влітку, за

умов підвищеної температури та інтенсивної біологічної активності, відбувається максимальне зростання мікробного навантаження. В осінній період спостерігається певна стабілізація мікробіоценозів, що пов’язано зі зниженням температури та уповільненням біохімічних процесів.

Зміни мікробіоценозу кишечника риб мають не лише екологічне, але й ветеринарно-санітарне значення. Порушення мікробного балансу може призводити до зростання частки умовно-патогенних мікроорганізмів, що підвищує ризик розвитку інфекційних захворювань та знижує резистентність організму риб. Крім того, наявність санітарно-показових бактерій може свідчити про забруднення водойми та становити потенційну небезпеку для людини.

У зв’язку з цим дослідження сезонної динаміки мікробіоценозу кишечника риб є важливим напрямом сучасних наукових досліджень, що дозволяє оцінити вплив екологічних факторів на стан гідробіонтів та визначити рівень антропогенного навантаження на водні екосистеми.

Метою даної роботи було дослідження сезонної динаміки мікробіоценозу кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*), виловленого у річці Кам’янка в межах міста Житомира, з визначенням кількісного та якісного складу мікрофлори та оцінкою впливу сезонних факторів на її формування.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі **завдання:**

Провести відбір іхтіологічного матеріалу (ляща звичайного) у різні сезони року (весняний, літній та осінній періоди) у річці Кам’янка.

Визначити загальне мікробне число кишечного вмісту методом висіву на м’ясо-пептонний агар (МПА).

Провести якісний аналіз мікрофлори шляхом висіву на селективні та диференційно-діагностичні середовища (ЕНДО, МакКонкі, ВСА) з ідентифікацією основних груп мікроорганізмів.

Оцінити сезонні зміни кількісного та якісного складу мікробіоценозу кишечника ляща.

Встановити вплив сезонних факторів (температури води, органічного навантаження, умов середовища) на формування мікрофлори.

Провести порівняльний аналіз отриманих результатів і визначити закономірності сезонної динаміки мікробіоценозу.

Оцінити можливість використання мікробіоценозу кишечника риб як індикатора екологічного стану річки Кам'янка.

Об'єктом дослідження є лящ звичайний (*Abramis brama*), виловлений у річці Кам'янка в межах міста Житомира, як представник прісноводних гідробіонтів, що характеризується придонним способом життя та тісною взаємодією з мікробіологічним середовищем водойми.

Предметом дослідження є мікробіоценоз кишечника ляща звичайного, зокрема його кількісний та якісний склад, а також сезонна динаміка змін мікрофлори під впливом екологічних факторів водного середовища.

Матеріалом для проведення дослідження слугували проби вмісту кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*), відібрані від риб, виловлених у різні сезони 2025 року (весняний, літній та осінній періоди) у природних умовах річки Кам'янка в межах міста Житомира. Відбір іхтіологічного матеріалу здійснювали у прибережних ділянках водойми, що зазнають помірного антропогенного навантаження та характеризуються наявністю донних відкладень і органічних решток.

Комплекс лабораторних досліджень, спрямованих на визначення кількісного та якісного складу мікробіоценозу, здійснювали на базі профільної мікробіологічної лабораторії кафедри ветеринарної епідеміології з використанням стандартних бактеріологічних методів та поживних середовищ.

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., Чорногал В. В., Сивченко С. В.

Resilience of Science in a Changing World: Interdisciplinary Perspectives and Solutions: тези доп. І Міжн. наук.-практ. інтернет-конф. (Дніпро, 29–30 січня 2026 р.). Дніпро, 2026. С. 202–204.

Скороход С.В. Сезонна динаміка мікробіоценозу кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*) річки кам’янка м. Житомира / *Наукові читання 2026. Благополуччя тварин і сталий розвиток тваринництва та аквакультури: наука, практика, освіта*: мат. наук.-практ. конф. присвяченої Дню науки в Україні, 14 травня 2026 р., Житомир : Поліський національний університет, 2026. С. 5.

Отримані в роботі результати свідчать про наявність чітко вираженої сезонної циклічності у розвитку мікробних асоціацій кишечника ляща. Загальна тенденція вказує на те, що бактеріальний фон травного тракту не є стабільним і зазнає суттєвих коливань упродовж року. Встановлено, що пік бактеріального обсіменіння та максимальне таксономічне різноманіття мікрофлори (максимум) реєструються у літній період. Це обумовлено високою температурою води, процесами евтрофікації річки та піком трофічної активності бентофагів. Натомість, мінімальні кількісні показники загального мікробного числа (ЗМЧ) та збіднення видового складу спостерігаються в осінній період (мінімум), що пов'язано зі зниженням температури води, сповільненням метаболізму риб та переходом їх у передзимувальний стан. Весняний період займає проміжне (перехідне) значення, характеризуючись поступовою активізацією мікрофлори після зимового анабіозу. Виявлена динаміка доводить, що кишечник ляща як придонного мешканця чутливо реагує на сезонні зміни в екосистемі річки Кам’янка, що відображає тісний взаємозв'язок між організмом господаря та навколишнім середовищем.

Кваліфікаційна робота викладена на 34 сторінках, включає в себе 7 таблиць, 9 рисунків, 4 додатки та містить 50 посилань на українські та закордонні джерела, і також на електронні ресурси.

Розділ 1. Огляд літератури

1.1. Мікробіоценоз кишечника риб як складова їх фізіологічного стану

Мікробіоценоз кишечника риб є складною та динамічною біологічною системою, яка формується в процесі взаємодії організму гідробіонтів із навколишнім середовищем. Він представлений сукупністю мікроорганізмів, що постійно або транзиторно заселяють травний тракт і перебувають у тісному взаємозв'язку з макроорганізмом. У сучасній мікробіології мікробіоценоз розглядається як невід'ємний компонент гомеостазу організму, що бере участь у регуляції фізіологічних процесів [3, 9].

Кишкова мікрофлора риб виконує низку важливих функцій, серед яких провідне місце займають травна, метаболічна та захисна. Мікроорганізми беруть активну участь у процесах ферментації органічних речовин, розщепленні білків, жирів і вуглеводів, а також у синтезі біологічно активних сполук, зокрема вітамінів групи В та ферментів. Завдяки цьому забезпечується більш ефективне засвоєння поживних речовин та підтримання енергетичного балансу організму риби [9, 17].

Важливою функцією мікробіоценозу є формування імунологічної резистентності організму. Представники нормальної мікрофлори створюють біологічний бар'єр, перешкоджаючи колонізації кишечника патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами. Це відбувається за рахунок конкуренції за поживні субстрати, продукування антимікробних речовин та стимуляції імунної відповіді макроорганізму [3, 6].

Склад мікробіоценозу кишечника риб є неоднорідним і включає різні групи мікроорганізмів, серед яких переважають бактерії родини *Enterobacteriaceae,* а також представники родів *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Bacillus* та інші. Частка тих чи інших мікроорганізмів залежить від ряду факторів, зокрема умов існування, типу живлення, віку риб та екологічного стану водойми [22].

Особливістю мікробіоценозу риб є його тісний зв’язок із водним середовищем. На відміну від наземних тварин, формування кишкової мікрофлори у риб значною мірою визначається мікробіологічним складом води та кормових об’єктів. У процесі живлення та дихання мікроорганізми активно потрапляють до організму риб, де частина з них адаптується та стає складовою постійної мікрофлори [6, 29].

Порушення рівноваги мікробіоценозу, відоме як дисбіоз, може призводити до негативних наслідків для організму риби. Зміна кількісного та якісного складу мікрофлори супроводжується зниженням імунітету, погіршенням процесів травлення та підвищенням сприйнятливості до інфекційних захворювань. Особливо чутливою мікробіота кишечника є до змін екологічних факторів, таких як температура води, рівень забруднення та наявність органічних речовин [26].

Таким чином, мікробіоценоз кишечника риб є важливим індикатором їх фізіологічного стану та умов існування. Його дослідження дозволяє не лише оцінити функціональний стан організму гідробіонтів, але й зробити висновки щодо екологічного стану водного середовища.

1.2. Фактори формування мікробіоценозу кишечника гідробіонтів

Формування мікробіоценозу кишечника риб є складним багатофакторним процесом, який визначається взаємодією біотичних і абіотичних чинників навколишнього середовища. Склад та функціональна активність мікрофлори травного тракту гідробіонтів перебувають у постійній динаміці та залежать як від фізіологічного стану організму, так і від умов його існування [2, 33].

Одним із ключових факторів є температура водного середовища. Температурний режим безпосередньо впливає на інтенсивність метаболічних процесів як у риб, так і у мікроорганізмів. Підвищення температури сприяє активізації росту та розмноження бактерій, тоді як зниження температури призводить до уповільнення мікробіологічних

процесів. Саме температурний фактор значною мірою обумовлює сезонні коливання мікробіоценозу [14].

Важливу роль у формуванні мікрофлори кишечника відіграє кормова база. Тип і якість корму визначають склад поживного субстрату, який використовується мікроорганізмами. У риб із різним типом живлення (хижаки, всеїдні, детритофаги) спостерігаються суттєві відмінності у складі мікробіоценозу. Зокрема, у донних видів риб, які споживають органічні залишки та бентос, формується більш різноманітна мікрофлора, що включає значну кількість сапрофітних та умовно-патогенних бактерій [25].

Якість води є ще одним визначальним фактором. Вміст органічних речовин, рівень забруднення, концентрація розчиненого кисню та мінеральний склад води впливають на мікробіологічний фон середовища, з якого формується мікрофлора кишечника. В умовах підвищеного органічного навантаження активізується розвиток сапрофітних бактерій, зокрема представників родів *Aeromonas* і *Pseudomonas*, які здатні швидко адаптуватися до змін середовища [28,33].

Суттєвий вплив на формування мікробіоценозу має антропогенний фактор. Скидання стічних вод, сільськогосподарський стік та інші джерела забруднення призводять до зміни мікробіологічного складу води та сприяють потраплянню до організму риб сторонньої, часто небажаної мікрофлори. У таких умовах збільшується частка санітарно-показових та умовно-патогенних мікроорганізмів, що може негативно впливати на стан здоров’я риб [4, 40].

Не менш важливим є фізіологічний стан самих гідробіонтів. Вік, стадія розвитку, інтенсивність обміну речовин та стан імунної системи визначають здатність організму контролювати склад власної мікрофлори. Молоді особини, як правило, мають менш стабільний мікробіоценоз, тоді як у дорослих риб формується більш усталена мікрофлора [28].

Слід також враховувати взаємодію між самими мікроорганізмами. У межах мікробіоценозу відбуваються процеси конкуренції, симбіозу та

антагонізму, які визначають структуру мікробної спільноти. Баланс між різними групами мікроорганізмів є необхідною умовою стабільного функціонування кишечника [39].

Таким чином, мікробіоценоз кишечника риб формується під впливом комплексу факторів, серед яких провідне значення мають температура води, кормова база, якість водного середовища та антропогенне навантаження. Сукупна дія цих чинників обумовлює змінність мікрофлори у часі, що особливо проявляється у вигляді сезонної динаміки.

1.3. Сезонна динаміка мікробіоти у прісноводних риб

Сезонна динаміка мікробіоти є однією з характерних особливостей функціонування мікробіоценозів у водних екосистемах. У риб, як холоднокровних організмів, усі фізіологічні процеси, включаючи формування мікрофлори кишечника, тісно пов’язані з температурними та екологічними умовами навколишнього середовища. Зміни цих умов протягом року обумовлюють суттєві коливання як кількісного, так і якісного складу мікробіоценозу [13].

У весняний період відбувається активізація біологічних процесів у водоймах, що пов’язано з підвищенням температури води та надходженням значної кількості органічних речовин у результаті танення снігу та поверхневого стоку. Це створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів. У кишечнику риб у цей період спостерігається зростання чисельності бактерій, зокрема представників родини Enterobacteriaceae. Водночас мікробіоценоз ще не досягає максимального розвитку, оскільки температурний режим залишається нестабільним [21, 35].

Літній період характеризується найбільш інтенсивним розвитком мікробіоти. Висока температура води, збільшення кількості органічних речовин та зниження концентрації розчиненого кисню сприяють активному розмноженню мікроорганізмів. У цей час у кишечнику риб спостерігається максимальний рівень бактеріального обсіменіння та підвищення різноманітності мікрофлори. Домінуюче положення займають представники

родів *Aeromonas, Pseudomonas* та інші умовно-патогенні бактерії, які добре адаптовані до умов евтрофікованих водойм [24, 41].

Особливістю літнього періоду є також підвищення ризику розвитку дисбіотичних станів. Надмірне зростання умовно-патогенної мікрофлори може призводити до порушення рівноваги мікробіоценозу, що негативно впливає на фізіологічний стан риб та знижує їх резистентність до інфекційних захворювань [21].

В осінній період відбувається поступове зниження температури води та уповільнення біологічних процесів. Це призводить до зменшення загальної чисельності мікроорганізмів і стабілізації мікробіоценозу кишечника. Частка умовно-патогенних бактерій зменшується, а мікрофлора набуває більш збалансованого характеру. У цей період відновлюється відносна рівновага між різними групами мікроорганізмів [24].

Сезонні зміни мікробіоти тісно пов’язані з процесами, що відбуваються у водному середовищі, зокрема з явищем евтрофікація, яке супроводжується накопиченням органічних речовин та розвитком мікроорганізмів. У літній період ці процеси досягають максимуму, що пояснює зростання бактеріального навантаження як у воді, так і в організмі риб [34].

Таким чином, сезонна динаміка мікробіоценозу кишечника риб характеризується чіткою закономірністю: від помірного розвитку навесні до максимального влітку та подальшої стабілізації восени. Ці зміни обумовлені комплексною дією температурних, гідрохімічних та біологічних факторів і мають важливе значення для розуміння функціонування водних екосистем та оцінки стану гідробіонтів.

1.4. Особливості біології та екології ляща звичайного (*Abramis brama*)

Лящ звичайний (*Abramis brama*) є одним із найпоширеніших представників прісноводної іхтіофауни Європи, зокрема водойм України. Він належить до родини коропових (*Cyprinidae*) і широко розповсюджений

у річках, озерах та водосховищах із помірною течією та значною кількістю донних відкладів [5, 27].

Для цього виду характерний придонний спосіб життя, що обумовлює його тісний зв’язок із донними біотопами. Лящ віддає перевагу ділянкам водойм із мулистим або піщано-мулистим ґрунтом, де концентрується значна кількість органічних решток і бентосних організмів. Такі умови сприяють формуванню специфічного мікробіологічного середовища, з яким риба перебуває у постійному контакті [8, 46].

Особливості живлення ляща відіграють ключову роль у формуванні його кишкового мікробіоценозу. Цей вид є типовим бентофагом, що живиться донними безхребетними (личинками комах, молюсками, червами), а також детритом – органічними залишками, що накопичуються на дні водойм. У процесі живлення до організму риби потрапляє значна кількість мікроорганізмів, які разом із кормом формують мікрофлору кишечника [10].

Важливою біологічною особливістю ляща є його здатність до інтенсивного фільтрування донного субстрату. Під час живлення він заковтує не лише кормові об’єкти, але й частки ґрунту разом із бактеріями, грибами та іншими мікроорганізмами. Це сприяє високому рівню мікробного різноманіття у кишечнику та робить даний вид риб чутливим до змін мікробіологічного стану водойми [23].

Екологічна пластичність ляща дозволяє йому існувати в умовах різного ступеня забруднення води. Проте підвищене органічне навантаження та розвиток процесів евтрофікації можуть суттєво впливати на стан його організму, зокрема на склад кишкової мікрофлори. У таких умовах зростає частка умовно-патогенних мікроорганізмів, що може призводити до порушення фізіологічної рівноваги [16].

Сезонні зміни умов існування також значною мірою впливають на біологію ляща. У весняний період активізуються процеси живлення та обміну речовин, що супроводжується збільшенням надходження мікроорганізмів до кишечника. Влітку, за умов високих температур і

інтенсивного розвитку біоти, спостерігається максимальна активність риб і відповідно найбільше мікробне навантаження. Восени інтенсивність живлення знижується, що сприяє стабілізації мікробіоценозу [11,23].

Таким чином, біологічні та екологічні особливості ляща звичайного, зокрема його придонний спосіб життя, тип живлення та постійний контакт із донними відкладеннями, обумовлюють формування специфічного мікробіоценозу кишечника. Це робить даний вид риб інформативним об'єктом для дослідження мікробіологічних процесів у водних екосистемах та оцінки їх екологічного стану.

1.5. Мікробіологічні показники як індикатори стану водних екосистем

У сучасних умовах зростаючого антропогенного навантаження на водні екосистеми особливого значення набуває оцінка їх екологічного стану за допомогою біологічних та мікробіологічних методів. Одним із найбільш інформативних підходів є використання мікробіологічних показників, які дозволяють оперативно виявляти зміни у водному середовищі та оцінювати рівень його забруднення [1, 7].

Мікроорганізми є невід'ємною складовою водних екосистем і швидко реагують на зміни умов середовища. Завдяки високій швидкості розмноження та чутливості до фізико-хімічних факторів вони виступають ефективними біоіндикаторами, що відображають як короткочасні, так і тривалі зміни у водоймах. У рамках Гідробіології мікробіологічні дослідження широко застосовуються для оцінки якості води та прогнозування екологічних ризиків [31, 36].

Одним із ключових показників є загальне мікробне число, яке характеризує рівень бактеріального навантаження у водному середовищі або в організмах гідробіонтів. Підвищення цього показника свідчить про інтенсивне надходження органічних речовин та розвиток процесів мікробіологічної деструкції [15].

Важливе значення мають також санітарно-показові мікроорганізми, зокрема бактерії групи кишкової палички. Їх наявність свідчить про фекальне забруднення води та надходження стічних вод. Такі мікроорганізми використовуються для оцінки санітарного стану водойм і визначення ступеня їх небезпеки для гідробіонтів і людини [18].

Крім того, показовими є умовно-патогенні бактерії, такі як представники родів *Aeromonas* та *Pseudomonas,* які широко поширені у водному середовищі. За сприятливих умов вони активно розмножуються та можуть викликати захворювання у риб. Зростання їх чисельності часто пов’язане з підвищеним органічним навантаженням і розвитком процесів евтрофікації [1, 30].

Особливу роль у біоіндикації відіграє аналіз мікробіоценозів організмів гідробіонтів, зокрема кишечника риб. Мікрофлора травного тракту формується під впливом мікробіологічного складу води та кормових об’єктів, тому її дослідження дозволяє отримати інтегральну оцінку стану водойми. На відміну від разових аналізів води, мікробіоценоз риб відображає тривалий вплив екологічних факторів [15].

Зміни у складі мікробіоценозу, такі як зростання частки умовно-патогенних мікроорганізмів або поява санітарно-показових бактерій, можуть свідчити про порушення екологічної рівноваги. Такі зміни нерідко супроводжуються розвитком патологічних процесів у риб, зниженням їх резистентності та погіршенням загального стану популяцій [18].

Таким чином, мікробіологічні показники є важливим інструментом оцінки екологічного стану водних екосистем. Їх використання дозволяє виявляти ранні ознаки забруднення, оцінювати ступінь антропогенного впливу та прогнозувати можливі негативні наслідки для гідробіонтів. Дослідження мікробіоценозу кишечника риб, зокрема ляща звичайного, має важливе значення для комплексної оцінки стану водойм і може бути ефективно використане у системах екологічного моніторингу.

1.6. Антропогенний вплив на мікробіоценози річкових екосистем

У сучасних умовах інтенсивного розвитку урбанізації та господарської діяльності людини річкові екосистеми зазнають значного антропогенного навантаження, що призводить до суттєвих змін їх біологічної та мікробіологічної структури. Вплив антропогенних факторів проявляється насамперед у зміні гідрохімічних показників води, накопиченні органічних і неорганічних забруднювачів, а також трансформації природних біоценозів [12].

Одним із основних джерел забруднення є скидання господарсько-побутових і промислових стічних вод, які містять значну кількість органічних речовин, сполук азоту та фосфору, а також мікроорганізмів різного походження. Надходження таких речовин у водойми стимулює розвиток мікробіологічних процесів, що супроводжуються інтенсивним розмноженням бактерій і зміною структури мікробіоценозів [4, 19].

Важливим наслідком антропогенного впливу є розвиток процесів евтрофікація, які характеризуються надмірним накопиченням органічних речовин та біогенних елементів у водному середовищі. Це призводить до масового розвитку мікроорганізмів, зниження концентрації розчиненого кисню та порушення екологічної рівноваги. У таких умовах створюються сприятливі передумови для домінування умовно-патогенних бактерій [32].

Суттєвий вплив на мікробіоценози мають також сільськогосподарські стоки, які містять залишки добрив, пестицидів та органічних речовин. Вони сприяють зміні мікробіологічного складу води та можуть призводити до появи нових, нехарактерних для природних екосистем мікроорганізмів [37].

У межах урбанізованих територій додатковими факторами впливу є поверхневий стік із доріг, побутові відходи та несанкціоновані скиди забруднюючих речовин. Це призводить до зростання бактеріального навантаження у воді та накопичення санітарно-показових мікроорганізмів [20, 47].

Зміни мікробіологічного стану води безпосередньо відображаються на мікробіоценозах гідробіонтів. Риби, перебуваючи у постійному контакті з водним середовищем, накопичують у своєму організмі мікроорганізми, що надходять із води та кормових об'єктів. У результаті в їх кишечнику може зростати частка умовно-патогенних і навіть патогенних бактерій [32, 50].

Таким чином, антропогенний вплив є одним із ключових факторів, що визначає структуру мікробіоценозів у річкових екосистемах. Його наслідки проявляються у зміні якісного та кількісного складу мікрофлори, що може негативно впливати на стан гідробіонтів і функціонування екосистем загалом.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1

Дослідження мікробіоценозу кишечника риб має важливе теоретичне та практичне значення як для ветеринарної медицини, так і для екології водних екосистем. У сучасних умовах зростання антропогенного навантаження такі дослідження дозволяють отримати комплексну інформацію про стан організму гідробіонтів та якість середовища їх існування [39,40].

З ветеринарної точки зору мікробіоценоз кишечника є важливим показником фізіологічного стану риб. Порушення його структури може призводити до розвитку дисбіотичних станів, зниження імунологічної резистентності та підвищення сприйнятливості до інфекційних захворювань. Особливу небезпеку становить зростання чисельності умовно-патогенних мікроорганізмів, які за певних умов можуть викликати захворювання, зокрема бактеріози [45].

Крім того, дослідження мікрофлори риб має важливе значення для забезпечення безпечності продукції рибництва. Наявність санітарно-показових або патогенних мікроорганізмів може становити потенційну загрозу для здоров'я людини, що обумовлює необхідність постійного мікробіологічного контролю [40].

З екологічної точки зору мікробіоценоз кишечника риб є інтегральним показником стану водного середовища. На відміну від разових аналізів води, він відображає тривалий вплив екологічних факторів і дозволяє оцінити кумулятивний ефект забруднення. Це робить його ефективним інструментом біоіндикації.

Особливого значення набувають дослідження сезонної динаміки мікробіоценозу, оскільки вони дозволяють встановити закономірності змін мікрофлори під впливом природних та антропогенних факторів. Такі дані є необхідними для прогнозування можливих екологічних ризиків і розробки заходів щодо їх попередження [13,34].

Таким чином, вивчення мікробіоценозу кишечника риб має комплексне значення і може бути використане для оцінки екологічного стану водойм, контролю здоров’я гідробіонтів та забезпечення санітарної безпеки рибної продукції. Це обумовлює актуальність проведення досліджень, спрямованих на вивчення сезонної динаміки мікрофлори кишечника риб у конкретних водних об’єктах.

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

2.1. Умови відбору та дослідження біологічного матеріалу

Дослідження проводилися упродовж 2025 року, охоплюючи три сезони: весняний (квітень–травень), літній (липень–серпень) та осінній (жовтень–листопад), що дало змогу оцінити динаміку змін мікробіоценозу кишечника риб у різні фази функціонування водної екосистеми. Відбір біологічного матеріалу здійснювали з дотриманням принципів біоетики та чинних ветеринарно-санітарних правил.

Вилов риби проводили за допомогою дозволених знарядь лову (сіток та вудок) у ранкові години. Відібрані екземпляри ляща звичайного (*Abramis brama*) у живому вигляді транспортували до лабораторії в ізотермічних контейнерах з аерацією. У випадках, коли транспортування живої риби було неможливим, проводили первинну фіксацію матеріалу на льоду. Лабораторний аналіз розпочинали не пізніше ніж через 2–3 години після вилову для збереження нативного стану кишкової мікрофлори [48].

Вилов риби здійснювали у ранкові години з використанням стандартних рибальських знарядь. Відібрані екземпляри піддавали клінічному огляду з оцінкою загального фізіологічного стану. Для дослідження відбирали тільки життєздатних особин без видимих ознак патології.

Для отримання репрезентативних даних було визначено три основні точки відбору:

Точка №1 (Верхня течія): Район входу річки в межі міста. Слугувала умовним контролем, хоча також зазнає впливу сільськогосподарських угідь.

Точка №2 (Середня течія): Район щільної міської забудови та рекреаційних зон. Характеризується наявністю зливових стоків та можливим потраплянням побутового сміття (Додаток А).

Точка №3 (Нижня течія): Район поблизу впадіння Кам’янки у р. Тетерів. Ця ділянка зазнає найбільшого навантаження через накопичення

забруднювачів з усієї міської території та близькість до потенційних джерел скидів стічних вод (Додаток Б).

Після вилову риб транспортували до лабораторії у стерильних контейнерах із дотриманням температурного режиму (+4…+6 °C). Розтин проводили в асептичних умовах із використанням стерильного інструментарію. Вміст кишечника відбирали у стерильні пробірки та негайно піддавали бактеріологічному дослідженню.

Усі маніпуляції здійснювали з дотриманням вимог біобезпеки та правил роботи з мікроорганізмами.

2.2. Характеристика місця відбору матеріалів для дослідження

Дослідження проводили на річці Кам'янка, яка протікає в межах міста Житомир та належить до басейну річки Тетерів.

Річка Кам’янка є малою річкою в межах Житомирської області та належить до басейну Дніпра. Вона є лівою притокою річки Тетерів, що визначає її належність до великої водної системи середньої течії Дніпра [42].

Довжина річки становить близько 32 км, а площа водозбірного басейну — приблизно 602 км². Витік Кам’янки знаходиться на сході від села Мартинівка, після чого річка протікає через кілька районів Житомирської області та проходить безпосередньо через місто Житомир, де має важливе природно-ландшафтне значення [43,44].

Русло річки переважно слабозвивисте, із середньою шириною близько 5 м. Долина має коритоподібну форму, місцями досягає ширини до 4 км, а глибина врізу – до 20 м. У верхів’ях річки заплава частково заболочена, що створює специфічні умови для формування водної біоти та мікробіоценозів [44].

Живлення річки здійснюється переважно за рахунок атмосферних опадів, талих вод і численних дрібних безіменних струмків, що впадають у неї по всій довжині. Для малих річок Полісся, до яких належить Кам’янка,

характерне саме таке змішане живлення з домінуванням поверхневого стоку [47].

У межах міста Житомир річка Кам’янка виконує важливу екологічну та рекреаційну функцію. Вона протікає через історичну частину міста, зокрема поблизу скелястих берегів (Замкова гора, Петровська гора), що формують унікальний природний ландшафт [44].

Береги річки активно використовуються населенням для відпочинку, рибальства та прогулянок, що підсилює антропогенний вплив на водну екосистему.

Офіційних повних переліків іхтіофауни саме цієї річки небагато, однак з урахуванням її належності до басейну Тетерева та типу водойми (мала річка Полісся) у ній типовими є такі види риб:

лящ (*Abramis brama*)

плотва (*Rutilus rutilus*)

окунь (*Perca fluviatilis*)

карась (*Carassius spp.*)

щука (*Esox lucius*)

верховодка (*Alburnus alburnus*) [43,44].

Це типова іхтіофауна малих і середніх річок Правобережної України. Наявність донних видів (зокрема ляща) підтверджує значну роль бентосних угруповань і органічних відкладень у формуванні екосистеми.

Антропогенний вплив і забруднення

Річка Кам’янка зазнає суттєвого антропогенного навантаження, особливо в межах міста Житомир [42].

Зафіксовано випадки несанкціонованого скидання неочищених стоків у річку: виявлялися труби, з яких відбувався прямий скид стічних вод без очищення зафіксовані випадки аварійних скидів через каналізаційні системи [50].

Зокрема, повідомлялося про потрапляння неочищених стоків із каналізаційних насосних станцій у річку. Екологічні служби регулярно проводять перевірки через повідомлення про:

забруднення нечистотами

зміну кольору води (ознака біологічного або хімічного забруднення) [50].

Береги річки часто використовуються населенням, що призводить до:

засмічення території

накопичення органічних відходів

локального погіршення якості води [44, 50].

2.3. Об’єкт та матеріал дослідження

Об’єктом дослідження був лящ звичайний (*Abramis brama*), який є одним із найбільш поширених представників іхтіофауни прісноводних водойм України [16, 23].

Матеріалом для дослідження слугував вміст кишечника риб, відібраних у різні сезони року. Загалом було досліджено 15 екземплярів риб (по 5 особин у кожний сезон).

Для аналізу відбирали статевозрілих особин віком 3–5 років, середньою масою від 0,7 до 1,3 кг. Вибір цього виду обумовлений його бентосним типом живлення, що робить його ідеальним об’єктом для вивчення мікробіологічного стану донних відкладень та стічних вод.

Матеріалом для мікробіологічного дослідження був вміст середнього відділу кишечника риби. Розтин проводили в асептичних умовах. Перед розтином поверхню риби дезінфікували 70% розчином етилового спирту. Кишечник вилучали стерильними інструментами, після чого вміст (хімус) збирали у стерильні пробірки для подальшого приготування серійних розведень [39].

Вибір саме кишечника як об’єкта дослідження обумовлений його важливою роллю у формуванні мікробіоценозу організму риби. Мікрофлора

кишечника відображає як фізіологічний стан риби, так і вплив факторів навколишнього середовища, включаючи якість води та кормову базу.

Особливості живлення ляща, зокрема споживання донних організмів та детриту, сприяють накопиченню різноманітної мікрофлори, що робить його зручним об’єктом для мікробіологічного аналізу.

2.4. Бактеріологічні методи дослідження

Мікробіологічні дослідження базувалися на загальноприйнятих методиках кількісного та якісного аналізу [40, 48]. Приготування наважок та розведень: 1 г вмісту кишечника вносили у 9 мл стерильного фізіологічного розчину, готуючи серію десятикратних розведень (від 10^{-1} – 10^{-7}).

Проби кишечного вмісту піддавали серійним розведенням у стерильному фізіологічному розчині (додаток В)з подальшим висівом на поживні середовища (рис. 2.1):

м’ясо-пептонний агар (МПА) — для визначення загального мікробного числа (рис. 2.2);

середовище ЕНДО — для виявлення бактерій групи кишкової палички;

агар МакКонкі — для диференціації ентеробактерій;

Вісмут-сульфітний агар – для диференціації сальмонел (додаток г)[39,47].

Рис. 2.1. Поживні середовища різного призначення у холодильнику, температура +4°С	Рис. 2. 2. Розливання м'ясопептонного агару в чашки Петрі

Посіви інкубували при температурі 37 °С протягом 24–72 години. Після інкубації проводили облік колонієутворюючих одиниць (КУО) з подальшим перерахунком на 1 г досліджуваного матеріалу [38, 41].

Ідентифікацію мікроорганізмів здійснювали на підставі культуральних та біохімічних властивостей. Для цього враховували форму, розмір, колір колоній, здатність до ферментації лактози.

Отримані дані піддавали статистичній обробці з визначенням середніх значень та похибок, що дозволило оцінити достовірність отриманих результатів і встановити закономірності сезонної динаміки мікробіоценозу.

Розділ 3. Результати досліджень та їх обговорення

3.1. Загальна характеристика сезонної динаміки мікробіоценозу кишечника ляща.

Для встановлення закономірностей формування та коливань мікробіоценозу кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*) в умовах річки Кам'янка (м. Житомир), нами було проведено комплексне мікробіологічне дослідження вмісту травного каналу риб упродовж трьох характерних сезонів року: весняного, літнього та осіннього (рис. 3.1).

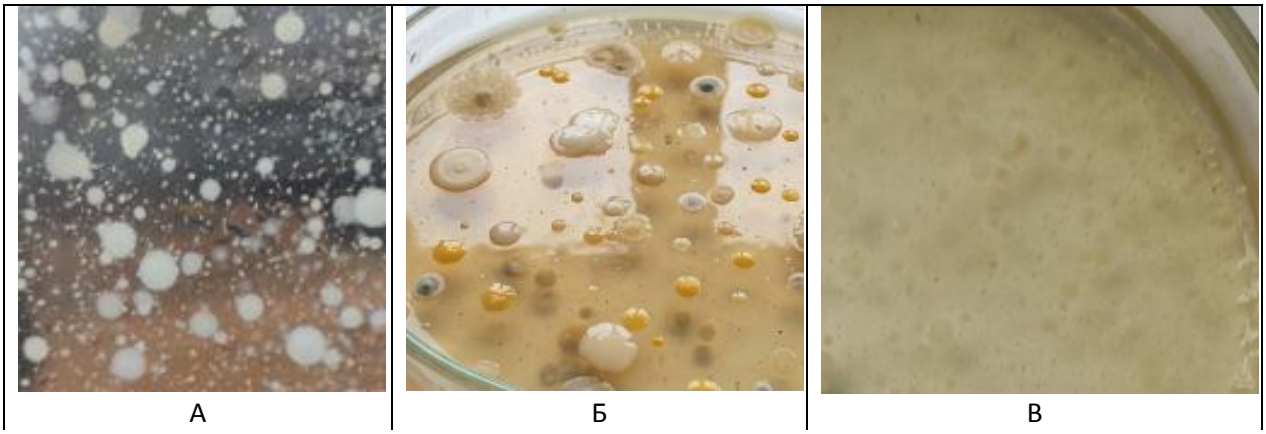

Рис. 3.1. Результати висіву вмісту травного каналу ляща звичайного на МПА в різні періоди дослідження (А–весна; Б–літо; В–осінь)

Такий підхід дозволив простежити вплив температурного фактора, гідрохімічного режиму водойми та характеру живлення гідробіонтів на кількісний та якісний склад їхньої кишкової мікрофлори.

3.2. Мікробіоценоз кишечника ляща у весняний період

Весняний період є перехідним етапом у річному циклі життєдіяльності ляща звичайного (*Abramis brama*). З підвищенням температури води після зимового періоду спостерігається поступова активізація фізіологічних процесів у риб, відновлення інтенсивності живлення бентосом, що безпосередньо впливає на кількісний та якісний склад мікробіоценозу їхнього травного тракту [13].

Для вивчення загального рівня бактеріального навантаження було проведено посів вмісту кишечника ляща на м'ясо-пептонний агар (МПА) для визначення загального мікробного числа (ЗМЧ) (рис. 3.2).

Рис.3.2. Результати висіву на МПА
вмісту кишечника ляща у розведенні 1:10000

Результати кількісних досліджень 5-ти відібраних у весняний період проб представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Загальне мікробне число (ЗМЧ) у кишечнику ляща у весняний період

№ проби	**Маса риби, кг**	**Вік риби, років**	**ЗМЧ, $\times 10^5$ КУО/г**
1	0,85	4	1,8
2	1,10	5	2,5
3	0,95	4	3,2
4	0,75	3	2,1
5	1,20	5	2,9
Середнє	0,97 ±	4,2 ±	**2,5 ± 0,25**

Як свідчать дані таблиці 3.1, у весняний період загальне мікробне число у кишечнику ляща варіювало в межах 1,8–3,2×10^5 КУО/г. Такий рівень бактеріального обсіменіння оцінюється як помірний (середній) і відображає початкову фазу активізації мікрофлори після зимового спокою. Наступним етапом було вивчення таксономічної структури мікробіоценозу кишечника ляща у цей період.

При проведенні первинного посіву вмісту кишечника ляща на універсальні та диференціально-діагностичні середовища, виділені культури Enterobacter spp. проявляли характерні фенотипові ознаки, що дозволяють відрізнити їх від супутньої мікрофлори (зокрема *E. coli* та *Aeromonas*).

На м’ясо-пептонному агарі (МПА) – культури ростуть у вигляді великих (3–5 мм), вологих, випуклих колоній сірувато-білого кольору з рівними краями (рис. 3.3 – А). Характерною особливістю весняних ізолятів із р. Кам’янка є їхня виражена мукоїдність (слизовий характер росту), що вказує на активне капсулоутворення — адаптивний механізм бактерій для виживання у водному середовищі з мінливим температурним режимом.

А – МПА	Б – агар ЕНДО	В – агар Макконкі

Рис.3.3. Ріст санітарно-показових мікроорганізмів на різних поживних середовищах

На середовищі Ендо – ізоляти утворюють інтенсивно рожеві або червоні колонії середнього та великого розміру. На відміну від Escherichia coli, колонії *Enterobacter spp.* зазвичай не мають характерного золотистого металевого блиску, або він проявляється дуже слабко лише в центрі колонії.

Вони виглядають більш «пишними» та слизовими, що візуально корелює з високою метаболічною активністю щодо ферментації лактози (рис. 3.3 – Б).

На агарі МакКонкі – бактерії ростуть у вигляді яскраво-рожевих мукоїдних колоній. Наявність капсули надає їм характерного блиску та куполоподібної форми, що ми спостерігали при аналізі проб (рис. 3.3 – В).

Кількісні результати вмісту бактерій групи кишкової палички представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Склад та частота виділення домінуючих мікроорганізмів із кишечника ляща у весняний період

Група / Вид мікроорганізмів	**Частота виділення, %**	**Характеристика рівня присутності**
Enterobacter spp.	80	Високий
Escherichia coli	60	Високий
Aeromonas spp.	40	Помірний
Інша мікрофлора (транзитна)	20	Низький

Аналіз якісного складу мікробіоценозу у весняний період вказує на виражене домінування представників родини *Enterobacteriaceae.* Зокрема, бактерії роду *Enterobacter spp.* виявлялися у 80% досліджених зразків, а типова кишкова паличка (*Escherichia coli*) – у 60%.

Така висока концентрація та частота виділення санітарно-показових ентеробактерій весною має чітке екологічне обґрунтування. Весняний період на річці Кам’янка супроводжується паводками та інтенсивним таненням снігу. Внаслідок цього відбувається масштабне змивання

органічних речовин, побутових відходів та ґрунтових наносів із прибережної урбанізованої території міста Житомира безпосередньо в русло річки. Лящ, як типовий бентофаг, заковтує донний детрит, збагачений цими змивами, що й призводить до насичення його кишечника фекальною та алохтонною мікрофлорою [13, 44, 48].

Поєднання типових культуральних ознак (лактозопозитивність, мукоїдність) із даними таблиці дозволяє стверджувати, що мікробіота кишечника ляща у цей період зміщується в бік ентеробактерій сапрофітного та умовно-патогенного походження. Це є важливим діагностичним показником при оцінці ветеринарно-санітарного стану риби та загальної бактеріальної контамінації водойми.

При цьому бактерії роду *Aeromonas spp.* реєструвалися лише у 40% випадків (помірний рівень). Оскільки представники цього роду є теплолюбними і їхній бурхливий розвиток пов'язаний із процесами евтрофікації та високими температурами, весняна прохолодна вода річки Кам’янка стримує їхню інтенсивну проліферацію в організмі риб на даному етапі річного циклу.

3.3. Мікробіоценоз кишечника ляща у літній період

Літній період характеризується найвищою біологічною та метаболічною активністю ляща звичайного (*Abramis brama*). Підвищення температури води стимулює інтенсивне живлення риб бентосними організмами та детритом, що на тлі сезонних змін гідроекосистеми суттєво впливає на кількісні та якісні показники мікробіоценозу їхнього травного каналу.

Для визначення загального рівня бактеріального обсіменіння у літній період було проведено посів вмісту кишечника на універсальні та спеціальні середовища. Отримані результати ЗМЧ представлені в таблиці 3.3.

Як свідчать дані таблиці 3.3, у літній період загальне мікробне число у кишечнику ляща досягало свого максимуму за весь період спостережень і варіювало в межах 5,2–8,5 х 10^6 КУО/г.

Таблиця 3.3.

Загальне мікробне число (ЗМЧ) у кишечнику ляща у літній період

№ проби	**Маса риби, кг**	**Вік риби, років**	**ЗМЧ, $\times 10^6$ КУО/г**
1	0,90	4	5,8
2	1,15	5	7,2
3	0,80	3	5,2
4	1,30	5	8,5
5	1,00	4	6,4
Середнє	-	-	**6,6 ± 0,55**

Таке зростання бактеріального навантаження (на один порядок порівняно з весною) пояснюється кількома взаємопов'язаними факторами: високою температурою води, яка є оптимальною для розмноження більшості гідрофільних бактерій, та активним накопиченням органічних речовин у донних відкладеннях річки [21, 44, 47]. Аналіз якісного (таксономічного) складу мікрофлори вказує на суттєву перебудову мікробіоценозу та розширення спектра виділених мікроорганізмів (табл. 3.4).

У літній період домінуючими представниками мікробіоценозу стали бактерії родів *Aeromonas spp.* (частота виділення 100%) та *Pseudomonas spp.*

(80%). Посіви здійснювали на диференційно-діагностичні середовища Ендо (рис. 3.4) та Макконкі (рис. 3.5).

Таблиця 3.4.

Склад та частота виділення домінуючих мікроорганізмів із кишечника ляща у літній період

Група / Вид мікроорганізмів	**Частота виділення, %**	**Характеристика рівня присутності**
Aeromonas spp.	100	Максимальний
Pseudomonas spp.	80	Високий
Escherichia coli	80	Високий
Умовно-патогенна мікрофлора	40	Помірний

На середовищі ЕНДО зафіксовані бліді, напівпрозорі, злегка кремові колонії, які зливалися з основним кольором самого агару. На агарі Макконкі при посіві тієї ж проби виросли безбарвні напівпрозорі колонії. За культуральними ознаками дані колонії можна віднести до роду *Aeromonas*

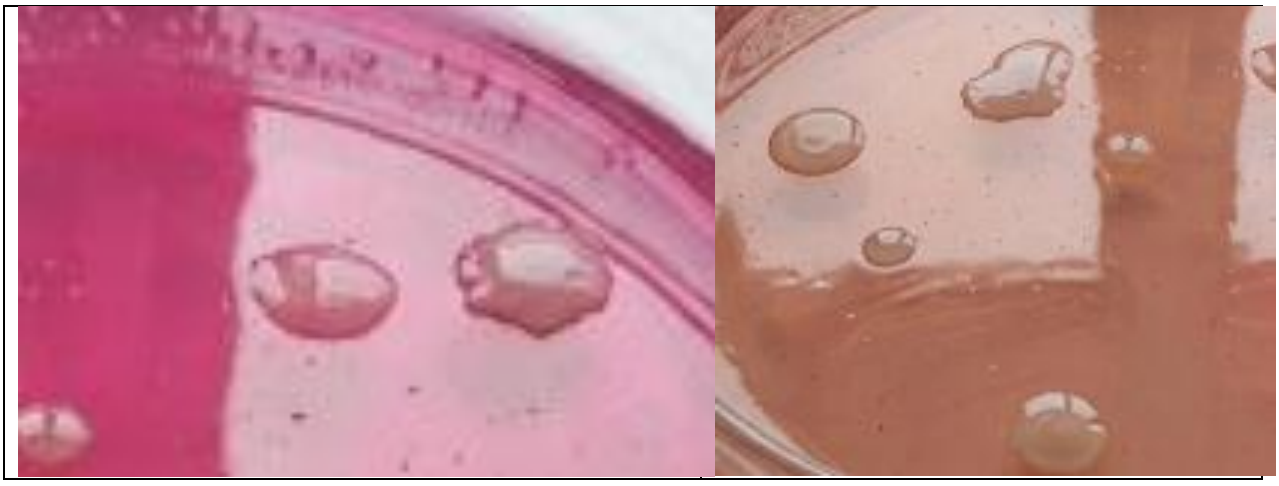

Рис. 3.4. Ріст колоній роду *Aeromonas* на агарі ЕНДО	Рис. 3.5. Ріст колоній роду *Aeromonas* на агарі МакКонкі

При комплексному дослідженні мікробіоти кишечника ляща, виловленого у літній період, важливим етапом є диференціація ентеробактерій від представників роду *Pseudomonas.* Використання комбінації агару МакКонкі та вісмут-сульфіт агару (BCA) дозволяє отримати первинне уявлення про метаболічний профіль виділених штамів.

Агар МакКонкі є основним індикатором здатності мікроорганізмів ферментувати лактозу. На представленому вище рисунку 3.3 спостерігали ріст великих, опуклих, мукоїдних колоній рожево-бузкового кольору. Така морфологія є класичною для лактозопозитивних ентеробактерій (*Enterobacter spp*.), що корелює з даними про їх домінування (80%) у досліджених пробах ляща, відібраних весною. На відміну від зображених колонії псевдомонади (*Pseudomonas spp.)* на агарі МакКонкі ростуть як лактозонегативні ізоляти. Вони утворюють безбарвні або злегка бурштинові колонії (рис.3.6). Проте головною діагностичною ознакою є здатність псевдомонад синтезувати водорозчинні пігменти (піоціанін, піовердин), які дифундують у товщу агару, надаючи йому характерного синьо-зеленого відтінку, що чітко відрізняє їх від стабільних рожевих зон ферментації лактози, показаних на рис. 3.6.

Вісмут-сульфіт агар (BCA) є високоселективним середовищем, призначеним для виявлення сульфітредукуючих бактерій (переважно роду *Salmonella*). На рисунку 3.7. візуалізується ріст дрібних, темних колоній на фоні зеленуватого середовища. Поява дрібних темних або коричневих колоній без вираженого металевого блиску часто свідчить про ріст супутньої мікрофлори, стійкої до інгібіторів середовища (діамантового зеленого та солей вісмуту). Для більшості псевдомонад BCA є токсичним середовищем. Проте окремі штами *P. aeruginosa* здатні до слабкого росту. При цьому вони не утворюють чорних зон (оскільки не продукують

сірководень так інтенсивно, як сальмонели), а проявляються як дрібні, плоскі, зеленуваті колонії, що майже зливаються з кольором агару. Порівняльний аналіз рисунків підтверджує, що в досліджуваному матеріалі кишечника ляща р. Кам’янка переважають активні ферментатори лактози з вираженою капсулою (мукоїдні форми на Рис. 3.6, рис. 3.7). Для остаточного підтвердження наявності псевдомонад серед лактозонегативних фракцій (які на МакКонкі виглядають прозорими) був проведений оксидазний тест, результат – оксидазопозитивні, що є ключовою відмінністю псевдомонад від ентеробактерій.

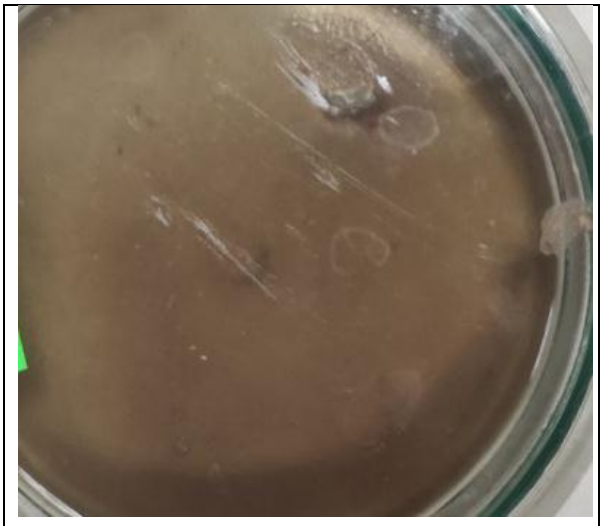

Рис. 3.6. Ріст колоній роду *Pseudomonas* на агарі МакКонкі

Рис. 3.7. Ріст колоній роду *Pseudomonas* на вісмут-сульфітному агарі

Бурхливий розвиток цих алохтонних та автохтонних мікроорганізмів безпосередньо пов'язаний із процесами евтрофікації річки Кам’янка. У теплу пору року за умов високого рівня органічного забруднення та зниження концентрації розчиненого у воді кисню, ці бактерії отримують селективні переваги та інтенсивно накопичуються у придонному шарі та мулі, який слугує основним джерелом живлення для ляща [11, 44].

Крім того, збереження високої частоти виділення *Escherichia coli* (80%) свідчить про персистувальне антропогенне навантаження на водойму

в межах міста Житомира, пов'язане зі скидами стічних вод та побутовим забрудненням. Виявлення умовно-патогенної мікрофлори у 40% проб додатково підтверджує напружений екологічний та епізоотичний стан екосистеми річки у літню межень, що створює передумови для виникнення ендогенних інфекцій у риб на фоні літнього температурного стресу.

3.4. Мікробіоценоз кишечника в осінній період

Осінній період є завершальним етапом у річному циклі досліджень сезонної динаміки мікрофлори ляща звичайного (*Abramis brama*). Зниження температури води в річці Кам’янка у цей період веде до суттєвого уповільнення обмінних процесів в організмі риб, зниження їхньої рухової та трофічної активності, а також до перебудови гідробіоценозу водойми в цілому. Ці чинники безпосередньо відбиваються на стані мікробіоценозу травного тракту гідробіонтів.

Для оцінки загального рівня бактеріального обсіменіння в осінній період було проведено кількісний облік колоній на МПА. Отримані результати ЗМЧ представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Загальне мікробне число (ЗМЧ) у кишечнику ляща в осінній період

№ проби	**Маса риби, кг**	**Вік риби, років**	**ЗМЧ, $\times 10^5$ КУО/г**
1	0,95	4	1,4
2	1,05	5	1,1
3	0,70	3	0,9
4	1,25	5	1,5
5	0,85	4	1,2

№ проби	Маса риби, кг	Вік риби, років	ЗМЧ, $\times 10^5$ КУО/г
Середнє	-	-	**1,2 ± 0,11**

Аналіз даних таблиці 3.5 свідчить про суттєве зниження загального рівня бактеріального навантаження в кишечнику ляща восени. Показники ЗМЧ варіювали в межах 0,9–1,5 х 10^5 КУО/г. Такий спад (приблизно у 55 разів порівняно з літнім максимумом) є закономірним біологічним процесом. Він пов'язаний із пригніченням розмноження більшості мезофільних бактерій через похолодання води та переходом ляща у передзимувальний стан, що характеризується мінімальним споживанням корму [24, 48]. Зміни кількісних параметрів супроводжувалися також збідненням якісного складу мікрофлори та зниженням частоти виявлення основних груп мікроорганізмів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6.

Склад та частота виділення домінуючих мікроорганізмів із кишечника ляща в осінній період

Група / Вид мікроорганізмів	Частота виділення, %	Характеристика рівня присутності
Escherichia coli	60	Помірний
Enterobacter spp.	40	Помірний
Aeromonas spp.	20	Низький
Pseudomonas spp.	20	Низький

У якісному складі мікробіоценозу в осінній період продовжували реєструватися представники родини *Enterobacteriaceae*, проте частота їх

виділення помітно знизилася: для *Escherichia coli* вона становила 60%, а для *Enterobacter spp.* – 40%. Постійна присутність кишкової палички навіть в умовах низьких температур свідчить про хронічне надходження господарсько-побутових стоків у річку Кам'янка, що не залежить від сезону року.

Водночас частота виявлення бактерій родів *Aeromonas spp.* та *Pseudomonas spp.* впала до мінімального рівня – по 20% для кожного роду. Оскільки ці мікроорганізми є активними учасниками процесів самоочищення та деструкції органіки при високих температурах, охолодження води зумовило різке скорочення їхньої популяції як у воді, так і в кишечнику риб [16, 23].

Таким чином, осінній період характеризується фізіологічно обумовленим спадом кількісного обсіменіння та звуженням видового спектра мікрофлори кишечника ляща, що відображає підготовку організму господаря до зимового спокою та загальне зниження мікробного фону водойми.

3.5. Порівняльний аналіз кількісного та якісного складу мікрофлори кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*) в різні пори року

Для узагальнення отриманих результатів та виявлення чітких закономірностей було проведено порівняльний аналіз кількісного та якісного складу мікрофлори кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*) в різні пори року. Такий підхід дозволяє наочно продемонструвати динаміку мікробного навантаження та оцінити вплив сезонних факторів на формування мікробіоценозу.

Зведені дані щодо загального мікробного числа та частоти виділення домінуючих таксонів за сезонами представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7.

Сезонна динаміка мікробіологічних показників кишечника ляща річки Кам'янка

Показник	**Весняний період**	**Літній період**	**Осінній період**
ЗМЧ, КУО/г	$2,5 \pm 0,25 * 10^5$	$6,6 \pm 0,55 * 10^6$	$1,2 \pm 0,11 * 10^5$
Enterobacter spp.	80	-	40
Escherichia coli	60	80	60
Aeromonas spp.	40	100	20
Pseudomonas spp.	-	80	20
Умовно-патогенна мікрофлора	20	40	-

Загальне мікробне число (ЗМЧ) у кишечнику ляща демонструє класичну куполоподібну криву з яскраво вираженим піком у літній період. Перепад між мінімальним (осіннім) та максимальним (літнім) значеннями становить понад 50 разів. Це підтверджує пряму залежність інтенсивності розмноження мікрофлори в травному тракті риб від температури води та рівня трофічної активності господаря.

Весняна мікробіота кишечника характеризується переважанням ентеробактерій (*Enterobacter spp.* – 80%), що потрапляють у водойму з талими водами. Проте влітку вектор домінування зміщується в бік гідрофільних бактерій родів *Aeromonas* (100%) та *Pseudomonas* (80%). Це свідчить про глибокі процеси евтрофікації річки Кам’янка у теплий період, коли активне розмноження водоростей та дефіцит кисню створюють умови для домінування цих потенційно патогенних мікроорганізмів. Восени спостерігається згасання активності всіх груп бактерій [13,35,46].

Особливу увагу привертає стабільно висока частота виділення кишкової палички (*Escherichia coli*), яка в усі сезони коливалася в межах 60–80%. Оскільки кишкова паличка не є автохтонним (природним) мешканцем кишечника риб і швидко елімінується у чистій воді, її персистенція впродовж усього року є беззаперечним доказом постійного, незалежного від сезону, надходження господарсько-побутових та комунальних стічних вод міста Житомира в русло річки Кам'янка [47, 48].

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3

Таким чином, порівняльний аналіз доводить, що мікробіоценоз кишечника ляща є динамічною системою, яка миттєво реагує на екологічні коливання у водоймі. Високий рівень обсіменіння потенційно патогенними аеромонадами влітку та хронічна присутність санітарно-показових ешерихій створюють постійну загрозу виникнення бактеріозів у популяції риб та вимагають посиленого моніторингу водного середовища.

Розділ 4. Обговорення результатів досліджень

Отримані результати дослідження свідчать про наявність чітко вираженої сезонної динаміки мікробіоценозу кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*), що підтверджує визначальну роль екологічних факторів у формуванні мікрофлори гідробіонтів. Встановлені зміни як кількісного, так і якісного складу мікроорганізмів узгоджуються із сучасними уявленнями про функціонування водних екосистем та вплив зовнішнього середовища на організм риб [8, 13, 48].

Зокрема, помірний рівень бактеріального обсіменіння кишечника у весняний період можна пояснити активізацією біологічних процесів після зимового спаду. Підвищення температури води та надходження органічних речовин у результаті поверхневого стоку створюють сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, однак нестабільність гідрологічних умов обмежує їх інтенсивне розмноження. Переважання бактерій родини *Enterobacteriaceae,* зокрема *Escherichia coli*, свідчить про надходження алохтонної мікрофлори, що може бути пов’язано з потраплянням до водойми побутових стічних вод [39,46].

Максимальний рівень бактеріального обсіменіння, встановлений у літній період, є закономірним і обумовлений сукупною дією високих температур, інтенсивного розвитку біоти та накопичення органічних речовин. У цей період активізуються процеси евтрофікація, що супроводжуються зростанням чисельності мікроорганізмів як у водному середовищі, так і в організмі риб. Домінування представників родів *Aeromonas* і *Pseudomonas* вказує на підвищене органічне навантаження та можливе погіршення санітарного стану водойми [34, 39]. Саме в літній період спостерігається зростання частки умовно-патогенних мікроорганізмів. Це може свідчити про порушення мікробіологічної рівноваги та формування передумов для розвитку інфекційних захворювань у риб. Такі результати узгоджуються з літературними даними щодо підвищення ризику бактеріозів у теплий період року, коли інтенсивність

мікробіологічних процесів досягає максимуму [13, 21,24, 27]. Зниження рівня бактеріального обсіменіння у осінній період свідчить про стабілізацію мікробіоценозу кишечника. Зменшення температури води та уповільнення біохімічних процесів обмежують розвиток мікроорганізмів, що призводить до зниження їх загальної чисельності. Водночас відмічається зменшення частки умовно-патогенних бактерій і відновлення більш збалансованої структури мікрофлори [39, 45, 48].

Порівняльний аналіз сезонних змін показав, що найбільш значні коливання відбуваються між літнім і іншими періодами, що підтверджує провідну роль температурного фактора та рівня органічного навантаження у формуванні мікробіоценозу. Встановлена різниця у рівні бактеріального обсіменіння між сезонами у десятки разів свідчить про високу чутливість мікрофлори кишечника риб до змін екологічних умов [34, 44].

Отримані результати також підтверджують тісний зв’язок між мікробіоценозом кишечника риб і станом водного середовища. Виявлення бактерій групи кишкової палички у досліджених зразках свідчить про наявність фекального забруднення водойми. Це є важливим індикатором антропогенного впливу та вказує на можливе надходження неочищених або недостатньо очищених стічних вод [37, 39, 48]. Особливості біології ляща, зокрема його придонний спосіб життя та живлення детритом, зумовлюють постійний контакт із донними відкладеннями, які є резервуаром мікроорганізмів. Це пояснює високий рівень мікробного навантаження та різноманіття мікрофлори кишечника даного виду риб. Таким чином, лящ виступає чутливим індикатором змін мікробіологічного стану водойми [8, 10, 16]. Отже, результати проведених досліджень підтверджують, що мікробіоценоз кишечника риб формується під впливом комплексу екологічних факторів і характеризується вираженою сезонною динамікою. Виявлені закономірності мають важливе значення для розуміння процесів, що відбуваються у водних екосистемах, та можуть бути використані для оцінки їх екологічного стану.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено чітку сезонну циклічність у формуванні мікробіоценозу кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*) в умовах урбанізованої екосистеми річки Кам’янка. Загальне мікробне число (ЗМЧ) демонструє куполоподібну динаміку з вираженим мінімумом в осінній період – 1,2 ±0,11*10^5КУО/г та абсолютним максимумом у літню межень – 6,6 ±0,55*10^6 КУО/г, що пов'язано з коливаннями температури води та трофічною активністю риб.

2. Доведено суттєву перебудову якісного складу мікрофлори за сезонами. Якщо у весняний період у кишечнику ляща переважають представники родини *Enterobacteriaceae* (зокрема *Enterobacter spp*. – 80%), то влітку вектор домінування зміщується в бік гідрофільних умовно-патогенних бактерій родів *Aeromonas* (100%) та *Pseudomonas* (80%). Восени спостерігається згасання активності та спад частоти виявлення всіх груп мікроорганізмів до 20–40%.Виявлено біоіндикаторні ознаки хронічного забруднення водойми.

3. Стабільно висока частота виділення кишкової палички (*Escherichia coli*) на рівні 60–80% упродовж усіх досліджуваних сезонів є беззаперечним маркером постійного надходження неочищених господарсько-побутових стоків міста Житомира в русло річки Кам’янка. Травний тракт ляща як бентофага виступає надійним акумулятором цієї алохтонної мікрофлори.

4. Висока концентрація бактерій роду *Aeromonas* у літній період на тлі температурного стресу та дефіциту розчиненого у воді кисню створює постійну загрозу виникнення ендогенних бактеріозів у популяції ляща.

5. Результати дослідження доводять необхідність регулярного мікробіологічного моніторингу іхтіофауни малих річок Житомирщини.

Список використаної літератури

1. Amha Y. M., Anwar M. Z., Kumaraswamy R., Henschel A., Ahmad F. Mycobacteria in drinking water systems: ecology and significance. Environmental Microbiology Reports. 2020. Vol. 12, № 4. P. 432–445. DOI: https://doi.org/10.1111/1758-2229.12839
2. Banerjee G., Ray A. K. The advancement of probiotics research and its application in fish farming industries. Research in Veterinary Science. 2021. Vol. 135. P. 66–77. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.12.002
3. Butt R. L., Volkoff H. Gut microbiota and energy homeostasis in fish. Frontiers in Endocrinology. 2020. Vol. 11. Article 9. DOI: https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00009
4. Chen H., Liu S., Xu X., Diao Z., Sun K. Antibiotics in typical marine aquaculture farms. Environmental Pollution. 2020. Vol. 257. Article 113593. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113593
5. Czeglédi I., Specziár A., Bíró P. Seasonal habitat use and feeding ecology of common bream. Ecology of Freshwater Fish. 2020. Vol. 29, № 3. P. 403–414. DOI: https://doi.org/10.1111/eff.12518
6. Egerton S., Culloty S., Whooley J., Stanton C., Ross R. P. The gut microbiota of marine fish. Frontiers in Microbiology. 2020. Vol. 11. Article 563. DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00563
7. Francy D. S., Brady A. M. G., Carvin R. B. et al. Developing and evaluating methods for measuring microbial water quality. Water Research. 2021. Vol. 188. Article 116477. DOI: https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116477
8. Froese R., Pauly D. FishBase. World Wide Web electronic publication. 2024. URL: https://www.fishbase.se (дата звернення: 20.03.2026).
9. Gómez G. D., Balcázar J. L. A review on the interactions between gut microbiota and innate immunity of fish. FEMS Immunology & Medical Microbiology. 2021. Vol. 78, № 2. Article fiaa067. DOI: https://doi.org/10.1093/femspd/fiaa067
10. Jepsen N., Koed A., Thorstad E. B. Movement and behaviour of freshwater fish in rivers: implications for ecology. River Research and Applications. 2020. Vol. 36, № 2. P. 153–167. DOI: https://doi.org/10.1002/rra.3574
11. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Updated data and species ecology. Publications Kottelat. 2020. 731 p.
12. Li C., Yan Z., Yang X., Wang Y. Anthropogenic impacts on microbial communities in river ecosystems. Science of the Total Environment. 2021. Vol. 755. Article 142564. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142564
13. Li T., Long M., Gatesoupe F. J., Zhang Q., Li A., Gong X. Comparative analysis of the intestinal bacterial communities in different seasons. Aquaculture. 2020. Vol. 528. Article 735515. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735515

14. Li X., Yu Y., Feng W., Yan Q., Gong Y. Host species as a strong determinant of the intestinal microbiota of fish larvae. Journal of Microbiology. 2021. Vol. 59, № 1. P. 8–17. DOI: https://doi.org/10.1007/s12275-021-0527-8

15. Liu L., Yang J., Yu Z., Wilkinson D. M. The biogeography of abundant and rare bacterioplankton in lakes and reservoirs. Environmental Microbiology. 2021. Vol. 23, № 4. P. 1929–1941. DOI: https://doi.org/10.1111/1462-2920.15338

16. Mehner T., Diekmann M. Growth and ecological adaptation of bream (*Abramis brama*) in eutrophic waters. Freshwater Biology. 2020. Vol. 65, № 6. P. 1045–1056. DOI: https://doi.org/10.1111/fwb.13462

17. Nayak S. K. Role of gastrointestinal microbiota in fish. Aquaculture Research. 2021. Vol. 52, № 6. P. 2423–2438. DOI: https://doi.org/10.1111/are.15073

18. Nguyen T. T., Ngo H. H., Guo W., Nguyen M. T. Microbial indicators of water quality: a review. Science of the Total Environment. 2020. Vol. 746. Article 141183. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141183

19. Nguyen T. T., Zhang W., Li Z. Effects of wastewater discharge on river microbiota. Journal of Environmental Management. 2020. Vol. 261. Article 110240. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110240

20. Proia L., Romaní A. M., Sabater S. Effects of wastewater inputs on microbial communities. Freshwater Biology. 2020. Vol. 65, № 3. P. 495–509. DOI: https://doi.org/10.1111/fwb.13409

21. Ringø E., Doan H. V., Lee S. H., Soltani M., Hoseinifar S. H., Harikrishnan R., Song S. K. Probiotics, lactic acid bacteria and bacilli: interesting supplementation for aquaculture. Journal of Applied Microbiology. 2020. Vol. 129, № 1. P. 116–136. DOI: https://doi.org/10.1111/jam.14628

22. Ringø E., Hoseinifar S. H., Ghosh K., Doan H. V., Beck B. R., Song S. K. Lactic acid bacteria in finfish—An update. Frontiers in Microbiology. 2020. Vol. 11. Article 1114. DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01114

23. Specziár A., Erős T. Dietary patterns and habitat use of bream (Abramis brama) in Central European rivers. Hydrobiologia. 2021. Vol. 848. P. 215–228. DOI: https://doi.org/10.1007/s10750-020-04476-1

24. Sylvain F. É., Cheaib B., Llewellyn M., Gabriel U., Bossaer J. B., De Souza R. Seasonal variation in the gut microbiota of wild fish. Environmental Microbiology. 2020. Vol. 22, № 10. P. 4369–4382. DOI: https://doi.org/10.1111/1462-2920.15142

25. Talwar C., Nagar S., Lal R., Negi R. K. Fish gut microbiome: current approaches and future perspectives. Indian Journal of Microbiology. 2020. Vol. 60, № 4. P. 397–414. DOI: https://doi.org/10.1007/s12088-020-00891-y

26. Tarnecki A. M., Burgos F. A., Ray C. L., Arias C. R. Fish intestinal microbiome: Diversity and symbiosis unravelled by metagenomics. Journal of Applied Microbiology. 2020. Vol. 128, № 1. P. 2–17. DOI: https://doi.org/10.1111/jam.14302

27. Vejřík L., Matěna J., Šmejkal M. et al. Distribution and ecological role of bream in European freshwater ecosystems. Aquatic Ecology. 2021. Vol. 55. P. 871–884. DOI: https://doi.org/10.1007/s10452-021-09862-4

28. Wang A. R., Ran C., Ringø E., Zhou Z. G. Progress in fish gastrointestinal microbiota research. Reviews in Aquaculture. 2021. Vol. 13, № 2. P. 626–640. DOI: https://doi.org/10.1111/raq.12477

29. Wang C., Zhou Y., Lv D., Ge Y., Shi X., Zhu J. Research progress on the fish gut microbiota. Aquaculture and Fisheries. 2021. Vol. 6, № 4. P. 404–415. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.12.001

30. Wang X., Liu L., Zheng B., Zhu Y. Indicators of water quality using microbial community analysis. Ecological Indicators. 2021. Vol. 121. Article 107123. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107123

31. Wu Q. L., Zwart G., Schauer M., Kamst-van Agterveld M. P., Hahn M. W. Bacterioplankton community composition along a salinity gradient. Aquatic Microbial Ecology. 2020. Vol. 85. P. 45–58. DOI: https://doi.org/10.3354/ame01948

32. Yang Y., Li B., Zou S., Fang H. H. P., Zhang T. Fate of antibiotic resistance genes in sewage treatment. Water Research. 2020. Vol. 168. Article 115140. DOI: https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115140

33. Zarkasi K. Z., Taylor R. S., Abell G. C. J., Tamplin M. L., Glencross B. D., Bowman J. P. Atlantic salmon gut microbiome responds to diet and environmental conditions. Aquaculture. 2020. Vol. 528. Article 735470. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735470

34. Zha Y., Eiler A., Johansson F., Svanbäck R. Effects of seasonal changes on gut microbiota of freshwater fish. ISME Journal. 2021. Vol. 15, № 3. P. 805–817. DOI: https://doi.org/10.1038/s41396-020-00814-y

35. Zhang X., Li Y., Liu B., Wang J. Impact of urbanization on river microbial communities. Environmental Science and Pollution Research. 2021. Vol. 28. P. 51726–51738. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-021-14258-6

36. Zhang Y., Zhao Z., Dai M., Jiao N., Herndl G. J. Drivers shaping the diversity and biogeography of total and active bacterial communities in the South China Sea. Molecular Ecology. 2020. Vol. 29, № 6. P. 1224–1238. DOI: https://doi.org/10.1111/mec.15361

37. Zhao F., Yang J., Zeng Z., Li X. Microbial community structure under pollution gradients. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2021. Vol. 208. Article 111720. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111720

38. Активність системи антиоксидантного захисту організму коропа за впливу стресових чинників та використання в годівлі розторопші плямистої / Грициняк І. І. та ін. Наукові доповіді НУБіП України. 2021. № 5(93). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.010

39. Ветеринарна мікробіологія, вірусологія та імунологія: навч. посібник / Романишина Т. О., Лахман А. Р., Солодка Л. О., Бегас В.Л.; за заг. ред. Т. О. Рманишиної та А. Р. Лахман. Житомир: Поліський національний університет. 2024. 186 с.

40. 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

41. Влізло В. В., Слівінська Л. Г., Максимович І. А., Леньо М. І., Галяс В. Л. Лабораторна діагностика у ветеринарній медицині : довідник. Львів : Афіша, 2014. 152 с.

42. Зелені береги, мініводоспад та сміття: який вигляд має річка Кам'янка у Житомирі https://www.zhitomir.info/news_193403.html?utm

43. Екологи перевіряють факт забруднення нечистотами річки Кам'янка у Житомирі https://zt.20minut.ua/Podii/ekologi-pereviryayut-fakt-zabrudnennya-nechistotami-richki-kamyanka-u--11930688.html?utm_

44. Кам'янка https://esu.com.ua/article-10974?utm

45. Мікробіологія, вірусологія та імунологія в запитаннях та відповідях : навч. посіб. / за заг. ред. В. П. Широбокова, С. І. Климнюка. Тернопіль : Укрмедкнига, 2019. 340 с.

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

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

48. Скороход С.В. Сезонна динаміка мікробіоценозу кишечника ляща звичайного (*Abramis brama*) річки кам'янка м. Житомира / *Наукові читання 2026. Благополуччя тварин і сталий розвиток тваринництва та аквакультури: наука, практика, освіта*: мат. наук.-практ. конф. присвяченої Дню науки в Україні, 14 травня 2026 р., Житомир : Поліський національний університет, 2026. С. 5.

49. У Житомирі екологи перевірили факт забруднення річки Кам`янка та відібрали проби води для дослідження https://times.zt.ua/u-zhytomyri-ekolohy-pereviryly-fakt-zabrudnennia-richky-kam-ianka-ta-vidibraly-proby-vody-dlia-doslidzhennia/?utm

50. У річку Кам'янка потрапили стічні води: на місці взяли проби води. Джерело: https://ecopolitic.com.ua/ua/news/u-richku-kam-yanka-potrapili-stichni-vodi-na-misci-vzyali-probi-vodi/?utm

ДОДАТКИ

Додаток А

Рис. 1. Річка камянка (середня течія), місце забудови

Додаток Б

Рис. 2. Річка камянка (нижня течія), місце вилову риби

Додаток В

Рис. 3. Елективні поживні середовища
для культивування мікроорганізмів

Додаток Г

Рис. 4. Фізіологічний розчин для створення розведень