

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

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва
Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

МАМЧУР ЮЛІЯ МИКОЛАЇВНА

УДК 579.26:597.551.2:576.8(477.46)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**КУЛЬТУРАЛЬНІ ОЗНАКИ МІКРОБІОТИ ЛУСКИ ПОПУЛЯЦІЇ КАРАСЯ
СРІБЛЯСТОГО (*CARASSIUS GIBELIO*) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ**

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
_____ Юлія МАМЧУР

Керівник роботи:
Анастасія ЛАХМАН,
Доктор філософії (PhD), асистент

АНОТАЦІЯ

Мамчур Ю.М. Культуральні ознаки мікробіоти луски популяції карася сріблястого (*Carassius gibelio*) в умовах Лісостепу. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура». – Поліський національний університет, Житомир, 2025 рік.

Досліджено культуральні властивості мікробіоти луски популяції карася сріблястого. Наявність на лусці умовно-патогенних ентеробактерій вказує можливий вплив екологічних факторів. Для запобігання бактеріальному забрудненню рибних ресурсів рекомендовано посилений контроль якості води та регулярний санітарно-епідеміологічний моніторинг річки.

Ключові слова: бактеріологічні дослідження, гідроекосистема, мікрофлора

ANNOTATION

Mamchur Y.M. Cultural characteristics of the scale microbiota in a population of Prussian Carp (*Carassius gibelio*) in the Forest-Steppe Zone – Qualification paper manuscript copyrights.

Qualification thesis submitted for the degree of Bachelor in the specialty 207 «Aquatic Bioresources and Aquaculture» – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The cultural characteristics of the microbiota of the scales in the silver crucian carp population were investigated. The presence of opportunistic Enterobacteriaceae on the scales suggests a potential influence of environmental factors. To prevent bacterial contamination of fish resources, enhanced water quality control and regular sanitary-epidemiological monitoring of the river are recommended.

Key words: bacteriological studies, aquatic ecosystem, microbiota

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Огляд літератури	8
1.1. Основні біологічні характеристики карася сріблястого (<i>Carassius gibelio</i>)	8
1.2. Дія природних та антропогенних чинників на стан популяцій карася сріблястого (<i>Carassius gibelio</i>) в екосистемах Лісостепу	9
1.3. Мікрофлора риб та джерела мікробного забруднення риби	10
1.4. Значення мікробного аналізу для введення рибного господарства	11
2. Матеріал, методика, місце та умови проведення досліджень	13
3. Результати дослідження	18
3.1. Виявлені морфологічні групи мікроорганізмів, їх основні культуральні ознаки та кількісний аналіз мікробної флори карася сріблястого (<i>Carassius gibelio</i>)	18
3.2. Дослідження органолептичних показників	26
3.3. Вплив екологічних факторів на склад мікробіоти та аналіз потенційних ризиків для здоров'я риб і споживачів	27
Висновки	29
Список використаної літератури	30
Додатки	37

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 розуміння екологічного стану водойм та оцінки потенційних ризиків, що можуть виникати у рибних господарствах і становити загрозу для людей існує необхідність у дослідженні мікробіоти водних мешканців, зокрема риб. Адже споживання несвіжої риби, або недостатньо обробленої термічно, може призвести до зараження патогенними мікроорганізмами: *Salmonella*, *Listeria* тощо [1-2]. Поширеним видом риб, що мешкає в умовах Лісостепу, у т.ч. Житомирщини, є карась сріблястий (*Carassius gibelio*) [3]. Карась здатний легко адаптуватися до різних умов існування, що робить його цінним об'єктом досліджень [4]. Вивчення мікробного складу луски риби дозволяє аналізувати її здоров'я та якісний склад водойми, де вона мешкає.

Дослідження культуральних ознак мікробіоти луски карася сріблястого дозволяють встановити морфологічні групи мікроорганізмів та визначити можливі фактори, що впливають на їх варіабельність.

Мета роботи — дослідити культуральні ознаки мікрофлори, виділеної з поверхні тіла (луски) популяції карася сріблястого (*Carassius gibelio*), виловленого в природних умовах, на поживних середовищах різних видів для визначення морфологічної групи мікроорганізмів.

Завдання роботи: Провести відбір проб із поверхні тіла карася сріблястого; Визначити культуральні особливості мікроорганізмів на різних поживних середовищах; Проаналізувати отримані результати та зробити висновки щодо складу мікрофлори; Оцінити потенційні ризики для здоров'я риб та споживачів.

Об'єкт дослідження — популяція карася сріблястого, мікробіота луски популяції карася сріблястого.

Предмет дослідження — культуральні ознаки мікробних колоній луски популяції карася сріблястого на поживних середовища різних видів.

Методи дослідження: описові (фіксація культуральних ознак

мікробних колоній: форма, розмір, колір, консистенція, краї, оптичні властивості, тощо), мікробіологічні (відбір зразків з поверхні луски карася сріблястого, приготування поживних середовищ, посів на поживні середовища, культивування за оптимальних температур, спостереження за ростом колоній), бактеріологічні (виявлення колоній та їх диференціація до певної морфологічної групи за культуральними властивостями), органолептичні (оцінка зовнішнього стану риби), статистичні (обробка отриманих даних щодо кількості колоній), аналітичні (аналіз та узагальнення отриманих даних, визначення екологічних чинників, які впливають на склад мікробіоти луски карася).

Перелік публікацій автора за темою дослідження. Результати роботи були апробовані та опубліковані у вигляді тез, у тому числі одноосібної, на міжнародній та всеукраїнській конференціях [3, 54].

Практичне значення отриманих результатів. Матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані у навчальному процесі для викладання дисциплін «Водна мікробіологія», «Іхтіологія» при фаховій підготовці здобувачів спеціальності Н5 «Водні біоресурси та аквакультура». Отримані результати сприяють глибшому розумінню культуральних ознак мікробіоти луски карася сріблястого (*Carassius gibelio*) в умовах Лісостепу.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з таких структурних елементів: титульного аркушу, анотації, змісту, переліку умовних позначень, основної частини, списку використаних джерел та 7 додатків. Основна частина включає 23 сторінки комп'ютерного тексту, містить 9 рисунків та 3 таблиці. Список використаних літературних джерел містить 54 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Основні біологічні характеристики карася сріблястого (*Carassius gibelio*)

Карась сріблястий (*Carassius gibelio*) — один з основних та найбільш поширених і адаптованих представників прісних природних та штучних водойм Європи та Азії [4-5]. Цей вид риби належить до родини коропових (*Cyprinidae*), підродини *Cyprininae*, роду карась (*Carassius*) та виду карась сріблястий (*Carassius gibelio*) [4-7]. Живе даний вид риби близько 10 - 12 років [6].

Морфологічно карась має високе та сплюснене з боків тіло довжиною близько 24 см – 50 см, яке вкрите щільною лускою, що має золотистий або сріблястий відтінок [8]. Карась має невелику голову, кінцевий рот. Завдяки такій будові щелепи даний вид риби може споживати як донний так і зважений у воді корм [8]. Анальний плавець заокругленої форми та має добре розвинені промені, спинний плавець високий [8].

До основних фізіологічних властивостей карася можна віднести високу витривалість та адаптивність до коливання широкого спектру температур, вмісту кисню та рівня забруднення водойми, де він мешкає [9]. Даний вид риби може жити навіть у водоймах із низьким вмістом кисню (володіє анаеробним типом дихання) [8-9]. Зимою карась занурюється у мул та впадає у стан глибокого спокою, таким чином він витримує замерзання водойм [9]. Карась сріблястий — всеїдна риба [10]. Раціон включає зоопланктон, бентосні організми, водорості, детрит, вищу водну рослинність [8, 10]. У старшому віці надає перевагу донному або змішаному типу живлення, молоді особини харчуються переважно планктоном [10]. Розмножується навесні (температура води оптимальна для розмноження 14 - 20°C [8, 11]. Нерест триває декілька разів на сезон. Самки відкладають ікру на тверді субстрати або на водну

рослинність [11]. Цікавим явищем, яким володіють представники даного виду — здатність до гіногенезу. Гіногенез — здатність самок карася сріблястого відтворюватися без запліднення, за допомогою сперми інших риб вони активують розвиток ікринок [12]. Така здатність сприяє швидкому поширенню виду, особливо у водоймах, де присутній дефіцит самців.

Тому карасі сріблясті відіграють важливу екологічну роль у функціонуванні водних екосистем. Завдяки високим адаптивним здібностям та екологічній пластичності вони є першочерговим об'єктом рибиництва, адже їх легко розводити, вони не примхливі у догляді та добре підходять для штучного зариблення водойм.

1.2. Дія природних та антропогенних чинників на стан популяцій карася сріблястого (*Carassius gibelio*) в екосистемах Лісостепу

Популяція — сукупність особин одного виду, що мешкають на певній локації (території), взаємодіють між собою та підпадають під дію однакових типових екологічних факторів [13]. Стан популяції визначається чисельність, генетичним різноманіттям та здатність розмножуватися та відтворювати собі подібних у конкретних умовах довкілля. Популяція карася сріблястого в екосистемах Лісостепу — це сукупність особин даного виду риб, що мешкають у певному водоймищі, взаємодіють між собою, дають потомство в конкретних умовах довкілля [14]. Одним із поширених середовищ існування багатьох риб, зокрема і карася сріблястого (*Carassius gibelio*), є зона лісостепу. Лісостеп — зона, що характеризується помірним кліматом, рівномірним розподілом опадів та сезонністю [15]. В Україні дана зона шириться на значну частину правобережжя, центральних областей, серед яких Житомирщина. До річок Житомирщини, окрім Тетерева, належать також річки гуйва, Ірша, Случ та Гнилоп'ять [16]. Річки створюють сприятливі умови для існування багатьох видів риб, включно з карасем [15-16].

На стан популяцій карася сріблястого в екосистемах Лісостепової зони

значною мірою залежить від впливу різних факторів, як природних так і антропогенних [3].

До природних факторів можна віднести: температурний режим, рівень кисню у воді та сезонні зміни рівня води [17]. Улітку вода добре прогрівається, так як має середній рівень глибини, що сприяє гарним умовам нересту. Але узимку, внаслідок промерзання мілководдя сприяє зменшенню чисельності риб [3]. Рівень кисню та сезонні зміни рівня води, значною мірою, також залежать від середньої глибини. У глибших водоймах кисневий рівень стабільніший, ніж у мілководних річках [17]. Тому у мілководних водоймах часто реєструють швидке коливання температури, що може бути основним фактором дефіциту кисню і літній період, внаслідок розмноження водоростей.

До антропогенних факторів, що мають вплив на популяцію карася сріблястого належать забруднення водойм промисловими та побутовими стоками, нераціональний вилов та евтрофікація (надмірне збагачення водойм азотом та фосфором) [18-20]. Широке застосування добрив у сільському господарстві негативно впливає на якість водойм, внаслідок потрапляння до них нітратів та фосфатів.

1.3. Мікрофлора риб, джерела мікробного забруднення риби, вплив факторів середовища на мікрофлору риб

Мікрофлора риб представлена широким спектром м/о, які локалізуються на різних частинах тіла (зовнішніх та внутрішніх) [21]. Основні мікроби, містяться на таких частинах тіла риби як зовнішні покриви (луска), зябра, ротова порожнина, кишечник та внутрішні органи [21-22]. Мікробіота відіграє важливу роль для здоров'я риби, так як впливає на фізіологічні особливості, обмін речовин та імунний статус [23]. Мікробний склад риби включає різні групи мікроорганізмів, зокрема, гриби, бактерії, найпростіші і значною мірою залежить від якісного та кількісного складу мікробіоти води, де риба мешкає [23-24]. Таким чином, дослідження мікробного складу риби часто відображає

екологічний стан водойми [25].

До основних груп мікробів у складі рибної мікрофлори відмічають: сапрофітні мікроорганізми, умовно-патогенні мікроорганізми та патогенні мікроорганізми [26-27]. *Сапрофітні мікроорганізми* — не шкідливі для риби бактерії та гриби, які виконують функцію підтримки балансу мікробного складу, та іноді, захист від патогенів [27]. Такі мікроорганізми живляться мертвою органікою та забезпечують біохімічне очищення води [28]. До таких мікробів належать: бактерії родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus* та *Flavobacterium* [28]. *Умовно-патогенні мікроорганізми* — м/о, які не спричиняють хворобу за нормальних умов, але за певних сприятливих для них факторів (ослаблений імунітет риби, брудна водойма, порушення температурного та кисневого режимів) можуть стати причиною інфекцій [29-30]. До таких мікробів належать: бактерії родів *Aeromonas* (спричиняє хворобу аеромоноз), *Vibrio* (спричиняє хворобу вібріоз), *Edwardsiella* (спричиняє хворобу едвардсіельоз) [29, 31, 32].

Патогенні мікроорганізми — збудники різних інфекційних хвороб риб. Такі мікроби проникають в організм риби через зябра, пошкодження шкіри, травний канал [33]. Після потрапляння в організм риби викликають хворобу, наприклад, бактерії виду *Flavobacterium columnare* викликають бактеріальну гниль плавців [34-37]. Існують також мікроорганізми, які через рибу (споживання її людиною) викликають отруєння у людей та тварин [35]. Такі бактерії потрапляють до риби через забруднену воду, неправильно оброблену рибу після вилову, крос-контамінацію, неправильне зберігання, концентрацію токсинів тощо [38].

Основними джерелами мікробного забруднення риби є природні та антропогенні фактори. До природних факторів відносять річковий та донний ґрунт, де локалізуються бактерії, віруси, гриби та органічні залишки. Антропогенні фактори — стічні води, надмірне використання добрив та пестицидів, забруднення водойм органікою і також зараження риби через інфікований корм [18-21].

1.4. Значення мікробного аналізу для введення рибного господарства

Ключовим інструментом для контролю якості водойм та здоров'я риб є мікробний аналіз [38]. Адже такий аналіз дозволяє не лише оцінити мікробне забруднення водойм, а і виявити патогенні мікроорганізми, які можуть бути збудниками токсичних інфекційних хвороб [38]. Одним із важливих аспектів мікробного аналізу у рибному господарстві є моніторинг умовно-патогенних бактерій (*Aeromonas*, *Vibrio*, *Edwardsiella*) та грибів, які викликають масові захворювання у рибництві. Дослідження мікрофлори риб і води дають можливість виявити потенційні джерела локалізації коліформних бактерій, які є важливими показниками фекального забруднення води [39]. Моніторингові дослідження дають змогу оцінити ефективність водоочисних заходів, які застосовують при введенні рибництва [20]. Регулярний аналіз та контроль мікробіоти популяцій риб дозволяє розробляти оптимальні заходи щодо підтримки оптимального балансу мікробіоти водойми певного типу.

Таким чином, такі регулярні заходи сприяють профілактиці хвороб риб, контролю якості водних об'єктів та збереженню екологічної безпеки аквакультури.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1

Популяції карася сріблястого зазнають постійного природного та антропогенного впливу, що впливають на їх розвиток та розмноження. Лісостепова зона має сприятливі умови для карася, але екологічні зміни впливають на його чисельність. Мікрофлора риб, у т.ч. *Carassius gibelio*, включає сапрофітні, умовно-патогенні та патогенні мікроорганізми, склад яких залежить, як від складу водойми, так і від рівня резистентності самої риби. Мікробний аналіз дозволяє систематично контролювати санітарний стан водойм, що забезпечує стабільність популяцій риб.

РОЗДІЛ 2.

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У даній роботі досліджували культуральні властивості мікробіоти луски популяції карася сріблястого (*Carassius gibelio*), виловленого в природних умовах річки Тетерів (м. Житомир, Гідропарк). Додатково, з метою оцінки загального стану риб, проводили аналіз органолептичних показників за допомогою сенсорних методів згідно з ДСТУ 8451:2015 «Риба та рибні продукти. Методи визначення органолептичних показників» [40].

Матеріал дослідження

Об'єктом дослідження виступала популяція карася сріблястого (*Carassius gibelio*) та мікробіота їх луски.

Предметом дослідження – культуральні ознаки мікробної флори, що заселяє луску риб. Дослідження проводили на 5 особинах карася сріблястого, виловлених у річці Тетерів (м. Житомир, Гідропарк) наприкінці лютого.

Методи дослідження

1. Мікробіологічні методи

Відбір зразків – здійснювали стерильними тампонами з різних анатомічних ділянок риб.

Підготовка поживних середовищ – використовували середовища загального та спеціального призначення (диференційно-діагностичні, селективні, елективні).

Висів зразків – мазки висівали на поживні середовища для отримання видимих ознак росту мікроорганізмів.

Культивування – проводили в термостатах за оптимальних температурних умов.

Ідентифікація морфологічної групи мікроорганізмів – здійснювали за культуральними характеристиками.

2. Бактеріологічні методи

Кількісний облік колоній – підрахунок колоній (КОУ) бактерій на різних середовищах.

Диференціація мікроорганізмів – визначення групи бактерій за культуральними ознаками.

3. Описові методи

Фіксація культуральних ознак колоній (форма, розмір, колір, консистенція, краї, прозорість тощо).

4. Органолептичні методи

Для оцінки загального стану риб використовували органолептичні методи згідно ДСТУ 8451:2015 [40], де визначали: колір і зовнішній вигляд шкірних покривів – за наявністю слизу, уражень, зміни пігментації; запах – оцінювали запах луски після зняття вологого тампона; консистенцію шкіри та м'язової тканини – визначали методом натискання; стан зябер – колір, запах та структура зябер.

5. Статистичні методи

Обробка отриманих даних щодо кількості колоній мікроорганізмів, їхнього розподілу та частоти зустрічальності.

6. Аналітичні методи

Оцінка екологічних факторів, що впливають на мікробіоту риб, узагальнення отриманих результатів.

Місце та умови проведення досліджень

Дослідження проводили в лабораторних умовах кафедри ветеринарної епідеміології факультету ветеринарної медицини та тваринництва Поліського національного університету, де виконували всі мікробіологічні та бактеріологічні аналізи. Лабораторія кафедри обладнана термостатами, стерильними боксами, та іншими необхідними засобами. Риба була виловлена з річки Тетерів (t води $+2^{\circ}\text{C}$), м. Житомир, Гідропарк (рис. 2.1). Після вилову карасі були доставлені до лабораторії кафедри у ємності з водою з річки, де вони мешкали.



Рис. 2.1. Місце вилову карася сріблястого (*Carassius gibelio*), t води $+2^{\circ}\text{C}$

Методика проведення досліджень

Відбір проб

Зразки відбирали сухим, стерильним, індивідуальним для кожної особини тампоном із п'яти анатомічних зон кожної риби [41]: Голова (область навколо зябер); Спинна частина (біля спинного плавця); Бічна лінія (середина тіла); Черевце (біля анального отвору); Хвостова область (рис. 2.2).

Отримані мазки об'єднували в одну збірну пробу та висівали на різні поживні середовища.



Рис. 2.2. Відбір проб для проведення досліджень

Приготування поживних середовищ

Поживні середовища різних видів (табл. 1) готували згідно рецепту (додаток А), що вказаний на упаковці, стерилізацію проводили методом автоклавування згідно інструкції до кожного середовища [43-50].

Таблиця 2.1. Поживні середовища використані для культивування

Середовище	Призначення
MRS-агар	Виявлення молочнокислих бактерій (<i>Lactobacillus sp.</i>)
Агар Ендо	Виявлення ентеробактерій, зокрема <i>Escherichia coli</i>
Агар Левіна	Додаткове виявлення <i>Escherichia coli</i> (металевий блиск колоній)
Ксилозо-лізиновий агар	Диференціація ентеробактерій, зокрема <i>Salmonella sp.</i>
Вісмут-сульфітний агар	Виявлення <i>Salmonella sp.</i> та споріднених бактерій
Агар МакКонкі	Виявлення ентеробактерій та їх здатності до ферментації лактози
Агар АМХ	Виявлення анаеробних бактерій (<i>Clostridium sp.</i>) та загальний висів для оцінки загальної мікробіоти
Агар Чапека	Виявлення пліснявих грибів (<i>Penicillium sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i>)
М'ясо-пептонний агар (МПА)	Загальний висів для оцінки загальної мікробіоти

Висів та мікробіологічне культивування

Посів проводили поверхневим методом хвилястого штриха (додаток Б). Колонії рахували візуально на чашці Петрі (КУО на чашці Петрі) [51], (додаток В).

Умови культивування [52]

- Бактеріальні культури інкубували при 37°C упродовж 24-48 годин (додаток Г).
- Для грибів застосовували 25°C упродовж 5-7 днів.
- Анаеробні культури вирощували при 37°C.

Віднесення культивованих мікроорганізмів до певної морфологічної групи

Попередню «ідентифікацію» мікроорганізмів проводили на основі культуральних ознак (додаток Д), що включають візуальну оцінку росту колоній на поживних середовищах [53].

Основні критерії визначення включали:

1. Колір, форма, розмір колоній

Колір колоній може варіюватися від безбарвного до інтенсивно забарвленого (білий, кремовий, жовтий, зелений, червоний тощо). Форма колоній оцінювалася за основними морфологічними типами: круглі, неправильні, нитчасті, зигзагоподібні.

2. Консистенція колоній

Консистенція колоній визначається за допомогою стерильного інструменту (петлі або шпателя): слизова – характерна для капсульних бактерій; суха та шорстка – типовий показник спороутворюючих бактерій; блискуча та гладка – характерна для багатьох ентеробактерій.

3. Реакція середовища (зміна кольору)

Багато поживних середовищ містять рН-індикатори або хімічні речовини, які змінюють забарвлення залежно від метаболічної активності мікроорганізмів:

Червоне забарвлення на агарі Ендо – свідчить про ферментацію лактози [43].

Посиніння або почервоніння середовища МакКонкі – ознака бродіння лактози.

Чорне забарвлення на вісмут-сульфітному агарі – вказує на утворення сірководню.

4. Наявність специфічних ознак

Металевий блиск колоній – характерний для *Escherichia coli* на агарі Левіна [44].

Почорніння середовища – результат утворення сірководню (*Salmonella*, *Proteus*) [46].

Плівка на поверхні рідкого середовища – характерна для аеробних бактерій (*Pseudomonas aeruginosa*).

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2: Отримані результати дозволили охарактеризувати мікробіоту луски популяції карася сріблястого та оцінити потенційні ризики для здоров'я риб і споживачів.

РОЗДІЛ 3.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Виявлені морфологічні групи мікроорганізмів та їх основні культуральні ознаки

Мікробіота поверхні тіла риб представлена широким спектром мікроорганізмів, що виконують різноманітні екологічні функції – від участі в процесах біологічного очищення шкірних покривів до потенційного розвитку патогенних станів. В ході дослідження мікробіологічного складу луски карася сріблястого (*Carassius gibelio*) було виділено кілька основних морфологічних підгруп мікроорганізмів, кожна з яких характеризується специфічними культуральними ознаками.

Аналіз результатів висівів свідчить, що мікроорганізми, які складають мікробіом популяції карася сріблястого належать до морфологічної групи бактерії-прокаріоти.

Ріст на середовищах загального та спеціального призначення дозволив виділити різні підгрупи мікроорганізмів. Усі мікроорганізми почали проявляти культуральні властивості на 2 та 8 добу культивування.

На АМХ та МПА реєстрували суцільний густий ріст різних видів мікроорганізмів, які утворили суцільну біоплівку (рис. 3.1 – А, Б). Такі результати свідчать, що на середовищах загального призначення культивуються більшість мікроорганізмів (табл. 3.1).

Середовище Чапека залишилося прозорим (рис. 3.1. - В), а чітких колоній або нальоту немає, так гриби, ймовірно, не вирости або їх кількість у пробі була низькою. Це свідчить про відсутність *Penicillium*, *Aspergillus* або інших пліснявих грибів у значній кількості [48].

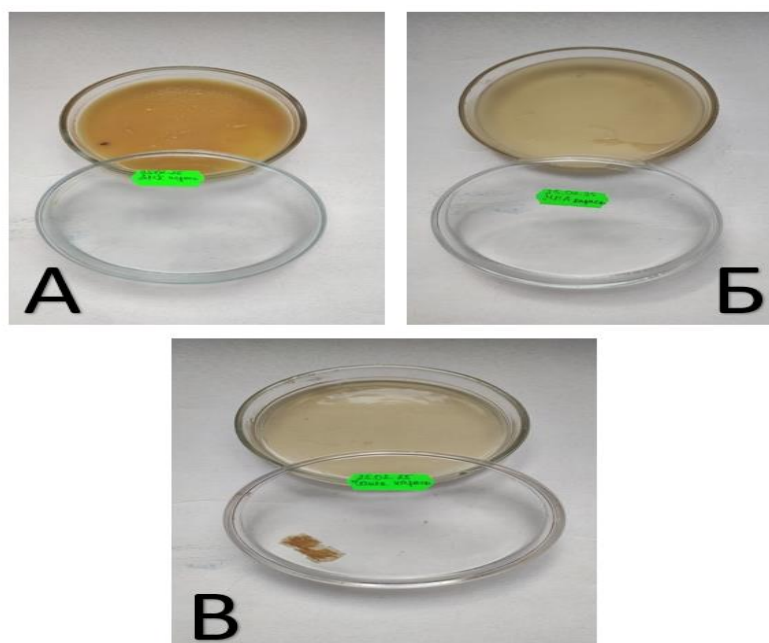


Рис. 3.1. Ріст мікроорганізмів на 8 добу культивування на середовищах загального та спеціального призначення: А – МПА; Б – АМХ; В – агар Чапека

Таблиця 3.1. Результати висівів луски карасів на поживних середовищах

Дата реєстрації результатів	Назва агару	Результати висівів луски карасів на поживних середовищах загального призначення та на агарі для культивування грибів				
		1	2	3	4	5
2 доба (к-ть КУО на чашці Петрі)	МПА	біоплівка	біоплівка	біоплівка	біоплівка	біоплівка
	АМХ	біоплівка	біоплівка	біоплівка	біоплівка	біоплівка
	Агар Чапека	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту
8 доба (к-ть КУО на чашці Петрі)	МПА	біоплівка	біоплівка	біоплівка	біоплівка	біоплівка
	АМХ	біоплівка	біоплівка	біоплівка	біоплівка	біоплівка
	Агар Чапека	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту

Для вивчення мікробіоти луски карася сріблястого використовували поживні середовища спеціального призначення, які поділяються на селективні, елективні та диференційно-діагностичні [53]. Використання таких середовищ дозволяє не лише визначити загальний склад мікробіоти, а й виявити потенційно патогенні мікроорганізми, що можуть впливати на стан здоров'я риб та екологічну безпеку водойми.

На MRS-агарі (рис. 3.2 - А) бактеріальні колонії поодинокі, невеликого розміру, білі або злегка кремові. Це свідчить про ріст представників роду *Lactobacillus* або інших молочнокислих бактерій [42].

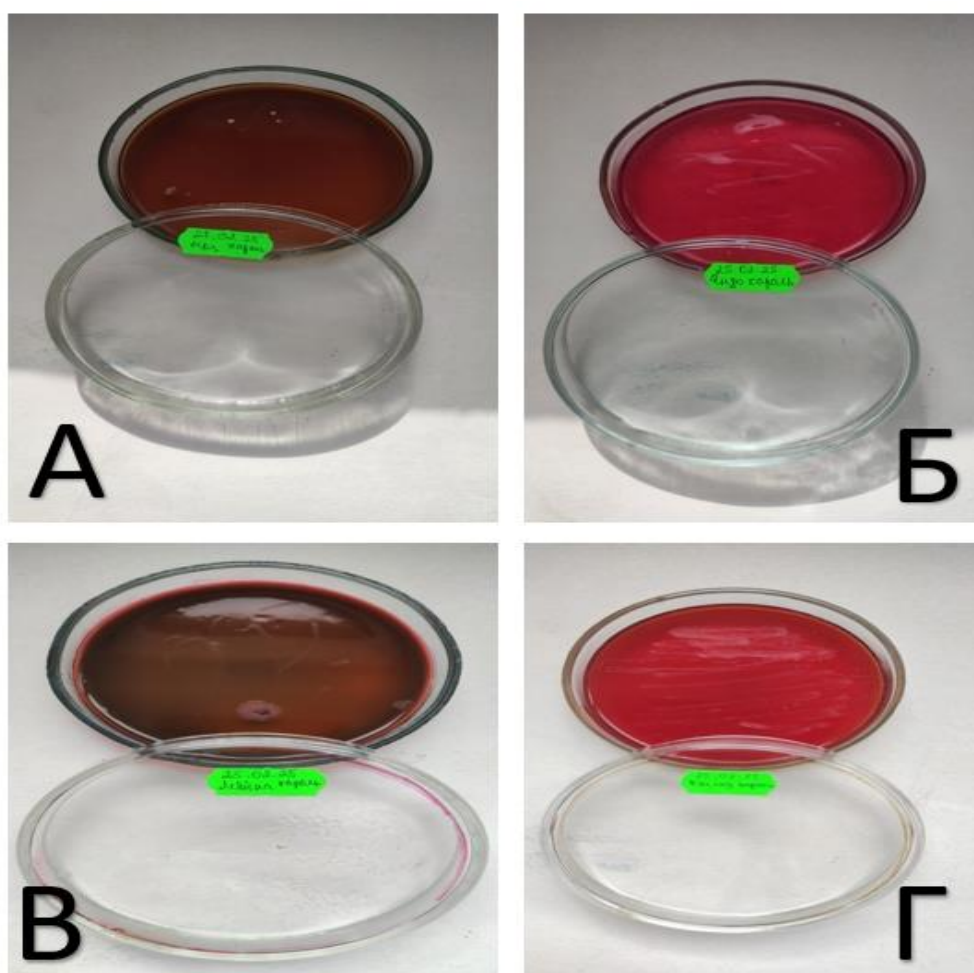


Рис. 3.2. Ріст мікроорганізмів на середовищах спеціального призначення: А – MRS; Б – агар Ендо; В – агар Левіна; Г – Ксилозо-лізиновий агар (8 доба культивування)

На агарі Ендо (рис. 3.2 - Б) колонії відсутні або дуже слабо виражені. Середовище залишилося практично без змін, що свідчить про відсутність значного росту лактозо-ферментуючих ентеробактерій (*Escherichia coli*, *Klebsiella*) [43].

На агарі Левіна (рис. 3.2 - В) колонії середнього розміру з темним центром, з рожевим обідком, але без металевого блиску. Так як блиск відсутній, а це характерна ознака *Escherichia coli* [44], оскільки цей мікроорганізм ферментує лактозу та утворює колонії з характерним блиском, то дані мікроорганізми не належать до даного виду.



Рис. 3.3. Колонії з темнуватим центром на середовищі Левіна (8 доба культивування)

Ріст на ксилозо-лізиновому агарі (рис. 3.2 – Г) зареєстрований на 8 добу культивування (додаток Е). Дрібні, блідо-рожеві колонії без чорного центру (рис. 3.4). Це може бути ознакою представників родів *Enterobacter*, *Klebsiella* або інших умовно-патогенних ентеробактерій [45].

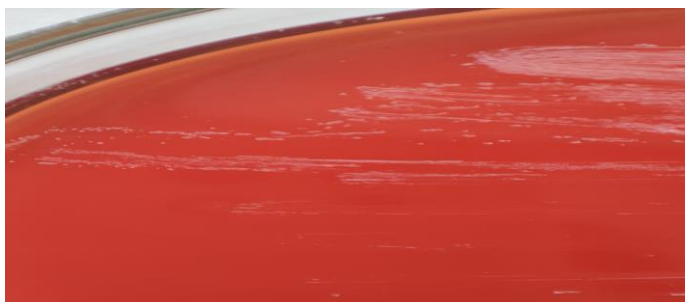


Рис. 3.4. Дрібні, блідо-рожеві колонії на середовищі ксилозо-лізиновий агар (8 доба культивування)

Колонії на вісмут-сульфітному агарі (рис. 3.5) мали коричневий колір, блискучі, округлі, малого розміру, без потемніння середовища. Такий вигляд можуть мати представники роду *Citrobacter* або *Enterobacter*, які можуть рости на цьому середовищі, але не відновлюють сульфіти до сульфіду. Адже середовище є специфічним для бактерій роду *Salmonella*, але дані бактерії зазвичай утворюють чорні колонії з потемнінням середовища (у складі вісмут-сульфітного агару містяться сульфат натрію (Na_2SO_3) та вісмутові солі, які селективно пригнічують ріст більшості грампозитивних бактерій і неспецифічної мікрофлори [46]. Деякі види *Salmonella* здатні відновлювати сульфати до сірководню (H_2S) завдяки активності ферменту цистеїндесульфігази, який розщеплює амінокислоту цистеїн із вивільненням сірководню і таким чином їх колонії набувають чорного кольору) [46], що тут не спостерігається.

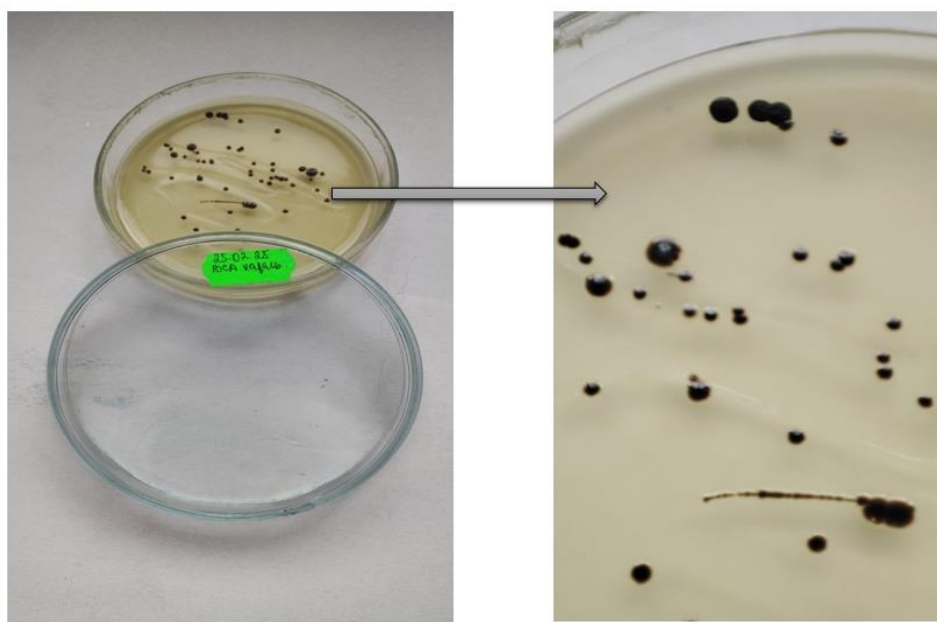


Рис. 3.5. Ріст колоній на середовища ВСА на 8 добу культивування

На середовищі МакКонкі колонії були великі, слизові, з фіолетово-рожевим відтінком. Вони виглядають опуклими, слизовими та блискучими (рис. 3.6). Така морфологія характерна для лактозопозитивних бактерій (ферментують лактозу), наприклад *Klebsiella spp.* або *Enterobacter spp.* [45].

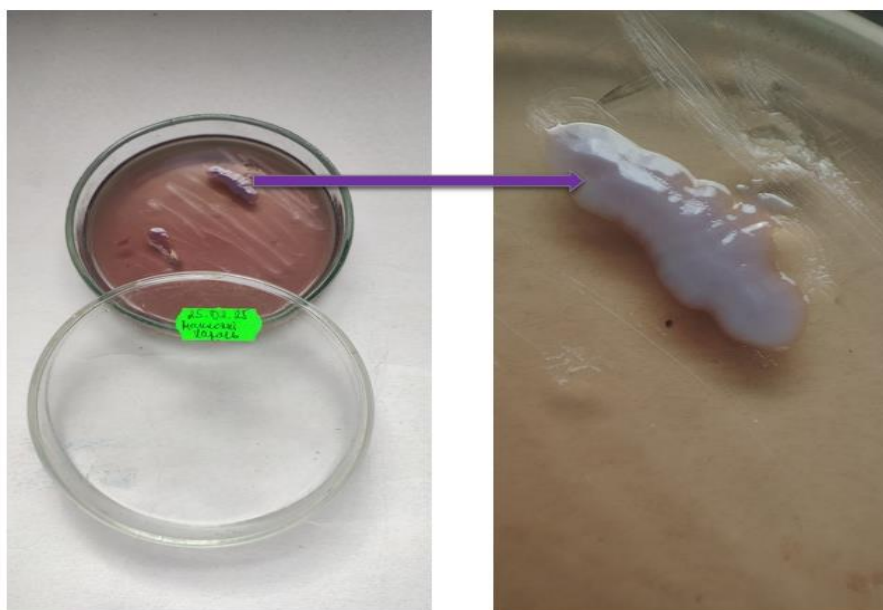


Рис. 3.6. Ріст колоній на середовища МакКонкі на 8 добу культивування

Аналіз отриманих даних свідчить, про ймовірну наявність різних груп мікроорганізм на поверхні (лусці) популяції карася сріблястого (*Carassius gibelio*), виловленого у зимовий період з річки Тетерів, причому найкращий ріст колоній зареєстрований на 8 добу культивування (табл. 3.2).

Отже, на поверхні луски карася сріблястого локалізуються такі мікроорганізми:

Молочнокислі бактерії (*Lactobacillus sp.*) – ріст спостерігався на MRS-агарі, колонії поодинокі, дрібні, білого або кремового кольору (додаток Ж).

Ентеробактерії (*Klebsiella sp.*, *Enterobacter sp.*) – виявлені на середовищах МакКонкі, Левіна та ксилозо-лізиновому агарі.

Умовно-патогенні ентеробактерії (*Citrobacter sp.*, *Enterobacter sp.*) – ймовірно присутні на вісмут-сульфідному агарі, де утворили коричневі колонії без потемніння середовища.

Анаеробні бактерії (*Clostridium sp.*) – значного росту на агарі АМХ не спостерігалось, що може свідчити про їх низьку концентрацію у пробах.

Плісняві гриби (*Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*) – не виявлені на агарі Чапека, що свідчить про їхню відсутність або низьку концентрацію.

Аеробні бактерії (*Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*) – виявлені на м'ясо-

пептонному агарі (МПА), де колонії мали слизовий вигляд.

Таблиця 3.2. Результати висівів луски карасів на спеціальних поживних середовищах

Дата реєстрації результатів	Назва агару	Результати висівів луски карасів на спеціальні поживні середовища				
		1	2	3	4	5
2 доба (к-ть КУО на чашці Петрі)	MRS	2	2	1	3	1
	Агар Ендо	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту
	Агар Левіна	Відсутність росту	Відсутність росту	1	Відсутність росту	Відсутність росту
	Ксилозо-лізиновий агар	Відсутність росту	1	Відсутність росту	Відсутність росту	Відсутність росту
	BCA	1	1	Відсутність росту	Відсутність росту	Відсутність росту
	Агар Макконкі	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту
8 доба (к-ть КУО на чашці Петрі)	MRS	4	4	3	5	4
	Агар Ендо	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту	відсутність росту
	Агар Левіна	2	2	Відсутність росту	2	1
	Ксилозо-лізиновий агар	303	300	280	300	250
	BCA	58	60	49	55	58
	Агар МакКонкі	2	1	Відсутність росту	1	2

Отримані результати свідчать, що мікробіота карася сріблястого у зимовий період представлена як сапрофітними, так і умовно-патогенними бактеріями.

Відсутність росту *Salmonella* sp. і мікроскопічних грибів свідчить про відносну мікробіологічну безпеку досліджуваних зразків.

Присутність молочнокислих бактерій вказує на роль цих мікроорганізмів у формуванні нормальної мікрофлори риби.

Виявлення *Klebsiella* spp. або *Enterobacter* spp. на середовищі МакКонкі свідчить про можливу присутність умовно-патогенної флори, яка може бути пов'язана із забрудненням водойми або специфікою мікробіому кишечника риби.

Статистичний аналіз результатів висівів луски карасів на спеціальні поживні середовища свідчить про динаміку росту мікроорганізмів у різні терміни дослідження. На 2-гу добу спостерігався слабкий ріст колоній виключно на середовищі MRS, тоді як на інших агарах (Ендо, Левіна, Ксилозо-лізиновий агар, ВСА, Макконкі) ріст мікроорганізмів був відсутній або незначний. Це вказує на початкову стерильність або низьку контамінацію досліджуваного матеріалу.

До 8-ї доби кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) на MRS значно зросла, що свідчить про активний розвиток відповідних мікроорганізмів. Також спостерігається зростання колоній на агарі Левіна, Ксилозо-лізиновому агарі, ВСА та агарі Макконкі, що вказує на наявність різних груп бактерій, які могли адаптуватися до умов середовища. Особливо значне збільшення КУО (250–303) зафіксовано на Ксилозо-лізиновому агарі, що може свідчити про наявність ентеробактерій або інших факультативно-анаеробних бактерій.

Отже, отримані результати демонструють збільшення бактеріального навантаження на пізніших етапах дослідження, що, ймовірно, пов'язано з низькою температурою води, так як дослідження проводилося взимку. Температура є одним із ключових факторів, що впливають на швидкість росту

бактерій. Більшість водних мікроорганізмів мають оптимальний діапазон температур, за якого їх ріст відбувається найшвидше. Якщо температура води була значно нижчою за оптимальну (наприклад, 4–10°C), це могло призвести до уповільненого метаболізму бактерій і довшого лаг-фази (періоду адаптації перед початком активного розмноження).

3.2. Органолептичні показники досліджених риб

Органолептичний аналіз стану популяції карася сріблястого проводили за методикою ДСТУ 8451:2015 «Риба та рибні продукти. Методи визначення органолептичних показників».

Було оцінено наступні параметри для кожної досліджуваної особини (рис. 3.7):

Зовнішній вигляд луски – блискуча, без видимих пошкоджень або аномалій.

Запах – специфічний, властивий свіжій рибі, без сторонніх домішок.

Консистенція шкіри та м'язової тканини – еластична, пружна, без ознак розм'якшення.

Стан зябер – рожево-червоні, без слизових нашарувань.



Рис. 3.6. Особина карася сріблястого (*Carassius gibelio*)

Отримані результати свідчать про задовільний загальний стан риб, що

може свідчити про відносно чисті екологічні умови річки Тетерів [54].

3.3. Вплив екологічних факторів на склад мікробіоти та аналіз потенційних ризиків для здоров'я риб і споживачів

Мікробний склад луски карася сріблястого (*Carassius gibelio*) залежить від умов середовища, в якому мешкає риба. Основні фактори, що можуть впливати на мікробіоту: температура річки, якість води та тип донних відкладень [25].

Низька температура у лютому та наявність льоду на поверхні води могла стримувати активний ріст деяких бактерій. Наявність на лусці досліджених карасів ентеробактерій (*Enterobacter sp.*) свідчить про антропогенне фекальне забруднення водойми, так як дані ентеробактерії виділяються з фекаліями. Анаеробні бактерії, які ростуть на середовищі АМХ (*Clostridium sp.*) можуть потрапляти на поверхню риб з мулистих ділянок водойми, також відомо, що у зимовий період карасі мають здатність зариватися у мул, аби пережити несприятливі умови (льодове відкладення на поверхні води). Наявність молочнокислих бактерій (*Lactobacillus sp.*), на нашу думку, може розглядатися як позитивний фактор, оскільки вони конкурують з патогенними мікроорганізмами та можуть відігравати пробіотичну роль.

Виявлення умовно-патогенних ентеробактерій свідчить про потенційну загрозу для здоров'я людини при споживанні недостатньо термічно обробленої риби. Вживання такої риби без належної обробки може спричинити кишкові інфекції, харчові отруєння та інші гастроентерологічні захворювання. Це особливо небезпечно для людей з ослабленим імунітетом, дітей і літніх осіб.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Визначено основні групи мікроорганізмів, що заселяють луску карася сріблястого, зокрема, ймовірно, *Lactobacillus sp.*, *Klebsiella sp.*,

Enterobacter sp., *Citrobacter sp.* Для точної видової та родової ідентифікації мікроорганізмів слід провести вивчення їх морфологічних, тинкторіальних та біохімічних властивостей.

2. Найбільше мікробне забруднення на середовищі загального призначення зареєстроване при культивуванні мікроорганізмів на м'ясо-пептонному агарі (загальна мікробіота), а найбільша кількість ентеробактерій виявлена на середовищах спеціального призначення— МакКонкі та Ксилозо-лізиновий ага.

3. Органолептичні показники свідчать про задовільний стан досліджених риб.

4. Виявлені умовно-патогенні кишкові бактерії (*Klebsiella sp.*, *Enterobacter sp.*, *Citrobacter sp.*) свідчать про можливе антропогенне фекальне забруднення річки Тетерів.

Результати дослідження дозволяють оцінити мікробіологічний стан популяції карася сріблястого та сприяють подальшим дослідженням щодо впливу екологічних умов на мікробіоту риб.

ВИСНОВКИ

1. Мікроорганізми, що заселяють луску карася сріблястого (*Carassius gibelio*) відрізняються за формою, розміром, кольором, рельєфом та структурою колоній. Колонії демонструють різну консистенцію (слизову, маслянисту, крихку), прозорість, а також здатність до пігментоутворення.

2. На лусці популяції карася сріблястого (*Carassius gibelio*) виявлено представників морфологічної групи бактерії, зокрема родів *Lactobacillus sp.*, *Klebsiella sp.*, *Enterobacter sp.*, *Citrobacter sp.*, що свідчить про різноманітність мікрофлори та можливий вплив екологічних факторів на її склад.

3. Найбільше мікробне забруднення реєструвалося на м'ясо-пептонному агарі, що підтверджує наявність загальної мікробіоти. Найбільшу кількість ентеробактерій зафіксовано на селективних середовищах МакКонкі та Ксилозо-лізиновому агарі, що вказує на можливе фекальне забруднення водойми.

4. Динаміка росту мікроорганізмів протягом дослідження свідчить про початковий повільний ріст мікроорганізмів у зв'язку з низькою температурою води. До 8-ї доби кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) на MRS, Левіна, Ксилозо-лізиновому агарі, ВСА та МакКонкі зросла, що вказує на адаптацію бактерій до умов середовища та збільшення бактеріального навантаження.

5. Рекомендуємо запровадити посилений контроль якості води в річці Тетерів (м. Житомир) та здійснювати регулярний санітарно-епідеміологічний моніторинг водойми, щоб запобігти бактеріальному забрудненню рибних ресурсів і мінімізувати ризик потрапляння потенційно небезпечних мікроорганізмів у харчовий ланцюг людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rapid detection of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Campylobacter spp.*, and *Escherichia coli* in food using biosensors. / Cossettini A. et al. *Food Control*. 2022. 137, P. 108962. DOI: [10.1016/j.foodcont.2022.108962](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108962)
2. Plasmonic biosensors for food control / Balbinot S. et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. 111, P. 128-140. DOI: [10.1016/j.tifs.2021.02.057](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.057).
3. Вплив природних і антропогенних факторів на популяції карася (*Carassius gibelio*) та коропа (*Cyprinus carpio*) в умовах лісостепу: екологічні виклики та підходи до збереження біорізноманіття. Романишина Т. О., Лахман А. Р., Мамчур Ю. М., Мотолига Р. В. *Towards a Holistic Understanding: Interdisciplinary Approaches to Tackle Global Challenges and Promotion of Innovative Solutions* : тези доп. II Міжн. наук. -практ. інтернет-конф., 13-14 березня 2025 р. Дніпро, С. 172–174.
4. Invasive gibel carp (*Carassius gibelio*) outperforms threatened native crucian carp (*Carassius carassius*) in growth rate and effectiveness of resource use: Field and experimental evidence / Tapkir S. et al. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2022. 32(12), P. 1901-1912. <https://doi.org/10.1002/aqc.3894>.
5. Андрей Є. Б. Лошкова Ю. М. Сучасний стан та перспективи розвитку рибного господарства України. Сучасний стан водних біоресурсів та аквакультури України і Світу : матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених з міжнародною участю; зб. наук. праць за ред. док. філос., к. г. н. Коржова Є. І. 31 жовтня 2023 р. Херсон, С. 15-18. DOI: [10.13140/RG.2.2.20405.86245](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20405.86245).
6. Controlling common carp (*Cyprinus carpio*): barriers, biological traits, and selective fragmentation / Piczak M. L. et al. *Biological invasions*. 2023. V. 25, № 5. P. 1317-1338. DOI: [10.1007/s10530-022-02987-0](https://doi.org/10.1007/s10530-022-02987-0).

7. Dietary overlap of invasive cyprinids and common carp in fishponds of Central Europe / Fedorčák, J. et al. *Aquaculture*. 2025. V. 595. P. 741677. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2024.741677](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741677).
8. Everard, M. Crucians (*Carassius carassius*): Biology, Ecology, Angling and Culture. 2025. *CRC Press*. DOI: [10.1201/9781003560791](https://doi.org/10.1201/9781003560791).
9. Influence of Water Temperature on Physiological Functions and Histology of Crucian Carp, *Carassius carassius* / Mattoo A.I. et al. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2025. V. 25. DOI: [10.4194/TRJFAS26088](https://doi.org/10.4194/TRJFAS26088)
10. Comparison of growth performance, feed utilization and morphology between homologous and heterologous juvenile *Qihe crucian carp Carassius auratus* / Shi et al. *Aquaculture*. 2022. V. 561. P. 738634. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2022.738634](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738634).
11. Olsén, K. H., Bonow, M. *Crucian carp (Carassius carassius (L.))*, an anonymous fish with great skills. *Ichthyological Research*. 2023. V. 70, № 3. P. 313-331. DOI: [10.1007/s10228-022-00892-z](https://doi.org/10.1007/s10228-022-00892-z).
12. A review of gynogenesis manipulation in aquatic animals / Manan H. et al. *Aquaculture and Fisheries*. 2022. V. 7, № 1. P. 1-6. DOI: [10.1016/j.aaf.2020.11.006](https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.11.006).
13. Malthus, T. An essay on the principle of population. In *British Politics and the Environment in the Long Nineteenth Century*. 2023. P. 77-84. DOI: [10.4324/9781003194651](https://doi.org/10.4324/9781003194651).
14. Ecosystem of Environmentally Sustainable Municipal Infrastructure in Ukraine. Koval V. et al. *Sustainability*. 2021. V. 13. P. 10223. DOI: [10.3390/su131810223](https://doi.org/10.3390/su131810223).
15. Бондар О. В., Ткач Л. І. ТИПОЛОГІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ЛІСІВ НА ВОДОЗБОРАХ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ. *Publishing House «Baltija Publishing»*. 2021. С. 18-34. DOI: [10.30525/978-9934-26-025-4-2](https://doi.org/10.30525/978-9934-26-025-4-2).
16. Жук В. Ю., & Андрійчук Т. В. Географія водних ресурсів Житомирищини на прикладі річки Тетерів. *Theory and practice of modern*

science: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the V International Scientific and Theoretical Conference: European Scientific Platform. 2023. С. 190-192. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/36834/1/36-68-PB-191-193.pdf>

17. Вплив зміни клімату на інфекційні захворювання риб (огляд) / Рудь Ю. П. та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2020. Вип. 4, № 54. С. 78-110. DOI: [10.15407/fsu2020.04.078](https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.078) 6.

18. Застосування маркерних показників плітки (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) для діагностики екологічного стану водойм в умовах надмірного антропогенного забруднення / Коваленко Ю.О. та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2020. Вип. 3, № 53. С. 80-91. DOI: [10.15407/fsu2020.03.080](https://doi.org/10.15407/fsu2020.03.080).

19. A physiological disturbances in fish living in coastal water polluted with bleached Kraft pulp mill effluents / Anderson T. et al. *Fish Aquat Sc. J.* 2022. V. 45. P. 1525-1536. DOI: [10.1139/f88-181](https://doi.org/10.1139/f88-181).

20. Гончарова О. Ефективність комплексних технологічних рішень при вирощуванні риби для підвищення стійкості до мінливості абіотичних та біотичних факторів під впливом кліматичних трансформацій: наук. монографія. *Традиційні та інноваційні підходи до наукових досліджень: теорія, методологія, практика*. Рига, Латвія: Baltija Publishing, 2022. С. 218–235. DOI: [10.30525/978-9934-26-241-8-10](https://doi.org/10.30525/978-9934-26-241-8-10).

21. Composition of Gut Microbiota in the Gibel Carp (*Carassius auratus gibelio*) Varies with Host Development / Li X. et al. *Microb Ecol.* 2017. V. 74, № 1. P. 239-249. DOI: [10.1007/s00248-016-0924-4](https://doi.org/10.1007/s00248-016-0924-4).

22. Interaction of dietary replacements of fishmeal by protein blend and feeding frequency on growth performance and protein utilization of gibel carp (*Carassius gibelio* var. CAS V) / Yu Y. et al. *Animal Nutrition*. 2025. V. 20. P. 291-302. DOI: [10.1016/j.aninu.2024.11.007](https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.11.007).

23. The effects of lotus-fish co-culture on the gut microbiome of Hefang crucian carp (*Carassis auratus*) / Li S. et al. *Reproduction and Breeding*. 2023. V. 3, № 3. P. 143-151. DOI: [10.1016/j.repbre.2023.09.001](https://doi.org/10.1016/j.repbre.2023.09.001).

24. Видовий склад мікроорганізмів та їх кількісні показники за мікробіологічних випробувань зразків риби та рибної продукції / І.В. Мусієць І.О. та ін. *Наук.вісник вет. медицини*. 2024. № 2. С. 56-68. DOI: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-56-68

25. Мельниченко С.Г., Богадьорова Л.М. Рибне господарство України: тенденції розвитку, проблеми та шляхи вирішення. *Таврійський науковий вісник*. 2023. 133. С. 362–367. DOI: [10.32782/2226-0099.2023.133.48](https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.48).

26. Голубенко О., Тарасенко Л., Рудь В. Мікробіологічні показники м'яса риби Хаджибейського лиману. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*. 2023. Вип. 106. С. 82-85. DOI: [10.37000/abbsl.2023.106.09](https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.106.09)
<http://lib.osau.edu.ua/jspui/handle/123456789/3771>.

27. Golban, R. BACTERIOLOGICAL RESEARCH ON THE INCIDENCE OF BACTERIAL MICROFLORA IN SOME VARIETIES OF FISH. *Lucrari Stiintifice: Seria Medicina Veterinara*. 2023. V 66, № 2. URL: https://www.uaiasi.ro/revmvis/index_html_files/Art12_2.pdf

28. Golban, R. Contributions to the interpretation of microbiological research on the microflora of different fish varieties. *Scientific Papers Journal*. 2021. V. 64, № 1. P. 16-20.

29. Charette, S. J. Microbe profile: *Aeromonas salmonicida*: an opportunistic pathogen with multiple personalities. *Microbiology*. 2021. V. 167, № 5. P. 001052. DOI: [10.1099/mic.0.001052](https://doi.org/10.1099/mic.0.001052).

30. Senthamarai, M. D., Rajan, M. R., Bharathi, P. V. Current risks of microbial infections in fish and their prevention methods: A review. *Microbial pathogenesis*. 2023. V. 185. P. 106400. DOI: [10.1016/j.micpath.2023.106400](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106400).

31. Probiotics, prebiotics, and synbiotics used to control vibriosis in fish: A review / Yilmaz S. et al. *Aquaculture*. 2022. V. 547. P. 737514. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737514>

32. Exploring the roles of phytobiotics in relieving the impacts of *Edwardsiella tarda* infection on fish: a mini-review / Goh K. W. et al. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. V. 10. P. 1149514. DOI: [10.3389/fvets.2023.1149514](https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1149514).

33. Microbial and Parasitic Infection in Fish: Microbial and Parasitic Infection in Fish / Kanwal S. et al. *MARKHOR (The Journal of Zoology)*. 2023. P. 02-11. DOI: [10.54393/mjz.v4i02.70](https://doi.org/10.54393/mjz.v4i02.70).

34. Detection and identification of a fish pathogen *Flavobacterium columnare* using specific monoclonal antibodies / Ponpukdee N. et al. *Aquaculture*. 2021. V. 545. P. 737231. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2021.737231](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737231).

35. Characterization of *Flavobacterium columnare* from farmed infected rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) of Central Indian Himalayan region, India / Singh S. et al. *Aquaculture*. 2021. V. 544. P. 737118. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2021.737118](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737118).

36. Elucidating the dynamic immune responses within the ocular mucosa of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after infection with *Flavobacterium columnare*. Kong W. et al. *Frontiers in Immunology*. 2023. V. 14. P. 1288223. DOI: [10.3389/fimmu.2023.1288223](https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1288223).

37. Microbial pathogens in aquaponics potentially hazardous for human health / Dinev T. et al. *Microorganisms*. 2023. V. 11, № 12. P. 2824. DOI: [10.3390/microorganisms11122824](https://doi.org/10.3390/microorganisms11122824)

38. Матвійчук, Н. Г., Матвійчук, Б. В., Можарівська, І. А. Фізико-хімічні та бактеріологічні показники якості питної води з різних джерел. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2021. Вип. 1. С. 147-159. DOI: [10.32851/wba.2021.1.12](https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.12).

39. Microbial pollution of water with special reference to coliform bacteria and their nexus with environment. Some S. et al. *Energy Nexus*. 2021. V. 1. P. 100008. DOI: [10.1016/j.nexus.2021.100008](https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100008).

40. ДСТУ 8451:2015 Риба та рибні продукти. Методи визначення органолептичних показників. Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84055

41. ДСТУ 7972:2015 Риба та рибні продукти. Правила приймання, методи відбирання проб. Режим доступу:

https://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage?id_doc=80973&utm_source=chatgpt.com

42. MRS-агар для мікробіології (середовище Блікфельда) ISO 15214 Conda. Режим доступу: <https://shop.hlr.ua/ua/mrs-agar-sreda-blikfelda-500g-conda-147292.html>

43. Агар Ендо. Режим доступу: <https://shop.hlr.ua/ua/agar-endo-farmaktiv-17792.html>

44. Агар ЕМВ, Левіна. Режим доступу: <https://granum.ua/wp-content/uploads/2019/08/TM-371.pdf>

45. Ксилозо-лізиновий агар. Режим доступу: <https://analitica.com.ua/ua/p102688965-ksilozo-lizinovyj-dezoksiholatnyj.html>

46. Вісмут-сульфіт агар. Режим доступу: <https://www.systopt.com.ua/item-vismut-sulfit-agar>

47. Агар Мюллера-Хінтона. Режим доступу: <http://farmaktiv.com.ua/index.php/ua/proizvodstvo/myullera-khintona>

48. Агар Чапека. Режим доступу: https://agar.com.ua/AGAR_CZAPEK_DOX_250

49. М'ясо-пептонний агар. Режим доступу: https://agar.com.ua/Nutrient_agar-100

50. Агар МакКонкі. Режим доступу: <https://granum.ua/wp-content/uploads/2019/08/TM-1036.pdf>

51. ДСТУ 8535:2015 Продукти харчові. Методи культивування мікроорганізмів. Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84212

52. ДСТУ EN ISO 4833-2:2014 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів. Частина 2. Підрахунок колоній за температури 30 °C методом поверхневого посіву по чашках. Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=10404

53. Ветеринарна мікробіологія, вірусологія та імунологія: навч. посібник / Романишина Т. О., Лахман А. Р., Солодка Л. О., Бегас В.Л.; за заг.

ред. Т. О. Романишиної та А. Р. Лахман. Житомир: Поліський національний університет. 2024. 186 с. Режим доступу: <https://drive.google.com/drive/u/7/folders/10LMXbYyMCuRwevrtgeWqu7aJnmrB7WLS>

54. **Мамчур Ю. М.** Дослідження оранолептичних характеристик карася сріблястого (*Carassuis Gibelio*) : науково-теоретичний збірник. Житомир: Поліський національний університет, 2024. Вип. 19. С. (Науковий керівник – асистент Лахман А.Р.).