



ДИНАМІКА ПОШИРЕННЯ ІХТІОФТИРІОЗУ РИБ В АКВАКУЛЬТУРІ УКРАЇНИ

¹*Полтавченко Т.В.* – к.вет.н., доцент

orcid.org/0000-0001-8531-2924

¹*Буднік З.М.* – к.с.-г.н., доцент

orcid.org/0000-0002-0579-954X

²*Литвиненко О.П.* – к.вет.н., ст.н.сп.

orcid.org/0009-0003-0682-8917

²*Яненко У.М.* – к.вет.н., ст.н.сп.

orcid.org/0000-0001-5678-3356

²*Куликова В.В.* – к.вет.н., ст.н.сп.

orcid.org/0009-0008-8827-030X,

²*Мірошніченко О.І.* – н.сп.

orcid.org/0009-0001-0445-1963,

²*Прокопенко Т.О.* – н.сп.

orcid.org/0000-0003-2706-5691

¹*Національний університет водного господарства та природокористування*

²*Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики*

та ветеринарно-санітарної експертизи

z.m.budnik@nuwm.edu.ua

Інтенсифікація аквакультури супроводжується зростанням ризиків поширення паразитарних захворювань, серед яких іхтіофтиріоз займає провідне місце як одна з найбільш контагіозних і економічно значущих протозойних інвазій прісноводних риб. Метою дослідження було вивчення багаторічної динаміки та просторових особливостей поширення іхтіофтиріозу в Україні у 2017–2025 рр.

Матеріалом для дослідження слугували дані державного лабораторного моніторингу, сформовані на основі звітності за формою № 2-Вет. Діагностику здійснювали з використанням клінічних і паразитологічних методів із подальшою мікроскопічною ідентифікацією *Ichthyophthirius multifiliis*. Статистичну обробку проводили методами варіаційної статистики з визначенням середніх значень і стандартного відхилення.

Встановлено, що за досліджуваний період проведено 36403 лабораторних дослідження, з яких у 268 випадках виявлено збудника іхтіофтиріозу; середній рівень інвазованості становив 0,7%. Динаміка інвазії характеризувалася хвилеподібними коливаннями з мінімальними значеннями у 2017–2018 рр. (0,2–0,3%) та піковим підйомом у 2019 році (2,5%). У подальшому відзначено зниження показників у 2020–2022 рр. із подальшою тенденцією до повторного зростання у 2023–2025 рр. (до 1,1%).

Картографічний аналіз показав осередковий характер поширення інвазії з формуванням кластерів у регіонах із розвинутою аквакультурою. Найбільш інтен-

сивна циркуляція збудника відзначалася у центральних і північних областях, тоді як у південних регіонах поширення було обмеженим, що, ймовірно, пов'язано з гідрохімічними особливостями водного середовища.

Встановлено відсутність прямої залежності між обсягами лабораторних досліджень і рівнем інвазованості, що свідчить про визначальну роль екологічних та біологічних чинників у розвитку епізоотичного процесу. Показано, що динаміка іхтіофтиріозу має циклічний характер із періодичними підйомами, зумовленими сприятливими умовами для розвитку паразита.

Отримані результати дозволяють розглядати іхтіофтиріоз як ензоотичну інвазію з періодичними епізоотичними спалахами та підтверджують необхідність удосконалення системи моніторингу і впровадження комплексних профілактичних заходів. Прогностично обґрунтовано ризик подальшого поширення захворювання в умовах кліматичних змін та інтенсифікації аквакультури.

Ключові слова: іхтіофтиріоз, *Ichthyophthirius multifiliis*, аквакультура, прісноводні риби, епізоотологія, моніторинг.

Актуальність проблеми. Інтенсивний розвиток аквакультури у світі та в Україні супроводжується зростанням ризиків поширення інфекційних і паразитарних захворювань, які суттєво впливають на продуктивність галузі та її економічну ефективність. Серед них особливе місце займають протозойні інвазії, що характеризуються високою контагіозністю та здатністю швидко поширюватися у штучних водоймах. У сучасних умовах інтенсифікації виробництва проблема контролю паразитарних захворювань набуває особливої актуальності, зважаючи на підвищену щільність посадки риби та зміну екологічних параметрів водного середовища [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Іхтіофтиріоз є одним із найбільш поширених і небезпечних протозойних захворювань прісноводних риб, збудником якого є інфузорія *Ichthyophthirius multifiliis*, яка паразитує на шкірі, зябрах і плавцях риб [1]. Захворювання характеризується швидким перебігом, високим рівнем ураження поголів'я та значними втратами у рибницьких господарствах. Життєвий цикл включає три стадії: трофонт (паразитує на рибі), томонт (інцистується у зовнішньому середовищі), теронт (інвазійна стадія) [2]. Біологічні особливості збудника, зокрема складний життєвий цикл із вільноживучими та паразитичними стадіями, забезпечують його ефективну циркуляцію у водоймах та ускладнюють проведення профілактичних заходів [3].

Важливим фактором розвитку епізоотичного процесу при іхтіофтиріозі є абіотичні та біотичні умови середовища, серед яких провідну роль відіграє температура води. За оптимальних температур (+20–+26°C) життєвий цикл паразита суттєво скорочується, що сприяє масовому зараженню риби у короткі терміни. Крім того, на поширення інвазії впливають гідрохімічні показники води, щільність посадки, стресові фактори та рівень ветеринарно-санітарного контролю у господарствах аквакультури.

Недотримання вищезазначених факторів зумовлює скорочення життєвого циклу паразита до 3–7 діб, що сприяє швидкому поширенню інвазії [5].

У країнах Центральної та Східної Європи, що межують з Україною, іхтіофтиріоз має подібні закономірності поширення.

У Румунії рівень ураження риб у природних водоймах становить близько 2%, тоді як у рибницьких господарствах цей показник може бути значно вищим [4].

У Молдові дане захворювання має осередковий характер, проте регулярно реєструється у ставкових господарствах, що пов'язано зі схожими умовами ведення аквакультури.

У Польщі, Словаччині та Угорщині іхтіофтиріоз є типовим захворюванням ставкової аквакультури, особливо у корошових господарствах, де спалахи частіше реєструються у теплий період року [6, 7].

В Україні іхтіофтиріоз має осередковий характер поширення, проте регулярно реєструється у різних регіонах, що свідчить про циркуляцію збудника в природних і штучних водоймах. Систематичний аналіз епізоотичної ситуації є необхідною передумовою для розробки ефективних заходів профілактики та контролю захворювання. Особливого значення набуває використання даних державного лабораторного моніторингу як надійного джерела інформації щодо динаміки інвазії [4, 8].

Незважаючи на значну кількість досліджень, питання довгострокової динаміки поширення іхтіофтиріозу в умовах України залишається недостатньо вивченим. Вивчення багаторічних тенденцій захворюваності, з урахуванням змін кліматичних умов та інтенсифікації аквакультури, є необхідним для науково обґрунтованого прогнозування епізоотичної ситуації. Це дозволяє підвищити ефективність системи моніторингу та своєчасно впроваджувати адаптивні профілактичні заходи [7, 9].

Основні заходи боротьби включають: профілактику (карантин, контроль щільності посадки, моніторинг); лікування (антипаразитарні препарати); біобезпеку (дезінфекція, санітарна обробка водойм) [10].

Постановка завдання. Мета роботи полягала у вивченні динаміки епізоотичного процесу щодо ураження риб іхтіофтиріозом за 2017–2025 рр. на території України.

Матеріали і методи дослідження. Для проведення дослідження використано матеріали річної звітності за формою № 2-Вет «Звіт про роботу державних лабораторій ветеринарної медицини», що були піддані статистичному аналізу. Зазначені дані формувалися в регіональних державних лабораторіях Держпродспоживслужби, акредитованих відповідно до вимог стандарту ISO/IEC 17025.

Діагностику іхтіофтиріозу здійснювали із застосуванням комплексу паразитологічних методів, що включали клінічний огляд риб та мікроско-

пічне дослідження патологічного матеріалу. Проводили зовнішній огляд з оцінкою характерних клінічних ознак, після чого виконували паразитологічне дослідження шкіри, луски, плавців і зябер із використанням світлової мікроскопії. Зіскрібки відбирали з уражених ділянок тіла та зябер риб з метою виявлення трофонтів *Ichthyophthirius multifiliis*. Ідентифікацію збудника здійснювали на підставі морфологічних критеріїв відповідно до визначників прісноводних паразитичних інфузорій, з урахуванням форми тіла, розмірів і характерних структурних особливостей трофонтів.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel із застосуванням методів варіаційної статистики. Обчислювали середні значення показників (M) та їх стандартне відхилення (SD). Оцінку достовірності відмінностей між досліджуваними групами проводили із використанням критеріїв статистичної значущості при рівнях $p < 0,05$ та $p < 0,01$.

Результати та їх обговорення. Упродовж 2017–2025 рр. було проведено 36403 діагностичних досліджень щодо виявлення збудника іхтіофтиріозу. За результатами отриманих даних позитивні випадки інвазії було встановлено у 268 зразках. Середній рівень інвазованості риб за досліджуваний період становив 0,7%.

Аналіз даних, наведених, свідчить про суттєву варіабельність як обсягів лабораторних досліджень, так і рівня інвазованості риб іхтіофтиріозом упродовж 2017–2025 рр., що відображає складність епізоотичного процесу.

У структурі досліджень простежуються різкі коливання кількості проведених аналізів. Найбільші обсяги реєструвалися у 2017 та 2025 роках (по 7218 досліджень), що може бути пов'язано з активізацією державного моніторингу або епізоотичними спалахами, які потребували розширеного лабораторного контролю. Водночас у 2021 році зафіксовано мінімальний показник (859 досліджень), що, ймовірно, обумовлено обмеженням доступу до господарств, організаційними факторами та зовнішніми кризовими умовами.

Рівень інвазованості мав хвилеподібний характер. У 2017–2018 рр. показники залишалися на низькому рівні (0,2–0,3%), що може свідчити про відносно стабільну епізоотичну ситуацію або ефективність профілактичних заходів. Проте вже у 2019 році відбулося різке зростання інвазованості до 2,5%, що є максимальним значенням за весь період спостереження. Такий стрибок можна пояснити поєднанням сприятливих для розвитку збудника факторів, зокрема підвищенням температури води, збільшенням щільності посадки риби або порушенням гідрохімічних параметрів.

У подальшому (2020–2022 рр.) реєструється поступове зниження рівня інвазованості (1,3% → 0,7%), що може бути наслідком впровадження

коригувальних ветеринарно-санітарних заходів та адаптації господарств до епізоотичних ризиків. Проте з 2023 року знову відмічається тенденція до зростання (0,8% → 1,1% у 2025 р.), що свідчить про збереження циркуляції збудника у водоймах та недостатню стабільність профілактичної системи.

Важливо відзначити відсутність прямої кореляції між кількістю досліджень і рівнем інвазованості. Наприклад, у 2019 році при середньому обсязі досліджень (4974) зафіксовано найвищий рівень ураження, тоді як у 2025 році при максимальній кількості досліджень рівень інвазії був значно нижчим (1,1%). Це вказує на те, що інтенсивність епізоотичного процесу визначається передусім екологічними та біологічними чинниками, а не лише масштабом діагностики.

Узагальнюючи, можна констатувати, що епізоотична ситуація щодо іхтіофтиріозу в Україні характеризується нестабільністю з періодичними підйомами інвазованості. Це обґрунтовує необхідність постійного моніторингу.

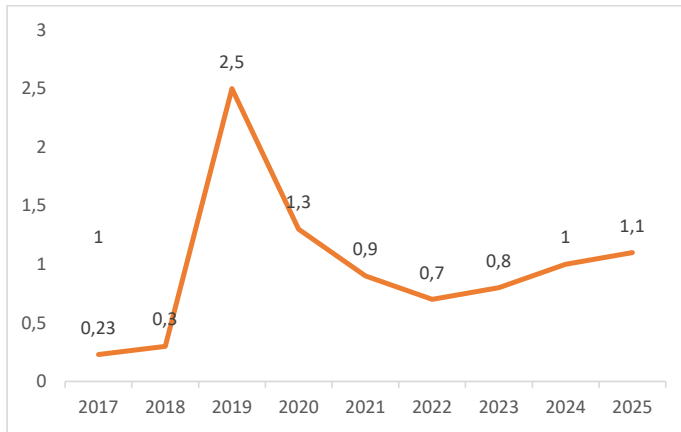


Рис. 1. Динаміка рівня інвазованості риб іхтіофтиріозом у відсотках за результатами лабораторних досліджень у державних лабораторіях Держпродспоживслужби України за період 2017–2025 рр.

Графічне відображення динаміки рівня інвазованості (рис. 1) більш наочно демонструє тенденції розвитку епізоотичного процесу та дозволяє виділити ключові етапи його змін.

Крива інвазованості має виражений піковий характер із максимальним значенням у 2019 році. Така форма графіка відповідає класичній моделі спалахів протозойних інвазій в умовах аквакультури, коли за наявності сприятливих умов (оптимальна температура +20...+26 °С, висока щільність посадки, стресові фактори) відбувається різке збільшення чисельності паразита *Ichthyophthirius multifiliis*.

Після пікового значення спостерігається фаза спаду (2020–2022 рр.), що може відповідати:

- зниженню щільності паразита у популяції;
- формуванню часткової резистентності у риб;
- впровадженню ефективних лікувально-профілактичних заходів.

Подальше поступове зростання кривої у 2023–2025 рр. свідчить про повторну активізацію епізоотичного процесу. Така тенденція є типовою для паразитарних систем із незавершеним циклом контролю, коли збудник зберігається у водоймах і періодично спричиняє нові хвилі зараження.

З епізоотологічної точки зору, представлена динаміка відповідає циклічному типу розвитку інвазії з періодом коливань приблизно 3–5 років. Це узгоджується з даними літератури щодо багаторічної динаміки паразитарних захворювань у штучних водоймах, де ключову роль відіграють кліматичні зміни та антропогенне навантаження.

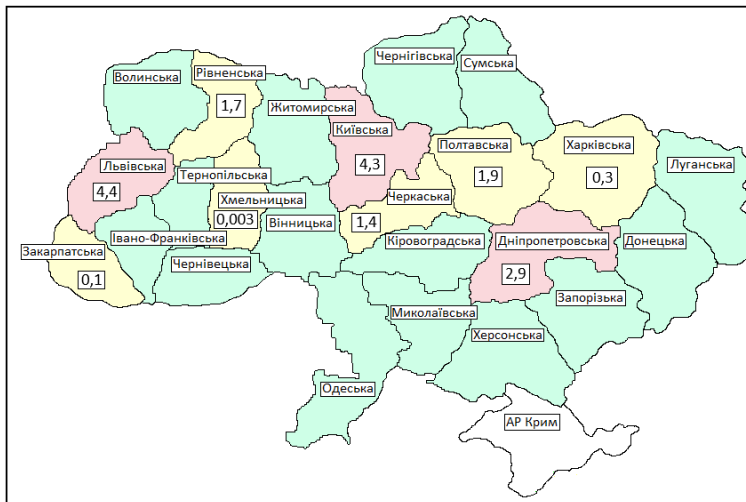


Рис. 2. Ступінь інвазованості іхтіофтиріозу риб на території України у дослідний період (2017–2025 рр.): світлий – 1–5 випадків; середній – 6–15 випадків; темний – понад 15 випадків

Картографічний аналіз реєстрації іхтіофтиріозу риб на території України упродовж 2017–2025 рр. (рис. 2) дозволяє оцінити регіональні особливості епізоотичного процесу та виявити зони підвищеного ризику циркуляції збудника *Ichthyophthirius multifiliis*.

Встановлено, що захворювання має нерівномірний, осередковий характер поширення з чітко вираженою територіальною диференціацією. Найбільша концентрація випадків інвазії спостерігається у регіонах із розвинутою аквакультурою та значною кількістю штучних водойм. Це,

насамперед, центральні, північні та частково західні області України, де поєднання сприятливих гідроекологічних умов і високої щільності посадки риби створює оптимальні умови для підтримання життєвого циклу паразита.

У південних регіонах, незважаючи на наявність значного водного фонду, поширення інвазії має більш обмежений характер. Це може бути пов'язано з підвищеною мінералізацією води, вищими температурними коливаннями та специфічними гідрохімічними умовами, які частково стримують розвиток паразита або впливають на виживаність його вільноживучих стадій.

Окремої уваги заслуговують регіони з епізодичною реєстрацією захворювання, де випадки інвазії мають спорадичний характер. Така ситуація може свідчити як про низький рівень циркуляції збудника, так і про недостатню інтенсивність лабораторного моніторингу або обмежений відбір матеріалу. Водночас навіть поодинокі випадки вказують на потенційну небезпеку формування нових осередків інвазії.

Аналіз карти також дозволяє виділити території з відсутністю зареєстрованих випадків. Проте це не слід однозначно трактувати як відсутність захворювання, оскільки така ситуація може бути наслідком недостатнього епізоотичного нагляду, а не реальної епізоотичної безпеки.

Отримані результати свідчать про складний, багатофакторний характер епізоотичного процесу іхтіофтиріозу риб в умовах аквакультури України, який формується під впливом взаємодії біологічних властивостей збудника, екологічних умов середовища та антропогенних чинників.

Разом із тим, інтерпретація регіональних особливостей поширення іхтіофтиріозу має певні обмеження, оскільки державна звітність не містить повної інформації щодо кількості та структури об'єктів аквакультури по окремих областях України. Це ускладнює проведення прямої оцінки щільності епізоотичних осередків та потребує подальшого удосконалення системи збору епізоотичних даних.

Аналіз багаторічної динаміки показав, що середній рівень інвазованості (0,7%) є відносно невисоким, однак наявність різких пікових підйомів, зокрема у 2019 році (2,5%), свідчить про потенційну здатність інвазії до швидкого епізоотичного поширення. Така нестабільність є типовою для протозойних паразитозів, життєвий цикл яких включає вільноживучі стадії, що забезпечують ефективну циркуляцію збудника у водному середовищі [1, 11, 12, 13].

Встановлена хвилеподібна динаміка інвазованості з періодами підйому та спаду узгоджується з концепцією циклічності паразитарних систем. Пік у 2019 році, ймовірно, був зумовлений оптимальним поєднанням абіотичних факторів, передусім температури води (+20–+26 °C), що

значно прискорює розвиток *Ichthyophthirius multifiliis*. Подальше зниження показників у 2020–2022 рр. можна пояснити як результат впровадження профілактичних заходів, так і природного зменшення щільності паразита у популяції. Водночас повторне зростання інвазованості у 2023–2025 рр. свідчить про незавершеність процесів контролю та збереження збудника в екосистемах.

Важливим є встановлений факт відсутності прямої залежності між кількістю проведених досліджень і рівнем інвазованості. Це підтверджує, що інтенсивність епізоотичного процесу визначається не стільки обсягом діагностичних заходів, скільки сукупністю екологічних і біологічних чинників. Зокрема, ключову роль відіграють щільність посадки риби, якість води, стресові фактори та рівень біобезпеки у господарствах [1, 2, 14].

У результаті аналізу епізоотичного процесу виявлено формування осередків інвазії у регіонах із розвинутою аквакультурою, що узгоджується з положеннями теорії природно-осередкових захворювань [10].

Найбільш сприятливі умови для циркуляції збудника формуються у центральних і північних регіонах, де поєднуються оптимальні температурні режими та висока інтенсивність рибництва. Менш виражене поширення інвазії у південних регіонах може бути пов'язане з несприятливими для паразита гідрохімічними умовами, зокрема підвищеною мінералізацією води та значними температурними коливаннями. Водночас наявність спорадичних випадків у різних регіонах свідчить про постійну загрозу формування нових осередків, особливо за умов не контрольованого переміщення рибопосадкового матеріалу.

Слід також враховувати вплив кліматичних змін, які можуть призводити до подовження періоду з оптимальними температурами для розвитку паразита. Це створює передумови для збільшення кількості генерацій збудника протягом року та підвищення ризику епізоотичних спалахів. У цьому контексті отримані результати узгоджуються з сучасними уявленнями про посилення ролі кліматичних факторів у динаміці паразитарних захворювань гідробіонтів.

Зниження обсягів лабораторного моніторингу у 2021–2022 рр. могло бути додатково пов'язане з організаційними труднощами функціонування системи державного ветеринарного контролю в умовах воєнного стану.

Висновок. Таким чином, іхтіофтиріоз в Україні слід розглядати як ензоотичну інвазію з періодичними епізоотичними підйомами, що підтримується за рахунок постійної циркуляції збудника у природних та штучних водоймах. Ефективний контроль можливий лише за умови комплексного підходу, який поєднує паразитологічний моніторинг та дотримання ветеринарно-санітарних вимог.

Проведений аналіз статистичних даних дозволив встановити, що іхтіофтиріоз риб в Україні упродовж 2017–2025 рр. характеризується

нестабільною, хвилеподібною динамікою з коливаннями рівня інвазованості в межах 0,2–2,5% при середньому значенні 0,7%, що свідчить про складний і мінливий характер епізоотичного процесу. Виявлений піковий підйом інвазованості у 2019 році підтверджує здатність інвазії до швидкого поширення та формування епізоотичних спалахів за сприятливих екологічних умов.

Отримані результати доводять відсутність прямої залежності між обсягами лабораторних досліджень і рівнем інвазованості, що вказує на визначальну роль абіотичних та біотичних факторів у розвитку інвазії. Встановлений циклічний характер епізоотичного процесу з періодичністю підйомів у межах 3–5 років узгоджується з біологічними особливостями збудника та закономірностями функціонування паразитарних систем.

Картографічний аналіз підтверджує осередковий характер поширення іхтіофтиріозу з формуванням осередків у регіонах із розвиненою аквакультурою. Найбільш сприятливі умови для циркуляції збудника формуються у центральних і північних регіонах України, тоді як у південних областях інтенсивність інвазії обмежується специфічними гідрохімічними характеристиками водного середовища. Водночас встановлено наявність ризику формування нових осередків захворювання, що пов'язано з переміщенням риби та здатністю збудника тривалий час зберігатися у водоймах.

У цілому отримані дані свідчать про те, що іхтіофтиріоз слід розглядати як ензоотичну інвазію з періодичними епізоотичними підйомами. Існує обґрунтована ймовірність подальшого зростання рівня інвазованості в умовах кліматичних змін та інтенсифікації аквакультури, що зумовлює необхідність удосконалення системи епізоотичного моніторингу та впровадження комплексних профілактичних заходів, спрямованих на розрив життєвого циклу *Ichthyophthirius multifiliis*.

DYNAMICS OF THE SPREAD OF FISH ICHTHYOPHTHIRIOSIS IN UKRAINIAN AQUACULTURE

¹*Poltavchenko T.V.*– Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
orcid.org/0000-0001-8531-2924

¹*Budnik Z.M.*– Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
orcid.org/0000-0002-0579-954X

²*Lytvynenko O.P.*– Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher
orcid.org/0009-0003-0682-8917

²*Yanenko U.M.*– Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher
orcid.org/0000-0001-5678-3356

²*Kulykova V.V.*– Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher
orcid.org/0009-0008-8827-030X

²*Miroshnichenko O.I.* – Researcher

orcid.org/0009-0001-0445-1963

²*Prokopenko T.O.* – Researcher

orcid.org/0000-0003-2706-5691

¹*National University of Water and Environmental Engineering*

²*State Scientific Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise*

z.m.budnik@nuwm.edu.ua

The intensification of aquaculture is accompanied by an increased risk of the spread of parasitic diseases, among which ichthyophthiriosis occupies a leading position as one of the most contagious and economically significant protozoan invasions of freshwater fish. The aim of the study was to investigate the long-term dynamics and spatial features of the spread of ichthyophthiriosis in Ukraine during 2017–2025.

The study was based on data from the state laboratory monitoring system generated from reporting form No. 2-Vet. Diagnostics were performed using clinical and parasitological methods followed by microscopic identification of *Ichthyophthirius multifiliis*. Statistical processing was carried out using methods of variation statistics with determination of mean values and standard deviation.

It was established that during the study period, 36,403 laboratory examinations were conducted, among which the causative agent of ichthyophthiriosis was detected in 268 cases; the average infestation rate was 0.7%. The dynamics of the invasion were characterized by wave-like fluctuations with minimum values in 2017–2018 (0.2–0.3%) and a peak increase in 2019 (2.5%). Subsequently, a decrease in indicators was observed in 2020–2022, followed by a tendency toward renewed growth in 2023–2025 (up to 1.1%).

Cartographic analysis demonstrated a focal pattern of invasion spread with the formation of clusters in regions with developed aquaculture. The most intensive circulation of the pathogen was observed in the central and northern regions, whereas in southern regions the spread was limited, which is probably associated with the hydrochemical characteristics of the aquatic environment.

No direct relationship was found between the volume of laboratory examinations and the level of infestation, indicating the decisive role of ecological and biological factors in the development of the epizootic process. It was shown that the dynamics of ichthyophthiriosis are cyclical in nature, with periodic increases caused by favorable conditions for parasite development.

The obtained results make it possible to consider ichthyophthiriosis as an enzootic invasion with periodic epizootic outbreaks and confirm the necessity of improving the monitoring system and implementing comprehensive preventive measures. The risk of further disease spread under conditions of climate change and aquaculture intensification has been prognostically substantiated.

Key words: ichthyophthiriosis, *Ichthyophthirius multifiliis*, aquaculture, freshwater fish, epizootology, monitoring.

ЛІТЕРАТУРА

1. Matthews R. A. *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet and *Ichthyophthiriosis* in freshwater teleosts. *Advances in Parasitology*, 59, 2005, PP. 159–241. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)59003-1](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)59003-1)

2. Durburrow R.M., Mitchell A.J., Crosby M.D. *Ich (White Spot Disease)*. Southern regional Aquaculture Center, Publication No.476., 1998, PP. 6. <https://doi.org/10.32473/edis-fa006-1991>
3. Jørgensen L. V. G. *The fish parasite Ichthyophthirius multifiliis – Host immunology, vaccines and novel treatments*. Fish & Shellfish Immunology, 67, 2017, 586–595. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.06.044>
4. Jørgensen L. V. G. *Infection and immunity against Ichthyophthirius multifiliis in zebrafish (Danio rerio)*. Fish & Shellfish Immunology, 57, 2016, 335–339. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.08.042>
5. Gong X., Zhu Y., Ning X., et al. *Effect of Ichthyophthirius multifiliis infection on host immunity and microbiota shifts of Takifugu fasciatus*. Microbial Pathogenesis, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2025.107784>
6. Floyd R. F., Yanong R., Poudel D. *Ichthyophthirius multifiliis (White Spot) infections in fish (EDIS FA006, rev.)*. University of Florida IFAS Extension. 2016. DOI відсутній, це extension publication; доступ: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FA006>
7. Yang H., Xiao J., et al. *Investigations on white spot disease reveal high genetic diversity of the fish parasite. Ichthyophthirius multifiliis*. Aquaculture, 562, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738804>
8. Saleh M., Abdel-Baki A. S., Dkhil M. A., El Matbouli M., Quraisy S. *Proteins of the ciliated protozoan parasite Ichthyophthirius multifiliis identified in common carp skin mucus*. Pathogens, 10(7), 2021, p. 790. <https://doi.org/10.3390/pathogens10070790>
9. Liu Y., Zhang Q., Xu D., et al. *Antiparasitic efficacy of curcumin from Curcuma longa against Ichthyophthirius multifiliis in grass carp*. Veterinary Parasitology, 236, 2017, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.02.011>
10. Noga E. *Diagnoses made by bacterial culture of kidney or affected organs*. In: Fish disease, diagnosis and treatment. 2nd ed. Ames (IA): Iowa State University Press. 2010, p. 185–190. <https://doi.org/10.1002/9781118786758>
11. Liu Y., Zhang Q., Xu D., et al. *Antiparasitic efficacy of commercial curcumin against Ichthyophthirius multifiliis in grass carp (Ctenopharyngodon idellus)*. Aquaculture, 480, 2017, PP. 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.07.041>
12. Teixeira Alves M., Taylor N. G. H. (2020). *Models suggest pathogen risks to wild fish can be mitigated by acquired immunity in freshwater aquaculture systems*. Scientific Reports, 10, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64433-5>
13. Cao Z. Y., Xi B. W., Zhou Q. J., Xie J. *Predation of cyclopoid copepods on the theronts of Ichthyophthirius multifiliis: Shedding light on biocontrol of white spot disease*. Pathogens, 12(7), 2023, p. 860. <https://doi.org/10.3390/pathogens12070860>

14. Kumar V., Das S., Swain P., et al. *Outbreak of Ichthyophthirius multifiliis associated with Aeromonas hydrophila in Pangasianodon hypophthalmus: Role of turmeric oil in enhancing immunity and resistance*. *Frontiers in Immunology*, 13, 2022. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.956478>

REFERENCES

1. Matthews R. A. (2005). *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet and *Ichthyophthiriosis* in freshwater teleosts. *Advances in Parasitology*, 59, PP. 159–241. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)59003-1](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)59003-1)
2. Durburrow R.M., Mitchell A.J., Crosby M.D. (1998). *Ich (White Spot Disease)*. Southern regional Aquaculture Center, Publication No. 476. PP. 6. <https://doi.org/10.32473/edis-fa006-1991>
3. Jørgensen L. V. G. (2017). *The fish parasite Ichthyophthirius multifiliis – Host immunology, vaccines and novel treatments*. *Fish & Shellfish Immunology*, 67, 586–595. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.06.044>
4. Jørgensen L. V. G. (2016). *Infection and immunity against Ichthyophthirius multifiliis in zebrafish (Danio rerio)*. *Fish & Shellfish Immunology*, 57, 335–339. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.08.042>
5. Gong X., Zhu Y., Ning X., et al. (2025). *Effect of Ichthyophthirius multifiliis infection on host immunity and microbiota shifts of Takifugufasciatus*. *Microbial Pathogenesis*, 107784. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2025.107784>
6. Floyd R. F., Yanong R., Pouder D. (2016). *Ichthyophthirius multifiliis (White Spot) infections in fish (EDIS FA006, rev.)*. University of Florida IFAS Extension. URL: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FA006>
7. Yang H., Xiao J., et al. (2023). *Investigations on white spot disease reveal high genetic diversity of the fish parasite Ichthyophthirius multifiliis*. *Aquaculture*, 562. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738804>
8. Saleh M., Abdel-Baki A. S., Dkhil M. A., El Matbouli M., Quraishy S. (2021). *Proteins of the ciliated protozoan parasite Ichthyophthirius multifiliis identified in common carp skin mucus*. *Pathogens*, 10(7), p. 790. <https://doi.org/10.3390/pathogens10070790>
9. Liu Y., Zhang Q., Xu D., et al. (2017). *Antiparasitic efficacy of curcumin from Curcuma longa against Ichthyophthirius multifiliis in grass carp*. *Veterinary Parasitology*, 236, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.02.011>
10. Noga E. (2010). *Diagnoses made by bacterial culture of kidney or affected organs*. In: *Fish disease, diagnosis and treatment*. 2nd ed. Ames (IA): Iowa State University Press. p. 185–190. <https://doi.org/10.1002/9781118786758>
11. Liu Y., Zhang Q., Xu D., et al. (2017). *Antiparasitic efficacy of commercial curcumin against Ichthyophthirius multifiliis in grass carp (Ctenopharyngodon idellus)*. *Aquaculture*, 480, PP. 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.07.041>

12. Teixeira Alves M., Taylor N. G. H. (2020). *Models suggest pathogen risks to wild fish can be mitigated by acquired immunity in freshwater aquaculture systems*. Scientific Reports, 10, 7513. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64433-5>
13. Cao Z. Y., Xi B. W., Zhou Q. J., Xie J. (2023). *Predation of cyclopoid copepods on the theronts of Ichthyophthirius multifiliis: Shedding light on biocontrol of white spot disease*. Pathogens, 12(7), 860. <https://doi.org/10.3390/pathogens12070860>
14. Kumar V., Das S., Swain P., et al. (2022). *Outbreak of Ichthyophthirius multifiliis associated with Aeromonas hydrophila in Pangasianodon hypophthalmus: Role of turmeric oil in enhancing immunity and resistance*. Frontiers in Immunology, 13, 956478. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.956478>

Дата першого надходження статті до видання: 28.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026