

ЗООНОЗНІ ХВОРОБИ РИБ: ПРОФІЛАКТИКА І БОРТЬБА З НИМИ**Фотіна Тетяна Іванівна**доктор ветеринарних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-5079-2390
tif_ua@meta.ua**Петров Роман Вікторович**доктор ветеринарних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-6252-7965
romanpetrov1978@gmail.com**Шкромда Оксана Іванівна**доктор ветеринарних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1751-7009
oshkromada@gmail.com**Бондаренко Павло Геннадійович**кандидат сільськогосподарських наук
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-9409-7602
bondarenko.mirra1974@gmail.com

Інтенсивний розвиток промислового, любительського рибальства, аквакультури та підвищений споживчий попит на рибу і рибопродукти створює підвищені ризики для виникнення захворювань спільних для людей та риби. В даній статті містяться дані по основні зоонози, якими людина може заразитися від риби. Серед патогенів, асоційованих з рибами, найважливішими інфекційними агентами є паразити, бактерії, гриби та віруси. Також не потрібно відкидати харчові отруєння викликані споживанням риби та рибопродуктів. В останній час зоонози викликають велике занепокоєння серед лікарів ветеринарної та гуманної медицини, так як, крім зменшення продуктивності риби, загибелі риби, фінансових збитків зазначені збудники рибних зоонозів спричиняють захворювання у людей, а іноді навіть загибель. Зараження людей може відбуватися різними шляхами, а саме контактним, потраплянням збудника на пошкоджену шкіру, вживання рибопродуктів з недостатньою кулінарною обробкою, що містять збудника, також можливе зараження людини через переносника. Особливу небезпеку для споживачів представляють традиційні блюда з додаванням риби без належної термічної обробки, такі як суші та сашамі. Також під загрозою залишаються фахівці, які за сферою своєї професійної діяльності мають безпосередній контакт з рибою або рибопродуктами, або відходами рибної промисловості. Це рибалки, працівники рибопереробних заводів, ветеринарні лікарі, працівники лабораторій, закладів громадського харчування, а також акваріумісти. Ефективне та швидке донесення інформації про збудників та методи профілактики для працівників зазначених сфер діяльності може суттєво запобігти виникненню та розповсюдженню зоонозних захворювань.

При розробці заходів боротьби з зоонозними захворюваннями важливо користуватися принципами, що викладені в концепції «Єдиного здоров'я». На сьогоднішній день перспективним та необхідним є дослідження повного спектру носіїв збудників, їх географічного розповсюдження, а також наслідків сезонності для поширеності інфекції. Крім того, необхідно визначити більш чітке розуміння морфологічної ідентифікації патогенів, щоб краще знати про їх появу в навколишньому середовищі та покращити нашу обізнаність у харчовій промисловості, біозахисті та медичній практиці.

Ключові слова: аквакультура, риба, зоонози, бактерії, віруси, паразити, грибки.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.3.9>

Вступ. Зооноз – це інфекційне захворювання, яке передається від тварин до людей (Nap et al., 2016). Кілька збудників інфекційних захворювань, у тому числі бактерії, віруси, паразити та гриби, можуть передаватися від тварин людям різними шляхами, включаючи проникнення через поранену або абразивну шкіру, ковтання, укуси тварин, кровосисними комахами, вдиханням час-

тинок, що потрапляють у дихальні шляхи, або контакт зі шкірою або слизовою оболонкою (Gauthier, 2015; Rahman et al., 2020). Патогени, які зазвичай існують у тварин, можуть інфікувати людей або безпосередньо, або через переносника (Wolfe et al., 2007). На сьогодні загальна думка полягає в тому, що існує кілька зоонозних захворювань, які вважаються важливими (Shamsi,

2019). Кількість випадків таких захворювань є невеликою на рік порівняно з іншими зоонозними хворобами тварин або людини, такими як кампілобактеріоз або сальмонельоз. Хоча цей підхід може бути правильним, існує ймовірність, що це спричиняє занижену оцінку через низьку обізнаність і відсутність моніторингу та нагляду. Однак, для тих, кому встановлено діагноз, наслідки можуть бути серйозними, включаючи смерть (Zorriehzahra & Talebi, 2021).

У дослідженні присвяченому моніторингу зоонозних хвороб було підтверджено, що близько 260 000 людей хворіють від зараженої риби в США на рік. М'ясо риби часто є найпоширенішою категорією харчових продуктів у згаданих спалахах. Система нагляду за спалахами хвороб харчового походження бере участь у зборі даних про спалахи захворювань харчового походження. Крім того, близько 857 спалахів були пов'язані з рибою, що призвело до 4815 захворювань, 359 госпіталізацій і смертей (Barrett et al., 2017).

Багато хвороб, які зустрічаються у гідробіонтів, можна класифікувати як нові захворювання, визначені Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) як «нова хвороба, яка з'явилася в популяції вперше, або яка могла існувати раніше, але захворюваність на неї швидко зростає». Однією з ознак нових хвороб є те, що інформація про зоонозний потенціал обмежена. Проте, якщо така можливість існує, важливо забезпечити ефективно та швидко поширення інформації серед інших спеціалістів та громадськості. Це можна зробити за допомогою якісної оцінки ризику. Питання, на які необхідно відповісти під час проведення оцінки, включають етіологію, географічний розподіл, поширеність, захворюваність, екоепідеміологію, клінічні симптоми, наявність діагностичних тестів, оцінку зоонозного потенціалу, потенційні джерела впливу на людину та виявлення зоонозного потенціалу захворювання (Zorriehzahra et al., 2014; Farzadnia & Naeemipour, 2020).

В останні роки, зі збільшенням населення світу та споживанням морепродуктів, попит на морепродукти зріс. Оскільки морепродукти є одним із джерел білка для людей, промисловість рибальства та аквакультури також демонструє стійке зростання в усьому світі; однак вони не є безпечними для здоров'я людини (Shamsi, 2019; Tran et al., 2019). Крім харчових отруєнь морепродуктами, існує також передача водних патогенів людині. Кілька важливих факторів у рибі та воді навколо них показали потенціал передачі захворювання людям (гігієна та безпека навколишнього середовища (EHS)/ Occupational Health, 2016; Raissy, 2017). Імунна система відіграє важливу роль у визначенні тяжкості водних зоонозних захворювань. Тим не менш, можна виділити два основних шляхи захворювання людини. По-перше, вживання сирової або недоовареної риби та ковтання води чи інших речовин, забруднених фекаліями або слизом зараженої риби. По-друге, контакт із збудником інфекції через відкриті рани або подряпини чи ссадини шкіри. За даними дослідника Raissy (2017), 46 % зоонозних захворювань, викликаних рибою, передаються орально, тоді як 15 % мають більше ніж один шлях передачі. Передача

через споживання води з інфікованими організмами та контакт зі шкірою під час обробки риби становить 24 і 19 % відповідно (Raissy, 2017).

Хоча зараження людей патогенними мікроорганізмами риб є рідкістю, його слід розглядати як серйозний ризик для здоров'я людини (Aggarwal & Ramachandran, 2020). Проте зоонози були визначені як джерело інфекційних захворювань, що виникають у людини (Jones et al., 2008). Поява зоонозних агентів є серйозною загрозою для глобального здоров'я та завдає великої шкоди в усьому світі (WHO, 2021). Пандемія COVID-19 ще раз підкреслила важливість взаємодії людей і тварин у поширенні зоонозних хвороб, особливо диких тварин і видів худоби, які є потенційними господарями та резервуарами вірусу. Тому важливо визначити конкретні фактори та механізми, які призводять до виникнення захворювання. В умовах глобалізації зміни середовища існування, зміни клімату та взаємозв'язки між системами дикої природи та тваринництва можуть сприяти поширенню зоонозних хвороб (Meurens et al., 2021).

Різні фактори, такі як тип мікроорганізмів (бактерії, віруси, паразити, грибки), статус господаря (наявність відкритих ран на тілі, пошкодження, ослаблений імунітет) і фактори навколишнього середовища (забруднена вода) беруть участь у передачі збудників хвороб риб для людини (Naenen et al., 2013). Серед патогенів, асоційованих з рибами, найважливішими інфекційними агентами є бактерії, паразити та віруси (Shamsi, 2019; Meurens et al., 2021). Крім того, найпростіші організми, такі як *Cryptosporidium spp.* також розглядаються як рибний зоонозний ризик для людини. Кілька видів *Cryptosporidium* були ідентифіковані у прісноводних, культивованих, морських і декоративних риб у всьому світі (Golomazou et al., 2021). Швидке зростання рибальства та аквакультури в усьому світі та, з іншого боку, існування збудників, що передаються від риби до людини, змусили цей огляд зосередити увагу на бактеріальних, вірусних, паразитарних та грибкових зоонозних захворюваннях, ризику для людини та, зрештою, їх контролі і профілактики.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились на базі кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету.

Результати. Збудники бактеріальних зоонозів. Основними збудниками зоонозів риб є бактерії, які поділяються на дві основні групи. Більшість складають грамнегативні бактерії та небагато грампозитивних бактерій (Smith, 2011; Gauthier, 2015). Здорові на вигляд риби також можуть містити бактеріальні патогени, особливо в нирках і кишечнику (Meron et al., 2020). Інфекція, спричинена видами *Vibrio* та *Mycobacterium*, вважається основною причиною економічних втрат і іноді представлена як обмежуючий фактор у виробництві риби (Regev et al., 2020). Поширеність збудників бактеріальних зоонозів у риб щорічно змінюється, і її слід постійно контролювати, щоб оцінити поширеність патогенів як у диких популяціях риб, так і в аквакультури (Meron et al., 2020; Regev et al., 2020). Крім того, декоративні рибки також можуть

виступати в якості важливого джерела бактеріальних зоонозних агентів, які також виявляють високий рівень антимікробної резистентності (Weir et al., 2012).

Mycobacteriaceae. *Mycobacterium spp.* грампозитивні, кислотостійкі, аеробні, нерухомі плеоморфні бацили належать до сімейства *Mycobacteriaceae*, яке включає багато патогенних бактерій, пов'язаних з людьми, ссавцями, рептиліями та рибами (Delghandi et al., 2020). Мікотуберкульоз є поширеною хворобою морських, прісноводних і напівпрісноводних риб і вважається основною причиною смертності вирощуваної та вільноживучої риби (Hashish et al., 2018). Захворювання риб, викликані нетиповими мікобактеріями, були виявлені у понад 150 видів риб у всьому світі, і їх зоонозна природа викликає занепокоєння у сфері охорони здоров'я (Gsebe et al., 2018). Більшість видів риб сприйнятливі до *Mycobacterium*, і вони можуть передавати бактерії горизонтально та вертикально. Про виявлення *Mycobacterium spp.* також повідомлялося в декоративних риб (Puk & Guz, 2020). Клінічні ознаки зараженої риби відрізняються через численні види бактерій і широкий спектр видів господарів (Delghandi et al., 2020). Специфічними ознаками риби, зараженої *Mycobacterium*, є млявість, пігментація, здуття живота, екзофтальм, ураження шкіри та смерть (Smith, 2011). Однак через поширення інфекції через кровеносну та лімфатичну систему збудники виявляються в деяких органах риб, таких як очі, зябра, печінка, нирки, селезінка (Chinabut, 1999). Зміни в зараженій рибі також можуть включати збільшення печінки, нирок, селезінки та вузлики у внутрішніх органах (Delghandi et al., 2020). Інфіковані та безсимптомні риби є носіями або розповсюджувачами бактерій у довгостроковій перспективі (Boylan, 2011), а захворювання людини часто виникають при контакті з інфікованими водними об'єктами та водою (Bhambri et al., 2009). Відомо близько 120 видів *Mycobacterium*; найважливішими збудниками зоонозів риб є *M. avescens*, *M. chelonae*, *M. fortuitum*, *M. gordonae*, *M. marinum*, *M. ulcerans*, *M. septicum*, *M. peregrinum* і *M. avium*. Їхні інфекції можуть призвести до гострих і хронічних захворювань (Smith, 2011; Delghandi et al., 2020). Захворювання у людей, спричинені цими мікобактеріями, зазвичай призводить до гранулематозних уражень шкіри, серйозних некротичних уражень та інфекцій глибоких тканин, таких як сухожилля та кістки. Тим не менш, системні респіраторні та екстра-респіраторні захворювання зустрічаються рідко, але можуть виникнути у пацієнтів з ослабленим імунітетом. Іноді виникають артрит, остеомієліт і бронхіт (Delghandi et al., 2020). Мікобактеріоз у пацієнтів з ослабленим імунітетом може прогресувати до системної інфекції та смерті (Boylan, 2011). Фактори вірулентності *Mycobacterium* включають секреторну систему типу VII, гени ESX, доступ до цитозолу та активацію полімеризації актину хазяїна для рухливості та міграції між клітинами (Hashish et al., 2018). Серед різних видів мікобактерій чотири види є найпоширенішими та відіграють ключову роль у виникненні спалаху. Ці чотири види складаються з *M. marinum*, який відіграє найважливішу роль, а потім інших мікобактеріальних патогенів риб, *M. fortuitum*, *M. gordonae* та *M. chelonae*.

Мікобактеріоз риб був виявлений у декоративних риб, які використовувалися для торгівлі в Тринідаді і Тобаго (Phillips Savage et al., 2022). Наявність *Mycobacterium spp.* у прісноводних декоративних рибках, які продаються в зоомагазинах, становить великий ризик для людей, які з ними працюють. Щоб виявити наявність таких зоонозних збудників і запобігти їх подальшій передачі людям, необхідний єдиний підхід до охорони здоров'я.

Streptococcaceae. Ще одна родина грампозитивних бактерій і зоонозний збудник – *Streptococcaceae*. Ця родина бактерій викликає системний стрептококоз, який став загрозою для риб у всьому світі, завдає економічної шкоди та занепокоєння громадському здоров'ю (Iregui et al., 2016). Збудники становлять небезпеку для людини під час контакту з рибою (Ziarati et al., 2018). Були повідомлення про менінгоенцефаліт і загибель у вирощуваних видів риб (Novotny et al., 2004). Крім того, бактерії спричинили високу захворюваність і смертність серед прісноводної та солоної риби. Повідомлялося про горизонтальну та вертикальну передачу.

Шляхи передачі людині включають прямий контакт із хворою чи мертвою рибою та непрямий контакт із зараженою водою. Основні бактерії, що викликають стрептококоз риб, включають *S. agalactiae*, *S. diffcile*, *S. difficilis*, *S. dysgalactiae*, *S. iniae* та *S. shiloi* (Pradeep et al., 2016). Крім того, штами *Streptococcus* групи B (GBS) ST283 були виявлені в прісноводних і морських рибах, людях і жабах (Barkham et al., 2019; Zadoks et al., 2020). Прояв клінічних ознак захворювання залежать від виду риб. Проте найчастішими проявами є екзофтальм, здуття живота, втрата орієнтації, нестабільне плавання, анорексія, помутніння очей, потемніння та геморагії на шкірі та, зрештою, смерть (Karsidani et al., 2010; Boylan, 2011; Leal et al., 2019). Стрептокок вважається нейротропним агентом для риб на основі клінічних симптомів і незбалансованої поведінки при плаванні. Бактерії знаходяться в печінці, зябрах, нирках, селезінці та тканинах, необхідних для захисту риб від патогенів. Дослідження патогенності *Streptococcus* показали, що шлунково-кишковий тракт був основним входом для *S. agalactiae* у тилапії, і бактерії могли проникати через слизову оболонку та кишковий шар (Iregui et al., 2016). Фактори вірулентності *Streptococcus* включають поверхневі білки, капсульні полісахариди та секретовані продукти. Поверхневі білки бактерій зв'язуються з фібриногеном людини, щоб пригнічувати фагоцитарну активність. Вони також можуть зв'язуватися з імуноглобулінами. Бактеріальна пептидаза C5 і протеаза розщеплюють компонент комплементу C5A і хемокін інтерлейкіну-8 відповідно, тим самим руйнуючи хемотаксичні сигнали і, отже, порушуючи рекрутинг фагоцитів. Бактеріальний стрептолізин руйнує лімфоцити, еритроцити, нейтрофіли. Синтез полісахаридів навколо клітини і позаклітинних екзополісахаридів сприяють більшій адгезії (і стійкості до токсичних речовин). Бактеріальна α -анолаза руйнує фібринові згустки та сприяє поширенню бактерій (Baiano & Barnes, 2009). Зараження людей при обробці інфікованої риби може призвести до розвитку целюліту, ендокартиту, менінгіту, важких системних інфекцій, гнійних

виразок, септицемії, артрити, лімфаденіту (Haenen et al., 2013) і рідко до смерті (Smith, 2011). *Streptococcus iniae* (вперше виділений з прісноводного дельфіна Амазонки в 1970-х роках) є морською патогенною бактерією в усьому світі і вважається однією з головних загроз для морської аквакультури через його високу поширеність (загальна поширеність близько 10 % у диких морських рибах і ракоподібних, взятих з Середземного моря) (Berzak et al., 2019).

Erysipelotrichaceae. *Erysipelothrix* – це грампозитивна бактерія, пов'язана з зоонозами риби. Він пов'язаний з морськими ссавцями та викликає шкірні захворювання або гострий сепсис (Boylan, 2011). Найважливішим представником цього сімейства є *E. rhusiopathiae* (раніше відомий як *E. insidiosus*), який викликає захворювання у тварин і людей і схильний до впливу на шкіру, сполучну тканину та стінки судин. Клінічні прояви включають некротичний дерматит, міозит і целюліт. До 2014 року *E. rhusiopathiae* вважалася звичайною бактерією риби, але в різних країнах повідомлялося про смертність, пов'язану з *Erysipelothrix*. Нещодавно було зареєстровано новий вид декоративних риби *E. piscisicarius* у риби (Pomaranski et al., 2020). Цей організм є ґрунтовим сапрофітом, який добре росте в рибі та може легко викликати захворювання на бешиху у продавців та працівників, що обробляють рибу в спекотну пору року (Novotny et al., 2004). Людина заражається бактеріальною інфекцією, коли риб'ячий слиз, що містить бактерії, передається людині через контакт до поверхні риби (Boylan, 2011). Слід зазначити, що *E. rhusiopathiae* не викликає ніяких захворювань у риби. Тим не менш, завдяки тривалому виживанню на зовнішньому слизу риби, він може передаватися людям і викликати еризипелоїд (Nielsen et al., 2018). Таким чином, інфекції людини, спричинені *Erysipelothrix*, пов'язані з контактом із зараженими тваринами та їх продуктами або відходами (Ahmadi Balootaki et al., 2017). *E. rhusiopathiae* викликає септицемію, інфекцію шкіри (переважно рук) та ендокардит. Рибалки та ветеринарні лікарі належать до людей із високим ризиком зараження *Erysipelothrix*. У 2017 році було повідомлено про перше захворювання людини на ендокардит, викликане цією бактерією, яка була пов'язана з роботою біля узбережжя Норвегії (Nielsen et al., 2018).

Vibrionaceae. Грамнегативні вібріони, які викликають вібріоз у тварин і людей, створюють ризик розвитку зоонозів у фахівців аквакультури та споживачів водних продуктів (Austin, 2010). З іншого боку, оскільки вібріоз є потенційно небезпечним захворюванням у риби, широке використання антибіотиків у культивованих системах підвищило стійкість бактерій до антибіотиків (Helmi et al., 2020). Види вібріонів також поширені в солонуватій і прісній воді, і люди заражаються ними через пошкодження шкіри та споживання зараженої риби. Наступні види інфікують людей: *V. cholerae*, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus*, *V. damsela*, *V. hollisae*, *V. metschnikovi* та *V. parahaemolyticus* (Boylan, 2011). Деякі важливі види, виявлені в інфікованих рибах, включають *V. alginolyticus*, *V. anguillarum*, *V. campbellii*,

V. harvey, *V. vulnificus* і *V. parahaemolyticus* (Huzmi et al., 2019). Основними видами вібріонів у морських рибах є *V. vulnificus* і *V. parahaemolyticus*, а найпоширеніші інфекції людини спричиняються *V. cholerae*, *V. vulnificus* і *V. parahaemolyticus*. Клінічні ознаки вібріон-інфікованих риби часто неспецифічні та включають млявість, ураження шкіри, екзофтальм та смерть (Smith, 2011). Крім того, повідомлялося про інші симптоми, такі як набряк селезінки, черевна водянка, запалення кишечника, епідермальну кровотечу, відпадання луски, гниль в ділянці ока і хвоста (Huzmi et al., 2019). Вібріоз складається з трьох основних стадій (проникнення через шкіру, плавці, зябра та задній прохід; руйнування тканин і клітин хазяїна; і вихід), які можуть вразити хазяїна та призвести до смерті. Деякі збудники вірулентності *Vibrio* включають сидерофори, позаклітинні продукти, гідролітичні ферменти та токсини. Стійкість до вібріозу залежить від взаємодії збудника, хазяїна та навколишнього середовища, але є повідомлення про 100 % смертність риби від деяких видів вібріонів (Jun & Woo, 2003). Передача видів *Vibrio* від риби до людини може спричинити такі захворювання, як ураження, септицемія, еритема та некроз тканин (Hernández-Cabanyero & Amaro, 2020). Зростаючий попит споживачів до готових для вживання морепродуктів, таким як скибочки м'яса сирової риби, може спричинити захворювання, викликані *V. parahaemolyticus* (You et al., 2021). *V. vulnificus* є важливим зоонозним патогеном, що викликає занепокоєння у сфері охорони здоров'я. Повідомляється, що він викликає первинну септицемію у людей після споживання сирих моллюсків. Це також може викликати вторинну септицемію, коли рани піддаються впливу морської води (Carmona-Salido et al., 2021).

Aeromonadaceae. *Aeromonas* є ще одним грамнегативним збудником у риби, інфекція якого протікає безсимптомно до стресу навколишнього середовища та слабкості. І *Aeromonas*, і *Vibrio* однаково інфікують рибу, але *Aeromonas* є поширеним видом серед прісноводних риби, тоді як види *Vibrio* зустрічаються в прісноводних, а також у солонуватих водоймах, лиманах і в морях. Обидві бактерії можуть бути небезпечними для здоров'я людини (Boylan, 2011). Риба відіграє фундаментальну роль у передачі *Aeromonas* людині (Abd-El-Malek, 2017). Види, які мають зоонозний потенціал, включають *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. jandaei*, *A. sorbia*, *A. salmonidae* та *A. veroni*; серед них найпоширенішим патогеном є *A. hydrophila* (Boylan, 2011). У наш час деякі патогени риби, такі як *A. jandaei* та *A. veroni*, можуть викликати у риби такі симптоми, як *A. hydrophila*. *A. hydrophila* також викликає захворювання у слабких риби як вторинна інфекція. Гістопатологічні зміни були виявлені в таких органах, як печінка, нирки, зябра, шлунок і селезінка (AlYahya et al., 2018). Деякі клінічні прояви заражених *Aeromonas* риби включають петехії на шкірі та плавниках, виразки шкіри, анорексію, екзофтальмію та набряк черевця (Fotina & Petrov, 2011). Фактори вірулентності *Aeromonas* включають ферменти, ентеротоксин, гемолізін, адгезин, джгутіки, ліпополісахариди, секреторні системи (Jin et al., 2020). Крім того, види *Aeromonas* можуть інфікувати людей через виразки або проковтування, хоча інфек-

ція рідко зустрічається у людей. Деякі клінічні ефекти в окремих осіб включають некроз м'язів, целюліт і септицемію (Volpe et al., 2019). Клінічні ознаки захворювання у людей включають набряк до припухлості в місці інфікування (Boylan, 2011). Крім того, у людей *Aeromonas* може викликати бактеріємію, респіраторні інфекції, гастроентерит, сепсис, інфекції сечовивідних шляхів і діарею. Стійкість *Aeromonas* до різних антибіотиків є свідченням появи загальної проблеми зі здоров'ям людей і водних тварин (Odeyemi & Ahmad, 2017). Важливим є метод кулінарної обробки риби, контамінованої *Aeromonas*, що може забезпечити знезараження готової до вживання продукції (Petrov, 2014).

Pseudomonadaceae. *Pseudomonas* є умовно-патогенною грамнегативною паличкою, а також причиною харчових отруєнь (Yagoub, 2009). Будучи частиною природної мікробіоти риби, вона становить загрозу для риб у стресових ситуаціях (Algammal et al., 2020). Однак, завдяки високій генетичній гнучкості та здатності пристосовуватися до різних середовищ, бактерії можна знайти повсюдно в навколишньому середовищі, у різних тварин і людей, в тому числі і риби (Benie et al., 2017). Ця рухома бактерія має багато факторів вірулентності, таких як ферменти, пілі, джгутики, фактори вірулентності, які посилюють запально-інвазивні процеси та прискорюють поширення бактерій. *P. fluorescent* відомий як умовно-патогенний мікроорганізм у водному середовищі, травній флорі здорової риби та природній мікробіоті водного середовища та риби (Algammal et al., 2020). Є повідомлення про виявлення *P. septicemia* у прісноводних, солонуватих і морських водоймах (Guzman et al., 2013), але збудники *Pseudomonas septicemia* у риб включають *P. aeruginosa*, *P. anguilliseptica*, *P. putida* та *P. fluorescens*. Клінічні ознаки, які спостерігаються, включають спонтанні крововиливи на поверхні тіла, екзофтальм, помутніння очей, відшарування луски, потемніння шкіри, застійні зябра, виразки, здуття живота та асцит. Більшість симптомів спричинені бактеріальними позаклітинними ферментами та руйнівними токсинами (Elham et al., 2017). Тісний контакт між людиною та твариною є важливою причиною передачі бактерій, стійких до кількох антибіотиків, таких як *Pseudomonas*, що становить серйозну загрозу здоров'ю (Fernandes et al., 2018).

Ентеробактерії. Родина *Enterobacteriaceae* – мікробіота риб, яка може викликати захворювання людини. Це сімейство включає види, які викликають різні інфекції людини (Oliviera et al., 2017). Члени цієї родини, відомі як збудники зоонозів риб, включають *Escherichia coli*, *Klebsiella* та *Salmonella* (Boylan, 2011). Ці грамнегативні бактерії зустрічаються у водному середовищі та травному тракті риб (Boylan, 2011; Oliviera et al., 2017). Виявлення в Ірані зараження риб сімействами *Enterobacteriaceae*, такими як *E. coli*, *Klebsiella* та *Salmonella*, вказує на їх передачу людям і розвиток інфекцій у людей (Faheed et al., 2005; Oliviera et al., 2017). З іншого боку, є зараження людини деякими бактеріями цього сімейства через харчові джерела; наприклад, зараження *S. Typhimurium* було виявлено через споживання імпортової в'яленої риби (Novotny et al., 2004; Bonyadian et al., 2014). Зара-

ження різних видів риб штамми кишкової палички показало, що риба є новим переносником цієї бактерії у джерелах води (Hansen et al., 2008). Риби можуть зберігати різні штами *E. coli* як флору та переносити їх до інших джерел води (Guillen & Wrast, 2010). Хоча *E. coli* не є природною мікробіотою риби, її часто виділяють із травного тракту риби. Абіотичні фактори водного середовища суттєво впливають на санітарний стан риби (Nazarenko & Petrov, 2015; Petrov et al., 2015). Крім того, у забруднених середовищах спостерігалось проникнення *E. coli* в інші тканини риб, такі як зябра, нирки, м'язи та сечовий міхур (Barbosa et al., 2014). Такі інфекції пов'язані з сезоном року, контактом людини з рибою (інколи інфекція у риби перебігає безсимптомно) і забрудненим середовищем, імунним статусом людини. *Escherichia coli* є однією з причин зоонозних інфекцій, що передаються через рибу або водні продукти. Більшість непатогенних штамів стають патогенними, якщо вони поширюються з кишечника в інші органи, такі як сечовивідні шляхи або очеревина; але непатогенні штами викликають діарею або харчове отруєння, виробляючи токсини в рибі (Haile & Getahun, 2018). Є повідомлення, що деякі штами, що володіють ентеротоксигенними та ентеропатогенними властивостями є зоонозними збудниками, виділеними з різних країн (Cardozo et al., 2018). *Salmonella enterica subspecies enterica* ефективна при розвитку кишкових захворювань через рибу, продукти аквакультури та воду. Сальмонела не є поширеною бактерією риб, і її поява залежить від якості води та водного середовища. Риби можуть стати безсимптомними господарями, які зберігають бактерії на поверхні тіла або в кишечнику. Згідно з деякими дослідженнями, ізольовані види *Salmonella* риби та води включають *S. Eastbourne*, *S. Give*, *S. Colindale*, *S. Bredeney*, *S. Poona*, *S. Schwarzengrund* та *S. Llandoff*. Сальмонельоз людини залежить від споживання зараженої риби, найпоширенішою причиною є *S. Typhimurium* і *S. Enteritidis*. Фактори їх вірулентності включають білки, секреторні системи, внутрішню фагоцитарну проліферацію, тощо. Стійкість сальмонели до травлення риби та її присутність у фекаліях є важливою причиною забруднення навколишнього середовища та поширення бактерій (Traoré et al., 2015). Вживання зараженої сальмонелою риби викликає такі симптоми, як гастроентерит, спазми в животі, лихоманка та бактеріємія. Заражена сальмонелою копчена риба також може передавати бактерії людям через шкіру, зябра та кишечник (Bibi et al., 2015). Зараження сальмонелою також викликає клінічні ускладнення, такі як сепсис, біль у животі, діарея та блювання (Lehane & Rawlin, 2000).

Klebsiella pneumoniae і *K. oxytoca* були виділені з необроблених зразків води, зібраних із греблі, морської води, мулу та кишкового вмісту креветок і прісноводних риб (Gundogan, 2014; Gopi et al., 2016). Повідомлялося про виділення та діагностику *K. pneumoniae* з вирощеної риби в Індії з клінічними геморагічними ускладненнями біля хвоста та вакуолізацією та некрозом гепатоцитів. Через зоонозну природу полірезистентності *Klebsiella spp.*, існує занепокоєння щодо їх передачі людині (Das et al., 2018). Виділення *Klebsiella* з уражень шкіри деко-

ративної риби, коропа, показало, що інфекційний процес був спричинений поганою гігієною в кухонних комбайнах (Oliveira et al., 2014). Прояви у риб, інфікованих клебсіелою, також зумовлені прямим впливом ендотоксину разом із аномальними імунологічними реакціями (Diana & Manjulatha, 2012).

Ще одна грамнегативна бактерія, яка викликає інфекцію у прісноводних і морських риб, – ієрсинія. В останні десятиліття *Y. ruckeri*, причина важкої септицемії, ентеральної червоноרותої хвороби, різко зросла. Початкові симптоми схожі на септицемію, спричинену *Aeromonas* і *Pseudomonas*, але риби мають темніше тіло та менший апетит. Крім того, є інші симптоми, такі як екзофтальм, крововиливи, почервоніння ротової порожнини, набряк нирок і селезінки. Вірулентність цієї бактерії залежить від таких факторів, як секреторна система, пілі, ферменти, токсини, білки зовнішньої мембрани, джгутіки, система поглинання заліза, фактор чутливості до тепла та утворення біоплівки (Wrobel et al., 2019).

Гафнії. *Hafniaceae* – родина рухливих анаеробних грамнегативних паличкоподібних бактерій ряду *Enterobacteriales*. Три роди цієї родини: *Hafnia*, *Edwardsiella* та *Obesumbacterium* (Adeolu et al., 2016). Едвардсієла є патогенною для водних тварин, особливо викликаючи системне захворювання риб під назвою едвардсієльоз (Park et al., 2012; Yu et al., 2012). *Edwardsiella* досі спричиняла серйозні економічні проблеми в галузі аквакультури, яка мала більший вплив на рибу при високих температурах навколишнього середовища та вищих концентраціях органічних речовин (Davies et al., 2018). До 1980 року *Edwardsiella* включав лише один вид, *E. tarda*, але сьогодні відомо п'ять видів, тобто три старші види: *E. tarda*, *E. hoshnae* та *E. ictatari*, а нещодавно два додаткові види, *E. piscicida* та *E. anguillarum* (раніше класифікований як *E. tarda*) (Bujan et al., 2018). За винятком *E. hoshnae*, інші види є патогенними для риб, а *E. tarda* вважається основною причиною інфекцій людини (Kerie et al., 2019). Однак нова класифікація показує, що *E. piscicida* була більш проблематичною в аквакультурі, ніж *E. tarda* (Leung et al., 2019). На сьогодні зараження *Edwardsiella* може виникнути у понад 20 видів риб в Азії та Європі. Поведінкові ознаки зараженої риби включають ненормальне плавання, бічні та спіралеподібні рухи у товщі води. Для людини *E. tarda* є умовно-патогенним мікроорганізмом, що викликає гастроентерит; але може виникнути позакишковий едвардсієльоз, включаючи інфекції рани та печінки, холецистит, перитоніт, менінгіт, міонекроз, остеомієліт, сепсис та бактеріємія (Kerie et al., 2019). Хоча септицемія, спричинена *E. tarda*, є рідкісною (< 5 %) інфекцією людини, яка походить через воду та їжу, вона може бути смертельною. Люди з імунodefіцитом або іншими проблемами, такими як діабет і гепатобіліарні захворювання, схильні до захворювань, викликаних *E. tarda*. Види *Edwardsiella*, особливо *E. tarda* та *E. piscicida*, мають арсенал механізмів вірулентності, таких як системи секреції III та VI типів (T3SS та T6SS), гемолізін EthA, модуль транслокації та збирання (TAM) та гени стійкості до антибіотиків (Wimalasena et al., 2018). Що ще важливіше, бактерії можуть отримувати мобільні

гени, стійкі до ліків (плазмід), а потім передавати їх мікробіомам тварин, людини та навколишнього середовища. Передача едвардсієльозу людині відбувається при купанні в зараженій воді, вживанні сирої риби, контакті з рибою, погіршеному стану імунної системи. Надходження та зараження клітин людини також відбувається через прикріплення бактерій до клітин і використання гемолізину та систем секреції. Едвардсієла розмножується у фагоцитах, які з часом поширюються на сусідні клітини. Через важливу роль у створенні резистентності до антибіотиків бактерії повинні приділяти більше уваги в найближчі десятиліття (Leung et al., 2019).

Інші бактерії, пов'язані з зоонозами риб. Інші зоонозні бактерії, пов'язані зі споживанням риби, включають *Staphylococcus*, *Listeria*, *Clostridium* і *Campylobacter* (Novotny et al., 2004). Зосередження уваги на *Staphylococcus* вважається важливим для харчового ланцюга риб (Vaiyapuri et al., 2019).

Працівники, які займаються обробкою харчових продуктів і мають *S. aureus* на шкірі та слизових оболонках, можуть бути джерелом зараження риби (Obaidat et al., 2015). З іншого боку, ентеротоксини *S. aureus* викликають гастроентерит у людини при вживанні риби та її продуктів (Novotny et al., 2004). Термостійкі ентеротоксини *S. aureus* спричиняють занепокоєння громадському здоров'ю (Obaidat et al., 2015). Більшість досліджень із зараження людей *S. aureus* проводилися під час споживання зараженої риби, але нещодавно було повідомлено, що *S. xyloso* є основним патогеном, який викликає загибель риби. Цій бактерії вдається подолати імунітет риб, викликаючи екзофтальм і загибель риби. Оскільки сиру рибу споживають у багатьох країнах, існує ризик передачі захворювання людям (Oh et al., 2019). Інфекція шкіри *S. aureus* може призвести до синдрому токсичного шоку (TSS) через бактеріальний токсин TSST-1, який вважається суперантигеном, який потрапляє в кров і активує поліклональні Т-клітини в периферичній крові, викликаючи масове вивільнення прозапальних речовин цитокіни (Rukkawattanukul et al., 2017).

Згідно з даними Європейського агентства з безпеки харчових продуктів у 2016 році, *Listeria monocytogenes* є найбільшою кількістю риби та рибних продуктів. Наявність цього збудника була підтверджена в рибних продуктах (Skowron et al., 2019). *Listeria monocytogenes* – це грамозитивна бактерія, яка росте в широкому діапазоні температур, включаючи холодильник і різні свіжі та солоні середовища. Їжа була визначена як перше джерело інфекції цієї бактерії у людей, і сьогодні це викликає занепокоєння громадської охорони здоров'я, пов'язане із септицемією, менінгітом, гастроентеритом, пневмонією та абортми. *Listeria monocytogenes* – це місцева флора поверхневих вод, яку можна знайти на зовнішній поверхні риби, слизовій оболонці, кишечнику, шлунку та зябрах зараженої риби; отже, шкіра риби та вміст кишечнику є джерелом передачі захворювання (Jami et al., 2014). Люди похилого віку, вагітні жінки та люди з хронічними захворюваннями та імунodefіцитним станом є групами високого ризику щодо зараження на лістеріоз людини (Lassen et al., 2016).

Clostridium perfringens і *Clostridium botulinum* (анаеробні паличкоподібні спороутворюючі бактерії) є важливими харчовими патогенами, що викликаються споживанням риби. Бактерії повсюдно поширені в ґрунтах, водних відкладах і природних анаеробних середовищах. Вони асоціюються як зі свіжою, так і з консервованою рибою (Novotny et al., 2004; Sabry et al., 2016). Також клостридії присутні на поверхні риби. Токсини також можуть поглинатися з кишечника в кровообіг, викликаючи пошкодження тканин, таких як мозок (Uzal et al., 2014). Спори *Clostridium botulinum* можуть залишатися в прісноводних і морських відкладах десятиліттями. Вони також містяться в кишечнику здорової риби (Espelund & Klaveness, 2014). Бактерії виробляють ботулінічні токсини (типи А-Н), які пригнічують вивільнення ацетилхоліну із синаптичних везикул у нервово-м'язових з'єднаннях, викликаючи млявий параліч (Barash & Arnon, 2014). Типи А, В, Е і F токсичні для людини. Ботуліністичний нейротоксин іноді може вироблятися в кишечнику риб. Ботуліністичні токсини відносно стійкі до нагрівання і вимагають високої термічної обробки для знищення їх токсичності. Таким чином, споживання неправильно обробленої їжі становить ризик розвитку ботулізму, який зазвичай проявляється на ранніх стадіях у вигляді діареї, блювоти, запаморочення, дисфагії, здуття живота та запору (Rasetti-Escargueil et al., 2019).

Campylobacter є звичайним мікроорганізмом у шлунково-кишковому тракті багатьох тварин і є зоонозним збудником (Facciola et al., 2017). Кампілобактеріоз, спричинений споживанням рибних продуктів, зустрічається рідко, але інфекція *Campylobacter jejuni*, ймовірно, може бути отримана через руки людини, яка працює з їжею, або через робочу поверхню та питну неочищену воду. *Campylobacter jejuni* і *C. coli* є найважливішими ентеропатогенами цього роду. Бактерії викликають кампілобактеріоз, що проявляється як ентерит, використовуючи рухливість бактерій, адгезію та інвазію кишкових клітин, порушуючи внутрішньоклітинну передачу сигналів, спричиняючи загибель клітин, ухилення від імунної системи хазяїна та отримання заліза для їх росту та виживання (Epps et al., 2013).

Plesiomonas shigelloides є водним збудником, який був виділений у прісноводних риб (Nakajima et al., 1991).

Legionella pneumophila, яка викликає хворобу легіонерів/пневмонію, передається через воду та аерозолі, а також була виділена у пацієнта, який працював на рибному ринку (Novotny et al., 2004).

Yersinia ruckeri спричиняє ієрсиніоз або хворобу червоного рота, заразну бактерією серед лососевих, вугрів, золотих рибок, морського язика, осетрових, форелі, коропів і калкана. Захворювання зазвичай виявляється через екзофтальм і кров'яністі плями в оці. Бактерія зустрічається в популяціях риб по всій Європі, Північній і Південній Америці, Австралії та Новій Зеландії (Carson et al., 2019).

Паразитарні хвороби риби. Паразитичні стрічкові черв'яки (наприклад, *Dibothriocephalus latum*), аскариди (наприклад, *Anisakis spp.*) і сосальщики (наприклад, *Metagonimus yokogawai*), які походять від риб, головним

чином передаються людям через споживання неправильно приготовленої або сирової риби чи рибних продуктів, що спричиняє захворюваність, а не смертність (Cong & Elsheikha, 2021). Існує багато літератури про важливість морепродуктів у глобальному раціоні та зростаючі проблеми здоров'я, пов'язані з хворобами, викликаними морепродуктами, і пов'язаними з ними паразитарними захворюваннями. Відомо, що численні їстівні риби є господарями численних паразитів (Shamsi, 2019). Багато з цих паразитів передаються людям, а деякі, такі як анізакідоз і гнатостомоз, можуть серйозно зашкодити здоров'ю людини (Audicana et al., 2002; Herman & Chiodini, 2009). Повідомляється, що морепродукти, особливо рибні продукти, посідають перше місце в списку харчових захворювань (Huss et al., 2000). Зростаючий апетит до сирих, недоварених та екзотичних страв (Shamsi & Sheorey, 2018), а також зміни клімату вважалися основними факторами, що сприяють зростанню виникнення, географічного розповсюдження та частоти зоонозних проблем зі здоров'ям, пов'язаних із рибою (Chai et al., 2005; Lohmus & Bjorklund, 2015). Наприклад, за оцінками, на даний момент 45 мільйонів людей інфіковані сосальщиками прісноводних риб, і принаймні 680 мільйонів людей ризикують заразитися ними (Saijuntha et al., 2021). Серед паразитів морепродуктів, зокрема, значне занепокоєння викликають паразити-гельмінти, і через їх велику кількість і різноманітність у тропічних водних екосистемах їх передача рибам є частим явищем (Chai et al., 2009). Наприклад, зареєстровано 268 видів гельмінтів у 213 видах риб у В'єтнамі (Nguyen et al., 2021). Багато їстівних видів костистих риб вважаються проміжними, а іноді й остаточними хазяїнами для гельмінтних паразитів, що може призвести до збільшення ймовірності зараження гельмінтами (Marcogliese, 2003). Зазвичай кількість паразитів збільшується відповідно до розміру хазяїна, причому більші види риб містять у собі більшу кількість паразитів. Однак велика кількість зоонозних паразитів може не виявляти симптомів захворювання в інфікованої риби, тому виявлення є складним, особливо якщо личинки маленького розміру та з низькою інтенсивністю інвазії (Lowry & Smith, 2007). За даними Shamsi (2019), понад 40 таксонів паразитів риб здатні викликати інфекцію людини. Хоча деякі з них виявляються рідко, інші можуть бути високопатогенними та становити серйозний ризик для здоров'я населення (Deardorff, 1991). Було підраховано, що паразити-гельмінти можуть поставити під загрозу здоров'я понад півмільярда людей (dos Santos & Howgate, 2011). З глобальним потеплінням очікується, що це число збільшиться (Fiorenza et al., 2020). Гельмінтозні захворювання, викликані рибою, можуть бути пов'язані з легкими або важкими алергічними або шлунково-кишковими захворюваннями, такими як розлад травлення, біль у животі та діарея, або можуть спричинити серйозні прояви, такі як крововилив у мозок, геміпарез та рак (Cong & Elsheikha, 2021). Дослідження, проведене для оцінки появи зоонозних паразитів, виявило наявність *Eustrongylides sp.*, *Euclinostomum sp.* від риб *Channidae* та *Isoparorchis sp.* з риби *Bagradae*, імпортованої до Австралії (Williams et al., 2022). Хоча заморо-

жування імпортованої їстівної риби інактивує паразитів, необхідний регулярний нагляд, щоб запобігти імпорту зоонозних паразитів (Williams et al., 2022).

Трематоди (сосальщики). Кілька родів трематод (сосальщиків), які належать до родин *Opisthorchiidae* і *Heterophyidae*, викликають зоонози риб. Прикладами поширених сосальщиків, які заражають риб, є печінкові сосальщики, наприклад *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis viverrini* та *Opisthorchis felinus*, а також легеневі сосальщики, наприклад *Paragonimus westermani* і *P. heterotremus*. Високе навантаження на печінку трематодою та хронічний перебіг інфекції можуть спричинити запалення та пошкодження епітеліальних клітин жовчних проток, що призводить до шлунково-кишкових проблем та пошкодження печінки (Choi et al., 2004) і може призвести до основні клінічні проблеми, такі як холангіт, холедохолітаз, панкреатит і холангіокарцинома (Choi et al., 2004). Парагоніоз – це інфекція легеневої двуустки, яку людина заражає після вживання краба або раків (прісноводні), що містять метацеркарії двуустки (Tantrawatpan et al., 2013). Трематодіоз, викликаний рибою, дуже поширений в азіатських країнах і є основною причиною смерті в південно-східній Азії. *Opisthorchis viverrini*, широко поширений у північно-східному Таїланді та Лаосі (Sripa et al., 2011). Зоонозні трематоди можна знайти в морській, солонуватій і прісноводній рибі (dos Santos & Howgate, 2011), а зараження трематодами зазвичай відбувається після вживання сирої риби або моллюсків у прісноводних водах (Shamsi, 2019). Метацеркарії зоонозних трематод були виявлені в прісноводних рибах, взятих із Республіки Корея (Sohn et al., 2021). Метацеркарії *Clonorchis sinensis*, *Metagonimus spp.*, *Centrocestus armatus*, *Echinostoma spp.*, *Clinostomum complanatum*, *Opisthorchis viverrini* та *Metorchis orientalis* були виявлені у відібраних зразках риби (Manivong et al., 2009).

Згідно з даними ВООЗ, зоонозні трематоди риб зараховані до нових інфекційних патогенів. У системах аквакультури зараження трематодами та передача забруднень у навколишньому середовищі можуть бути факторами ризику для людей та інших тварин. Згідно з повідомленнями Clausen et al., (2012), найбільш ідентифіковані види трематод у риб, які передаються людині, включають такі: *Clonorchis sinensis*, *Centrocestus formosanus*, *Haplorchis pumilio* та *Haplorchis yokokawi*. Розроблено швидку та економічно ефективну мультиплексну ПЛР для одночасного виявлення метацеркарій *Opisthorchiid* та *Heterophyid* у рибі чи рибних продуктах (Caffara et al., 2020). Такі передові діагностичні інструменти допоможуть виявити інфекційну стадію (метацеркарії) для людини, яку важко виявити візуально у риб (Caffara et al., 2020). Домашні коти та собаки можуть виступати резервуарними господарями дигенетичних трематод, зокрема зоонозних *Heterophyes heterophyes* та *O. viverrini*. (Fotina et al., 2022). Таким чином, необхідно встановити додаткові заходи профілактики та контролю, які забезпечують постійний моніторинг зоонозних паразитів риб у кішок і собак (El-Seify et al., 2021).

Цестоди (стрічкові гельмінти). Ще одна поширена група паразитів риб – цестоди (стрічкові гельмінти). На

відміну від трематод, вони можуть бути досить великими і досягати 20 м у довжину. Деякі з найвідоміших паразитів, що належать до цієї групи, включають паразитів із ряду *Diphylobothriidae*, які можуть спричинити хворобу під назвою дифілоботріоз (Scholz & Kuchta, 2016). Повідомлялося, що щонайменше 14 із приблизно 50 видів роду *Diphylobothrium* викликають інфекцію людини (Jones, 2015), причому *D. dendriticum*, *D. nihonkaiense*, *D. latumas*, а також *Adenocephalus pacificus* і *Diplogonoporus balaenopterae* є найбільш патогенними видами (Anantawat et al., 2012). Дифілоботріоз зазвичай перебігає в легкій формі і не загрожує життю. Інвазія у людини зазвичай перебігає безсимптомно, але деякі пацієнти можуть відчувати діарею, біль у животі, анемію, втрату ваги та дефіцит вітаміну B12 (Dick, 2007). За оцінками експертів, у всьому світі інфіковано до 20 мільйонів людей (Anantawat et al., 2012). Однак, за винятком Японії та Далекого Сходу Росії, зараження людей стрічковими глистами в усьому світі знизилася.

Нематоди (круглі черви). Захворювання людини, викликані нематодами рибного походження, реєструються в усьому світі, але деякі з них представляють потенційно нові захворювання (Steffen et al., 2003; Butt et al., 2004). Люди можуть заражатися, при вживанні в їжу необроблених або неправильно приготованих кальмарів або риби, а хвороби можуть спричинити небезпечні для життя наслідки, особливо для людей з ослабленою імунною системою та наявністю хронічних захворювань. Зоонозні нематоди, що належать до родини *Anisakidae*, були виявлені в популярній столовій рибі *Chrysophrys auratus*, взятій у водах Австралії та Нової Зеландії. *Anisakis pegreffii*, виявлений у *Chrysophrys auratus*, становитиме серйозну загрозу для людей, якщо подавати його в сирому вигляді як сашімі або суші (Hossen et al., 2021). Крім того, зоонозні нематоди (*Contraecum spp.*, *Anisakis spp.* і *Hysterothylacium spp.*) також були виявлені в їстівній рибі, відібраній в Австралії (Suthar & Shamsi, 2021). Нематоди виявляють невелику специфічність хазяїна на своїх личинкових стадіях, які заразні для людини. Личинкова стадія риб'ячих нематод, навіть якщо вона знаходиться в шлунково-кишковому тракті риби, мігрує через слизову оболонку шлунково-кишкового тракту во внутрішні органи та навколишні м'язові тканини після смерті риби (Salikin et al., 2020). Отже, вони все ще можуть становити небезпеку для здоров'я людини. Одними з найпоширеніших рибних нематод, які загрожують здоров'ю людини, є *Anisakis spp.*, *Pseudoterranova spp.* викликають анізакідоз та представники *Gnathostomatidae* викликають гнатостомоз. Усі ці нематоди глобально чи регіонально вважаються дуже важливими. Найпоширеніші рибні нематоди з родини *Anisakidae* включають роди *Anisakis*, *Pseudoterranova* та *Contraecum*, поширені по всьому світу, і є одними з найбільш зареєстрованих личинок морських паразитів і мають значне зоонозне значення (Borges et al., 2012; Shamsi & Suthar, 2016). З моменту їх відкриття в 1960 році спостерігається підвищений інтерес до родини *Anisakidae*. Декілька досліджень було присвячено підвищенню їх обізнаності, вдосконаленню їх діагностичних методів і розумінню численних аспектів

їх патогенності та біології (Shamsi, 2014). Анізакіоз – це термін, який використовується для позначення паразитарної інфекції, спричиненої нематодами роду *Anisakis* у людини. Це викликається личинками третьої стадії паразита (L3) (Adroher-Auroux & Benítez-Rodríguez, 2020). Анізакідоз – це захворювання, викликане будь-якими членами сімейства *Anisakidae*, тоді як анізакіоз викликаний представниками роду *Anisakis*. Представники *Anisakis simplex sensulato* є поширеними збудниками анізакідозу. Інші нематоди включають *Pseudoterranova decipiens*, *A. physeteri* та *Contracaecum spp.* (Audicana & Kennedy, 2008; Eiras et al. 2018b). Раніше личинки *Anisakis* були виявлені в рибних продуктах, таких як рибні стейки, заморожене рибне філе, рибні напівфабрикати (Ramos, 2020). Наявність нематод *Anisakis* досліджували в продуктах копченої дикої нерки (*Oncorhynchus nerka*) і атлантичного лосося (*Salmo salar*), вирощеного на фермах (Pardo González et al., 2020). Хоча зразки, зібрані з копченої дикої нерки, дали позитивний результат (10 із 13) на *Anisakis simplex s.s.* личинки, у зразках вирощеного атлантичного лосося, вирощеного на фермах, не було виявлено паразитів, що вказує на незначний ризик у вирощеній рибі (Pardo González et al., 2020). Щоб запобігти проникненню *Anisakis* та інших паразитів на рибні ферми, необхідно застосовувати різні стратегії. Це включає заморожування смітцевої риби, яка використовується для годівлі риби, вирощеної на фермах, і зміцнення точок входу у воду за допомогою сіток для запобігання проникненню дикої риби (Ramos, 2020). Ризик анізакідозу можна додатково зменшити, піддавши всю сиру рибу термічній обробці (>60°C, >1хв або -20°C, >24h) перед споживанням (Pardo González et al., 2020). Враховуючи потенційний ризик передачі зоонозних рибних паразитів через сиру або недостатньо термічно оброблену рибу та рибні продукти, Європейський Союз (ЄС) ввів обов'язкову обробку заморожування рибних продуктів [Постанова № 1276/2011 змінила Додаток III Регламенту (ЄС) № 853/2004] (Fioravanti et al., 2021). Люди вважаються випадковими господарями протягом життєвого циклу анізакід, оскільки розвиток паразитів припиняється (гіпобіоз) у шлунково-кишковому тракті людини (Anderson, 2000; Aibinu et al., 2019). Анізакідоз зазвичай викликають живі личинки, а симптоми гастроентериту людини з'являються в результаті потрапляння личинок у слизову оболонку шлунка або кишечника (Audicana & Kennedy, 2008; Ramanan et al., 2013); однак мертві анізакіди також можуть викликати захворювання (Audicana et al., 2002). Анізакідоз зазвичай супроводжується шлунково-кишковими симптомами і часто імітує харчове отруєння. Симптоми можуть відрізнитися залежно від локалізації паразита в організмі людини та гістопатології пов'язаних з цим уражень (Chai et al., 2005). Симптоми є різними для кожного пацієнта і можуть перебігати від днів до місяців. Як правило, симптоми зникають після того, як паразит виводиться природним шляхом (регургітація або екскреція) з організму (Shamsi & Butcher, 2011) або видалається хірургічним шляхом (Shimamura et al., 2016). Гіперчутливість, пов'язана з анізакідозом, є важливою проблемою. Сприйнятливі пацієнти виявляють високу чутли-

вість, оскільки навіть дуже малі дози контакту з мертвим матеріалом *A. simplex*, належним чином приготовленим, можуть спричинити потенційно смертельні та швидкі анафілактичні стани до досить хронічних станів, що призводять до інвалідності (Aibinu et al., 2019). Незважаючи на те, що захворювання було зареєстровано в усьому світі, воно більш поширене в Японії та Європі (Rahmati et al., 2020), і вважається, що дані про нього значно занижують та/або неправильно діагностують через неспецифічні симптоми у пацієнтів (Shamsi & Butcher, 2011) та обмежена доступність діагностичних тестів. Наприклад, навіть у Японії, де ця хвороба добре відома, було показано, що в 60 % ситуацій неправильно діагностували гостру інфекцію черевної порожнини, апендицит, ілеїт, холецистит, рак шлунка та підшлункової залози, туберкульозний перитоніт і дивертикуліт (Valle et al., 2012).

Gnathostomatidae – це ще одна дуже важлива інфекція нематодою, яка виникає через вживання сирих або недодарених страв, таких як суші, севиче, що містить прісноводну та слабосольну рибу, а також інших прісноводних тварин (амфібій, вугрів). Паразити спричиняють захворювання, відоме як гнатостомоз, внаслідок проковтування інфекційних личинок (L3) родини *Gnathostomatidae*, включаючи *Gnathostoma spinigerum*, *G. doloresi*, *G. hispidum*, *G. binucleatum*, *G. nipponicum* та *G. malaysiae*, а також *Echinocephalus sp.* (Shamsi et al., 2021). Крім гіпоалергічних реакцій, клінічні симптоми гнатостомозу подібні до *A. simplex*, але зазвичай більш серйозні (Anantawat et al., 2012) і включають нудоту, біль у животі та блювання, які зазвичай розвиваються через 24–48 годин після зараження. Інвазійна личинка паразита мігрує через підшкірні тканини, викликаючи типові запальні міграційні набряки та може проникати через шкіру, легені, очі, вуха, шлунково-кишкову та сечостатеву системи та може призвести до крововиливу в мозок, парезу або летального результату, якщо це відбувається в нервовій системі. Хвороба була зареєстрована в Японії та Південно-Східній Азії, зокрема в Таїланді, В'єтнамі, Лаосі, М'янмі, а також у Центральній і Південній Америці, Латинській Америці, Китаї, Індії, а також у мандрівників, які поверталися з цих регіонів (Herman & Chiodini, 2009; Liu et al., 2020). Більшість випадків гнатостомозу відносять до *Gnathostoma spinigerum*. Інші види, наприклад *G. hispidum*, *G. doloresi*, *G. binucleatum* і *G. nipponicum*, також мають зоонозне значення (Shamsi et al., 2021).

Віруси, які можуть передаватися рибним промислом і спричиняти захворювання людини. Гострий гастроентерит, спричинений норовірусами (NoV) у вигляді спорадичних випадків або спалахів через споживання готових до вживання рибних продуктів і моллюсків, забруднених фекаліями, набуває все більшого значення як нова харчова хвороба, що викликає занепокоєння у громадському здоров'ї, що впливає на економічні втрати у всьому світі (Pavoni et al., 2013; Li et al., 2014; Kittigul et al., 2016). Норовіруси – одноланцюгові РНК-віруси без оболонки, що містять одноланцюгову РНК, і належать до родини *Caliciviridae*. Під *Norovirus* складається лише з одного виду під назвою *Norwalk virus*.

Норовіруси поділяються на сім геногруп (GI-GVII) (Atmar et al., 2019). Більшість геногруп, які інфікують людину, належать до геногруп GI та GII (Vinjé et al., 2000). Клінічні прояви NoV-опосередкованого гастроентериту включають нудоту, блювання, водянисту діарею та біль у животі. Можуть спостерігатися млявість, слабкість, болі в м'язах, головні болі, субфебрильна температура і втрата смаку. Симптоми зазвичай проявляються приблизно через 12–48 годин після вживання зараженої їжі, але в більшості випадків хвороба проходить самостійно, за винятком людей з ослабленим імунітетом, які можуть отримати тривалу інфекцію з ентеропатією, пов'язану з вірусом, і порушенням всмоктування (Center of Disease Control and Prevention (CDC), 2016).

Вживання свіжих і заморожених продуктів, включаючи рибу, двостулкових молюсків і воду, заражену вірусом гепатиту А (HAV), призводить до гепатиту (запалення печінки), що проявляється у вигляді втоми, нудоти, блювоти, діареї, жовтяниці, темної сечі, лихоманки, болю в животі, артралгії, міальгії, яка може тривати кілька тижнів або кілька місяців. Але в рідкісних випадках може виникнути печінкова недостатність або навіть смерть, особливо у людей похилого віку та людей з хронічними захворюваннями печінки.

Зоонозні захворювання викликані грибами. Гриби відомі як нефотосинтезуючі мікроорганізми. Зазвичай вони живуть як сапрофіти в мертвій органічній речовині та ґрунті або як паразити тварин, рослин і людини. З 1,5 мільйона ідентифікованих видів грибів відомо, що лише 300 є патогенними для людини (Center of Disease Control and Prevention (CDC), 2017). Звичайні гриби в навколишньому середовищі часто викликають грибкові захворювання. Зоонозні гриби, які можуть передаватися природним шляхом між тваринами та людьми, іноді можуть призводити до значних проблем зі здоров'ям. Тим не менш, недостатня увага до зоонозних грибів у міжнародних зусиллях громадської охорони здоров'я призвела до зниження розвитку стратегій профілактики та контролю. Нижче наведено дві групи зоонозних грибів риб.

Базидіоболомікоз. Базидіоболомікоз, викликаний *Basidiobolus ranarum*, є рідкісною грибковою інфекцією (Shreef et al., 2017). Цей збудник зустрічається як широко поширений екологічний сапрофіт, виділений з гнильної рослинної сировини, харчових продуктів, листя листяних дерев, плодів і ґрунту. *Basidiobolus ranarum* належить до класу *Zygomycetes*, порядку *Entomophthorales* і типу *Zygomycota* (Anaparthu & Deepika, 2014). Було припущено, що зараження *Basidiobolus ranarum* відбувається через шкіру після подряпини, порізу або укусу комах. Інші доступні місця цієї грибкової інфекції включають стегна, сідниці та промежину (Singh et al., 2008). Також повідомлялося про його виявлення в шлунково-кишковому тракті тварин, таких як амфібії (наприклад, жаби), рептилії (наприклад, гекони та садові ящірки) та риби, а також ссавці (наприклад, комахоїдні кажани, собаки, коні та люди) (Gugnani et al., 1999). Захворювання зазвичай виникає як підшкірна та шлунково-кишкова інфекція (Mantadakis & Samonis, 2009; Ageel et al., 2017). Захворювання спостерігалось в тропічних регіонах, включа-

ючи Азію, Африку, Європу, Південну Америку та США. Спори цього грибка повільно ростуть після проникнення в тіло через подряпину на шкірі, що може спричинити утворення потовщень під шкірою, особливо на руках і ногах (Okafor et al., 1984). Іншим способом передачі цього зоонозного збудника є вживання їжі, забрудненої ґрунтом або фекаліями тварин (Shreef et al., 2017). Якщо хворого не лікувати, захворювання може призвести до смерті пацієнта, проникаючи в глибші тканини та заражаючи ключові органи, такі як мозок. У 1964 році було зареєстровано перший випадок шлунково-кишкового базидіоболомікозу у хлопчика (Rabie et al., 2011). Крім того, у 3-річної дівчинки, яка була інфікована *B. ranarum*, спостерігалися виразки та болісний набряк на правій нозі протягом одного та шести місяців відповідно. У гістопатологічному розрізі спостерігалися дермальні гранулематозні запальні інфільтрати з широкими та перегородчастими грибковими гіфами та дріжджоподібними структурами (Sackey et al., 2017). Подібні випадки були зареєстровані у немовлят із безболісними набряками на нозі та прогресуючими виразками в напрямку підлеглих м'язів (Mendiratta et al., 2012; Anaparthu & Deepika, 2014).

Згодом було зареєстровано багато нових випадків у різних країнах, таких як Іран, США, Саудівська Аравія та Кувейт. Було виявлено, що рівні кількох цитокінів, включаючи цитокіни типу Th2 (IL-4, IL-10) і прозапальний цитокін TNF- α , підвищуються після інфікування *B. ranarum*. Специфічні антитіла IgM та IgG виробляються проти місцево інфікуючих грибів, і це можна застосувати як діагностичний захід (Khan et al., 2001).

Споротрихоз. Грибкове захворювання під назвою споротрихоз викликається *Sporothrix schenckii*, диморфним грибом, який особливо поширений у тропічних і субтропічних регіонах Мексики, Перу, Бразилії, Уругваю, Японії та Індії (Barros et al., 2011). Гриб живе в природі як сапрофіт на живій та гнилій рослинності, ґрунті та фекаліях тварин (Kenyon et al., 1984; Kwon-Chung & Bennett, 1992). Таким чином, зараження зазвичай відбувається через забруднені грибами рослини, ґрунт і органічні речовини. Полювання, риболовля, садівництво, землеробство та інша подібна діяльність сприяють передачі грибка (Rippon, 1988; Barros et al., 2011). Крім того, звіти підтверджують передачу грибка через укуси комах і подряпини тварин, таких як білки, коти, собаки, коні, гризуни та птахи (Kwon-Chung & Bennett, 1992). *Sporothrix schenckii* також було виділено від комах, які безпосередньо контактували з грибом (Kwon-Chung & Bennett, 1992) і водних тварин, переважно риб і дельфінів (Migaki et al., 1978; Haddad et al., 2002). У деяких сільських районах споротрихоз став ендемічним захворюванням, яке вражає певну групу працівників, наприклад лісорубів і фермерів.

Загалом, оскільки гриб існує як вільноживучий мікроорганізм у навколишньому середовищі, усі вікові та статеві групи будуть чутливі до цієї грибкової інфекції (Sharma et al., 1990; da Rosa et al., 2005). У звіті з сільської місцевості штату Сан-Паулу рибалка поранила палець спинним плавцем риби (*Tilapia sp.*), ураженим грибом, що призвело до виразки, набряку, болю та гнійних виді-

лень в ураженій ділянці (Haddad et al., 2002). Захворювання зустрічається в локалізованих формах приблизно в 98% випадків (Bargman, 1983). Існує три основних клінічних типи споротрихозу: 1) лімфошкірний споротрихоз, 2) фіксований шкірний споротрихоз і 3) мультифокальний/дисемінований шкірний споротрихоз. Системний споротрихоз спричинений гематогенним поширенням грибка з первинного місця інокуляції, лімфатичних вузлів або пацієнтів із респіраторними проблемами (da Rosa et al., 2005; Bonifaz et al., 2007). Поширеними формами споротрихозу, які легко піддаються лікуванню, є шкірний і підшкірний. Американське товариство інфекційних захворювань рекомендує використання пероральної терапії ітраконазолом, як лікування підшкірного споротрихозу першої лінії (Mahajan et al., 2014).

Профілактика та боротьба. Мікробні агенти в риби можуть посилити проблеми зі здоров'ям, тому важливо інформувати громадськість про мікроорганізми та небезпеку вживання сирої або недовареної риби. Необхідні заходи контролю якості та регулярний моніторинг споживаної риби. Це забезпечує швидкий і ефективний контроль хвороб і надає необхідну інформацію для запобігання та лікування збудників водних зоонозів (Bibi et al., 2015).

Контроль збудників зоонозів риб є складним завданням, оскільки риба вирощується в системі, де продуктивність залежить від природних умов середовища. Більшість хвороб риб викликані деградацією водного середовища, і навколишнє середовище також є значним фактором, що впливає на здоров'я риб (Petrov et al., 2020). Як наслідок, міждисциплінарні стратегії, що охоплюють інформацію про потенційних патогенів для риб, елементи біології риб і добре розуміння факторів навколишнього середовища дозволять застосувати відповідні заходи для запобігання та боротьби з хворобами (Toranzo et al., 2005). Очищення та стерилізація знезараження ставків ефективно знижує кількість проміжних господарів деяких видів нематод, що порушує життєвий цикл. Ставки, які не були очищені та знезаражені перед наповненням, мають підвищений ризик утримання великої кількості проміжних хазяїв (Clausen et al., 2012; Nedegaard et al., 2012). Детермінанти захворювань, викликаних рибою, у популяціях можуть відрізнятися від географічного розташування та доступу до свіжих морепродуктів до санітарії, методів обробки риби та дієти. Особиста та соціальна поведінка також дуже важлива (Deardorff, 1991). На відміну від багатьох інших захворювань, захворювання, викликані рибою, не обмежуються країнами із середнім і низьким рівнем доходу (Chai et al., 2005). Такі фактори, як зростання міжнародних ринків, споживчий попит, вдосконалені транспортні системи та демографічні зміни призвели до того, що захворювання, викликані рибою, є важливими в усіх країнах (Shamsi, 2016). Під час збирання, зберігання, обробки та подальшої обробки можна вжити певних дій, які можуть бути корисними для мінімізації ризику, пов'язаного з зоонозними патогенами. Застосування державними органами та індустрією морепродуктів різних програм, у тому числі належних виробничих практик (GMP) і систем HACCP,

може сприяти контролю за ризиками, пов'язаними з зоонозними гельмінтами рибного походження (Adams et al., 1997). Однак антибіотики є способом контролю деяких зоонозних факторів, і антибіотикотерапія поширена у бактеріальних зоонозних патогенів (Durborow, 1999; Shin & Park, 2018); люди, пов'язані з рибою, повинні знати про зоонозні захворювання та способи їх запобігання. Профілактика може бути найкращим способом зменшити ризик цих зоонозних інфекцій; зокрема, непрактично не мати контакту з водою та рибою в системі аквакультури (Smith, 2011). У випадку харчових зоонозів патогени тварин, стійкі до множинних лікарських засобів, передаються людям через споживання зараженої їжі. Щоб вирішити цю фундаментальну проблему, важливо стежити за мультирезистентними мікробами в організмі людей і тварин, оскільки однаково функціонують спільноти. Крім того, це вимагає сильної допомоги між лікарями, ветеринарами та експертами з охорони навколишнього середовища (Chowdhury et al., 2021).

Важливо носити одноразові рукавички та тримати шкіру подалі від слизу риби. Консультація лікаря є життєво важливою, навіть якщо виникають неспецифічні симптоми. Найефективнішим способом, особливо після прямого контакту з рибою та водою, є часте миття рук. Крім того, важливо уникати їжі та пиття перед миттям рук. Передача зоонозних захворювань також відбувається через прямий або непрямий контакт із переносниками, комахами та зараження неживими предметами, ковтання та вдихання (Boylan, 2011). Щоб запобігти зараженню рибними паразитами, необхідні відповідні методи поводження з рибальськими суднами та технологічними заводами. З іншого боку, приготування риби при 62°C протягом 15 секунд достатньо для знищення більшості паразитів (але може бути недостатньо для детоксикації деяких бактеріальних токсинів).

Системи аквакультури відрізняються за розміром і структурою від невеликих домашніх акваріумів до ставків великих гектарів, але вони завжди включають збагачену поживними речовинами воду, яка сприяє росту бактерій. Тому було проведено численні дослідження ефективної хімічної дезінфекції забрудненого середовища; тривалість контакту, правильне та безпечне поводження з дезінфікуючими засобами та точне дозування дезінфікуючого засобу – усе це має бути спрямоване на ефективну профілактику зоонозів риб. Цікаво, що проста сушка також вважається ефективною технікою дезінфекції для контролю зоонозних бактеріальних захворювань (Chen, 1995; Murrell, 2002). Хоча заморожування імпортної їстівної риби інактивує паразитів, не кожен виловлену рибу заморожують (Williams et al., 2022). Зростаюча перевага споживачів готовим до вживання морепродуктам, таким як скибочки м'яса сирої риби, може сприяти передачі зоонозів (You et al., 2021). Така культурна практика перешкоджатиме успішному впровадженню заходів профілактики та боротьби з появою спалахів зоонозних захворювань. Готові до вживання сирі рибні продукти, такі як суші та сашімі, класифікуються як біологічно небезпечні. Тому уряди повинні розробити суворі правила контролю безпеки та якості риби, яка використо-

ується для таких цілей (Lehel et al., 2021). Крім того, раптове зростання промисловості прісноводних декоративних риб також слід розглядати як основну взаємодію між людиною та рибою, де може бути потенційна передача зоонозних захворювань. Звіти про *Mycobacterium sp.* у прісноводних декоративних риб вказують на серйозність цієї проблеми (Phillips Savage et al., 2022).

Ветеринарні лікарі та працівники рибопереробної галузі повинні завжди захищати себе, обмежуючи перебування у воді, коли у них є відкриті рани чи садна. Одноразові рукавички можуть захистити людей, які займаються обробкою риби, під час різних операцій, включаючи контакт із рибним слизом, тканиною або відходами рибних продуктів. Коли контакт з водою неминучий, на поверхню ран можна наносити гелі, тканинний клей і місцеві мазі, включаючи потрійний антибіотик і сульфадіазин срібла. Глибокі проникаючі поранення слід промити звичайною водою або фізіологічним розчином якомога швидше після отримання травми, а рану необхідно продезінфікувати такими засобами, як перекис водню, спирт, бетадін або хлорексидин (Grant & Olsen, 1999).

Підхід One Health набув значення в управлінні зоонозними хворобами риб і потребує посилення та широкого впровадження. Варто збільшити глибокі зв'язки та участь зацікавлених сторін у вирішенні завдань One Health щодо безпеки морепродуктів (Shamsi, 2019). Крім того, ВООЗ повідомляє, що глобалізація та переміщення людей, тварин і товарів через кордони призвели до поширення зоонозних захворювань. Крім того, відсутність охорони здоров'я у віддалених громадах, відсутність належних систем для транспортування зразків і обмежені лабораторні можливості для ранньої діагностики захворювання призвели до подальшого розповсюдження патогенів. Відповідно до звітів ВООЗ, основними проблемами в обмеженні єдиної системи охорони здоров'я та управлінні зоонозними захворюваннями є організація, контроль, переривання передачі та діагностика/виявлення. Отже, найважливішими вказівками в цьому відношенні є ефективна співпраця між працівниками охорони здоров'я людей і тварин, покращення раннього виявлення хвороб і патогенів, сприяння боротьбі з інфекціями, а також боротьба з переносниками та гризунами (World Health Organization (WHO), 2021). Крім того, вкрай важливо контролювати методологію «Єдиного здоров'я» під час навчання студентів університетів, дослідницьких центрів, дослідницьких груп і міжнародних агенцій для залучення міждисциплінарних і міжгалузевих організацій для регулювання та запобігання зоонозам. One Health – це інтерактивний, мультидисциплінарний, інтегрований та багатогалузевий підхід, який працює на різних рівнях (місцевому, регіональному, національному та глобальному) для досягнення бажаних результатів для здоров'я завдяки знанню взаємозв'язків між людьми, тваринами та рослинами та їх спільне середовище. Важливо зазначити, що успіх One Health вимагає міжнародної участі систем охорони здоров'я та лікування (Aggarwal & Ramachandran, 2020).

Обговорення. Рибні та водні зоонозні захворювання спричинили значні проблеми в промисловості аквакуль-

тури та рибальстві в усьому світі. Зокрема, зоонозні захворювання можуть становити широку загрозу для людини. Зі зростанням населення світу та потенційною глобальною торгівлею аквакультурою та рибою зростає ризик забруднення навколишнього середовища та розвитку рибних і водних зоонозів у людей. Важливими причинами зоонозів є бактерії, паразити, віруси та гриби. Збудники зоонозів діляться на дві основні групи: грампозитивні (родина *Mycobacteriaceae*, *Streptococcaceae*, *Erysipelothricaceae*) і грамнегативні (родина *Aeromonadaceae*, *Vibrionaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae* і *Hafniaceae*). Основними збудниками паразитів є цестоди (стрічкові черв'яки; наприклад, *Diphyllbothrium spp.*), трематоди (сисун; наприклад *Opisthorchis spp.*) і нематоди (круглі черв'яки; наприклад *Anisakis spp.*). Крім того, найпростіші організми, такі як *Cryptosporidium spp.* також вважаються зоонозними патогенами рибного походження. Дві групи асоційованих з рибами грибів, що викликають базидіоболомікоз і споротрихоз, також становлять зоонозний ризик для людини. Більшість зоонозних захворювань, викликаних рибою, передаються людині головним чином через споживання неправильно приготовленої або сирої риби чи рибних продуктів. Таким чином, захворюваність на зоонози можна зменшити шляхом правильної обробки риби та рибних продуктів, наприклад, шляхом термічної обробки. Поширеність збудників зоонозів у риб змінюється залежно від сезону, і її слід регулярно контролювати, щоб оцінити поширеність патогенів як у диких, так і в культурних популяціях риб.

Висновки. Риба є господарем різноманітних патогенів, деякі з яких є зоонозними та можуть спричинити інфекцію людини. Зі збільшенням попиту на морепродукти та їх споживання збудники зоонозів стали критичною проблемою для глобального сектору охорони здоров'я та рибної промисловості, що стимулювало збільшення морських зоонозних досліджень. Однак біорізноманіття, екологія, поширеність і розповсюдження патогенів рибного походження все ще недостатні, особливо щодо паразитів. Більшість паразитичних стрічкових черв'яків, круглих черв'яків і сосальщиків, які походять від риби, головним чином передаються людям через споживання неправильно приготовленої або сирої риби (сашімі та суші) або рибних продуктів (рибних стейків, замороженого рибного філе, тріски). Ризик зараження стрічковими черв'яками, круглими черв'яками та сосальщиками, отриманими з риби, можна зменшити, піддавши сиру рибу термічній обробці або заморожуванню перед споживанням. Крім того, в приміщеннях господарства слід встановити профілактичні заходи щодо недопущення проникнення дикої риби. Необхідно розробити новітні методи молекулярної діагностики для конкретного виявлення збудників зоонозів рибного походження. Це забезпечить простий і економічно ефективний нагляд за зоонозними патогенами в прісноводних, культурних, морських і декоративних рибах. Отже, риба як джерело їжі є економічно цінною, але наявність деяких, ймовірно, зоонозних патогенів призвела до поширення водних інфекцій серед людей. Таким чином,

наявність достатньої інформації про ці подвійні файли та навчання методам контролю та профілактики є життєво важливим для громадської охорони здоров'я та має розглядатися як важливий аспект для людських суспільств. Крім того, інтеграція підходу One Health шляхом посилення різноманітних заходів контролю може бути стійкою та надійною стратегією боротьби з

будь-яким зоонозом риби чи будь-яким іншим потенційним спалахом захворювання. Дотримання підходу Єдиного здоров'я може бути складним через залучення різноманітних факторів і пов'язану з ними складність. Тим не менш, безперечно, що це може запобігти будь-яким майбутнім зоонозним захворюванням або спалаху в суспільстві.

Бібліографічні посилання:

1. Abd-El-Malek, A.M. (2017). Incidence and virulence characteristics of *Aeromonas* spp. in fish. *Veterinary world*, 10(1), 34–37. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.34-37>
2. Adams, A.M., Murrell, K.D., Cross, J.H. (1997) Parasites of fish and risks to public health. *Rev Sci Tech*. Aug;16(2):652-60. <https://doi.org/10.20506/rst.16.2.1059>.
3. Adeolu, M., Alnajjar, S., Naushad, S., & S Gupta, R. (2016). Genome-based phylogeny and taxonomy of the 'Enterobacteriales': proposal for Enterobacterales ord. nov. divided into the families Enterobacteriaceae, Erwiniaceae fam. nov., Pectobacteriaceae fam. nov., Yersiniaceae fam. nov., Hafniaceae fam. nov., Morganellaceae fam. nov., and Budviciaceae fam. nov. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 66(12), 5575–5599. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001485>
4. Adroher-Auroux, F. J., & Benítez-Rodríguez, R. (2020). Anisakiasis and Anisakis: An underdiagnosed emerging disease and its main etiological agents. *Research in veterinary science*, 132, 535–545. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.08.003>
5. Adroher-Auroux, F. J., & Benítez-Rodríguez, R. (2020). Anisakiasis and Anisakis: An underdiagnosed emerging disease and its main etiological agents. *Research in veterinary science*, 132, 535–545. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.08.003>
6. Ageel, H. I., Arishi, H. M., Kamli, A. A., Hussein, A. M., & Bhavanarushi, S. (2017). Unusual presentation of gastrointestinal basidiobolomycosis in a 7-year-old child—case report. *Am J Med Case Rep*, 5(5), 131-134.
7. Aggarwal, D., & Ramchandran, A. (2020). One Health Approach to Address Zoonotic Diseases. *Indian journal of community medicine : official publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine*, 45(Suppl 1), S6–S8. https://doi.org/10.4103/ijcm.IJCM_398_19
8. Agnew, W., & Barnes, A. C. (2007). Streptococcus iniae: an aquatic pathogen of global veterinary significance and a challenging candidate for reliable vaccination. *Veterinary microbiology*, 122(1-2), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.03.002>
9. Aibinu, I. E., Smooker, P. M., & Lopata, A. L. (2019). *Anisakis* Nematodes in Fish and Shellfish- from infection to allergies. *International journal for parasitology. Parasites and wildlife*, 9, 384–393. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.04.007>
10. Algammal, A. M., Mabrok, M., Sivaramasamy, E., Youssef, F. M., Atwa, M. H., El-Kholy, A. W., Hetta, H. F., & Hozzein, W. N. (2020). Emerging MDR-Pseudomonas aeruginosa in fish commonly harbor oprL and toxA virulence genes and bla_{TEM}, bla_{CTX-M} and tetA antibiotic-resistance genes. *Scientific reports*, 10(1), 15961. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72264-4>
11. AlYahya, S. A., Ameen, F., Al-Niaem, K. S., Al-Sa'adi, B. A., Hadi, S., & Mostafa, A. A. (2018). Histopathological studies of experimental *Aeromonas hydrophila* infection in blue tilapia, *Oreochromis aureus*. *Saudi journal of biological sciences*, 25(1), 182–185. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.10.019>
12. AlYahya, S. A., Ameen, F., Al-Niaem, K. S., Al-Sa'adi, B. A., Hadi, S., & Mostafa, A. A. (2018). Histopathological studies of experimental *Aeromonas hydrophila* infection in blue tilapia, *Oreochromis aureus*. *Saudi journal of biological sciences*, 25(1), 182–185. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.10.019>
13. Anantanawat, S., Kiermeier, A., McLeod, C., & Sumner, J. (2012). A semi-quantitative risk assessment of harmful parasites in Australian finfish. *South Australian Research & Development Institute*.
14. Anaparthi, U. R., & Deepika, G. (2014). A case of subcutaneous zygomycosis. *Indian dermatology online journal*, 5(1), 51–54. <https://doi.org/10.4103/2229-5178.126033>
15. Anderson, R. C. (2000). *Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission*. CABI Publishing International.
16. Atmar, R. L., Baehner, F., Cramer, J. P., Lloyd, E., Sherwood, J., Borkowski, A., Mendelman, P. M., & NOR-201 Study Group (2019). Persistence of Antibodies to 2 Virus-Like Particle Norovirus Vaccine Candidate Formulations in Healthy Adults: 1-Year Follow-up With Memory Probe Vaccination. *The Journal of infectious diseases*, 220(4), 603–614. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiz170>
17. Audicana, M. T., & Kennedy, M. W. (2008). Anisakis simplex: from obscure infectious worm to inducer of immune hypersensitivity. *Clinical microbiology reviews*, 21(2), 360–379. <https://doi.org/10.1128/CMR.00012-07>
18. Audicana, M. T., Ansoategui, I. J., de Corres, L. F., & Kennedy, M. W. (2002). Anisakis simplex: dangerous--dead and alive?. *Trends in parasitology*, 18(1), 20–25. [https://doi.org/10.1016/s1471-4922\(01\)02152-3](https://doi.org/10.1016/s1471-4922(01)02152-3)
19. Austin B. (2010). Vibrios as causal agents of zoonoses. *Veterinary microbiology*, 140(3-4), 310–317. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.015>
20. Baiano, J. C., & Barnes, A. C. (2009). Towards control of Streptococcus iniae. *Emerging infectious diseases*, 15(12), 1891–1896. <https://doi.org/10.3201/eid1512.090232>
21. Balootaki, P. A., Amin, M., Haghparasti, F., & Rokhbakhsh-Zamin, F. (2017). Isolation and Detection of *Erysipelothrix rhusiopathiae* and Its Distribution in Humans and Animals by Phenotypical and Molecular Methods in Ahvaz-Iran in 2015. *Iranian journal of medical sciences*, 42(4), 377–383.
22. Barash, J. R., & Arnon, S. S. (2014). A novel strain of Clostridium botulinum that produces type B and type H botulinum toxins. *The Journal of infectious diseases*, 209(2), 183–191. <https://doi.org/10.1093/infdis/jit449>

22. Barbosa, M. M. C., Pinto, F. D. R., Ribeiro, L. F., Guriz, C. S. L., Ferraudo, A. S., Maluta, R. P., ... & Amaral, L. A. (2014). Serology and patterns of antimicrobial susceptibility in *Escherichia coli* isolates from pay-to-fish ponds.
23. Bargman H. (1983). Sporotrichosis of the skin with spontaneous cure--report of a second case. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 8(2), 261–262. [https://doi.org/10.1016/s0190-9622\(83\)80196-0](https://doi.org/10.1016/s0190-9622(83)80196-0)
24. Barkham, T., Zadoks, R. N., Azmai, M. N. A., Baker, S., Bich, V. T. N., Chalker, V., Chau, M. L., Dance, D., Deepak, R. N., van Doorn, H. R., Gutierrez, R. A., Holmes, M. A., Huong, L. N. P., Koh, T. H., Martins, E., Meher Shahi, K., Newton, P., Ng, L. C., Phuoc, N. N., Sangwichian, O., ... Chen, S. L. (2019). One hypervirulent clone, sequence type 283, accounts for a large proportion of invasive *Streptococcus agalactiae* isolated from humans and diseased tilapia in Southeast Asia. *PLoS neglected tropical diseases*, 13(6), e0007421. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007421>
25. Barros, M. B., de Almeida Paes, R., & Schubach, A. O. (2011). *Sporothrix schenckii* and Sporotrichosis. *Clinical microbiology reviews*, 24(4), 633–654. <https://doi.org/10.1128/CMR.00007-11>
26. Benie, C. K. D., Dadié, A., Guessennd, N., N'gbesso-Kouadio, N. A., Kouame, N. Z. D., N'golo, D. C., ... & Dosso, M. (2017). Characterization of virulence potential of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from bovine meat, fresh fish, and smoked fish. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 7(1), 55-64.
27. Berzak, R., Scheinin, A., Davidovich, N., Regev, Y., Diga, R., Tchernov, D., & Morick, D. (2019). Prevalence of nervous necrosis virus (NNV) and *Streptococcus* species in wild marine fish and crustaceans from the Levantine Basin, Mediterranean Sea. *Diseases of aquatic organisms*, 133(1), 7–17. <https://doi.org/10.3354/dao03339>
28. Bibi, F., Qaisrani, S. N., Ahmad, A. N., Akhtar, M., Khan, B. N., & Ali, Z. (2015). Occurrence of *Salmonella* in freshwater fishes: A review. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(3), 303-310.
29. Bonifaz, A., Saúl, A., Paredes-Solis, V., Fierro, L., Rosales, A., Palacios, C., & Araiza, J. (2007). Sporotrichosis in childhood: clinical and therapeutic experience in 25 patients. *Pediatric dermatology*, 24(4), 369–372. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1470.2007.00452.x>
30. Borges, J. N., Cunha, L. F., Santos, H. L., Monteiro-Neto, C., & Portes Santos, C. (2012). Morphological and molecular diagnosis of anisakid nematode larvae from cutlassfish (*Trichiurus lepturus*) off the coast of Rio de Janeiro, Brazil. *PLoS one*, 7(7), e40447. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040447>
31. Boylan S. (2011). Zoonoses associated with fish. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 14(3), 427–v. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2011.05.003>
32. Buján, N., Toranzo, A. E., & Magariños, B. (2018). *Edwardsiella piscicida*: a significant bacterial pathogen of cultured fish. *Diseases of aquatic organisms*, 131(1), 59-71.
33. Butt, A. A., Aldridge, K. E., & Sanders, C. V. (2004). Infections related to the ingestion of seafood. Part II: parasitic infections and food safety. *The Lancet. Infectious diseases*, 4(5), 294–300. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(04\)01005-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(04)01005-9)
34. Caffara, M., Gustinelli, A., Mazzone, A., & Fioravanti, M. L. (2020). Multiplex PCR for simultaneous identification of the most common European Opisthorchiid and Heterophyid in fish or fish products. *Food and waterborne parasitology*, 19, e00081. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2020.e00081>
35. Cardozo, M. V., Borges, C. A., Beraldo, L. G., Maluta, R. P., Pollo, A. S., Borzi, M. M., Dos Santos, L. F., Kariyawasam, S., & Ávila, F. A. (2018). Shigatoxigenic and atypical enteropathogenic *Escherichia coli* in fish for human consumption. *Brazilian journal of microbiology : [publication of the Brazilian Society for Microbiology]*, 49(4), 936–941. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.02.013>
36. Carmona-Salido, H., Fouz, B., Sanjuán, E., Carda, M., Delannoy, C. M. J., García-González, N., González-Candelas, F., & Amaro, C. (2021). The widespread presence of a family of fish virulence plasmids in *Vibrio vulnificus* stresses its relevance as a zoonotic pathogen linked to fish farms. *Emerging microbes & infections*, 10(1), 2128–2140. <https://doi.org/10.1080/22221751.2021.1999177>
37. Carson, J., Wilson, T., Douglas, M., & Barnes, A. (2019). Australian and New Zealand Standard Diagnostic Procedures (ANZSDP) for Yersiniosis in fish.
38. Center of Disease Control and Prevention (CDC). 2016. Norovirus: clinical overview. www.cdc.gov.
39. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2017. Fungal diseases. Centers for Disease Control and Prevention.
40. Chai, J. Y., Shin, E. H., Lee, S. H., & Rim, H. J. (2009). Foodborne intestinal flukes in Southeast Asia. *The Korean journal of parasitology*, 47 Suppl(Suppl), S69–S102. <https://doi.org/10.3347/kjp.2009.47.S.S69>
41. Chen, H. (1995). Seafood microorganisms and seafood safety. *Journal of Food and Drug Analysis*, 3(3), 133-144.
42. Chinabut S., (1999). Fish disease and disorders: Viral, bacterial, and fungal infections. 2nd ed. (Woo PT, Bruno DW, eds.). Wallingford (UK): CAB International, 3.
43. Choi, B. I., Han, J. K., Hong, S. T., & Lee, K. H. (2004). Clonorchiasis and cholangiocarcinoma: etiologic relationship and imaging diagnosis. *Clinical microbiology reviews*, 17(3), 540–552. <https://doi.org/10.1128/CMR.17.3.540-552.2004>
44. Chowdhury, S., Aleem, M. A., Khan, M. S. I., Hossain, M. E., Ghosh, S., & Rahman, M. Z. (2021). Major zoonotic diseases of public health importance in Bangladesh. *Veterinary medicine and science*, 7(4), 1199–1210. <https://doi.org/10.1002/vms3.465>
45. Clausen, J. H., Madsen, H., Murrell, K. D., Van, P. T., Thu, H. N. T., Do, D. T., ... & Dalsgaard, A. (2012). Prevention and control of fish-borne zoonotic trematodes in fish nurseries, Vietnam. *Emerging infectious diseases*, 18(9), 1438.
46. Collins, M. D., & East, A. K. (1998). Phylogeny and taxonomy of the food-borne pathogen *Clostridium botulinum* and its neurotoxins. *Journal of applied microbiology*, 84(1), 5–17. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1997.00313.x>
47. Cong, W., & Elsheikha, H. M. (2021). Biology, Epidemiology, Clinical Features, Diagnosis, and Treatment of Selected Fish-borne Parasitic Zoonoses. *The Yale journal of biology and medicine*, 94(2), 297–309.
48. Conti Díaz, I. (1987). Esporotricosis. *Rev. Med. Urug*, 135-47.

49. da Rosa, A. C., Scroferneker, M. L., Vettorato, R., Gervini, R. L., Vettorato, G., & Weber, A. (2005). Epidemiology of sporotrichosis: a study of 304 cases in Brazil. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 52(3 Pt 1), 451–459. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2004.11.046>
50. Das, A., Acharya, S., Behera, B. K., Paria, P., Bhowmick, S., Parida, P. K., & Das, B. K. (2018). Isolation, identification and characterization of *Klebsiella pneumoniae* from infected farmed Indian Major Carp *Labeo rohita* (Hamilton 1822) in West Bengal, India. *Aquaculture*, 482, 111–116.
51. Deardorff T. L. (1991). Epidemiology of marine fish-borne parasitic zoonoses. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 22 Suppl, 146–149.
52. Delghandi, M. R., El-Matbouli, M., & Menanteau-Ledouble, S. (2020). Mycobacteriosis and Infections with Non-tuberculous Mycobacteria in Aquatic Organisms: A Review. *Microorganisms*, 8(9), 1368. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091368>
53. Diana, T. C., & Manjulatha, C. (2012). Incidence and identification of *Klebsiella pneumoniae* in mucosal buccal polyp of *Nemipterus japonicus* of Visakhapatnam Coast, India. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 7(6), 454.
54. Díaz Camacho, S. P., Willms, K., de la Cruz Otero, M.del.C., Zazueta Ramos, M. L., Bayliss Gaxiola, S., Castro Velázquez, R., Osuna Ramírez, I., Bojórquez Contreras, A., Torres Montoya, E. H., & Sánchez Gonzáles, S. (2003). Acute outbreak of gnathostomiasis in a fishing community in Sinaloa, Mexico. *Parasitology international*, 52(2), 133–140. [https://doi.org/10.1016/s1383-5769\(03\)00003-5](https://doi.org/10.1016/s1383-5769(03)00003-5)
55. Dick, T. A. (2007). Diphyllbothriasis: the *Diphyllbothrium latum* human infection conundrum and reconciliation with a worldwide zoonosis. In *Food-borne parasitic zoonoses: Fish and plant-borne parasites* (pp. 151–184). Boston, MA: Springer US.
56. Durborow, R. M. (1999). Health and safety concerns in fisheries and aquaculture. *Occupational Medicine (Philadelphia, Pa.)*, 14(2), 373–406.
57. Eiras, J. C., Pavanelli, G. C., Takemoto, R. M., & Nawa, Y. (2018). An Overview of Fish-borne Nematodiasis among Returned Travelers for Recent 25 Years- Unexpected Diseases Sometimes Far Away from the Origin. *The Korean journal of parasitology*, 56(3), 215–227. <https://doi.org/10.3347/kjp.2018.56.3.215>
58. El-Seify, M. A., Sultan, K., Elhawary, N. M., Sator, N. S., & Marey, N. M. (2021). Prevalence of heterophyid infection in tilapia fish "*Oreochromis niloticus*" with emphasize of cats role as neglected reservoir for zoonotic *Heterophyes heterophyes* in Egypt. *Journal of parasitic diseases : official organ of the Indian Society for Parasitology*, 45(1), 35–42. <https://doi.org/10.1007/s12639-020-01277-7>
59. Epps, S. V., Harvey, R. B., Hume, M. E., Phillips, T. D., Anderson, R. C., & Nisbet, D. J. (2013). Foodborne *Campylobacter*: infections, metabolism, pathogenesis and reservoirs. *International journal of environmental research and public health*, 10(12), 6292–6304. <https://doi.org/10.3390/ijerph10126292>
60. Espelund, M., & Klaveness, D. (2014). Botulism outbreaks in natural environments - an update. *Frontiers in microbiology*, 5, 287. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00287>
61. Facciola, A., Riso, R., Avventuroso, E., Visalli, G., Delia, S. A., & Laganà, P. (2017). *Campylobacter*: from microbiology to prevention. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 58(2), E79–E92.
62. Faeed M, Mozafari NA, ShojaeArany A. 2005. Isolation and identification of bacteria and fungi of spoilage in kilka meal production in Gilan province. *Iranian Sci Fish J*. 4(4):127–138.
63. Fernandes, M. R., Sellera, F. P., Moura, Q., Carvalho, M. P. N., Rosato, P. N., Cerdeira, L., & Lincopan, N. (2018). Zoonothronotic Transmission of Drug-Resistant *Pseudomonas aeruginosa*, Brazil. *Emerging infectious diseases*, 24(6), 1160–1162. <https://doi.org/10.3201/eid2406.180335>
64. Fiorenza, E. A., Wendt, C. A., Dobkowski, K. A., King, T. L., Pappaionou, M., Rabinowitz, P., Samhuri, J. F., & Wood, C. L. (2020). It's a wormy world: Meta-analysis reveals several decades of change in the global abundance of the parasitic nematodes *Anisakis* spp. and *Pseudoterranova* spp. in marine fishes and invertebrates. *Global change biology*, 26(5), 2854–2866. <https://doi.org/10.1111/gcb.15048>
65. Fotina T.I., Petrov R.V., & Fotina O.O. (2022). Epidemiolohichna sytuatsiia za opystorkhozu v Sumskii oblasti [Epidemiological situation of opisthorchiasis in Sumy region.]. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Ahrarna osvita ta nauka: dosiahnennia, rol, faktory rostu» Ekolohiia, okhorona navkolysnogo seredovyscha ta zbalansovane pryrodokorystuvannia: osvita – nauka – vyrobnytstvo 20 zhovtnia 2022 roku Bila Tserkva S. 43–45.
66. Fotina, T. I. & Petrov, R. V. (2011). Yakisna otsinka ryby ta ryboproduktiv pry aeromonozii koropiv ta tovtolobykiv [Qualitative evaluation of fish and fish products in case of aeromonosis of carp and carp]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. T. 13, № 4 (50), ch. 4. [in Ukrainian].
67. Gauthier D. T. (2015). Bacterial zoonoses of fishes: a review and appraisal of evidence for linkages between fish and human infections. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 203(1), 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.10.028>
68. Gebe, N., Michel, A. L., & Hlokwé, T. M. (2018). Non-tuberculous Mycobacterium species causing mycobacteriosis in farmed aquatic animals of South Africa. *BMC microbiology*, 18(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1177-9>
69. Gillesberg Lassen, S., Ethelberg, S., Björkman, J. T., Jensen, T., Sørensen, G., Kvistholm Jensen, A., Müller, L., Nielsen, E. M., & Mølbak, K. (2016). Two listeria outbreaks caused by smoked fish consumption-using whole-genome sequencing for outbreak investigations. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 22(7), 620–624. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2016.04.017>
70. Golomazou, E., Malandrakis, E. E., Panagiotaki, P., & Karanis, P. (2021). *Cryptosporidium* in fish: Implications for aquaculture and beyond. *Water research*, 201, 117357. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117357>

71. Gopi, M., Kumar, T. T. A., & Prakash, S. (2016). Opportunistic pathogen *Klebsiella pneumoniae* isolated from Maldives clown fish *Amphiprion nigripes* with hemorrhages at Agatti Island, Lakshadweep archipelago. *Int J Fisheries Aquatic Studies*, 4(3), 464-467.
72. Grant, S., & Olsen, C. W. (1999). Preventing zoonotic diseases in immunocompromised persons: the role of physicians and veterinarians. *Emerging infectious diseases*, 5(1), 159–163. <https://doi.org/10.3201/eid0501.990121>
73. Grant, S., & Olsen, C. W. (1999). Preventing zoonotic diseases in immunocompromised persons: the role of physicians and veterinarians. *Emerging infectious diseases*, 5(1), 159–163. <https://doi.org/10.3201/eid0501.990121>
74. Guzman, E., Shotts, E. B., & Gratzek, J. B. (1986). Review of bacterial diseases of aquarium fish. In International Association for Aquatic Animal Medicine (IAAAM) Conference.
75. Haddad, V. J., Miot, H. A., Bartoli, L. D., Cardoso, A.deC., & de Camargo, R. M. (2002). Localized lymphatic sporotrichosis after fish-induced injury (*Tilapia* sp.). *Medical mycology*, 40(4), 425–427. <https://doi.org/10.1080/mmy.40.4.425.427>
76. Haenen, O. L., Evans, J. J., & Berthe, F. (2013). Bacterial infections from aquatic species: potential for and prevention of contact zoonoses. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 32(2), 497-507.
77. Haghighi Karsidani, S., Soltani, M., Nikbakhat-Brojeni, G., Ghasemi, M., & Skall, H. (2010). Molecular epidemiology of zoonotic streptococcosis/lactococcosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) aquaculture in Iran. *Iranian journal of microbiology*, 2(4), 198–209.
78. Haile, A. B., & Getahun, T. K. (2018). Isolation and identification of *Escherichia coli* and *Edwardsiella tarda* from fish harvested for human consumption from Zeway Lake, Ethiopia. *African Journal of Microbiology Research*, 12(20), 476-480.
79. Han, B. A., Kramer, A. M., & Drake, J. M. (2016). Global Patterns of Zoonotic Disease in Mammals. *Trends in parasitology*, 32(7), 565–577. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.007>
80. Hashish, E., Merwad, A., Elgaml, S., Amer, A., Kamal, H., Elsadek, A., ... & Sitohy, M. (2018). *Mycobacterium marinum* infection in fish and man: epidemiology, pathophysiology and management; a review. *Veterinary Quarterly*, 38(1), 35-46.
81. Hedegaard Clausen, J., Madsen, H., Murrell, K. D., Van, P. T., Thu, H. N., Do, D. T., Nguyen Thi, L. A., Nguyen Manh, H., & Dalsgaard, A. (2012). Prevention and control of fish-borne zoonotic trematodes in fish nurseries, Vietnam. *Emerging infectious diseases*, 18(9), 1438–1445. <https://doi.org/10.3201/eid1809.111076>
82. Helmi, A. M., Mukti, A. T., Soegiatanto, A., & Effendi, M. H. (2020). A review of vibriosis in fisheries: public health importance. *Sys Rev Pharm*, 11(8), 51-58.
83. Herman, J. S., & Chiodini, P. L. (2009). Gnathostomiasis, another emerging imported disease. *Clinical microbiology reviews*, 22(3), 484–492. <https://doi.org/10.1128/CMR.00003-09>
84. Hossen, M. S., Wassens, S., & Shamsi, S. (2021). Occurrence and abundance of zoonotic nematodes in snapper *Chrysophrys auratus*, a popular table fish from Australian and New Zealand waters. *Food and waterborne parasitology*, 23, e00120.
85. Huss, H. H., Reilly, A., & Embarek, P. K. B. (2000). Prevention and control of hazards in seafood. *Food control*, 11(2), 149-156.
86. Huzmi, H., Ina-Salwany, M. Y., Natrah, F. M. I., Syukri, F., & Karim, M. (2019). Strategies of controlling vibriosis in fish. *Asian Journal of Applied Sciences*, 7(5).
87. Iregui, C. A., Comas, J., Vásquez, G. M., & Verján, N. (2016). Experimental early pathogenesis of *Streptococcus agalactiae* infection in red tilapia *Oreochromis* spp. *Journal of fish diseases*, 39(2), 205–215. <https://doi.org/10.1111/jfd.12347>
88. Jami, M., Ghanbari, M., Zunabovic, M., Domig, K. J., & Kneifel, W. (2014). *Listeria monocytogenes* in aquatic food products—a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(5), 798-813.
89. Jin, L., Chen, Y., Yang, W., Qiao, Z., & Zhang, X. (2020). Complete genome sequence of fish-pathogenic *Aeromonas hydrophila* HX-3 and a comparative analysis: insights into virulence factors and quorum sensing. *Scientific reports*, 10(1), 15479. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72484-8>
90. Jin, L., Chen, Y., Yang, W., Qiao, Z., & Zhang, X. (2020). Complete genome sequence of fish-pathogenic *Aeromonas hydrophila* HX-3 and a comparative analysis: insights into virulence factors and quorum sensing. *Scientific reports*, 10(1), 15479. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72484-8>
91. Jones, S. R. M. (2015). Transmission dynamics of foodborne parasites in fish and shellfish. In *Foodborne Parasites in the Food Supply Web* (pp. 293-315). Woodhead Publishing.
92. Kenyon, E. M., Russell, L. H., & McMurray, D. N. (1984). Isolation of *Sporothrix schenckii* from potting soil. *Mycopathologia*, 87(1-2), 128. <https://doi.org/10.1007/BF00436641>
93. Kerie, Y., Nuru, A., & Abayneh, T. (2019). *Edwardsiella* Species Infection in Fish Population and Its Status in Ethiopia. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 10 (2).
94. Kittigul, L., Thamjaroen, A., Chiawchan, S., Chavalitshewinkoon-Petmitr, P., Pombubpa, K., & Diraphat, P. (2016). Prevalence and Molecular Genotyping of Noroviruses in Market Oysters, Mussels, and Cockles in Bangkok, Thailand. *Food and environmental virology*, 8(2), 133–140. <https://doi.org/10.1007/s12560-016-9228-6>
95. Kwon-Chung, K. J. (1992). *Medical mycology. Lea & Febiger.*
96. Leal, C. A. G., Queiroz, G. A., Pereira, F. L., Tavares, G. C., & Figueiredo, H. C. P. (2019). *Streptococcus agalactiae* Sequence Type 283 in Farmed Fish, Brazil. *Emerging infectious diseases*, 25(4), 776–779. <https://doi.org/10.3201/eid2504.180543>
97. Lehel, J., Yaucat-Guendi, R., Darnay, L., Palotás, P., & Laczay, P. (2021). Possible food safety hazards of ready-to-eat raw fish containing product (sushi, sashimi). *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(5), 867–888. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1749024>

96. Leung, K. Y., Wang, Q., Yang, Z., & Siame, B. A. (2019). *Edwardsiella piscicida*: A versatile emerging pathogen of fish. *Virulence*, *10*(1), 555–567. <https://doi.org/10.1080/21505594.2019.1621648>
97. Liu, G. H., Sun, M. M., Elsheikha, H. M., Fu, Y. T., Sugiyama, H., Ando, K., Sohn, W. M., Zhu, X. Q., & Yao, C. (2020). Human gnathostomiasis: a neglected food-borne zoonosis. *Parasites & vectors*, *13*(1), 616. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04494-4>
98. Löhmus, M., & Björklund, M. (2015). Climate change: what will it do to fish–parasite interactions?. *Biological Journal of the Linnean Society*, *116*(2), 397–411. Löhmus, M., & Björklund, M. (2015). Climate change: what will it do to fish–parasite interactions?. *Biological Journal of the Linnean Society*, *116*(2), 397–411.
99. Mahajan, V. K., Sharma, N. L., Sharma, R. C., Gupta, M. L., Garg, G., & Kanga, A. K. (2005). Cutaneous sporotrichosis in Himachal Pradesh, India. *Mycoses*, *48*(1), 25–31. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2004.01058.x>
100. Manivong, K., Komalamisra, C., Waikagul, J., & Radomyos, P. (2009). *Opisthorchis viverrini* metacercariae in cyprinoid fish from three rivers in Khammouane Province, Lao PDR. *The Journal of Tropical Medicine and Parasitology*, *32*(1), 23–29.
101. Mantadakis, E., & Samonis, G. (2009). Clinical presentation of zygomycosis. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, *15* Suppl 5, 15–20. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2009.02974.x>
102. Mendiratta, V., Karmakar, S., Jain, A., & Jabeen, M. (2012). Severe cutaneous zygomycosis due to *Basidiobolus ranarum* in a young infant. *Pediatric dermatology*, *29*(1), 121–123. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1470.2011.01476.x>
103. Meron, D., Davidovich, N., Ofek-Lalzar, M., Berzak, R., Scheinin, A., Regev, Y., Diga, R., Tchernov, D., & Morick, D. (2020). Specific pathogens and microbial abundance within liver and kidney tissues of wild marine fish from the Eastern Mediterranean Sea. *Microbial biotechnology*, *13*(3), 770–780. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13537>
104. Meurens, F., Dunoyer, C., Fourichon, C., Gerdts, V., Haddad, N., Kortekaas, J., Lewandowska, M., Monchatre-Leroy, E., Summerfield, A., Wichgers Schreur, P. J., van der Poel, W. H. M., & Zhu, J. (2021). Animal board invited review: Risks of zoonotic disease emergence at the interface of wildlife and livestock systems. *Animal : an international journal of animal bioscience*, *15*(6), 100241. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100241>
105. Migaki, G., Font, R. L., Kaplan, W., & Asper, E. D. (1978). Sporotrichosis in a Pacific white-sided dolphin (*Lagenorhynchus obliquidens*). *American journal of veterinary research*, *39*(12), 1916–1919. Migaki, G., Font, R. L., Kaplan, W., & Asper, E. D. (1978). Sporotrichosis in a Pacific white-sided dolphin (*Lagenorhynchus obliquidens*). *American journal of veterinary research*, *39*(12), 1916–1919.
106. Murrell, K. D. (2002). Fishborne zoonotic parasites: epidemiology, detection and elimination.
107. Nakajima, H., Inoue, M., & Mori, T. (1991). Isolation of *Yersinia*, *Campylobacter*, *Plesiomonas* and *Aeromonas* from environmental water and fresh water fishes. [*Nihon Koshu Eisei Zasshi*] *Japanese Journal of Public Health*, *38*(10), 815–820. Nakajima, H., Inoue, M., & Mori, T. (1991). Isolation of *Yersinia*, *Campylobacter*, *Plesiomonas* and *Aeromonas* from environmental water and fresh water fishes. [*Nihon Koshu Eisei Zasshi*] *Japanese Journal of Public Health*, *38*(10), 815–820.
108. Nazarenko, S.M. & Petrov R.V. (2015). Vyznachennya sanitarnih pokaznikov ribi u razi vilovu yiwi riznimi sposobami [Determination of sanitary indicators of fish in the case of catching it by different methods]. *Naukovo-tehnichnyi byuleten Institutu tvarinnitstva NAAN Ukrainy*, *114*. 103–109 (in Ukrainian).
109. Nguyen, T. H., Dorny, P., Nguyen, T. T. G., & Dermauw, V. (2020). Helminth infections in fish in Vietnam: A systematic review. *International journal for parasitology. Parasites and wildlife*, *14*, 13–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2020.12.001>
110. Nielsen, J. J., Blomberg, B., Gaïni, S., & Lundemoen, S. (2018). Aortic valve endocarditis with *Erysipelothrix rhusiopathiae*: A rare zoonosis. *Infectious disease reports*, *10*(3), 7770. <https://doi.org/10.4081/idr.2018.7770>
111. Novotny, L., Dvorska, L., Lorencova, A., Beran, V., & Pavlik, I. (2004). Fish: a potential source of bacterial pathogens for human beings. *Veterinárni medicína*, *49*(9), 343–358.
112. Obaidat, M. M., Salman, A. E., & Lafi, S. Q. (2015). Prevalence of *Staphylococcus aureus* in Imported Fish and Correlations between Antibiotic Resistance and Enterotoxigenicity. *Journal of food protection*, *78*(11), 1999–2005. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-104>
113. Odeyemi, O. A., & Ahmad, A. (2017). Antibiotic resistance profiling and phenotyping of *Aeromonas* species isolated from aquatic sources. *Saudi journal of biological sciences*, *24*(1), 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.016>
- Odeyemi, O. A., & Ahmad, A. (2017). Antibiotic resistance profiling and phenotyping of *Aeromonas* species isolated from aquatic sources. *Saudi journal of biological sciences*, *24*(1), 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.016>
114. Oh, W. T., Jun, J. W., Giri, S. S., Yun, S., Kim, H. J., Kim, S. G., Kim, S. W., Han, S. J., Kwon, J., & Park, S. C. (2019). *Staphylococcus xylosus* Infection in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) As a Primary Pathogenic Cause of Eye Protrusion and Mortality. *Microorganisms*, *7*(9), 330. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7090330>
115. Okafor, J. I., Testrake, D., Mushinsky, H. R., & Yangco, B. G. (1984). A *Basidiobolus* sp. and its association with reptiles and amphibians in southern Florida. *Sabouraudia*, *22*(1), 47–51. <https://doi.org/10.1080/00362178485380081>
116. Oliveira, R. V., Oliveira, M. C., & Pelli, A. (2017). Disease infection by Enterobacteriaceae family in fishes: a review. *J Microbiol Exp*, *4*(5), 00128.
117. Pardo González, M. Á., Cavazza, G., Gustinelli, A., Caffara, M., & Fioravanti, M. (2021). Absence of anisakis nematodes in smoked farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) products on sale in European countries. *Italian journal of food safety*, *9*(4), 8615. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2020.8615>
118. Park, S. B., Aoki, T., & Jung, T. S. (2012). Pathogenesis of and strategies for preventing *Edwardsiella tarda* infection in fish. *Veterinary research*, *43*(1), 67. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-43-67>
119. Pavoni, E., Consoli, M., Suffredini, E., Arcangeli, G., Serracca, L., Battistini, R., Rossini, I., Croci, L., & Losio, M. N. (2013). Noroviruses in seafood: a 9-year monitoring in Italy. *Foodborne pathogens and disease*, *10*(6), 533–539. <https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1399>

120. Petrov, R. V. (2014). Doslidzhennia bezpechnosti ta yakosti tushok koropa, urazhenykh Aeromonas hydrophila pry dii zovnishnikh faktoriv zberihannia ta kulinarnoi obrobky [Study of the safety and quality of carp carcasses affected by Aeromonas hydrophila under the influence of external factors of storage and cooking]. *Veterynarna medytsyna : mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. Kh., Vyp. 99. S. 171–174 [in Ukrainian].
121. Petrov, R., Kutakh, O., Matviievska, T., & Petrov, V. (2020). Kontrol za abiotychnymy faktoramy stavkiv Sumskoi oblasti [Control of abiotic factors of ponds of the Sumy region]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Veterynarna medytsyna*, (1 (48)), 37-43. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2020.1.6>. [in Ukrainian].
122. Phillips Savage, A. C. N., Blake, L., Suepaul, R., McHugh, O., Rodgers, R., Thomas, C., Oura, C., & Soto, E. (2022). Piscine mycobacteriosis in the ornamental fish trade in Trinidad and Tobago. *Journal of fish diseases*, 45(4), 547–560. <https://doi.org/10.1111/jfd.13580>
123. Pomaranski, E. K., Griffin, M. J., Camus, A. C., Armwood, A. R., Shelley, J., Waldbieser, G. C., LaFrentz, B. R., Garcia, J. C., Yanong, R., & Soto, E. (2020). Description of *Erysipelothrix piscisicarius* sp. nov., an emergent fish pathogen, and assessment of virulence using a tiger barb (*Puntigrus tetrazona*) infection model. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 70(2), 857–867. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003838>
124. Pradeep, P. J., Suebsing, R., Sirthammajak, S., Kampeera, J., Jitrakorn, S., Saksmerprome, V., ... & Withyachumanarnkul, B. (2016). Evidence of vertical transmission and tissue tropism of Streptococcosis from naturally infected red tilapia (*Oreochromis* spp.). *Aquaculture Reports*, 3, 58-66.
125. Puk, K., & Guz, L. (2020). Occurrence of *Mycobacterium* spp. in ornamental fish. *Annals of agricultural and environmental medicine : AAEM*, 27(4), 535–539. <https://doi.org/10.26444/aaem/114913>
126. Rabie, M. E., El Hakeem, I., Al-Shraim, M., Al Skini, M. S., & Jamil, S. (2011). Basidiobolomycosis of the colon masquerading as stenotic colon cancer. *Case reports in surgery*, 2011, 685460. <https://doi.org/10.1155/2011/685460>
127. Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Levy, S., Hossain, M. J., El Zowalaty, M. E., Rahman, A. T., & Ashour, H. M. (2020). Zoonotic Diseases: Etiology, Impact, and Control. *Microorganisms*, 8(9), 1405. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405>
128. Rahmati, A. R., Kiani, B., Afshari, A., Moghaddas, E., Williams, M., & Shamsi, S. (2020). World-wide prevalence of Anisakis larvae in fish and its relationship to human allergic anisakiasis: a systematic review. *Parasitology research*, 119(11), 3585–3594. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06892-0>
129. Raissy, M. (2017). Bacterial zoonotic disease from fish: a review. *Journal of Food Microbiology*, 4(2), 15-27.
130. Ramanan, P., Blumberg, A. K., Mathison, B., & Pritt, B. S. (2013). Parametrial anisakidosis. *Journal of Clinical Microbiology*, 51(10), 3430-3434.
131. Ramos P. (2020). Parasites in fishery products - Laboratorial and educational strategies to control. *Experimental parasitology*, 211, 107865. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2020.107865>
132. Rasetti-Escargueil, C., Lemichez, E., & Popoff, M. R. (2019). Public Health Risk Associated with Botulism as Foodborne Zoonoses. *Toxins*, 12(1), 17. <https://doi.org/10.3390/toxins12010017>
133. Regev, Y., Davidovich, N., Berzak, R., Lau, S. C. K., Scheinin, A. P., Tchernov, D., & Morick, D. (2020). Molecular Identification and Characterization of *Vibrio* Species and *Mycobacterium* Species in Wild and Cultured Marine Fish from the Eastern Mediterranean Sea. *Microorganisms*, 8(6), 863. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060863>
134. Rukkawattanukul, T., Sookrung, N., Seesuy, W., Onlamoon, N., Diraphat, P., Chaicumpa, W., & Indrawattana, N. (2017). Human scFvs That Counteract Bioactivities of Staphylococcus aureus TSST-1. *Toxins*, 9(2), 50. <https://doi.org/10.3390/toxins9020050>
135. Sabry, M., Abd El-Moein, K., Hamza, E., & Abdel Kader, F. (2016). Occurrence of Clostridium perfringens Types A, E, and C in Fresh Fish and Its Public Health Significance. *Journal of food protection*, 79(6), 994–1000. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-569>
136. Sackey, A., Ghartey, N., & Gyasi, R. (2017). Subcutaneous basidiobolomycosis: A Case Report. *Ghana medical journal*, 51(1), 43–46. <https://doi.org/10.4314/gmj.v51i1.9>
137. Sajjuntha, W., Sithithaworn, P., Petney, T. N., & Andrews, R. H. (2021). Foodborne zoonotic parasites of the family Opisthorchiidae. *Research in veterinary science*, 135, 404–411. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.10.024>
138. Salikin, N. H., Nappi, J., Majzoub, M. E., & Egan, S. (2020). Combating Parasitic Nematode Infections, Newly Discovered Antinematode Compounds from Marine Epiphytic Bacteria. *Microorganisms*, 8(12), 1963. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8121963>
139. Shamsi, S. (2016). Seafood-borne parasitic diseases in Australia: how much do we know about them?. *Microbiology Australia*, 37(1), 27-29.
140. Shamsi, S. (2019). Seafood-borne parasitic diseases: A “one-health” approach is needed. *Fishes*, 4(1), 9.
141. Shamsi, S., & Butcher, A. R. (2011). First report of human anisakidosis in Australia. *The Medical journal of Australia*, 194(4), 199–200. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2011.tb03772.x>
142. Shamsi, S., & Sheorey, H. (2018). Seafood-borne parasitic diseases in Australia: are they rare or underdiagnosed?. *Internal medicine journal*, 48(5), 591–596. <https://doi.org/10.1111/imj.13786>
143. Shamsi, S., Steller, E., & Zhu, X. (2021). The occurrence and clinical importance of infectious stage of Echinocephalus (Nematoda: Gnathostomidae) larvae in selected Australian edible fish. *Parasitology international*, 83, 102333. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102333>
144. Sharma, N. L., Sharma, R. C., Gupta, M. L., Singh, P., & Gupta, N. (1990). Sporotrichiosis study of 22 cases from Himachal Pradesh. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 56, 296.

145. Shimamura, Y., Muwanwella, N., Chandran, S., Kandel, G., & Marcon, N. (2016). Common symptoms from an uncommon infection: gastrointestinal anisakiasis. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 2016(1), 5176502.
146. Shin, B., & Park, W. (2018). Zoonotic Diseases and Phytochemical Medicines for Microbial Infections in Veterinary Science: Current State and Future Perspective. *Frontiers in veterinary science*, 5, 166. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00166>
147. Shreef, K., Saleem, M., Saeedd, M. A., & Eissa, M. (2018). Gastrointestinal Basidiobolomycosis: An Emerging, and A Confusing, Disease in Children (A Multicenter Experience). *European journal of pediatric surgery : official journal of Austrian Association of Pediatric Surgery ... [et al] = Zeitschrift fur Kinderchirurgie*, 28(2), 194–199. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1598104>
148. Singh, R., Xess, I., Ramavat, A. S., & Arora, R. (2008). Basidiobolomycosis: a rare case report. *Indian journal of medical microbiology*, 26(3), 265–267.
149. Skowron, K., Wiktorczyk, N., Grudlewska, K., Walecka-Zacharska, E., Paluszak, Z., Kruszewski, S., & Gospodarek-Komkowska, E. (2019). Phenotypic and genotypic evaluation of *Listeria monocytogenes* strains isolated from fish and fish processing plants. *Annals of Microbiology*, 69, 469–482.
150. Smith, S. A. (2011). Working with fish, limiting zoonotic diseases. *Global Aquaculture Advocate*.
151. Sripa, B., Bethony, J. M., Sithithaworn, P., Kaewkes, S., Mairiang, E., Loukas, A., Mulvenna, J., Laha, T., Hotez, P. J., & Brindley, P. J. (2011). Opisthorchiasis and Opisthorchis-associated cholangiocarcinoma in Thailand and Laos. *Acta tropica*, 120 Suppl 1(Suppl 1), S158–S168. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.07.006>
152. Steffen, R., deBernardis, C., & Baños, A. (2003). Travel epidemiology—a global perspective. *International journal of antimicrobial agents*, 21(2), 89–95. [https://doi.org/10.1016/s0924-8579\(02\)00293-5](https://doi.org/10.1016/s0924-8579(02)00293-5)
153. Suthar, J., & Shamsi, S. (2021). The occurrence and abundance of infective stages of zoonotic nematodes in selected edible fish sold in Australian fish markets. *Microbial pathogenesis*, 154, 104833. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.104833>
154. Tantrawatpan, C., Intapan, P. M., Janwan, P., Sanpool, O., Lulitanond, V., Srichantaratsamee, C., Anamnart, W., & Maleewong, W. (2013). Molecular identification of *Paragonimus* species by DNA pyrosequencing technology. *Parasitology international*, 62(3), 341–345. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2012.11.008>
155. Toranzo, A. E., Magariños, B., & Romalde, J. L. (2005). A review of the main bacterial fish diseases in mariculture systems. *Aquaculture*, 246(1–4), 37–61.
156. Tran, A. K. T., Doan, H. T., Do, A. N., Nguyen, V. T., Hoang, S. X., Le, H. T. T., ... & Le, T. A. (2019). Prevalence, species distribution, and related factors of fish-borne trematode infection in Ninh Binh province, Vietnam. *BioMed research international*, 2019(1), 8581379.
157. Traoré, O., Nyholm, O., Siitonen, A., Bonkoungou, I. J., Traoré, A. S., Barro, N., & Haukka, K. (2015). Prevalence and diversity of *Salmonella enterica* in water, fish and lettuce in Ouagadougou, Burkina Faso. *BMC microbiology*, 15, 151. <https://doi.org/10.1186/s12866-015-0484-7>
158. Uzal, F. A., Freedman, J. C., Shrestha, A., Theoret, J. R., Garcia, J., Awad, M. M., Adams, V., Moore, R. J., Rood, J. I., & McClane, B. A. (2014). Towards an understanding of the role of *Clostridium perfringens* toxins in human and animal disease. *Future microbiology*, 9(3), 361–377. <https://doi.org/10.2217/fmb.13.168>
159. Vaiyapuri, M., Joseph, T. C., Rao, B. M., Lalitha, K. V., & Prasad, M. M. (2019). Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Seafood: Prevalence, Laboratory Detection, Clonal Nature, and Control in Seafood Chain. *Journal of food science*, 84(12), 3341–3351. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14915>
160. Valle, J., Lopera, E., Sánchez, M. E., Lerma, R., & Ruiz, J. L. (2012). Spontaneous splenic rupture and *Anisakis appendicitis* presenting as abdominal pain: a case report. *Journal of medical case reports*, 6, 114. <https://doi.org/10.1186/1752-1947-6-114>
161. Vinjé, J., Green, J., Lewis, D. C., Gallimore, C. I., Brown, D. W., & Koopmans, M. P. (2000). Genetic polymorphism across regions of the three open reading frames of "Norwalk-like viruses". *Archives of virology*, 145(2), 223–241. <https://doi.org/10.1007/s007050050020>
162. Volpe, E., Mandrioli, L., Errani, F., Serratore, P., Zavatta, E., Rigillo, A., & Ciulli, S. (2019). Evidence of fish and human pathogens associated with doctor fish (*Garra rufa*, Heckel, 1843) used for cosmetic treatment. *Journal of fish diseases*, 42(12), 1637–1644. <https://doi.org/10.1111/jfd.13087>
163. Williams, M., Hernandez-Jover, M., & Shamsi, S. (2021). Parasites of zoonotic interest in selected edible freshwater fish imported to Australia. *Food and waterborne parasitology*, 26, e00138. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2021.e00138>
164. Wimalasena, S. H. M. P., Pathirana, H. N. K. S., De Silva, B. C. J., Hossain, S., Sugaya, E., Nakai, T., & Heo, G. J. (2018). Antibiotic resistance and virulence-associated gene profiles of *Edwardsiella tarda* isolated from cultured fish in Japan. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(2), 141–147.
165. Wolfe, N. D., Dunavan, C. P., & Diamond, J. (2007). Origins of major human infectious diseases. *Nature*, 447(7142), 279–283. <https://doi.org/10.1038/nature05775>
166. World Health Organization (WHO). 2021. Zoonotic disease: emerging public health threats in the region. <http://www.emro.who.int/fr/about-who/rc61/zoonotic-diseases.html>.
167. Wrobel, A., Leo, J. C., & Linke, D. (2019). Overcoming Fish Defences: The Virulence Factors of *Yersinia ruckeri*. *Genes*, 10(9), 700. <https://doi.org/10.3390/genes10090700>
168. Yagoub, S. O. (2009). Isolation of Enterobacteriaceae and *Pseudomonas* spp. from raw fish sold in fish market in Khartoum state. *Journal of bacteriology Research*, 1(7), 85–88.

169. You, H. J., Lee, J. H., Oh, M., Hong, S. Y., Kim, D., Noh, J., Kim, M., & Kim, B. S. (2021). Tackling *Vibrio parahaemolyticus* in ready-to-eat raw fish flesh slices using lytic phage VPT02 isolated from market oyster. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 150(Pt A), 110779. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110779>
170. Yu, J. E., Cho, M. Y., Kim, J. W., & Kang, H. Y. (2012). Large antibiotic-resistance plasmid of *Edwardsiella tarda* contributes to virulence in fish. *Microbial pathogenesis*, 52(5), 259-266.
171. Zadoks, R. N., Barkham, T., Crestani, C., Nguyen, N. P., Sirmanapong, W., & Chen, S. L. (2020, October). Population growth, climate change and intensification of the aquaculture industry as drivers of invasive disease emergence in humans in Southeast Asia. In *The 6th World One Health Congress* (Vol. 30).
172. Ziarati, M., Zorriehzahra, M. J., Hassantabar, F., Mehrabi, Z., Dhawan, M., Sharun, K., ... & Shamsi, S. (2022). Zoonotic diseases of fish and their prevention and control. *Veterinary Quarterly*, 42(1), 95-118.
173. Zorriehzahra, M. E. J., Mehrabi, M. R., & Nazari, A. (2014, October). Can viral nervous necrosis (VNN) disease be considered as a new invasion or new zoonotic disease? Assessing the zoonotic potential of aquatic animal diseases. In *9th International Symposium on Viruses of Lower Vertebrates* (pp. 1-4).

Fotina T.I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
Petrov R.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
Shkromada O. I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
Bondarenko P. G., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Zoonotic diseases of fish, prevention and fight against them

The intensive development of industrial, recreational fishing, aquaculture and the increased demand for fish and fish products creates increased risks for the occurrence of diseases common to humans and fish. This article contains data on the main zoonoses that humans can contract from fish. Among the pathogens associated with fish, the most important infectious agents are parasites, bacteria, fungi and viruses. Food poisoning caused by consumption of fish and fish products should also not be dismissed. Recently, zoonoses have caused great concern among doctors of veterinary and humane medicine, since, in addition to reducing fish productivity, fish deaths, and financial losses, the specified pathogens of fish zoonoses cause disease in humans, and sometimes even death. Infection of people can occur in various ways, namely by contact, contact with the pathogen on damaged skin, consumption of undercooked fish products containing the pathogen, human infection through the vector is also possible. Traditional dishes with the addition of fish without proper heat treatment, such as sushi and sashimi, pose a particular danger for consumers. Specialists who have direct contact with fish or fish products, or waste from the fishing industry in the field of their professional activity are also at risk. These are fishermen, employees of fish processing plants, veterinarians, employees of public catering establishments, as well as aquarists. Effective and quick delivery of information about causative agents and methods of prevention for workers in the specified spheres of activity can significantly prevent the emergence and spread of zoonotic diseases.

When developing measures to combat zoonotic diseases, it is important to use the principles outlined in the "One Health" concept. Today, it is promising and necessary to study the full range of carriers of pathogens, their geographical distribution, as well as the consequences of seasonality for the spread of infection. In addition, a clearer understanding of the morphological identification of pathogens needs to be established to better understand their occurrence in the environment and improve our knowledge in the food industry, biosecurity and medical practice.

Key words: aquaculture, fish, zoonoses, bacteria, viruses, parasites, fungi.