
ХВОРОБИ РИБ

УДК 597-12:597.553.2

ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПЕРЕДАЧУ І ПОШИРЕННЯ ВІРУСУ ІНФЕКЦІЙНОГО ПАНКРЕАТИЧНОГО НЕКРОЗУ У ЛОСОСЕВИХ РИБ

Н.М. Матвієнко

Інститут рибного господарства НААН України

Подано літературний огляд щодо чинників, які впливають на поширення вірусу панкреатичного некрозу у лососевих риб. Розглядаються фактори, що впливають на вертикальну та горизонтальну передачі вірусу, а також заходи щодо попередження занесення інфекції у спеціалізовані господарства.

Інфекційний некроз підшлункової залози (IPN) вважають найбільш серйозною вірусною хворобою при вирощуванні атлантичного лосося (*Salmo salar*) у спеціалізованих рибницьких господарствах Європейського Союзу. Ця хвороба зустрічається на чотирьох континентах. Розвиток її залежить від штаму вірусу, різноманітних навколишніх чинників і віку риби. IPN пов'язаний зі значними кількісними втратами риби, а відповідно і зниженням виробництва.

IPN спричиняється вірусом інфекційного некрозу підшлункової залози (IPNV, рід *Aquabirnavirus*). IPN відомий уже протягом багатьох десятиліть, вперше його було описано в Північній Америці у прісноводній форелі в 1950-х роках [28], хоча про ознаки хвороби повідомляли ще в 1940-х [23]. Про IPNV вперше повідомили в Великобританії в 1971 р. у райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*). Повідомлення про IPNV в лососевих були пов'язані зі смертельними випадками мальків у прісноводних інкубаторах, але з 1980-х все частіше повідомляли про смертельні випадки серед молодих сріблястих лососів (*Silver salmon*, *Oncorhynchus kizutch*) (2-річні лососі) незабаром після пересадки в морську воду.

Існує дуже мало повідомлень щодо вертикальної передачі вірусу серед лососевих риб. Такі повідомлення були щодо струмкової форелі (*Salmo trutta*)

[5, 27, 2] і райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) [6]. Вертикальна передача може бути визначена як передача інфекційного агента від одного покоління до наступного [14]. Вірусний агент може також міститися в статевих продуктах. Проте, хоча є свідчення, що вірус може потрапляти в ікру Атлантичного лосося через адсорбцію вірусу до сперми, ця передача ніколи не була успішно експериментально продемонстрована [22]. Найвірогідніше, потрапляння IPNV до ікринки відбувається крізь мікрополе в процесі запліднення [16, 6]. IPNV був виявлений у жовточному мішечку [1]. Це спостереження вказує на те, що оболонка ікри, можливо, залучається до горизонтальної передачі вірусу до першого живлення. Посилаючись на літературні дані, можна зробити висновок про те, що вірогідність вертикальної передачі вірусу до статевих клітин пропорційна його рівню в гонадах. Експерименти з фореллю показують, що за наявності високих титрів вірусу у молюках забезпечується вертикальна передача [6, 2] і непрямо вказують на те, що ця передача відбувається через оваріальну рідину [3]. Показано, що у струмкової форелі інфекційні титри вірусу понад 10^4 ТЦД₅₀/мл в оваріальній рідині корелюють з ізоляцією вірусу IPN від гомогенату з ікринок [27]. Зазначені титри вірусу в оваріальній рідині представляють поріг позитивної

передачі у струмкової форелі [27]. Проте, це лише припущення, адже ці дані отримано під час дослідження ізолятів та не підтверджено експериментальними дослідженнями. Інфекційні титри 10^4 ТЦД₅₀/мл є порогом для передачі у струмкової форелі, цей поріг може бути вищим у атлантичного лосося. Було показано, що 1% носіїв лосося має вірусні титри ізолятів із нирки 10^4 – 10^5 ТЦД₅₀/мл. Ці дані вказують на пропорцію носіїв, які формують ризик вертикальної передачі. На них необхідно звернути увагу, аби з'ясувати залежність між інфекційними титрами вірусу в нирках і гонадах та отримати достовірні дані з гонадальних рідин для надійних статистичних аналізів, адже цей вид аналізів — переконливий індикатор ризику вертикальної передачі.

Горизонтальна передача IPN може бути визначена як всебічне поширення вірусу IPN і залучає вірусну передачу між прісноводним і морським довкіллям, різноманітністю резервуарів і векторів. У контексті передачі вектор може бути визначений як будь-яке проміжне або альтернативне проживання або неживий агент, який передає патоген до сприйнятливої хазяїна. Резервуар може нести патоген і залишатися неушкодженим, поки він слугує потенційним джерелом інфекції. Щоб зрозуміти горизонтальну передачу IPNV, необхідно визначити, як резервуари і вектори впливають на динаміку інфекції у водному довкіллі. Ймовірно, що вірус може передаватися від первинного хазяїна до різних резервуарів і векторів інфекції, і навпаки. Потенційні резервуари IPNV включають в себе спеціалізовані рибницькі господарства, дику рибу, різновиди, що живуть разом із вирощуваною рибою, екскременти, ектопаразити, молюски, планктон, ракоподібних, птахів і ссавців. Для того щоб встановити резервуари інфекції, необхідно визначити поширення бірнавірусів у довкіллі. Серотипи А водних бірнавірусів формують найбільший ризик для лососевих, спричиняючи інфекційний панкреатичний некроз, IPN [12], хоча є деякі свідчення, що серогрупа В (віруси, що уражують молюсків) також може зумовлювати IPN у лососевих.

IPNV був ізолюваний від численних прісноводних і морських риб [19]. Багато

ізолятів виділено у спеціалізованих господарствах або від дикої риби поблизу заражених ферм, зокрема у сайди і мерлузи. IPN інфекція також була виявлена в дикого лосося, де не було ніякого контакту зі спеціалізованим господарством.

Вірус IPN був охарактеризований як несамопідтримуюча природна інфекція в дикому рибальстві за відсутності вогнища інфекції. Огляд 1642 екз. прісноводної і 7297 морської риби також вказує на надзвичайно низьку поширеність IPNV у дикої риби: 0.2% в прісноводних лососевих і 0.01% — у морської риби. Це підтверджує гіпотезу, що IPN — несамопідтримуюча природна інфекція у дикої риби. Для отримання всебічних географічних даних щодо поширеності IPNV у дикої риби необхідно продовжувати дослідження прісноводної та морської риби. Крім того, для розуміння походження і еволюції IPNV треба провести філогенетичний аналіз ізолятів IPNV, отриманих від диких видів та штучно культивованих лососевих.

Інфікування риби IPNV у морі відбувається в основному за рахунок горизонтальної передачі. У спеціалізованих господарствах, що страждають від IPN, значну кількість вірусних часток виявляють у воді. Концентрації вірусу IPN у воді становили до 10^1 – 10^4 БОЕ/мл [15]. Саме ці діапазони титрів спричиняли максимальну смертність у молоді лососевих [4].

Вживання вірусів у водному середовищі дуже важливе для збереження їх інфекційності та можливості зараження сприйнятливої хазяїна. Вживання вірусу IPN в прохолодній прісній і морській воді відбувається протягом 3 тижнів [26]. Вживання вірусу IPN поза організмом хазяїна можливе впродовж тривалішого часу, але за нижчих температур. У лабораторних умовах встановлено, що вірус IPN виживає 147 днів у ТРИС-гліцерині та ТРИС кислотному буфері (рН 3.8) при 4°C, але не виявляється через 71 день за температури 20°C.

Вживання вірусу в довкіллі залежить від багатьох умов. Низка чинників, які впливають на виживання вірусів у водному середовищі: присутність віруцидних речовин [8]; важкі метали; зв'язування з неживими частками, що випадають в осад; ультрафіолетові промені [24] і рівень температури [26]. Особливий інтерес ста-

новить роль твердих органічних часток у виживанні вірусу. Існують декілька точок зору на цю проблему. Деякі автори повідомляють про захисний вплив органічних часток на стабільність вірусу, інші спостерігали вищі рівні інактивації вірусу в забрудненій воді [8]. Важливо зрозуміти, які чинники більше впливають на виживання IPNV у водному середовищі для встановлення розвитку епізоотичного процесу. Для вивчення цього процесу необхідно провести комплекс польових і лабораторних досліджень. У лабораторних умовах необхідно досліджувати відмінності в адсорбції до органічних і неорганічних завішених часток і норм осадження. В польових умовах впродовж спалаху IPN необхідно відбирати водні зразки на різних відстанях і глибинах від джерела інфекції.

Повідомлялося про успішну ізоляцію бірнавїрусу з екскрементів риб, зібраних у воді на водовідведенні у спеціалізованих фермах по вирощуванню лососевих риб [20]. Необхідно проводити більше досліджень, щоб визначити поширеність, стабільність, важливо ізолювання IPNV у екскрементах. Такі дослідження у поєднанні з ізоляцією вірусу від польових зразків встановлять роль екскрементів у горизонтальній передачі IPNV.

IPNV належить до водних бірнавїрусів — дуже різноманітної групи вірусів, які заражають багато безхребетних, а також хребетних тварин. Роль безхребетних у передачі IPNV досконало не досліджена. Ці дослідження важливі для класифікації водних бірнавїрусів та ролі безхребетних як резервуару вірусу та потенційної небезпеки для риби. Нині система класифікації бірнавїрусів значною мірою базується на серотипуванні виділених ізолятів від риби, проте важлива роль також належить і морським безхребетним. Генетична класифікація бірнавїрусів є більш інформативною. Проаналізовано ген VP2 від ряду водних бірнавїрусів у межах серогрупи і ідентифіковано 6 генотипів у межах цього серотипу. Подальші дослідження в цьому напрямі повинні зосередитися на діагностиці IPNV у риби і у безхребетних, оскільки вони формують найбільший ризик для лососевих. Існують 3 групи, які становлять ризик горизонтальної передачі безхребетних хазяїв IPNV:

- морські воші (*Lepeophtheirus salmonis*, *Caligus elongatus*);
- планктонні організми, у тому числі коловертки і придонні або сидячі організми;
- молюски і ракоподібні.

У літературі немає ніяких повідомлень щодо ролі морських вошей або інших ектопаразитів у передачі IPNV. Як *Lepeophtheirus salmonis*, так і *Caligus elongatus* мають відношення до передачі інфекційної анемії лососевих (ISA). IPNV знайдено у лейкоцитах крові риби [25] і при цьому розглядається роль морських вошей у цьому процесі, оскільки вони зачіпляються на шкірі риби. Крім того, продемонстровано, що дорослі стадії *L. salmonis* пересуваються від одного хазяїна до іншого і що відгодовані дорослі *C. elongatus*, можливо, залишають хазяїна і живуть в планктоні, для того щоб пізніше напасти на іншу рибу. Морські воші спричинюють важкі інвазії у риби на фермах по вирощуванню лососевих, отже можуть формувати істотний ризик у поширенні різних інфекцій. Експериментальні дослідження в цьому напрямі повинні визначити, чи можуть передавати вірус морські воші від зараженої риби до здорової. Також існує необхідність з'ясувати, чи мають воші істотні інфекційні титри IPNV.

Здатність планктонних організмів, наприклад *Brachionus plicatilis*, виступати як переносники IPN вірусу, є істотним фактором, оскільки ці організми широко представлені у ланцюгу живлення палтуса і тріски, які є сприйнятливими до вірусу IPN. Проте ще не відомо, чи може *Brachionus plicatilis* нести IPN.

IPNV було ізолювано від молюсків та ракоподібних [19]. Інші дослідники ізолювали вірус IPN від гребінця (*Pecten maximus*) і креветок (*Pandalus borealis* і *Palaemon elegans*). Проте ще невідомо, чи можуть ці хазяї репродукувати IPNV або чи служать вони пасивними носіями. Дослідження на прісноводному лангустові показали, що вірус не лише може ізолюватися від цієї тварини через рік після оригінальної інфекції, але і те, що IPNV виділяється у воді безперервно [9]. Це було продемонстровано, щоб зумовити передачу інфекції у райдужної форелі при їх спільному утриманні. Зрозуміло, що з таким широким діапазоном потенційних носіїв вірусу здатність до по-

ширення IPN, який підтверджений як у морських організмів, так і прісноводному довкіллі, значна. Необхідно з'ясувати, чи може IPNV репродукуватись в організмі диких ракоподібних і молюсків, чи вони є просто резервуаром, потенційно небезпечним для лососевих.

Птахи — постійні відвідувачі водних установок та господарств, саме тому і були проведені дослідження їх ролі як векторів водних патогенів. Показано, що рибоїдні птахи, зокрема, баклани, чаплі і зимородки — супутники форелевих господарств, заражених IPNV, можуть виділяти вірус IPN зі своїми екскрементами. Вважається, що цей шлях представляє істотний ризик вірусної передачі. IPNV також був ізольований від чорних чайок [7]. Птахи є частими супутниками форелевих господарств і їх необхідно розглядати як потенційну загрозу для передачі хвороби у рибницьких господарствах. Дослідження поширеності вірусу IPN серед морських птахів допоможе у розумінні епізоотології хвороби.

Хижакі і ті тварини, що споживають мертву рибу у спеціалізованих господарствах, також мають потенціал, щоб служити векторами інфекції. Вірус IPN був ізольований після проходження через гастроентеральний тракт норки при поїданні нею інфікованої риби. Деякі автори розглядали можливість виявлення вірусу IPN у екскрементах корови, яка споживала у їжу відхода риби [23]. Вірус IPN виявлено в екскрементах рогатої худоби через 24 і 72 год після живлення, але не пізніше, ніж за 4 дні. Це демонструє здатність вірусу витримати проходження через шлунково-кишковий тракт ссавців. Отже, ссавців, які живуть поряд зі спеціалізованими господарствами, включаючи гризунів (видр, ондатр) можна розцінювати як вектори вірусу IPN. Люди служать механічними векторами, але навряд чи вони є істинними носіями.

Заходи щодо попередження ризику виникнення IPN у спеціалізованих господарствах.

Перехресне забруднення від устаткування і людей

- Необхідно проводити дезинфекцію устаткування та контролювати пересування людей у господарствах, що займаються штучним відтворенням лососевих риб.

- Де можливо, устаткування та інструментарій має бути специфічним для кожної ланки виробництва (басейни, ванни). У разі переміщення устаткування між дільницями його необхідно повністю чистити та дезинфікувати.

- Персонал потрібно навчити правильно проводити очищувальні та дезинфекційні заходи.

- Необхідно розробляти профілактичні заходи для кожного конкретного господарства з урахуванням його розташування, водоподачі та виду діяльності.

- Персонал треба інформувати щодо плану проведення профілактичних заходів у господарстві.

- Маніпуляції з рибою у господарстві необхідно контролювати, а також мінімізувати переміщення риби всередині господарства.

- Доступ до господарств відвідувачів треба мінімізувати. Коли доступ необхідний, спеціальний захисний одяг і бахіли мають бути доступні для використання відвідувачами.

- Устаткування для переміщення або транспортування мертвої риби необхідно дезинфікувати після використання.

Захист від зовнішнього занесення патогенів

- Дезинфекція води на водоподачі, особливо в інкубаційних цехах, де це реально. Необхідно проводити заходи, щоб мінімізувати ризик входу дикої риби. Подвійні набори екранів мають бути використані таким чином, щоб дика риба не могла потрапити до господарства, коли екрани чистять.

- У межах господарства необхідно проводити дезинфекцію кожного разу, коли водою звільнено від риби і їх готують для поповнення запасів.

- Втеча риби із господарства формує ризик для сусідніх господарств та навколишніх водойм.

- Необхідно постійно контролювати поширення ектопаразитів у господарстві, щоб мінімізувати ризик передачі ними вірусу.

- Необхідно мінімізувати доступ птахів до спеціалізованих господарств.

- Хоча наше знання щодо здатності ссавців служити векторами вірусу IPN недостатні, рекомендовано обмежувати їх перебування у господарстві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ahne, W., Negele, R.D., 1985. Studies on the transmission of infectious pancreatic necrosis virus via eyed eggs and sexual products of salmonid fish. In: Ellis, A.E. (Ed.), *Fish and Shellfish Pathology*. Academic Press, London, pp. 262–270.
2. Bootland, L.M., Dobos, P., Stevenson, R.M.W., 1991. The IPNV carrier state and demonstration of vertical transmission in experimentally infected brook trout. *Diseases of Aquatic Organisms* 10, 13–21.
3. Bootland, L.M., Dobos, P., Stevenson, R.M.W., 1995. Immunisation of adult brook trout (*Salvelinus fontinalis*) (Mitchill) fails to prevent the infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) carrier state. *Journal of Fish Diseases* 18, 449–458.
4. Bowden, T.J., Smail, D.A., Ellis, A.E., 2002. Development of a reproducible infectious pancreatic necrosis virus challenge model for Atlantic salmon, *Salmo salar* L.
5. Bullock, G.L., Rucker, R.R., Amend, D., Wolf, K., Stuckey, H.M., 1976. Infectious pancreatic necrosis: transmission with iodine-treated and nontreated eggs of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33, 1197–1198.
6. Dorson, M., C.T., 1985. Experimental transmission of infectious pancreatic necrosis virus via the sexual products. In: Ellis, A.E. (Ed.), *Fish and Shellfish Pathology*. Academic Press, London, pp. 251–260.
7. Eskildsen, U.K., Vestergard-Jorgensen, P.E., 1973. On the possible transfer of gut pathogenic viruses by gulls. *Riv. Ital. Piscicoltura. Ittiopatol.* 8, 104–105.
8. Fujioka, R.S., Loh, P.C., Lau, S.L., 1980. Survival of human enteroviruses in the Hawaiian ocean environment: evidence for virus inactivation by microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology* 39, 1105–1110.
9. Halder, M., Ahne, W., 1988. Freshwater crayfish *Astacus astacus* — a vector for infectious pancreatic necrosis. *Diseases of Aquatic Organisms* 4, 205–209.
10. Harm, W., 1980. Biological effects of ultraviolet radiation. Cambridge University Press, Cambridge.
11. Hill, B.J., 1982. Infectious pancreatic necrosis virus and its virulence. In: Roberts, R.J. (Ed.), *Microbial Diseases of Fish*, pp. 91–114.
12. Hill, B.J., Way, K., 1995. Serological classification of infectious pancreatic necrosis (IPN) virus and other aquatic birnaviruses. *Annual Review of Fish Diseases* 5, 55–77.
13. Jarp, J., Karlsen, E., 1997. Infectious salmon anaemia (ISA) risk factors in sea-cultured Atlantic salmon. *Diseases of Aquatic Organisms* 28, 79–86.
14. Martin, W.S., Meeks, A.H., Willeberg, P., 1987. *Veterinary Epidemiology. Principles and Methods*. Iowa State University Press, Ames, 343 pp.
15. McAllister, P.E., Babak, J., 1997. Infectious pancreatic necrosis virus in the environment: relationship to effluent from aquaculture facilities. *Journal of Fish Diseases* 20, 201–207.
16. Mulcahy, D., Pascho, R.J., 1984. Adsorption of fish sperm to vertically transmitted fish viruses. *Science* 225, 333–335.
17. Munro, P.D., Murray, A.G., Fraser, D.I., Peeler, E.J., 2003. An evaluation of the relative risks of infectious salmon anaemia transmission associated with different salmon harvesting methods in Scotland. *Ocean and Coastal Management* 46, 157–173.
18. Murray, A.G., Smith, R.J., Stagg, R.M., 2002. Shipping and the spread of infectious salmon anemia in Scottish aquaculture. *Emerg Infect Dis* 8, 1–5.
19. Reno, P.W., 1999. Infectious pancreatic necrosis and associated aquatic birnaviruses. In: Woo, P.T., Bruno, D.W. (Eds.), *Fish Diseases and Disorders, Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections*. CABI publishers, UK, pp. 1–55.
20. Rivas, C., Cepeda, C., Dopazo, C.P., Novoa, B., Noya, M., Barja, J.L., 1993. Marine environment as a reservoir of birnaviruses from poikilothermic animals. *Aquaculture* 115, 183–194.
21. Skall, H.F., Møllergaard, S., Olesen, N.J., 2000. Isolation of Birnavirus serogroup B in wild and aquacultured fish species. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 20, 229–236.
22. Smail, D., Munro, A.L.S., 1989. Infectious pancreatic necrosis virus in Atlantic salmon: Transmission via the sexual products? In: Ahne, W., Kurstak, E. (Eds.), *Viruses of Lower Vertebrates*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 292–301.
23. Smail DA, McFarlane LA, Bruno DW, McVicar AH. The pathology of an IPN-Sp sub-type (Sh) in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L, postsmolts in the Shetland Isles, Scotland. *Journal of Fish Diseases* 1995;18:631-8.
24. Suttle, C.A., Chen, F., 1992. Mechanisms and rates of decay of marine viruses in seawater. *Applied and Environmental Microbiology* 58, 3721–3729.
25. Swanson, R.N., Gillespie, J.H., 1982. Isolation of infectious pancreatic necrosis virus from the blood components of experimentally infected trout. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 39, 225–228.
26. Toranzo, A.E., Hetrick, F.M., 1982. Comparative stability of two salmonid viruses and poliovirus in fresh, estuarine and marine waters. *Journal of Fish Diseases* 5, 223–231.

27. Wolf, K., Quimby, M.C., Bradford, A.D., 1963. Egg-associated transmission of IPN virus of trouts. *Virology* 21, 317–321.
28. Wood EM, Snieszko SF, Yasutake WT. Infectious pancreatic necrosis of brook trout. *AMA Arch Pathol* 1955;60:26–8.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПЕРЕДАЧУ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИРУСА ИНФЕКЦИОННОГО ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО НЕКРОЗА У ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

Н.Н. Матвиенко

Представлен литературный обзор по факторам, влияющим на распространение вируса панкреатического некроза у лососевых рыб. Рассматриваются факторы, влияющие на вертикальную и горизонтальную передачи вируса, а также меры по предупреждению заноса инфекции в специализированные хозяйства.

FACTORS AFFECTING TRANSMISSION AND DISTRIBUTION OF VIRUS INFECTION PANCREATIC NECROSIS IN SALMON

N. Matvienko

Presented a literature review of factors affecting the spread of the virus of pancreatic necrosis in salmon. Discusses the factors influencing the vertical and horizontal transmission, and measures to prevent the importations in specialized farms.

УДК 597.619:616.995.

ВПЛИВ ПРЕПАРАТУ "ЛАКТОВІТ" НА АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНОЇ І ІМУННОЇ СИСТЕМ В ОРГАНІЗМІ КОРОПА ПРИ ЗАХВОРЮВАННІ АСОЦІЙОВАНОЮ ФОРМОЮ КРАСНУХИ

Н.Й. Тушницька

Інститут рибного господарства НААН України

Досліджено вплив імуностимулюючого препарату "Лактовіт" на вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів і активність імунної системи у крові коропа при захворюванні асоційованою бактеріальною формою краснухи. Показники визначали у крові дворічок коропа з клінікою краснухи після внесення у воду препарату "Лактовіт". Встановлено вірогідне підвищення активності антиоксидантних ферментів і лізоцимної активності крові.

Ефективність ставкового рибництва значною мірою залежить від резистентності організму риб та їх стійкості до захворювань. Неповноцінна годівля риб, зокрема коропа, та порушення гідрохімічного режиму у ставах під час його вирощування призводить до зниження резистентності організму риб і виникнення у них хвороб, які негативно впливають на їх продуктивність. До таких хвороб належить краснухоподібне захворювання [1, 2]. Враховуючи здатність бактерій набувати резистентність до антибіотиків і попит на лікувальні препарати із

мінімальним негативним впливом на організм риб, актуальним є пошук нових ефективних препаратів, які б коригували імунну і антиоксидантну системи та не мали негативного впливу на організм риб [3]. З огляду на це проведено дослідження впливу імуностимулюючого препарату "Лактовіт" на організм риб. Це новий препарат, синтезований в Інституті біології тварин НААН, який рекомендовано застосовувати при інфекційних захворюваннях, проте вплив його на фізіологічний стан риб і обмін речовин в їхньому організмі не вивчено.