

Ribogospod. nauka Ukr., 2025; 3(73): 298-319
DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2025.03.298>
UDC [597-12:578]:639.371.52(477)

Received: 07.07.2025
Received in revised form: 11.08.2025
Accepted: 26.08.2025

CARP EDEMA VIRUS – A NEW THREAT TO UKRAINIAN CARP FARMING

Yu. Rud, rudziknew@ukr.net, ORCID ID 0000-0001-6927-5377, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv
L. Buchatsky, iridolpb@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-1350-7954, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. To conduct monitoring studies on the diagnosis of the emerging Carp Edema Virus in carp farms from different geographical zones of Ukraine, to investigate the circulation of the virus in full-system farms and to assess the consequences of infection for different age groups of carp and other sensitive species.

Methodology. Gill samples of common carp (*C. carpio*), koi carp (*C. carpio koi*), silver and bighead carp hybrid (*H. molitrix* × *H. nobilis*) and grass carp (*C. idella*) from 16 regions of Ukraine were examined for the presence of a specific sequence of the CEV virus *p4a* gene fragment by nested PCR.

Findings. 34 gill samples from different age groups of common carp (24), silver and bighead carp hybrids (7) and grass carp (3) were analyzed. 19 samples from 14 regions of Ukraine were positive for the virus. Among the positive samples, clinical signs of the disease, such as gill discoloration, gill tissue necrosis, atypical lethargic behavior and sunken eyes, were present in 11 samples. When the virus was detected in broodstock, larvae or fry of carp, CEV was almost guaranteed to retain its presence in older age groups of fish, including broodstock individuals. In addition to the CEV, 4 isolates of the SVCV were identified during the studies, 3 in common carp and 1 in silver and bighead carp hybrids. Cyprinid herpesvirus type 3 (CyHV-3) was not identified in any of the analyzed samples.

Originality. It was shown that the disease caused by CEV is widespread throughout Ukraine. The most characteristic signs of the disease are specific (lethargic) behavior of fish and necrosis of gill tissue, and the course of infection can also be

CARP EDEMA VIRUS — НОВА ЗАГРОЗА ДЛЯ ВІТЧИЗНЯНОГО КОРОПІВНИЦТВА

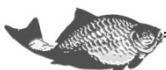
Ю. П. Рудь, rudziknew@ukr.net, ORCID ID 0000-0001-6927-5377, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ
Л. П. Бучацький, iridolpb@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-1350-7954, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

Мета. Провести моніторингові дослідження з діагностики емерджентного вірусу Carp Edema Virus (CEV) в коропових господарствах із різних географічних зон України, дослідити циркуляцію вірусу в повносистемних господарствах та оцінити наслідки інфекції для різних вікових груп коропа та інших чутливих видів.

Методика. Зразки зябер коропа звичайного (*C. carpio*), коропа кої (*C. carpio koi*), гібрида товстолобиків (*H. molitrix* × *H. nobilis*) та білого амура (*C. idella*) з 16 областей України були досліджені на наявність специфічної послідовності фрагмента гена *p4a* вірусу CEV методом вкладеної ПЛР.

Результати. Проаналізовано 34 зразки зябер від різновікових груп коропа звичайного (24), товстолобика (7) та білого амура (3). Позитивними на вірус виявились 19 зразків із 14 областей України. Серед позитивних зразків, клінічні ознаки захворювання, такі як зміна забарвлення зябер, некроз зябрової тканини, нетипова летаргічна поведінка та запалі очі, були присутні у риб з 11 зразків. При виявленні вірусу у плідників, личинок або мальків коропа, CEV практично гарантовано зберігає свою присутність у старших вікових групах риби, включно з особинами ремонтно-маточного стада. Окрім вірусу CEV, у ході досліджень було ідентифіковано 4 ізоляти вірусу весняної віремії коропа (SVCV), 3 — у коропа та 1 — у товстолобика. В жодному з проаналізованих зразків не було ідентифіковано вірус герпесу 3-го типу (CyHV-3).

Наукова новизна. Показано, що захворювання, спричинене CEV, поширене на всій



asymptomatic. In addition to common carp and koi carp, a hybrid of silver carp was also susceptible to the virus, mortality can reach 15–20%. In full-system carp farms, the CEV virus can be identified in all age groups of carp during the growing season. For the first time, a case of CEV infection has been recorded, which caused significant mortality among ornamental koi carp in Ukraine.

Practical Value. Data on epizootic monitoring of the emerging CEV and its spread in carp farms from different geographical zones of Ukraine are presented. Clinical signs of CEV infection and a method for diagnosing the virus, which can be used by specialists to identify the disease, are described. The virus circulates among different age groups of carp in full-system farms, therefore monitoring of the disease should be carried out at different stages of the production cycle. The consequences of CEV infection for fish farms are assessed, the ways of virus transmission and the reasons for its rapid spread in Ukraine are analyzed.

Keywords: carp poxvirus, CEV, diagnostics, Ukraine, disease spread.

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

Carp Edema Virus (CEV) or carp pox virus belongs to the Poxviridae family. This is a large DNA-containing virus that causes Koi sleepy disease (KSD or Carp edema virus disease (CEVD)), which was first characterized in ornamental koi carp (*Cyprinus carpio koi*) [1]. The disease spreads very quickly in aquaculture and is now found in carp farms in Europe, Asia and North America [2–10]. In Ukraine, CEV was first identified in 2018 in common carp (*Cyprinus carpio*), and later in a hybrid of silver carp and bighead carps (*Hypophthalmichthys molitrix* × *Hypophthalmichthys nobilis*) [11]. Grass carp

території України. Найхарактернішими його ознаками є специфічна (летаргічна) поведінка риби та некроз зябрової тканини, також перебіг інфекції може бути безсимптомним. Окрім звичайного коропа та коропа кої, до вірусу також чутливий гібрид товстолобика, смертність може сягати 15–20%. У повносистемних коропових господарствах вірус CEV може ідентифікуватися у всіх вікових груп коропа упродовж вегетаційного сезону. Вперше зафіксовано випадок CEV-інфекції, яка спричинила значну смертність серед декоративних коропів кої в Україні.

Практична значимість. Наведено дані щодо епізоотичного моніторингу емерджентного вірусу CEV та його поширення в коропових господарствах із різних географічних зон України. Описано клінічні ознаки CEV-інфекції та метод діагностики вірусу, який може бути використаний фахівцями для ідентифікації захворювання. Показано, що вірус циркулює серед різновікових груп коропа в повносистемних господарствах, тому моніторинг захворювання необхідно проводити на різних етапах виробничого циклу. Оцінено наслідки CEV-інфекції для рибницьких господарств, проаналізовано шляхи передачі вірусу та причини його швидкого поширення в Україні.

Ключові слова: вірус віспи коропа, CEV, діагностика, поширення захворювання.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Carp Edema Virus (CEV), або вірус віспи коропа, належить до родини Poxviridae. Це великий ДНК-вмісний вірус, що спричиняє сонну хворобу у коропових (з англ. *Koi sleepy disease* — KSD, або *Carp edema virus disease* — CEVD), яка була вперше охарактеризована у декоративних коропів кої (*Cyprinus carpio koi*) [1]. Захворювання дуже швидко поширилося в аквакультурі і на сьогодні зустрічається в коропових господарствах Європи, Азії та Північної Америки [2–10]. В Україні вірус CEV було вперше ідентифіковано в 2018 р. у коропа звичайного (*Cyprinus carpio*), а згодом й у гібрида строкатого та біло-



(*Ctenopharyngodon idella*) and other cyprinids are also susceptible to the virus, in which the disease is asymptomatic. [12–13]. Potential vectors of the virus may include bleak (*Alburnus alburnus*), crucian carp (*Carassius carassius*), European perch (*Perca fluviatilis*), Prussian carp (*Carassius gibelio*), roach (*Rutilus rutilus*), and tench (*Tinca tinca*) [14].

CEV suppresses immunity and leads to the development of opportunistic bacterial infections, as a result of which fish mortality can reach up to 100% [15–16]. The virus induces a stress response, increasing cortisol and glucose levels in blood plasma, and modulates the adaptive immune response, which depends on the level of viral load and accordingly affects the development of the disease [17]. In infected fish, the count of monocytes increases, the count of lymphocytes decreases, and phagocytic activity increases [18]. The antiviral immune response of carp is accompanied by the production of class I interferons (IFN), activation of cytotoxic cells and synthesis of antibodies by B cells [19].

The main target organ for CEV is the gills. The virus causes physiological, immunological and metabolic disorders of the respiratory process, accompanied by changes in osmotic balance and accumulation of ammonia in the blood [20]. The virus causes disease in carp in a fairly wide range of water temperatures, from +2 to +28°C [21].

го товстолобиків (*Hypophthalmichthys molitrix* × *Hypophthalmichthys nobilis*) [11]. До вірусу також чутливий білий амур (*Ctenopharyngodon idella*) та інші коропові, у яких захворювання проходить без симптомів [12–13]. Потенційними векторами вірусу можуть бути верховодка звичайна (*Alburnus alburnus*), карась (*Carassius carassius*), окунь європейський (*Perca fluviatilis*), карась сріблястий (*Carassius gibelio*), плітка (*Rutilus rutilus*) та лин (*Tinca tinca*) [14].

CEV пригнічує імунітет і призводить до розвитку опортуністичних бактеріальних інфекцій — як наслідок, смертність риби може сягати до 100% [15–16]. Вірус індукує стресову реакцію, підвищуючи рівень кортизолу та глюкози в плазмі крові, та модулює адаптивну імунну відповідь, яка залежить від рівня вірусного навантаження та, відповідно, впливає на розвиток захворювання [17]. У інфікованої риби збільшується кількість моноцитів, зменшується кількість лімфоцитів та посилюється фагоцитарна активність [18]. Протівірусна імунна відповідь коропа супроводжується виробленням інтерферонів I класу (IFN), активацією цитотоксичних клітин та синтезом антитіл В-клітинами [19].

Основним органом-мішенню для вірусу CEV є зябра. Вірус спричиняє фізіологічні, імунологічні та метаболічні порушення дихального процесу, що

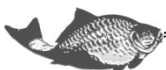
супроводжується змінами осмотичного балансу та накопиченням аміаку в крові [20]. Вірус спричиняє захворювання у коропа за досить широкого діапазону температури води — від +2 до +28°C [21].

HIGHLIGHT OF THE EARLIER UNRESOLVED PARTS OF THE GENERAL PROBLEM. AIM OF THE STUDY

Outbreaks of CEV infection occur under the influence of stress factors, such as

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Спалахи CEV-інфекції відбуваються за впливу стресових чинників, таких як пригнічення імунітету внаслідок інфек-



suppression of immunity due to infectious diseases or invasions, feeding fish with low-quality feeds, unsatisfactory water and reservoir quality, and non-compliance with sanitary and veterinary measures. Questions remain unresolved regarding the nature of virus transmission, the susceptibility of different age groups of carp and other susceptible species to the virus, the manifestation of acute and latent infections, and the recording of the highest mortality due to the disease on farms during the growing season.

The aim of the work was to conduct monitoring studies on the diagnosis of the emerging CEV virus in carp farms from different geographical zones of Ukraine, to investigate the circulation of the virus in full-system farms and to assess the consequences of infection for different age groups of carp and other susceptible species grown in polyculture.

MATERIALS AND METHODS

Samples. In 2023–2024, gill samples were collected from common carp (*C. carpio*), silver and bighead carp hybrid (*H. molitrix* × *H. nobilis*), and grass carp (*C. idella*) in domestic carp farms from different geographical zones of Ukraine (Table 1). Gills were collected from individual fish into sterile 15 cm³ polypropylene tubes (CELLSTAR®, Greiner Bio-One) with cold phosphate-buffered saline (pH 7.4) (Gibco). Fish samples of 0+ (weight range 25–50 g), 1+ (weight range 250–700 g) and 2+ (weight range 700–2000 g) fish were pooled (n=5), and samples of larvae and cyprinid fry were taken in an amount of 20 ind./pool. The samples were transported to the laboratory at a temperature of +4 to +8°C and preserved for further research. Samples were tested for the presence of specific sequences of CEV and cyprinid herpesvirus type 3 (CyHV-3) using polymerase chain reaction (PCR). For the diagnosis of spring viremia virus of

ційних захворювань або інвазій, годівлі риби низькоякісним кормом, незадовільного стану якості води та водойми, недотримання санітарно-ветеринарних заходів. Невирішеними залишаються питання щодо характеру передачі вірусу, сприйнятливості різних вікових груп коропа та інших чутливих видів до вірусу, прояву гострої та перебігу латентної інфекції та фіксації найбільшої смертності внаслідок захворювання на господарствах упродовж вегетаційного сезону.

Метою роботи було проведення моніторингових досліджень з діагностики емерджентного вірусу CEV в коропових господарствах із різних географічних зон України, дослідження циркуляції вірусу в повносистемних господарствах та оцінка наслідків інфекції для різних вікових груп коропа й інших чутливих видів, що вирощуються в полікультурі.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Зразки. У 2023–2024 рр. було зібрано зразки зябер у коропа звичайного (*C. carpio*), гібрида товстолобиків (*H. molitrix* × *H. nobilis*) та білого амура (*C. idella*) у вітчизняних коропових господарствах із різних географічних зон України (табл. 1). Зябра відбирали у окремих риб в стерильні поліпропіленові пробірки («CELLSTAR»®, «Greiner Bio-One») об'ємом 15 см³ з холодним фосфатно-сольовим буфером (pH = 7,4) («Gibco»). Зразки риби віком 0+ (діапазон маси — 25–50 г), 1+ (діапазон маси — 250–700 г) та 2+ (діапазон маси — 700–2000 г) об'єднували у пул (n=5), а зразки личинок та мальків коропових відбирали у кількості 20 шт./пул. Зразки транспортували до лабораторії при температурі від +4 до +8°C та фіксували для подальших досліджень. Зразки були досліджені на наявність специфічної послідовності вірусу CEV та вірусу герпесу коропових 3 типу (CyHV-3) за



carp (SVCV) the cell culture method was used by studying the collected material on EPC (*Epithelioma Papulosum Cyprini*, ATCC CRL-2872) and FHM (Fathead minnow, ATCC CCL 42) cells and further analysis by PCR with cytopathic effect (CPE) fixation [22].

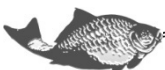
Nucleic acid extraction. Homogenates (10%, w/v) of collected samples were used for total DNA extraction. DNA was purified using the Quick-DNA™ Miniprep Kit (Zymo Research) as described in the manufacturer's protocol for DNA extraction from tissues. DNA samples were stored for several days at +4°C and frozen for further manipulations.

PCR. To identify the CEV virus, nested PCR was used to amplify the *p4a* gene region. PCR was performed in a Pq Star gradient thermal cycler (PqLab). The amplification program included initial denaturation at +95°C for 10 minutes, followed by 40 cycles of denaturation at +95°C for 30 seconds, primer annealing at +55°C for 30 seconds, synthesis at +68°C for 1 minute, and an additional synthesis cycle at +68°C for 10 minutes at the end of the program. For the first round of nested PCR, the primers CEV forB 5'-ATGGAGTATC-CAAAGTACTTAG-3' and CEV revJ 5'-CTCTTCACTATTGTGACTTTG-3' were used. In the second round, the primers CEV ForB-int 5'-GTTATCAATGAAATTGTGTATTG-3' and CEV RevJ-int 5'-TAGCAAAGTACTACCTCATCC-3' were used [23]. The reaction mixture with a total volume of 25 µl included: 12.5 µl of prepared mix of DNA polymerase, buffer and dNTP (New England BioLabs), 1 µl each of forward and reverse primers (Metabion), water free from (New England Bi-

допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Для діагностики вірусу весняної віремії коропа (SVCV) був використаний метод культури клітин шляхом дослідження зібраного матеріалу на клітинах EPC (*Epithelioma Papulosum Cyprini*, ATCC CRL-2872) та FHM (Fathead minnow, ATCC CCL 42) та подальшого аналізу за допомогою ПЛР при фіксації цитопатичної дії (ЦПД) [22].

Екстракція нуклеїнових кислот. Для екстракції загальної ДНК використовували гомогенати (10%, w/v) зібраних зразків. ДНК очищували за допомогою набору Quick-DNA™ Miniprep Kit («Zymo Research»), як описано в протоколі виробника щодо екстракції ДНК з тканин. Зразки ДНК зберігали протягом кількох діб при температурі +4°C та заморожували для подальших маніпуляцій.

ПЛР. Для ідентифікації вірусу CEV використовували вкладену (гніздову) ПЛР, ампліфікуючи ділянку гена *p4a*. ПЛР проводили в градієнтному термоциклері Pq Star («PqLab»). Програма ампліфікації включала початкову денатурацію при +95°C упродовж 10 хв, а потім 40 циклів денатурації при +95°C — 30 с, відпау праймерів при +55°C — 30 с, синтезу при +68°C — 1 хв, та додаткового циклу синтезу при +68°C — 10 хв наприкінці програми. Для першого раунду вкладеної ПЛР використовували праймери CEV forB 5'-ATGGAGTATCCAAAGTACTTAG-3' та CEV revJ 5'-CTCTTCAC-TATTGTG ACTTTG-3'. У другому раунді використовували праймери CEV ForB-int 5'-GTTATCAATGAAATTTGTGTATTG-3' та CEV RevJ-int 5'-TAGCAAAGTACTACCTCATCC-3' [23]. До складу реакційної суміші загальним об'ємом 25 мкл входили: 12,5 мкл підготовленого міксу з ДНК-полімери-зи, буферу та дНТФ («New England



oLabs) – 8.5 µl and purified DNA – 2 µl. The amplified reaction products (528 bp in the 1st round and 478 bp in the 2nd round) were separated by electrophoresis in a 2% agarose gel CSL-AG (Cleaver Scientific) with ethidium bromide (1 µl/ml) (Serva) in Tris-acetate buffer with EDTA (Cleaver Scientific) and visualized using a UV transilluminator (Vilber Lourmat). Viral load results are presented by the identification of virus-specific DNA in the first or second rounds of PCR. Visualization of 528 bp amplicons after the first round of nested PCR indicated a high concentration of viral DNA in the original samples, indicating an acute course of infection. The presence of amplicons of 478 bp in the 2nd round of PCR indicated a latent course of infection or a low to moderate number of viral DNA copies. Identification of the CyHV-3 virus was performed using specific primers to viral ORF89, as previously described [24].

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

In order to establish the epizootic situation regarding the CEV virus, monitoring studies were carried out on individual carp farms in 16 regions of Ukraine. A total of 34 gill samples were collected from different age groups of common carp (24), silver and bighead carp hybrids (7), and grass carp (3). In total, 19 samples from 14 regions of Ukraine (Khmelnyskyi, Odesa, Mykolaiv, Vinnytsia, Zhytomyr, Kirovohrad, Cherkasy, Ternopil, Chernivtsi, Rivne, Lviv, Chernihiv, Kyiv, and Zakarpattia) were tested positive for the virus (Fig. 1)

The virus was not identified in 15 sam-

BioLabs»), по 1 мкл прямого та зворотнього праймерів («Metabion»), вода вільна («New England BioLabs») — 8,5 мкл, та очищена ДНК — 2 мкл. Ампліфіковані продукти реакції (528 п.н. у 1-му раунді та 478 п.н. у 2-му раунді) розділяли за допомогою електрофорезу в 2% агарозному гелі CSL-AG («Cleaver Scientific») із бромистим етидієм (1 мкл/мл) («Serva») у трис-ацетатному буфері з ЕДТА («Cleaver Scientific») та візуалізували за допомогою УФ-трансілюмінатора («Vilber Lourmat»). Результати вірусного навантаження представлені ідентифікацією вірус-специфічної ДНК в першому або другому раундах ПЛР. Візуалізація ампліконів розміром 528 п.н. після першого раунду вкладеної ПЛР демонструвала високу концентрацію вірусної ДНК у вихідних зразках, що свідчило про гострий перебіг інфекції. Наявність ампліконів розміром 478 п.н. у 2-му раунді ПЛР свідчила про латентний перебіг інфекції або про низьку чи помірну кількість копій вірусної ДНК. Ідентифікацію вірусу CyHV-3 проводили за використання специфічних праймерів до вірусної *ORF89*, як описано раніше [24].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Із метою встановлення епізоотичної ситуації щодо вірусу CEV були здійснені моніторингові дослідження на окремих корошових господарствах у 16 областях України. Загалом було зібрано 34 зразки зябер від різновікових груп коропа звичайного (24), гібридів товстолобика (7) та білого амура (3). Позитивними на вірус виявились 19 зразків із 14 областей України (Хмельницька, Одеська, Миколаївська, Вінницька, Житомирська, Кіровоградська, Черкаська, Тернопільська, Чернівецька, Рівненська, Львівська, Чернігівська, Київська та Закарпатська) (рис. 1).



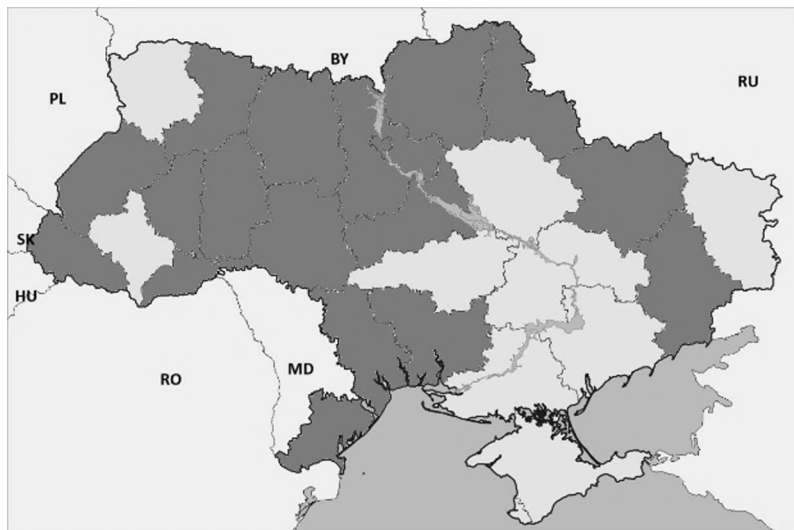


Fig. 1. Geographic distribution of carp pox virus (CEV) isolates isolated from common carp (*C. carpio*) and silver and bighead carp hybrids (*H. molitrix* × *H. nobilis*) in Ukraine during 2018-2024: regions where the virus was identified are marked in dark color

ples, including all samples taken from grass carp, 3 samples from silver and bighead carp hybrids, and 9 samples of common carp from 10 regions (Volyn, Rivne, Lviv, Ivano-Frankivsk, Khmelnytsk, Zakarpattia, Zhytomyr, Kyiv, Sumy, and Cherkasy). The results of studies on virus identification in farms are presented in Table 1.

The virus was detected in different age groups of common carp and silver and bighead carp hybrids. The virus was most often present in samples of age-1+ fish and marketable age-2+ common carp. Only three samples of age-0+ common carp were found to be infected with the CEV virus. Among the positive samples, clinical signs of disease, such as gill discoloration, gill tissue necrosis, atypical lethargic behavior, and sunken eyes, were present in fish from 11 samples. Among them, only in 6 samples of common carp and 10 samples of silver and bighead carp hybrids, virus identification occurred in the first round of nest PCR, which indicated a high virus titer and the course of an acute viral infection.

У 15 зразках вірус не було ідентифіковано, в тому числі у всіх зразках, відібраних у білого амура, 3-х зразках від гібридів товстолобика та 9-ти — від коропа з 10 областей (Волинська, Рівненська, Львівська, Івано-Франківська, Хмельницька, Закарпатська, Житомирська, Київська, Сумська та Черкаська). Результати досліджень щодо ідентифікації вірусу в господарствах представлено в таблиці 1.

Вірус було виявлено у різновікових груп коропа та товстолобика. Найчастіше вірус був присутній у зразках риби віком 1+ та товарного коропа 2+. Тільки три зразки цього літока коропа 0+ виявились інфікованими вірусом CEV. Серед позитивних зразків, клінічні ознаки захворювання, такі як зміна забарвлення зябер, некроз зябрової тканини, нетипова летаргічна поведінка та запалі очі, були присутні у риб із 11 зразків. Серед них лише у 6-ти зразків коропа та 10-го зразка товстолобика ідентифікація вірусу відбувалася в першому раунді гніздової ПЛР, що свідчило про високий

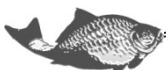


Table 1. Identification of CEV virus of common carp (*C. carpio*) and silver and bighead carp hybrid (*H. molitrix* × *H. nobilis*) in Ukrainian fish farms in the period 2023–2024

Isolate	Region	Date	Host, age	Fish weight, g	Clinical signs	Mortality/ Morbidity, %	PCR 1st round	PCR 2st round	Other viruses	T, °C water
UKR35	Khmelnysk	02/2023	Common carp 0+	50.0	+	10-15	-	+	-	+2
UKR36	Odesa	05/2023	Common carp 1+	500.0	+	20	+	+	-	+17
UKR37	Khmelnysk	05/2023	Silver and bighead carp hybrid 1+	550.0	+	35-40	-	+	SVCV	+12
UKR38	Mykolaiv	06/2023	Common carp 1+	150.0	-	5-10	-	+	-	+22
UKR39	Vinnitsya	06/2023	Common carp 1+	600.0	+	20-25	+	+	-	+21
UKR40	Zhytomyr	07/2023	Common carp 0+	210.0	-	5-10	-	+	-	+23
UKR41	Kirovohrad	08/2023	Common carp 1+	450.0	-	10-15	-	+	-	+27
UKR42	Cherkasy	08/2023	Common carp 1+	1670.0	+	10-15	+	+	-	+25
UKR43	Ternopol	09/2023	Common carp 1+	435.0	+	5-10	-	+	-	+19
UKR44	Ternopol	09/2023	Common carp 2+	1940.0	+	45-50	+	+	-	+19
UKR45	Odesa	04/2024	Silver and bighead carp hybrid 1+	210.0	+	5-10	+	+	-	+10
UKR46	Chernivtsy	04/2024	Common carp 0+	30.0	-	15-20	-	+	SVCV	+9
UKR47	Rivne	05/2024	Silver and bighead carp hybrid 1+	348.0	-	5-10	-	+	-	+12
UKR48	Vinnitsya	06/2024	Silver and bighead carp hybrid 1+	513.0	-	5-10	-	+	-	+17
UKR49	Rivne	06/2024	Common carp 1+	350.0	+		-	+	-	+17
UKR50	Lviv	06/2024	Common carp 1+	1550.0	+	15-20	+	+	SVCV	+15
UKR51	Chernihiv	07/2024	Common carp 1+	1830.0	-	35-40	+	+	-	+26
UKR52	Kyiv	08/2024	Common carp koi 4+	2560.0	-	47-50	-	+	-	+23
UKR53	Zakarpattia	10/2024	Common carp 2+	2440.0	+	15-20	+	+	SVCV	+17



However, in 4 carp samples with clinical signs, the virus was identified only in the second round of PCR, which may indicate the onset of the acute stage of infection, when the virus titer was not yet high.

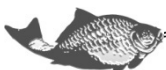
CEV was identified in 6 common carp samples and 2 silver and bighead carp hybrid samples without clinical signs of disease, while in one common carp sample the virus was diagnosed in the first round of PCR (Table 1). In general, virus identification in asymptomatic fish is quite common because the adaptability of the virus allows it to remain in a latent state. Moreover, as our studies have shown, virus identification in fish without clinical signs of the disease can occur in the first round of PCR, which indicates a significant viral load and the presence of specific viral DNA in large quantities. Thus, a correlation between the presence of clinical signs of disease and the diagnosis of the virus in the first round of PCR can be established, but the fact that asymptomatic fish can have a high titer of virus is also established. The development of clinical signs of the disease in fish may depend on both the condition of the fish itself and the environment, as well as the genotype of the virus. In previous monitoring studies conducted during 2018–2022, we identified 34 virus isolates, 12 of which had pronounced clinical signs of CEV infection [11]. In most cases, clinical signs of the disease were associated with the presence of a virus isolate from genogroup I (G_I), but sometimes isolates from genogroup IIb (G_IIb) were also found. In this work, we did not conduct a study of the nucleotide sequences of the isolated isolates, therefore their genotype has not yet been established.

Of the 19 virus-positive samples, 1 sample should be selected, which was taken from ornamental koi carp (4+). The outbreak of infection occurred on a private

титр вірусу та перебіг гострої вірусної інфекції. Натомість, у 4 зразків коропа з присутніми клінічними ознаками вірус було ідентифіковано тільки у другому раунді ПЛР, що може свідчити про початок гострої стадії інфекції, коли титр вірусу ще був невисоким.

Вірус CEV було ідентифіковано у 6-ти зразках коропа та 2-ох зразках товстолобика без клінічних ознак захворювання, при цьому у одному зразку коропа вірус діагностували у першому раунді ПЛР (див. табл. 1). Загалом, ідентифікація вірусу у безсимптомної риби відбувається досить часто, оскільки пристосованість вірусу дозволяє йому перебувати в латентному стані. Крім того, як показали наші дослідження, ідентифікація вірусу у риби без клінічних ознак захворювання може відбуватися і в першому раунді ПЛР, що свідчить про значне вірусне навантаження та присутність специфічних вірусних ДНК у великій кількості. Таким чином, кореляція між наявністю клінічних ознак захворювання та діагностикою вірусу в першому раунді ПЛР може бути встановлена, але факт того, що у безсимптомної риби може виявитися високий титр вірусу, також встановлено. Розвиток клінічних ознак захворювання у риби може залежати як від стану власне риби і навколишнього середовища, так і від генотипу вірусу. В попередніх моніторингових дослідженнях, які проводилися упродовж 2018–2022 рр., нами було ідентифіковано 34 ізоляти вірусу, 12 з яких виявилися з яскраво вираженими клінічними ознаками CEV-інфекції [11]. У більшості випадків клінічні ознаки захворювання були пов'язані з присутністю ізоляту вірусу з геногрупи I (G_I), але інколи траплялися й ізоляти з геногрупи IIb (G_IIb). У цій роботі ми не проводили дослідження нуклеотидних послідовностей виділених ізолятів, тому поки що їх генотип не встановлено.

Із 19 позитивних на вірус зразків



farm, resulting in a mortality rate of 47% of ornamental carp ($n=27$). It is worth noting that in the same water body there were groups of koi carp and common carp of different ages, and mortality was observed only in adult ornamental carp. Clinical signs of the disease were present in only a few individuals, and the virus was identified only in the second round of PCR (Fig. 2).

This is the first case of CEV infection, which caused significant mortality among ornamental koi carp in Ukraine, therefore it is very important to involve not only specialized commercial carp farms, but also aquarium subjects specializing in the cultivation of ornamental koi carp, in monitoring the virus.

In this study, 7 samples of silver and bighead carp hybrids were selected and processed, of which 4 were CEV-positive. In three cases, mortality was not high and averaged 5-10%. In one case, SVCV was identified alongside CEV, which we believe was the cause of high mortality in these hybrids, which was 35-40%. A similar mortality situation was observed in common carp, and a moderate level of mortality was observed in fish in which, together with the CEV virus, the SVCV virus was also identified (average mortality rate at 20%). The highest mortality rate of common carp due to CEV infection

слід виділити 1 зразок, який був відібраний від декоративних коропів кої (4+). Спалах інфекції відбувся на приватному господарстві, внаслідок чого смертність декоративних коропів склала 47% ($n=27$). Варто зазначити, що в одній водоймі перебували різновікові групи коропа кої та коропа звичайного, а смертність спостерігали тільки у дорослих особин декоративних коропів. Клінічні ознаки захворювання були присутні лише у декількох особин, а вірус ідентифікувався тільки у другому раунді ПЛР (рис. 2).

Це перший випадок фіксації CEV-інфекції, яка спричинила значну смертність серед декоративних коропів кої в Україні, тому дуже важливим є залучення до проведення моніторингу вірусу не тільки спеціалізованих товарних коропових господарств, а й суб'єктів акваріумістики, що спеціалізуються на вирощуванні декоративних коропів кої.

У даному дослідженні було відібрано та опрацьовано 7 зразків гібридів товстолобика, з яких 4 виявилися CEV-позитивними. У трьох випадках смертність була невисокою і становила в середньому 5–10%. У одному випадку, поруч з вірусом CEV, було ідентифіковано вірус SVCV, який, на нашу думку, став причиною високої смертності товстолобика (35–40%). Схожа ситуація зі смертністю спостерігалася у коропа:

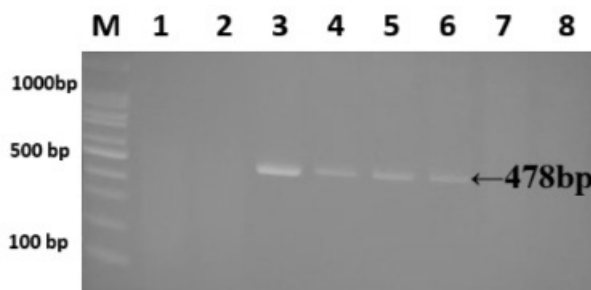


Fig. 2. Identification of CEV in ornamental koi (*C. carpio koi*) by nested PCR. The virus was identified in the second round of PCR: the size of the amplicons is 478 bp (© Rud, Yu.)



was observed in Chernihiv, Ternopil, and Vinnytsia regions, with mortality of different age groups of which reached 50% (Table 1).

In addition to CEV, we identified 4 isolates of SVCV, 3 in common carp and 1 in silver and bighead carp hybrids. Cytoplasmic herpesvirus 3 (CyHV-3) was not identified in any of the samples analyzed.

Since CEV infection is temperature-dependent, but the virus can manifest itself at a very wide range of temperatures, we analyzed the effect of elevated temperatures on the course of infection. Mainly in the summer months, when the water temperature reached 26–28°C, symptoms of the disease were observed on farms, namely, cases of common carp mortality with characteristic signs of damage to the gill tissue and asphyxia (rapid breathing, active rising to the surface of the water and gasping for air) were recorded (Figure 3).

It should be noted that the number of dead fish with characteristic signs of infection increased significantly when the water temperature rose above 25°C. In recent years, there has been an increase in the average daily temperature during the summer months, which required increased control of the hydrochemical parameters of water

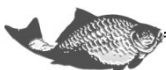
так, помірний рівень смертності спостерігали у риби, у якої разом з вірусом CEV було ідентифіковано й вірус SVCV (середній показник смертності перебував на рівні 20%). Найвищий рівень смертності коропа внаслідок CEV-інфекції спостерігали в Чернігівській, Тернопільській та Вінницькій областях, загибель різновікових груп коропа сягала 50% (див. табл. 1).

Окрім вірусу CEV, в ході досліджень нами було ідентифіковано 4 ізоляти вірусу SVCV: 3 у коропа та 1 у товстолобика. В жодному з проаналізованих зразків не було ідентифіковано вірус герпесу 3 типу (CyHV-3).

Оскільки CEV-інфекція є термозалежною, але при цьому вірус може проявлятися за дуже широкого діапазону температур, ми проаналізували вплив підвищених показників температури на перебіг інфекції. В основному в літні місяці, коли температура води сягала 26–28°C, на господарствах спостерігали прояви симптомів захворювання — зокрема, відмічалися випадки смертності коропа з характерними ознаками ураження зябрової тканини та асфіксією (прискорене дихання, активне підняття до поверхні води та хапання ротом повітря) (рис. 3).



Fig. 3. Characteristic signs of CEV infection in common carp: necrosis of gill tissue (© Rud, Yu.)



in fishery reservoirs. First of all, the decrease in the level of dissolved oxygen in the water due to increased air temperature and insufficient water exchange affects the general physiological condition of the fish, which under such conditions experience stress and, accordingly, the viral infection can enter an acute period, causing mortality.

In order to study the circulation of the virus on a full-system farm, we conducted a screening on one of the specialized carp farms, where the virus was first identified in 2019 [11]. Different age groups of common carp were studied, namely brood fish and their eggs and sperm (eggs and sperm were collected before spawning), larvae after natural spawning and artificial incubation (at the stages of initial swim bladder filling and 10–11 days after hatching, length 6–11 mm), age-0+, age-1+, age-2+, and age-3+ fish. The results of the studies are presented in Table 2.

As the results of the study, the virus was identified in all age groups throughout the growing season. The virus was detected in gill samples taken from dead brood fish during grading at a time when fish mortality was observed at 5–10%. The condition of the fish was unsatisfactory, the fish did not respond to mechanical irritations, was inactive, excessive mucus secretion was observed on the skin and gills. Moreover, the causative agent of chilodonellosis (*Chilodonella cyprini*) was discovered, which could affect the condition of the fish. When examining eggs and sperm, the virus was not detected, so in this case, vertical transmission of the virus was not recorded.

In a study of carp larvae, the virus was detected in high titer in larvae obtained through natural spawning. Virus identification in the first round of PCR was accompanied by high larval mortality, which

Зауважимо, що кількість загиблї риби з характерними ознаками інфекції значно збільшувалась при зростанні температури води понад 25°C. Останніми роками відмічається збільшення середньодобової температури упродовж літніх місяців, що вимагає посиленого контролю гідрохімічних показників у рибогосподарських водоймах. Насамперед, зниження рівня розчиненого у воді кисню у зв'язку з підвищенням температури повітря та недостатнім водообміном впливає на загальний фізіологічний стан риби, яка за таких умов зазнає стресу і, відповідно, вірусна інфекція може переходити в гострий період, спричиняючи смертність.

З метою вивчення циркуляції вірусу на повносистемному господарстві нами було проведено скринінг на одному зі спеціалізованих господарств із вирощування коропа, на якому вірус вперше було ідентифіковано у 2019 р. [11]. Досліджено різновікові групи коропа, а саме плідники та їхні статеві продукти (ікра та молоки, відібрані перед нерестом), личинки після природного нересту та штучної інкубації (на стадіях початкового наповнення плавального міхура та 10–11 діб від викльову, довжина 6–11 мм), цьоголітки (0+), дволітки (1+), товарний короп (2+) та чотирилітки (3+). Результати проведених досліджень представлено в таблиці 2.

Як показали результати проведених досліджень, вірус ідентифікується у всіх вікових груп коропа упродовж вегетаційного сезону. Вірус було виявлено в зразках зябер, відібраних від загиблих плідників під час проведення бонітування у той час, коли спостерігалась смертність риби на рівні 5–10%. Стан риби був незадовільним, риба не реагувала на механічні подразнення, була неактивна, на шкірі та зябрах спостерігали надмірне виділення слизу. Крім того, було виявлено збудник хілодонельозу



Table 2. Screening for CEV virus in different age groups of carp on a full-system specialized farm

Samples	Date	Fish weight, g	Clinical signs	Mortality/ Morbidity, %	PCR 1st round	PCR 2st round	Other viruses	T, °C water
Brood fish (grading)	02/2024	4500.0-5500.0	+	5-10	–	+	–	+5
Sperm	04/2024	–	–	–	–	–	–	+16
Eggs	04/2024	–	–	–	–	–	–	+16
Larvae Natural spawning	06/2024	0.05	–	85	+	+	–	+18
Artificial spawning	06/2024	0.05	–	25	–	+	–	+19
0+	08/2024	25.0	–	5-10	–	+	–	+25
1+	07/2025	430.0	+	10-15	+	+	–	+23
2+	10/2025	2550.0	–	5-10	–	+	–	+13
3+	10/2025	3670.0	–	5-10	–	+	–	+13

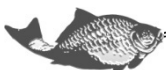
was over 85% (Table 2). In larvae obtained by artificial incubation, the virus was also identified, but only in the second round of PCR, and mortality was low. In our opinion, natural spawning is characterized by a higher risk of virus transmission from brood fish to offspring, in addition, spawning conditions may contribute to horizontal virus transmission, including various factors, including the characteristics of the aquatic environment.

During the growing season, the virus was diagnosed in all age groups of common carp within the production process (Table 2). Thus, at different times, from July to October, the virus was identified in age-0+, age-1+, age-2+, and age-3+ common carp. Since the production system of water bodies is interconnected and includes ponds for various purposes (growing, summer-brooding, wintering, spawning and feeding), the circulation of the virus on the farm is quite effective. Thus, when the virus is detected in brood fish, larvae or juveniles of common carp, CEV is almost guaranteed to remain present in older age groups of fish, including individuals for replacement and breeding. There are no natural barriers to prevent the spread of the

(*Chilodonella cyprini*), який міг вплинути на стан риби. При дослідженні статевих продуктів вірус не був виявлений, таким чином, в даному випадку вертикальна передача вірусу не зафіксована.

При дослідженні личинок коропа було виявлено вірус у високому титрі в личинках, отриманих шляхом природного нересту. Ідентифікація вірусу в першому раунді ПЛР супроводжувалася високою смертністю личинок, яка склала понад 85% (див. табл. 2). У личинок, отриманих шляхом штучної інкубації, вірус також було ідентифіковано, але тільки у другому раунді ПЛР, а смертність була низькою. На наш погляд, природний нерест характеризується більшим ризиком передачі вірусу від плідників нащадкам; до того ж, умови проведення нересту можуть сприяти горизонтальній передачі вірусу, включно із різними чинниками, в тому числі особливостями водного середовища.

Упродовж вегетаційного сезону вірус діагностувався у всіх вікових груп коропа в рамках виробничого процесу (див. табл. 2). Так, в різний час, в період від липня до жовтня вірус ідентифікували у цьоголіток (0+), дволіток (1+), триліток (2+) та чотириліток (3+) коро-



virus, the immunological response is not always effective, constant manipulations with fish, such as control catches or additional stocking, including fish from other farms, or the use of the same equipment in different areas contribute to the introduction of the virus and its spread.

When infecting fish, the virus spreads quite quickly between different age groups of carp and within a few years the farm becomes systemically infected. Since viral diseases in aquaculture are not treated, and in pond fish farming there are very limited opportunities to disinfect water bodies during the growing season, combating viral diseases at this stage is practically impossible. The incidence of fish disease due to CEV infection is increasing, as shown by the results of recent studies [25–26]. Also important is the fact that control over the movement of fish from farm to farm is not carried out properly, so fish seeds can easily be moved to any region in Ukraine, which negatively affects the epizootic situation in carp aquaculture and may also be the cause of increased morbidity [27]. According to international, regional and national regulations of various countries, the CEV virus is not yet mandatory for declaration, therefore its monitoring is not required by the relevant services, and research is conducted mostly for scientific purposes [28].

Fish gills play a leading role in respiration, excretion, and osmoregulation. Due to the complex interactions between these processes, gill diseases have serious consequences for the physiological state of fish. CEV virus is characterized by a clear tropism for the gill epithelium and can cause immunosuppressive effects that affect the deterioration of the resistance of the fish organism to opportunistic infections or invasions and increase the overall mortality of fish [29–32]. Global aquaculture pro-

па. Оскільки виробнича система водойм поєднана між собою і має у своєму складі стави різного призначення (вирощувальні, літньо-маточні, зимувальні, нерестові та нагульні) циркуляція вірусу на господарстві досить ефективна. Таким чином, при виявленні вірусу у плідників, личинок або мальків коропа, CEV практично гарантовано зберігає свою присутність у старших вікових групах риби, включно з особинами для ремонтно-маточного поголів'я. Природних бар'єрів для попередження поширення вірусу немає, імунологічна відповідь не завжди ефективна, постійні маніпуляції з рибою, як контрольні облови чи додаткове зариблення, в тому числі рибою з інших господарств, або використання одного й того ж інвентарю на різних дільницях сприяють інтродукції вірусу та його поширенню.

При інфікуванні риб, вірус досить швидко поширюється між різними віковими групами коропа і за кілька років господарство стає системно інфіковане. Оскільки вірусні захворювання в аквакультурі не лікуються, а в ставовому рибництві дуже обмежені можливості щодо дезінфекції водойм упродовж вегетаційного сезону, боротьба з вірусними захворюваннями на даному етапі практично неможлива. Захворюваність риби внаслідок CEV-інфекції, як показують результати останніх досліджень, зростає [25–26]. Також важливим є той факт, що контроль переміщення риби від господарства до господарства не проводиться належним чином, тому рибопосадковий матеріал можна легко перемістити в будь-яку точку України, що негативно впливає на епізоотичну ситуацію в карповій аквакультурі і може також бути причиною підвищеної захворюваності [27]. Згідно з міжнародними, регіональними та національними регламентами різних країн, вірус CEV поки що не є обов'язковим для деклару-



duction is growing annually, as is the population's need for animal protein and food security. Common carp is one of the most important freshwater fish in global aquaculture, which unfortunately suffers from numerous diseases, the most serious of which are viral. Carp herpesvirus (CyHV-3), carp spring viremia virus (SVCV) and now carp poxvirus (CEV) are currently the most dangerous viral diseases of carp.

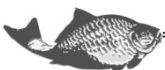
It is unknown how and when the CEV virus entered the territory of Ukraine. Most likely, the virus was introduced with ornamental koi carp or other carp breeds. The problem is that monitoring and control of the virus was not carried out until 2018, as there were no specific diagnostics for the virus, and the clinical manifestations of CEV infection were often similar to other diseases, which contributed to the incorrect identification of their etiology. According to the State Agency for the Development of Land Reclamation, Fisheries and Food Programs, there are about 3,000 aquaculture businesses in Ukraine, of which over 90% are engaged in carp breeding [33].

In Ukraine, the program to combat viral diseases in aquaculture is not properly funded, and the transportation of live fish is carried out practically without control by local laboratories or representatives of government organizations due to the lack of appropriate technological means. Accordingly, quarantine procedures on farms are mostly not implemented, and therefore the risk of CEV spreading throughout Ukraine is quite high. A slow but steady increase in average daily temperatures may play a significant role in the epizootic situation regarding the virus in the future, so virus control must be carried out constantly. CEV infection is not treatable, and stopping the transmission of the virus is almost impossible due to the characteristics of carp farms. Screening of carp farms

вання, відповідно, його моніторинг не вимагається відповідними службами, а дослідження проводяться здебільшого з науковою метою [28].

Зябра у риб виконують провідну роль у диханні, виділенні та осморегуляції. Через складні взаємодії між цими процесами, захворювання зябер мають серйозні наслідки для фізіологічного стану риб. Вірус CEV характеризується чіткою тропністю до зябрового епітелію та може спричиняти імуносупресивні наслідки, які впливають на погіршення опірності організму риб до опортуністичних інфекцій або інвазій та збільшують загальну смертність риб [29–32]. Світове виробництво аквакультури щорічно зростає, так само як і виникає потреба населення в білку тваринного походження та забезпечення продовольчої безпеки. Короп є однією з найважливіших прісноводних риб у світовій аквакультурі, який, на жаль, має численні захворювання, найсерйознішими з яких є вірусні. Герпесвірус коропа (CyHV-3), вірус весняної віремії коропа (SVCV) та нині вірус віспи коропа (CEV) є наразі найнебезпечнішими вірусними його захворюваннями.

Як і коли вірус CEV потрапив на територію України, невідомо. Найімовірніше, він був завезений разом із декоративним коропом кої або з іншими породами коропа. Проблема в тому, що моніторинг та контроль вірусу не проводилися до 2018 р., оскільки не було специфічних діагностиків для нього, а клінічні прояви CEV-інфекції часто були схожі на інші захворювання, що сприяло неправильній ідентифікації їхньої етіології. За даними Державного агентства з розвитку меліорації, рибальства та продовольчих програм, в Україні налічується близько 3000 суб'єктів господарювання в аквакультурі, з яких понад 90% займаються розведенням коропа [33].



engaged in the production of fish stocking material, including those with breeding status, will allow the creation of regional fish hatcheries that can be suppliers of uninfected fry, and together with the implementation of sanitary and veterinary measures, prevent the rapid spread of the disease.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

In Ukraine, CEV monitoring was started in 2018 and during this time the virus has been diagnosed in many farms. Research results in 2023–2024 indicate that the disease is widespread throughout Ukraine. The most characteristic signs of the disease caused by Ukrainian virus isolates (genogroups G_I and G_IIb) are specific (lethargic) behavior of the fish, necrosis of the gill tissue and sometimes the presence of ulcers and necrotic foci on the skin. When the virus is detected in broodstock, larvae or fry of common carp,

В Україні програма боротьби з вірусними захворюваннями в аквакультурі не фінансується належним чином, а перевезення живої риби здійснюється практично без контролю місцевих лабораторій або представників урядових організацій через відсутність відповідних технологічних засобів. Відповідно, карантинні процедури на фермах здебільшого не запроваджуються, а, отже, ризик поширення CEV територією України досить високий. Неабияку роль в епізоотичній ситуації щодо вірусу в майбутньому може відіграти повільне, але стабільне підвищення показників середньодобової температури, тому контроль вірусу необхідно проводити постійно. CEV-інфекція не лікується, а зупинити передачу вірусу практично неможливо через особливості корошових господарств. Скринінг корошових господарств, які займаються виробництвом рибопосадкового матеріалу, в тому числі з племінним статусом, дозволить створити регіональні риборозплідники, які можуть бути постачальниками неінфікованого зарибку, а разом із виконанням санітарно-ветеринарних заходів це дасть змогу запобігти швидкому поширенню захворювання.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

В Україні моніторинг CEV було розпочато в 2018 р. і за цей час вірус діагностовано в багатьох господарствах. Результати досліджень у 2023–2024 р. свідчать, що захворювання поширене на всій території України. Найхарактернішими ознаками хвороби, спричиненої українськими ізолятами вірусу (геногрупи G_I та G_IIb), є специфічна (летаргічна) поведінка риби, некроз зябрової тканини та інколи наявність виразок і некротичних осередків на шкірних покриттях. При виявленні вірусу у плідників, личинок або мальків



CEV is almost guaranteed to remain present in older age groups of fish. In addition to CEV, 4 isolates of SVCV were identified during the studies, 3 in common carp and 1 in silver and bighead carp hybrid. Cytoplasmic herpesvirus type 3 (CyHV-3) was not identified in any of the samples analyzed. In addition to common carp, a silver and bighead carp hybrid is also susceptible to the virus. In full-system carp farms, CEV can be identified in all age groups of common carp throughout the growing season. First recorded case of CEV infection causing significant mortality among ornamental koi in Ukraine.

CONFLICT OF INTEREST

There is no conflict of interest between the authors in this work.

SOURCES OF FUNDING

The work was carried out within the framework of funding for research work under the task 33.00.00.04F “Study of genome fragments of pathogens of infectious fish diseases for molecular epizootic control in aquaculture and ichthyocenoses of inland water bodies of Ukraine” of the Institute of Fisheries of the NAAS (state registration number 0121U108914).

REFERENCES

1. Swaminathan, T. R., Kumar, R., Dharmaratnam, A., Basheer, V. S., Sood, N., Pradhan, P. K., Sanil, N. K., Vijayagopal, P., & Jena J. K. (2016). Emergence of Carp Edema Virus in Cultured Ornamental Koi Carp, *Cyprinus carpio koi*, in India. *Journal of General Virology*, 97, 3392–3399. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000649>.
2. Way, K., Haenen, O., Stone, D., Adamek, M., Bergmann, S. M., Bigarré, L., Dis-

короба, CEV практично гарантовано зберігає свою присутність у старших вікових груп риби. Окрім вірусу CEV, в ході досліджень було ідентифіковано 4 ізоляти вірусу SVCV, 3 — у коропа та 1 — у товстолобика. В жодному з проаналізованих зразків не було ідентифіковано вірус герпесу 3-го типу (CyHV-3). Окрім коропа, до вірусу також чутливий гібрид товстолобика. В повносистемних корошових господарствах вірус CEV може ідентифікуватися у всіх вікових груп коропа упродовж вегетаційного сезону. Вперше зафіксовано випадок CEV-інфекції, яка спричинила значну смертність серед декоративних корошів кої в Україні.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

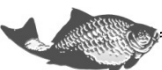
У даній роботі конфлікт інтересів авторів відсутній.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Робота виконана в межах фінансування науково-дослідної роботи за завданням 33.00.00.04Ф «Дослідження фрагментів геномів збудників інфекційних захворювань риб для молекулярно-епізоотичного контролю в аквакультурі та іхтіоценозах внутрішніх водоемів України» Інституту рибного господарства НААН (№ держреєстрації 0121U108914).

ЛІТЕРАТУРА

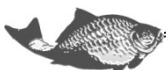
1. Emergence of Carp Edema Virus in Cultured Ornamental Koi Carp, *Cyprinus carpio koi*, in India / Swaminathan T. R. et al. // *Journal of General Virology*. 2016. Vol. 97. P. 3392—3399. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000649>.
2. Emergence of carp edema virus (CEV) and its significance to European common carp and koi *Cyprinus carpio* / Way K. et al. // *Diseases of Aquatic Organisms*. 2017. Vol. 126. P. 155—166.



- erens, N., El-Matbouli, M., Gjessing, M. C., Jung-Schroers, V., Leguay, E., Matras, M., Olesen, N. J., Panzarín, V., Piačková, V., Toffan, A., Vendramin, N., Vesel, T., & Waltzek, T. (2017). Emergence of carp edema virus (CEV) and its significance to European common carp and koi *Cyprinus carpio*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 126, 155-166. <https://doi.org/10.3354/dao03164>.
3. Lewisch, E., Gorgoglione, B., Way, K., El-Matbouli, M. (2015). Carp Edema Virus/Koi Sleepy Disease: An Emerging Disease in Central-East Europe. *Transboundary and Emerging Diseases*, 62(1), 6-12. <https://doi.org/10.1111/tbed.12293>.
 4. Jung-Schroers, V., Adamek, M., Teitge, F., Hellmann, J., Bergmann, S. M., Schütze, H., & Kleingeld, D. W., et al. (2015). Another Potential Carp Killer?: Carp Edema Virus Disease in Germany. *BMC Veterinary Research*, 11, 114. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0424-7>.
 5. Lovy, J., Friend, S., Al-Hussiney, L., & Waltzek, T. (2018). First Report of Carp Edema Virus in the Mortality of Wild Common Carp *Cyprinus carpio* in North America. *Diseases of Aquatic Organisms*, 131, 177-86. <https://doi.org/10.3354/dao03296>.
 6. Marsella, A., Pretto, T., Abbadi, M., Quartesan, R., Cortinovis, L., Fiocchi, E., Manfrin, A., & Toffan A. (2021). Carp Edema Virus-Related Mortality in Wild Adult Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Italy. *Journal of Fish Diseases*, 44(7), 939-947. <https://doi.org/10.1111/jfd.13353>.
 7. Radosavljevic, V., Adamek, M., Milicevic, V., Maksimovic-Zoric, J., & Steinhagen, D. (2018). Occurrence of Two Novel Viral Pathogens (CEV and CyHV-2) Affecting Serbian Cyprinid Aquaculture and Ichthyofauna. *Journal of Fish Diseases*, 41, 851-854. <https://doi.org/10.3354/dao03164>.
 3. Carp Edema Virus/Koi Sleepy Disease: An Emerging Disease in Central-East Europe / Lewisch E. et al. // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2015. Vol. 62(1). P. 6—12. <https://doi.org/10.1111/tbed.12293>.
 4. Another Potential Carp Killer?: Carp Edema Virus Disease in Germany / Jung-Schroers V. et al. // *BMC Veterinary Research*. 2015. Vol. 11. 114. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0424-7>.
 5. First Report of Carp Edema Virus in the Mortality of Wild Common Carp *Cyprinus carpio* in North America / Lovy J. et al. // *Diseases of Aquatic Organisms*. 2018. Vol. 131. P. 177—186. <https://doi.org/10.3354/dao03296>.
 6. Carp Edema Virus-Related Mortality in Wild Adult Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Italy / Marsella A. et al. // *Journal of Fish Diseases*. 2021. Vol. 44(7). P. 939—947. <https://doi.org/10.1111/jfd.13353>.
 7. Occurrence of Two Novel Viral Pathogens (CEV and CyHV-2) Affecting Serbian Cyprinid Aquaculture and Ichthyofauna / Radosavljevic V. et al. // *Journal of Fish Diseases*. 2018. 41. P. 851—854. <https://doi.org/10.1111/jfd.12789>.
 8. Carp Edema Virus Disease in Serbia — Disease out of Control / Radosavljevic V. et al. // *Archives of Veterinary Medicine*. 2021. Vol. 14(1). P. 37—52. <https://doi.org/10.46784/eavm.v14i1.261>.
 9. First Detection of Koi Herpesvirus and Carp Oedema Virus in Iraq Associated with a Mass Mortality in Common Carp (*Cyprinus carpio*) / Toffan A. et al. // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2020. Vol. 67. P. 523—528. <https://doi.org/10.1111/tbed.13428>.
 10. A Review of Current Understanding on Carp Edema Virus (CEV): A Threatful



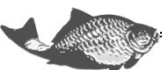
- doi.org/10.1111/jfd.12789.
8. Radosavljevic, V., Glisic, D., Maksimovic-Zoric, J., Veljović, Lj., Nešić, K., & Milicevic, V. (2021). Carp Edema Virus Disease in Serbia – Disease out of Control. *Archives of Veterinary Medicine*, 14(1), 37-52. <https://doi.org/10.46784/eavm.v14i1.261>.
9. Toffan, A., Marsella, A., Abbadi, M., Abass, S., Al-Adhath, B., Wood, G., & Stone, D. M. (2020). First Detection of Koi Herpesvirus and Carp Oedema Virus in Iraq Associated with a Mass Mortality in Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Transboundary and Emerging Diseases*, 67, 523-528. <https://doi.org/10.1111/tbed.13428>.
10. Divya, P., Vertika, B., Kirty S., Jyotirmaya M., & Pramoda, Kumar S. (2019). A Review of Current Understanding on Carp Edema Virus (CEV): A Threatful Entity in Disguise. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(5), 87-93.
11. Rud, Yu., Zaloilo, O., Buchatsky, L., et al. (2023). Carp edema virus in Ukraine – The evidence for the furthest east presence of CEV genogroup I in Europe. *Aquaculture Reports*, 29, 101500. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101500>.
12. Tolo, K., Padhi, S., & Hundt, P. J., et al. (2021). Host range of Carp Edema Virus (CEV) during a natural mortality event in a Minnesota Lake and update of CEV associated mortality events in the US. *Viruses*, 13, 400. <https://doi.org/10.3390/v13030400>.
13. Adamek, M., Oschilewski, A., & Wohlsein, P. et al. (2017). Experimental infections of different carp strains with the carp edema virus (CEV) give insights into the infection biology of the virus and indicate possible solutions to problems caused by koi sleepy disease (KSD) in carp aquaculture. *Veterinary Research*, 48, 12. <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0416-7>.
- Entity in Disguise / Divya P. et al. // *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 2019. Vol. 7(5). P. 87—93.
11. Carp edema virus in Ukraine — The evidence for the furthest east presence of CEV genogroup I in Europe / Rud Yu. et al. // *Aquaculture Reports*. 2023. Vol. 29. 101500. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101500>.
12. Host range of Carp Edema Virus (CEV) during a natural mortality event in a Minnesota Lake and update of CEV associated mortality events in the US / Tolo K. et al. // *Viruses*. 2021. Vol. 13(3). 400. <https://doi.org/10.3390/v13030400>.
13. Experimental infections of different carp strains with the *carp edema virus* (CEV) give insights into the infection biology of the virus and indicate possible solutions to problems caused by koi sleepy disease (KSD) in carp aquaculture / Adamek M. et al. // *Veterinary Research*. 2017. Vol. 48. 12. <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0416-7>.
14. Potential vector species of carp edema virus (CEV) / Matras M. et al. // *Journal of Fish Diseases*. 2019. Vol. 42(7). P. 959—964. <https://doi.org/10.1111/jfd.13000>.
15. Immune responses in carp strains with different susceptibility to carp edema virus disease / Baloch A. A. et al. // *PeerJ*. 2023. Vol. 11. e15614. <https://doi.org/10.7717/peerj.15614>.
16. Fish immune responses to natural infection with carp edema virus (Koi sleepy disease): An emerging fish disease in India / Kushala K. B. et al. // *Fish & Shellfish Immunology*. 2023. Vol. 130. P. 624—634. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.09.012>.
17. Stressing out—carp edema virus induces stress and modulates immune response in common carp / Zawisza M.



14. Matras, M., Stachnik, M., Borzym, E., Maj-Paluch, J., & Reichert, M. (2019). Potential vector species of carp edema virus (CEV). *Journal of Fish Diseases*, 42(7), 959-964. <https://doi.org/10.1111/jfd.13000>.
15. Baloch, A. A., Steinhagen, D., Gela, D., Kocour, M., Piačková, V., & Adamek, M. (2023). Immune responses in carp strains with different susceptibility to carp edema virus disease. *PeerJ*, 11, e15614. <https://doi.org/10.7717/peerj.15614>.
16. Kushala, K. B., Nithin, M. S., Girisha, S. K., Dheeraj, S. B., Sowndarya N. S., Puneeth, T. G., Suresh, T., Naveen Kumar, B. T., & Vinay, T. N. (2022). Fish immune responses to natural infection with carp edema virus (Koi sleepy disease): An emerging fish disease in India. *Fish & Shellfish Immunology*, 130, 624-634. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.09.012>.
17. Zawisza, M., Rebl, A., Teitge, F., Krzystyniak, B., Piackova, V., Gela, D., Kocour, M., Chadzinska, M., Adamek, M., & Rakus, K. (2024). Stressing out—carp edema virus induces stress and modulates immune response in common carp. *Front. Immunol.*, 15, 1350197. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1350197>.
18. Papežiková, I., Piačková, V., Dyková, I., Baloch, A. A., Kroupová, H. K., Zusková, E., Pojezdal, L., Minářová, H., Syrová, E., Bandouchová, H., Hyršl, P., Matějčková, K., Pikula, J., & Palíková, M. (2023). Clinical and Laboratory Parameters of Carp Edema Virus Disease: A Case Report. *Viruses*, 15(5), 1044. <https://doi.org/10.3390/v15051044>.
19. Machat, R., Pojezdal, L., Piačková, V., & Martin, F. (2021). Carp edema virus and immune response in carp (*Cyprinus carpio*): Current knowledge. *Journal of Fish Diseases*, 44(4), 371-378. <https://doi.org/10.1111/jfd.13335>.
20. Adamek, M., Teitge, F., Baumann, I., Jung-Schroers, V., El Rahman, S. A., Paley, R., & Steinhagen, D. (2021). Koi et al. // *Front. Immunol.* 2024. Vol. 15. 1350197. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1350197>.
21. Clinical and Laboratory Parameters of Carp Edema Virus Disease: A Case Report / Papežiková I. et al. // *Viruses*, 2023. Vol. 15(5). 1044. <https://doi.org/10.3390/v15051044>.
22. Carp edema virus and immune response in carp (*Cyprinus carpio*): Current knowledge / Machat R. et al. // *Journal of Fish Diseases*. 2021. Vol. 44(4). P. 371—378. <https://doi.org/10.1111/jfd.13335>.
23. Koi sleepy disease as a pathophysiological and immunological consequence of a branchial infection of common carp with carp edema virus / Adamek M. et al. // *Virulence*. 2021. Vol. 12(1). P. 1855—1883. <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1948286>.
24. Case report: Carp edema virus infection in overwintering fish / Palikova M. et al. // *Front. Vet. Sci.* 2025. Vol. 12. 1532861. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1532861>.
25. Rud Yu., Matvienko N., Buchatskiy L. Characterisation of a newly isolated SVCV strain in Ukraine // *Biologija*. 2019. Vol. 65(3). P. 165—173. <https://doi.org/10.6001/biologija.v65i3.4085>.
26. Carp edema virus in Polish aquaculture - evidence of significant sequence divergence and a new lineage in common carp *Cyprinus carpio* (L.) / Matras M. et al. // *Journal of Fish Diseases*. 2017. Vol. 40(3). P. 319—325. <https://doi.org/10.1111/jfd.12518>.
27. Koi herpesvirus and carp edema virus threaten common carp aquaculture in Croatia / Zrnčić S. et al. // *Journal of Fish Diseases*. 2020. Vol. 43(6). P. 673—685. <https://doi.org/10.1111/jfd.13163>.
28. It Is Everywhere—A Survey on the Presence of Carp Edema Virus in Carp



- sleepy disease as a pathophysiological and immunological consequence of a branchial infection of common carp with carp edema virus. *Virulence*, 12(1), 1855-1883. <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1948286>.
21. Palikova, M., Balazova, A., Pojezdal, L., Papezikova, I., Mikulikova, I., Toullova, I., Motlova, J., & Pikula, J. (2025). Case report: Carp edema virus infection in overwintering fish. *Front. Vet. Sci.*, 12, 1532861. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1532861>.
22. Rud, Yu., Matvienko, N., & Buchatskiy, L. (2019). Characterisation of a newly isolated SVCV strain in Ukraine. *Biologija*, 65(3), 165-173. <https://doi.org/10.6001/biologija.v65i3.4085>.
23. Matras, M., Borzym, E., Stone, D., Way, K., Stachnik, M., Maj-Paluch, J., Palusińska, M., & Reichert, M. (2017). Carp edema virus in Polish aquaculture - evidence of significant sequence divergence and a new lineage in common carp *Cyprinus carpio* (L.). *Journal of Fish Diseases*, 40(3), 319-325. <https://doi.org/10.1111/jfd.12518>.
24. Zrnčić, S., Oraić, D., Zupčić, I. G., Pavlinec, Ž., Brnić, D., Rogić, Ž. A., Sućec, I., Steinhagen, D., & Adamek, M. (2020). Koi herpesvirus and carp edema virus threaten common carp aquaculture in Croatia. *Journal of Fish Diseases*, 43(6), 673-685 <https://doi.org/10.1111/jfd.13163>.
25. Adamek, M., Heling, M., Bauer, J., Teitge, F., Bergmann, S. M., Kleingeld D. W., & Welzel A., et al. (2022). It Is Everywhere—A Survey on the Presence of Carp Edema Virus in Carp Populations in Germany. *Transboundary and Emerging Diseases*, 69, 2227-2241. <https://doi.org/10.1111/tbed.14225>.
26. Amina, J., Zuko, A., Glišić, D., Eterović, T., Jažić, A., & Radosavljevic, V. (2024). The First Report of Carp Edema Virus Disease in Bosnia and Herzegovina. *Bulletin of the European Association of Populations in Germany* / Adamek M. et al. // *Transboundary and Emerging Diseases*. 2022. Vol. 69(4). P. 2227—2241. <https://doi.org/10.1111/tbed.14225>.
26. The First Report of Carp Edema Virus Disease in Bosnia and Herzegovina / Amina J. et al. // *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*. 2024. Vol. 45(2). <https://doi.org/10.48045/001c.126212>.
27. Вплив зміни клімату на інфекційні захворювання риб (огляд) / Рудь Ю. П. // *Рибогосподарська наука України*. 2020. № 4(54). С. 78—110. <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.078>.
28. WOAH. Infection with Carp Edema Virus (CEV-2). 2023. URL : <https://www.woah.org/en/document/infection-with-carp-edema-virus-cev-2/> (accessed : 01.08.2025).
29. Immune response in diseased and healthy common carp exposed to carp edema virus / Machat R. et al. // *Journal of Fish Diseases*. 2024. Vol. 47(11). e14012. <https://doi.org/10.1111/jfd.14012>.
30. Gill disorders in fish: Lessons from pox-virus infections / Zawisza M. et al. // *Reviews in Aquaculture*. 2024. Vol. 16(1). P. 234—253. <https://doi.org/10.1111/raq.12835>.
31. Characteristics of pathology and transcriptome profiling reveal features of immune response of acutely infected and asymptomatic infected of carp edema virus in Koi / Ouyang P. et al. // *Frontiers in Immunology*. 2023. Vol. 14. 1142830. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1142830>.
32. Carp Edema Virus Infection Is Associated With Severe Metabolic Disturbance in Fish / Pikula, J. et al. // *Frontiers in Veterinary Science*. 2021. Vol. 8. 679970. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.679970>.



- of *Fish Pathologists*, 45(2). <https://doi.org/10.48045/001c.126212>.
27. Rud, Yu. P., Zaloilo, O. V., Buchatskyi, L. P., & Hrytsyniak, I. I. (2020). Vplyv zminy klimatu na infektsiini zakhvoriuvannia ryb (ohliad). *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4(54), 78-110. <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.078>.
 28. WOA. (2023). Infection with Carp Edema Virus (CEV-2). www.woah.org/en. Retrieved from: <https://www.woah.org/en/document/infection-with-carp-edema-virus-cev-2/>.
 29. Machat, R., Pojezdal, L., Gebauer, J., Tesarik, R., Motlova, J., Palikova, M., & Faldyna, M. (2024). Immune response in diseased and healthy common carp exposed to carp edema virus. *Journal of Fish Diseases*, 47(11), e14012. <https://doi.org/10.1111/jfd.14012>.
 30. Zawisza, M., Chadzinska, M., Steinhagen, D., Rakus, K., & Adamek, M. (2024). Gill disorders in fish: Lessons from poxvirus infections. *Reviews in Aquaculture*, 16(1), 234-253. <https://doi.org/10.1111/raq.12835>.
 31. Ouyang, P., Ren, Y., Zhou, Y., et al. (2023). Characteristics of pathology and transcriptome profiling reveal features of immune response of acutely infected and asymptomatic infected of carp edema virus in Koi. *Frontiers in Immunology*, 14, 1142830. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1142830>.
 32. Pikula, J., Pojezdal, L., Papezikova, I., Minarova, H., Mikulikova, I., Bandouchova, H., Blahova, J., Bednarska, M., Mares, J., & Palikova, M. (2021). Carp Edema Virus Infection Is Associated With Severe Metabolic Disturbance in Fish. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 679970. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.679970>.
 33. FAO. (2025). Fishery and Aquaculture Country Profiles. Ukraine, 2019. Country Profile Fact Sheets. *Fisheries and Aquaculture*. Updated Jan 22, 2013.

