

ІСНТНУОРАТНОЛОГІА / ІХТІОПАТОЛОГІА

Ribogospod. nauka Ukr., 2025; 4(74): 286-307
DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2025.04.286>
UDC [597-12:578]:597.442(477)

Received: 05.10.2025
Received in revised form: 10.11.2025
Accepted: 09.12.2025

STURGEON IRIDOVIRUS (ACIV-E): NEW HOSTS AND DISTRIBUTION IN UKRAINE

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 in specialized farms for the detection of the sturgeon iridovirus AcIV-E, to determine the range of potential hosts for the virus, including various variants of sturgeon hybrids, and to establish the epizootic situation regarding the iridovirus infection of sturgeons in Ukraine.

Methodology. PCR was used For AcIV-E identification and monitoring by amplifying different fragments of the major capsid protein (MCP) gene of the virus.

Findings. During the monitoring studies of 2020-2024, the sturgeon iridovirus AcIV-E was detected on specialized sturgeon farms in 11 regions of Ukraine. Bester was the most sensitive species to the virus, since the mortality of this hybrid reached 40%. Russian sturgeons, Siberian sturgeons and their hybrids were also sensitive to the virus, the mortality of which was 5–25%. AcIV-E was not identified in any of the studied samples of sterlet and beluga.

Originality. For the first time, high susceptibility to the virus of bester and the hybrids of the Russian and Siberian sturgeon was shown. It was found that the virus is most often identified in younger age groups, namely in fry, age-0+, age-1 fish and less often in age-2 sturgeons. Symptoms of the disease mostly appear on the skin and gills. Anemia, petechiae and tissue necrosis are observed on the gills. Iridovirus infection was often systemic, destructive changes occurred in internal

ІРИДОВІРУС ОСЕТРОВИХ (ACIV-E): НОВІ ХАЗЯЇ ТА ПОШИРЕННЯ В УКРАЇНІ

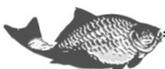
Ю. П. Рудь, rudziknew@ukr.net, ORCID ID 0000-0001-6927-5377, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ
Л. П. Бучацький, iridolpb@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-1350-7954, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

Мета. Провести моніторингові дослідження у спеціалізованих господарствах на виявлення іридовірусу осетрових AcIV-E, визначити коло потенційних хазяїв для вірусу, серед яких — різні варіанти гібридів осетрових, та встановити епізоотичну ситуацію щодо іридовірусної інфекції осетрових AcIV-E в Україні.

Методика. Для ідентифікації та моніторингу AcIV-E використовували ПЛР, ампліфікуючи різні ділянки (фрагменти) гену головного капсидного білка (MCP) вірусу.

Результати. Упродовж моніторингових досліджень 2020–2024 рр. іридовірус осетрових AcIV-E виявлено на спеціалізованих осетрових господарствах в 11 областях України. Найчутливішим видом до вірусу виявився бестер (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*), оскільки смертність цього міжвидового гібрида сягала до 40%. Також до вірусу чутливими видами є руський осетер (*A. gueldenstaedtii*), сибірський осетер (*A. baerii*) та їхній гібрид (*A. gueldenstaedtii* × *A. baerii*), смертність яких становила 5–25%. У жодному із досліджуваних зразків стерляді та білуги вірус не було ідентифіковано.

Наукова новизна. Вперше показано високу чутливість до вірусу AcIV-E гібридів осетрових бестера (*H. huso* × *A. ruthenus*) та гібрида руського та сибірського осетрів (*A. gueldenstaedtii* × *A. baerii*). Встановлено,



organs, especially in the liver and spleen.

Practical Value. Monitoring of AcIV-E is very important, since today iridoviral infection is the most dangerous viral disease for both national and the world sturgeon farming. The described symptoms of the disease will help to assess its putative cause and establish a preliminary diagnosis at farms. Information about the spread of the virus and the state of the epizootic situation in the country will be useful for specialized farms in order to prevent the disease.

Keywords: iridovirus, sturgeon, diagnostics, disease spread, Ukraine.

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

Species of the sturgeon family (Acipenseridae) are economically important objects of global aquaculture, and the main purpose of sturgeon farming is caviar production [1–2]. According to official statistics from the State Agency of Ukraine for the Development of Land Reclamation, Fisheries and Food Programs, the amount of farmed sturgeon in Ukraine in 2024 was 72 tons. However, the actual production volume of sturgeon in Ukraine may reach 200–300 tons. For comparison, sturgeon production volumes among EU countries have been stable in recent years and amount to about 2,250 tons per year [3]. However, infectious diseases, including viral ones, cause significant economic losses in sturgeon farming and slow down the development of the industry [4].

Sturgeon iridovirus (AcIV-E or Acipenser Iridovirus-European) is a large nu-

що найчастіше вірус ідентифікується у молодших вікових групах, а саме — у мальків, цьоголіток, однорічок та рідше у дворічок осетрових. Симптоми захворювання здебільшого проявляються на шкірі та зябрах. На зябрах спостерігається анемія, петехії та некроз тканини. Іридовірусна інфекція часто є системною, у внутрішніх органах відбуваються деструктивні зміни, особливо у печінці та селезінці.

Практична значущість. Моніторинг даного захворювання є дуже важливим, оскільки на сьогодні іридовірусна інфекція є найнебезпечнішим вірусним захворюванням як для вітчизняного осетрівництва, так і для світового. Описані симптоми захворювання допоможуть поверхнево оцінити його причину та встановити попередній діагноз на виробництві. Інформація про поширення вірусу та епізоотичну ситуацію в країні буде корисною для спеціалізованих господарств з метою попередження захворювання.

Ключові слова: іридовірус, осетрові риби, діагностика, поширення захворювання.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Представники родини осетрових (Acipenseridae) є економічно важливими об'єктами світової аквакультури, а основною метою вирощування осетрів є ікряно-товарне виробництво [1–2]. Згідно з офіційною статистикою від Державного агентства України з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм, кількість вирощеного осетра в Україні у 2024 р. становила 72 т. Натомість, реальні обсяги виробництва осетрових в Україні можуть сягати 200–300 т. Для порівняння, обсяги виробництва осетрів серед країн ЄС за останні роки є стабільними та становлять близько 2250 т на рік [3]. Однак інфекційні захворювання, в тому числі вірусні, спричиняють значні економічні збитки в осетрівництві та сповільнюють розвиток галузі [4].

Іридовірус осетрових (AcIV-E, або Acipenser Iridovirus-European) — це



clear-cytoplasmic DNA-containing virus identified in fish farms in Europe [5]. The virus is considered unclassified, since according to morphological and some molecular biological characteristics it can be attributed to both the Iridoviridae and Mimiviridae families [6]. To date, AcIV-E has been identified in sturgeon farms in Spain, France, Italy, Sweden, Poland, Romania, and Ukraine [7–13]. Species susceptible to the virus include species of the genus *Acipenser*, namely the Russian sturgeon *A. gueldenstaedtii*, Siberian sturgeon *A. baerii*, Adriatic sturgeon *A. naccarii*, sterlet *A. ruthenus*, stellate sturgeon *A. stellatus*, and beluga *Huso huso* [14].

Monitoring of the virus in Ukraine on specialized fish farms has been carried out since 2018, and during this time the virus has been identified in Russian and Siberian sturgeons [13]. Virus screening in a population of stellate sturgeon studied in the northwestern Black Sea region did not show any infected individuals [15]. The virus most often affects younger age groups, namely fry, age-0+, age-1 and 1+, less often age-2 and 2+. Symptoms of the disease mostly appear on the skin and gills. The infection can also be systemic, with destructive changes occurring in the internal organs, the liver and spleen becoming enlarged, ascitic fluid accumulating in the abdomen, and the anus becoming inflamed at the same time [16].

великий ядерно-цитоплазматичний ДНК-вмісний вірус, ідентифікований в рибних господарствах Європи [5]. Вірус вважається некласифікованим, оскільки за морфологічними та деякими молекулярно-біологічними характеристиками може бути віднесений як до родини Iridoviridae, так і до Mimiviridae [6]. На сьогодні AcIV-E ідентифіковано на осетрових господарствах Іспанії, Франції, Італії, Швеції, Польщі, Румунії та України [7–13]. До чутливих до вірусу видів належать представники роду *Acipenser*, а саме руський осетер *A. gueldenstaedtii*, сибірський осетер *A. baerii*, адриатичний осетер *A. naccarii*, стерлядь *A. ruthenus*, севрюга *A. stellatus* та білуга *Huso huso* [14].

Моніторинг вірусу в Україні на спеціалізованих рибних господарствах проводиться з 2018 р. і за цей час вірус було ідентифіковано у руського та сибірського осетрів [13]. Скринінг вірусу в популяції севрюги, дослідженої в північно-західному Причорномор'ї, не виявив інфікованих особин [15]. Найчастіше вірус уражає молодші вікові групи, а саме мальків, цюголіток (0+), однорічок та дволіток (1 та 1+), рідше дворічок та триліток (2 та 2+). Симптоми захворювання здебільшого проявляються на шкірі та зябрах. Крововиливи спостерігаються біля основи плавців та у ротоглотці. На зябрах спостерігається анемія та некроз тканини. Інфекція також може бути системною, у внутрішніх органах відбуваються деструктивні зміни, збільшується печінка та селезінка, в череві збирається асцитна рідина, а анальний отвір водночас запалений [16].

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

Diagnosis and genotyping of the virus is performed using polymerase chain reac-

**ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ
РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ
ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ**

Діагностика та генотипування вірусу проводиться за допомогою полімеразної ланцюгової реакції та дослідження



tion and DNA sequencing, using the target gene of the major capsid protein (MCP) of the virus. Studies into the geography of the virus's spread are important from the point of view of preventing its spread as well as identifying SPF (Specific Pathogen Free) farms with the status of being free from this disease, the juvenile fish from which can be used to stock natural water bodies or sold to other sturgeon enterprises. An important issue is also studying the host range of the virus, as different sturgeon species show different susceptibility to the virus. The least susceptible species to the virus is the sterlet, which rarely shows clinical signs of the disease but is known to carry the virus [17]. The sensitivity of sturgeon hybrids, such as the bester (*H. huso* × *A. ruthenus*), has not been sufficiently studied. The aim of the work was to conduct monitoring studies in specialized farms to detect AcIV-E, determine the range of potential hosts for the virus, including various variants of sturgeon hybrids, and establish the epizootic situation regarding iridovirus infection of sturgeon AcIV-E in Ukraine.

MATERIALS AND METHODS

Samples. In 2020–2024, samples were taken from Russian sturgeon, Siberian sturgeon, sterlet, beluga, and sturgeon hybrids – bester and Russian with Siberian sturgeons at specialized fish farms. During the selection, 3 types of samples were formed, namely gill samples (1), swabs from the skin, from necrotic foci, oropharynx and nostrils (2) and internal organs (3) (pool from spleen, kidneys, liver and heart). Organ and tissue samples were collected in separate 15 cm³ sterile polypropylene tubes (CELLSTAR®, Greiner Bio-One) with cold phosphate-buffered saline (pH 7.4) (Gibco). Skin samples and swabs

послідовності ДНК, із використанням гену-мішені головного капсидного білка (MCP) вірусу. Дослідження географії розповсюдження вірусу важливе з точки зору попередження його поширення, а також визначення SPF-господарств зі статусом вільних від даного захворювання (з англ. *Specific Pathogen Free*), рибопосадковий матеріал з яких може бути використаний для зариблення природних водойм або реалізовуватися для інших осетрових підприємств. Важливим питанням також є вивчення кола хазяїв вірусу, оскільки різні види осетрових демонструють різну чутливість до нього. Найменш чутливим до вірусу видом є стерлядь, у якої рідко спостерігаються клінічні ознаки захворювання, але відмічається вірусносійство [17]. Чутливість гібридів осетрових, таких як, наприклад, бестер (*H. huso* × *A. ruthenus*), вивчено недостатньо. Метою роботи було проведення моніторингових досліджень у спеціалізованих господарствах на виявлення AcIV-E, визначення кола потенційних хазяїв для вірусу, серед яких — різні варіанти гібридів осетрових, та встановлення епізоотичної ситуації щодо іридовірусної інфекції осетрових AcIV-E в Україні.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Зразки. У 2020–2024 рр. на спеціалізованих рибних господарствах були відібрані зразки у руського осетра, сибірського осетра, стерляді, білуги, а також гібридів осетрових — бестера та гібрида руського й сибірського осетрів. При відборі формували 3 типи зразків, а саме зразки зябер (1), мазки зі шкірних покривів, з місць некротичних осередків, ротоглотки і ніздрів (2) та внутрішні органи (3) (пул із селезінки, нирок, печінки та серця). Зразки органів та тканин відбирали у окремі стерильні поліпропіленові пробірки (CELLSTAR®, «Greiner Bio-One») об'ємом 15 см³ з



from the oropharynx and nostrils were preserved in microtubes with DNA/RNA Shield solution (Zymo Research). The samples were transported to the laboratory at a temperature of +4 to +8°C and preserved for further research. The samples were tested for the presence of a specific AcIV-E virus sequence using polymerase chain reaction (PCR) [13].

Microbiological studies. During the examination of the fish, parasitological studies were conducted and bacteriological cultures were made on dense nutrient media to detect pathogenic bacteria and determine the possible bacterial etiology of the disease. For this purpose, tryptose soy agar (TSA, Condalab) and selective media BHIA (Brain Heart Infusion Agar, Condalab) and ECA (Enriched Cytophaga Agar) were used. The cups were incubated at 22–24°C for 48–96 hours. Subsequently, colony morphology was studied and microscopic studies were performed.

Nucleic acid extraction. For total DNA extraction, homogenates (10%, w/v) were prepared from gill and internal organ samples in phosphate-buffered saline (pH 7.4) (Gibco). DNA was isolated from skin, oropharynx, and nostril samples using fixed DNA/RNA Shield solutions. DNA was purified using the Quick-DNA™ Miniprep Kit (Zymo Research) as described in the manufacturer's protocol for DNA extraction from organ and tissue samples. DNA samples were stored for several days at +40°C and frozen for further research.

PCR. To identify the AcIV-E virus, PCR was used to amplify the major capsid protein (MCP) gene region. PCR was performed in a Peq Star gradient thermal cycler (PeqLab). The amplification program included initial denaturation at +95°C for 8 minutes, followed by 35 cycles of denaturation at +95°C for 30 seconds, primer annealing at +54°C for 30 seconds, syn-

холодним фосфатно-сольовим буфером (рН 7,4) («Gibco»). Зразки зі шкірних покривів та мазки з ротоглотки і ніздрів фіксували у мікропробірках з розчином DNA/RNA Shield («Zymo Research»). Зразки транспортували до лабораторії при температурі від +4 до +8°C та фіксували для подальших досліджень. Зразки були досліджені на наявність специфічної послідовності вірусу AcIV-E за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) [13].

Мікробіологічні дослідження. Під час огляду риби проводили паразитологічні дослідження та робили бактеріологічні посіви на щільні поживні середовища з метою виявлення патогенних бактерій та визначення можливої бактеріальної етіології захворювання. Для цього використовували триптозо-соевий агар (TSA, «Condalab») та селективні середовища BHIA (Brain Heart Infusion Agar, «Condalab») і ECA (Enriched Cytophaga Agar). Чашки інкубували при температурі 22–24°C упродовж 48–96 год. Згодом вивчали морфологію колоній та проводили мікроскопічні дослідження.

Екстракція нуклеїнових кислот. Для екстракції загальної ДНК готували гомогенати (10%, w/v) зі зразків зябер та внутрішніх органів на основі фосфатно-сольового буфера (рН 7,4) («Gibco»). Зі зразків шкірних покривів, ротоглотки і ніздрів виділяли ДНК із фіксованих розчинів DNA/RNA Shield. ДНК очищали за допомогою набору Quick-DNA™ Miniprep Kit («Zymo Research»), як описано в протоколі виробника щодо екстракції ДНК зі зразків органів та тканин. Зразки ДНК зберігали протягом декількох діб при температурі +4°C та заморожували для подальших досліджень.

ПЛР. Для ідентифікації вірусу AcIV-E використовували ПЛР, ампліфікуючи ділянку гена головного капсид-



thesis at +68°C for 1 minute, and an additional synthesis cycle at +68°C for 10 minutes at the end of the program. Three primer pairs were used for PCR: oPVP339 and oPVP340 (fragment A), oPVP341 and oPVP344 (fragment B), and oPVP341 and oPVP345 (fragment C) [5]. To control the PCR and the quality of the isolated DNA, primers specific to the sturgeon beta-actin gene were used [18].

The reaction mixture with a total volume of 25 µl included: 12.5 µl of prepared PCR mix with DNA polymerase, buffer and dNTP (New England BioLabs), 1 µl each of forward and reverse primers (Metabion), 8.5 µl of water free from (New England BioLabs) and 2 µl of purified DNA. The amplified reaction products were separated by electrophoresis in a 2% agarose gel CSL-AG (Clever Scientific) with ethidium bromide (1 µl/ml) (Serva) in Tris-acetate buffer with EDTA (Clever Scientific) and visualized using a UV transilluminator (Vilber Lourmat). Positive amplicons were excised from the agarose gel for storage and further study of nucleotide sequences.

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Between 2020 and 2024, 12 isolates of AcIV-E virus were identified (Table 1).

The virus was identified in age-0+, age-1+, and age-2+ Russian and Siberian sturgeons as well as in bester and hybrid Russian and Siberian sturgeons in Zaporizhia, Kherson, Mykolaiv, Odesa, Cherkasy,

ного білка (MCP). ПЛР проводили в градієнтному термоциклері Peq Star («PeqLab»). Програма ампліфікації включала початкову денатурацію при +95°C упродовж 8 хв, а потім 35 циклів денатурації при +95°C — 30 с, відпалу праймерів при +54°C — 30 с, синтезу при +68°C — 1 хв та додаткового циклу синтезу при +68°C — 10 хв наприкінці програми. Для ПЛР використовували три пари праймерів: oPVP339 та oPVP340 (фрагмент А), oPVP341 та oPVP344 (фрагмент В) і oPVP341 та oPVP345 (фрагмент С) [5]. Для контролю проведення ПЛР та якості виділеної ДНК використовували праймери, специфічні до гена бета-актину осетрових [18].

До складу реакційної суміші загальним об'ємом 25 мкл входили: 12,5 мкл підготовленого ПЛР-міксу з ДНК-полімеразою, буфером та дНТФ («New England BioLabs»), по 1 мкл прямого та зворотного праймерів («Metabion»), вода вільна від «New England BioLabs» — 8,5 мкл та очищена ДНК — 2 мкл. Ампліфіковані продукти реакції розділяли за допомогою електрофорезу в 2% агарозному гелі CSL-AG («Clever Scientific») з бромистим етидієм (1 мкл/мл) («Serva») у трис-ацетатному буфері з ЕДТА («Clever Scientific») та візуалізували за допомогою УФ-трансліюмінатора («Vilber Lourmat»). Позитивні амплікони вирізали з агарозного гелю для зберігання та подальшого дослідження нуклеотидних послідовностей.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У період з 2020 по 2024 рр. було ідентифіковано 12 ізолятів вірусу AcIV-E (табл. 1).

Вірус було ідентифіковано у цюголіток (0+), однорічок (1) та дворічок (2) руського та сибірського осетрів, а також у бестера та гібрида русько-



Table 1. Epidemiological features of the studied sturgeon samples in the period of 2020-2024

Sample / host No.	Region	Date	Host, age	Fish weight, g	Clinical signs	Mortality /Morbidity, %	PCR	isolate No.	Water T, °C
1	Zaporizhzhia	02/2020	Siberian sturgeon 2+	1500-1550	+	15	+	M9/20	+6
2	Kherson	08/2020	Russian sturgeon 1+	370.0-400.0	+	25	+	M10/20	+22
3	Odesa	09/2020	Siberian sturgeon 1+	350.0-380.0	-	5	-	-	+22
4	Mykolaiv	08/2021	Sterlet 1+	140.0-150.0	-	5-10	-	-	+22
5	Kyiv	09/2021	Bester 1+	560.0-600.0	+	20-25	+	M11/21	+21
6	Odesa	10/2021	Huso huso 0+	23.0-27.0	-	5-10	-	-	+21
			Russian sturgeon 1+	310.0-330.0	+	5-10	+	M12/21	
			Sterlet 1+	120.0	-	0	-	-	
			Albino sterlet 1+	130.0	-	0	-	-	
7	Mykolaiv	02/2022	Russian sturgeon 1+	370.0-410.0	+	10-15	+	M13/22	
8	Zaporizhzhia	02/2022	Hybrid of RuxSi* 1+	360.0-400.0	+	15-20	+	M14/22	
9	Cherkasy	08/2022	Bester 0+	20.0-25.0	+	35-40	+	M15/22	
9	Kyiv	08/2023	Sterlet 2+	1000.0	-	0-5	-	-	
10	Chernivtsy	9/2023	Sterlet 0+	30.0	-	0	-	-	
11	Kyiv	10/2023	Huso huso 1+	375.0-395.0	-	10-15	-	-	
12	Kyiv	11/2023	Siberian sturgeon 1+	410.0-435.0	+	10-15	+	M16/23	
13	Zhytomyr	05/2024	Sterlet 1+	160.0	-	0-5	-	-	+23
			Bester 0+	5.0-10.0	+	15-20	+	M17/24	
14	Chernivtsy	06/2024	Bester 1+	250.0	+	10-15	+	M18/24	+27
15	Volyn	06/2024	Bester 0+	5.0-10.0	+	20-25	+	M19/24	+25
16	Khmelnytsk	09/2024	Hybrid of RuxSi 1+	35.0	+	15-20	+	M20/24	+19

Note. * Hybrid of RuxSi – hybrid of Russian and Siberian sturgeon.



Kyiv, Zhytomyr, Volyn, Khmelnytskyi and Chernivtsi regions. The virus was not identified in any of the sterlet and beluga samples tested.

In all cases of virus identification at farms, significant mortality of younger age groups of sturgeon was observed (Table 1). For example, the mortality rate of age-0+ bester ranged from 10 to 40%. Mortality in age-1 and age-1+ Russian and Siberian sturgeons was 10–25% and 10–15%, respectively. In older age groups of Siberian sturgeon, mortality was recorded at 15%. As the results of our observations showed, the highest mortality from the AcIV-E virus was demonstrated by sturgeon hybrids, namely the bester and the hybrid of Russian and Siberian sturgeons. It should be noted that fish mortality at sturgeon farms depended on a number of factors, such as the type of rearing system (ponds, cages or RAS), fish stocking density, water temperature and quality, etc. In our previous studies, the mortality rate of sturgeon from the AcIV-E virus did not exceed 30–35% [13]. We have now shown that the mortality of sturgeon hybrids during iridovirus infection can reach up to 40% (isolate M15/22), which is a major loss for the economy.

When examining samples of sterlet and beluga, which had signs similar to iridovirus infection, we did not identify the AcIV-E virus in any of the cases. Interestingly, the virus was not diagnosed in the beluga samples from farm No. 5, but the virus was identified in age-0+ bester from the same farm. The same situation was observed at farms No. 6 and No. 13, where the virus was identified in age-1+ Russian sturgeon and age-0+ bester, respectively, and the virus was absent in sterlet samples from these farms.

To identify the virus in sturgeon samples, we used PCR and three sets of specif-

го й сибірського осетрів в Запорізькій, Херсонській, Миколаївській, Одеській, Черкаській, Київській, Житомирській, Волинській, Хмельницькій та Чернівецькій областях. У жодному із досліджуваних зразків стерляді та білуги вірус не було ідентифіковано.

У всіх випадках ідентифікації вірусу на господарствах спостерігали значну смертність молодших вікових груп осетрових (табл. 1).

Так, смертність цьоголіток бестера становила від 10 до 40%. Смертність у однорічок та дволіток руського та сибірського осетрів становила 10–25 та 10–15% відповідно. У старших вікових груп сибірського осетра смертність фіксували на рівні 15%. Як показали результати наших спостережень, найвищу смертність від вірусу AcIV-E демонстрували гібриди осетрових, а саме бестер та гібрид руського й сибірського осетрів. Слід зазначити, що смертність риби на осетрових господарствах залежала від низки факторів, таких як вид системи вирощування (стави, садки або РАС), щільність посадки упродовж утримання риби, температура та якість води тощо. В наших попередніх дослідженнях смертність осетрових від вірусу AcIV-E не перевищувала 30–35% [13]. Нині нами показано, що смертність гібридів осетрових під час іридовірусної інфекції може сягати до 40% (ізолят M15/22), що є великими втратами для господарства.

При дослідженні зразків стерляді та білуги, які мали схожі з іридовірусною інфекцією ознаки, нами не було ідентифіковано вірус AcIV-E в жодному з випадків. Цікаво, що в зразках білуги з господарства № 5 вірус не діагностували, а у цьоголітки бестера з цього ж господарства вірус було ідентифіковано. Така сама ситуація була відмічена на господарствах № 6 та № 13, де вірус було ідентифіковано у дволіток русько-



ic oligonucleotide primers (Table 2).

According to literature data, the AcIV-E virus has three genetic variants, two of which have already been identified in Ukraine [5, 13]. The use of three primer sets allows to increase the productivity and specificity of PCR and thus increase

го осетра та цьоголіток бестера відповідно, а у зразках стерляді з цих господарств вірус був відсутній.

Для ідентифікації вірусу в зразках осетрових ми використовували ПЛР та три набори специфічних олігонуклеотидних праймерів (табл. 2).

Table 2. Sequence of oligonucleotide primers specific to fragments of the gene encoding the major capsid protein (MCP) of the AcIV-E virus

Primer name	Sequence, 5'-3'	T _m , C°	Product length, mm	Link
oPVP339	GATAGGGTACAAGAGACATTC	57	636	[5]
oPVP340	TCAACCAATATTCTTGCTTG	54	(fragment A)	
oPVP341	ACAAGCAAGAATATTTGGTTG	54	730	[5]
oPVP344	GCACTTCCAGAAGGTTGGTG	60	(fragment B)	
oPVP341	ACAAGCAAGAATATTTGGTTG	54	535	[5]
oPVP345	ATACCGTAATTATCCCACTG	54	(fragment C)	
β-actin-F	TGACCCTGAAGTAYCCMATC	58	161	[18]
β-actin-R	CTTCTCTCTGTRGCTTGG	58		

the chances of identifying viral DNA in samples. As the results of our studies showed, the primer pair oPVP341 and oPVP345, flanking the C fragment of the major capsid protein (MCP) gene, turned out to be the most sensitive. In almost all cases, this particular fragment of viral DNA was always amplified, while the sensitivity of other primer pairs was lower (Figure 1).

One of the most common symptoms of iridovirus infection in sturgeon was dermal necrosis, which was usually severe in bester juvenile (Figure 2).

Ulcerative skin lesions in sturgeon juvenile differed from those in older age groups in the depth and extent of tissue damage. The most common foci of dermal necrosis were found in the head area, near the gill covers and on the dorsal side behind the head. The complexity and mass of such symptoms during the disease most likely leads to weakening and death of the fish.

In older age groups of sturgeon, skin lesions were not as massive and in

Згідно з літературними даними, вірус AcIV-E має три генетичні варіанти, два з яких вже було ідентифіковано в Україні [5, 13]. Використання трьох наборів праймерів дозволяє збільшити продуктивність і специфічність ПЛР та таким чином підвищити шанси ідентифікації вірусної ДНК в зразках. Як показали результати наших досліджень, пара праймерів oPVP341 та oPVP345, що фланкує фрагмент С гена головного капсидного білка (MCP), виявилась найчутливішою. Майже у всіх випадках саме цей фрагмент вірусної ДНК завжди ампліфікували; натомість, чутливість інших пар праймерів була нижчою (рис. 1).

Одним із найпоширеніших симптомів іридовірусної інфекції у осетрових виявився дермальний некроз, який, як правило, сильно виражався у мальків бестера (рис. 2).

Виразкові ураження шкіри у мальків осетрових відрізнялися від таких у старших вікових груп глибиною та масштабом ураження тканин. Найчастіше осередки дермального некрозу зустрічалися на ділянці голови, біля



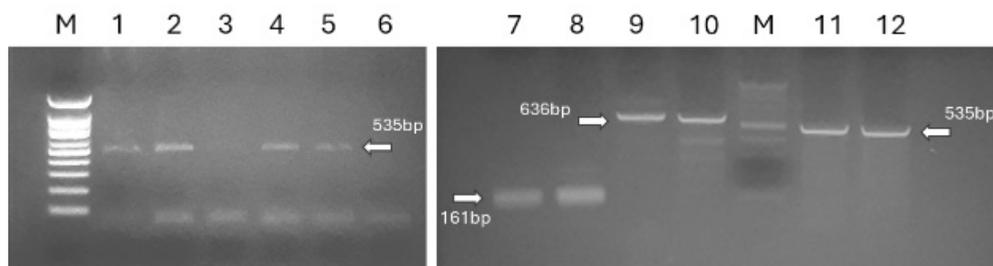


Fig. 1. Identification of AcIV-E virus by PCR in sturgeon samples. M – DNA marker 100bp, 1-2, 4-5 and 11-12 – amplified fragment C of the MCP gene of AcIV-E virus with a length of 535 bp, 9-10 - amplified fragment A of the MCP gene of AcIV-E virus with a length of 636 bp, 7-8 - amplified fragment of the beta-actin gene of sturgeon with a length of 161 bp. (© Rud, Yu.)

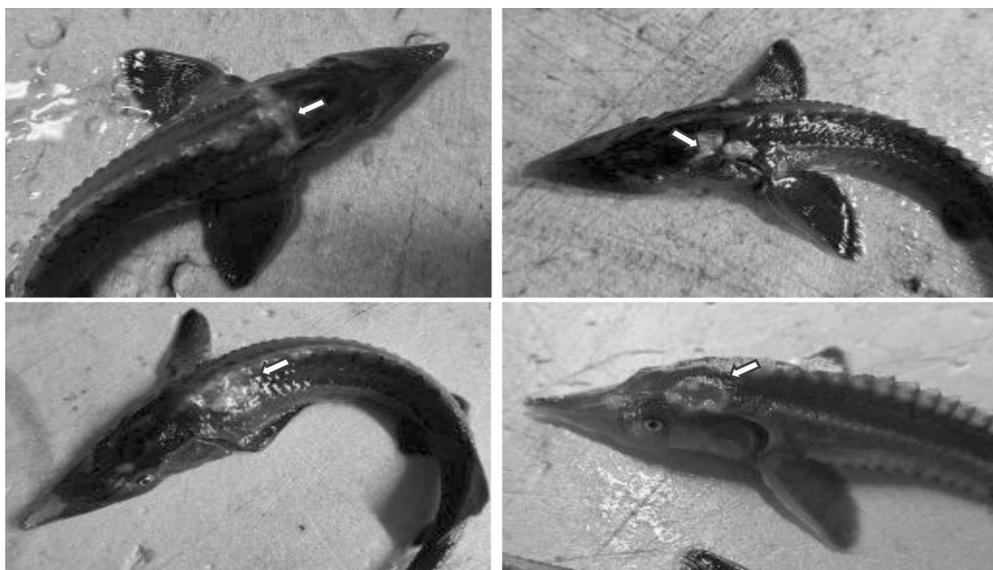


Fig. 2. Skin lesions in bester (*H. huso* × *A. ruthenus*) (0+) due to AcIV-E iridovirus infection. The lesion sites and depth of dermal necrosis are shown (© Rud, Yu.)

most cases were characterized by slight redness and not deep necrosis. Similar symptoms were observed on the entire surface of the fish's body from the head to the caudal fin. Dermal necrosis of the fins and ulcers near their bases were observed in some specimens (Figures 3, 4, and 5).

Infected fish often exhibited changes in gill tissue. One of the common symptoms of iridovirus infection is the presence of necrotic foci on the gill lobes and punctate

збрових кришок та дорзальної частини за головою. Складність та масовість подібних симптомів при захворюванні, найімовірніше, призводить до ослаблення організму та загибелі риби.

У старших вікових груп осетрових шкірні ураження були не такими масивними і у більшості випадків характеризувалися незначним почервонінням та неглибокими некрозами. Подібні симптоми відмічалися на всій поверхні тіла риби від голови до хвостового плавця.



and streaky haemorrhages on the gill arches (Figure 6).

Petechiae or small haemorrhages were also observed near the gill stamens. In some individuals we observed anaemic (discoloured) and swollen gills and a change in structure with damage to the petals or their deformation.

It is clear that one of the main target organs for the AcIV-E virus is the gills.

У деяких особин спостерігали дермальний некроз плавців та виразки біля їх основ (рис. 3, 4 та 5).

У інфікованої риби часто спостерігали зміни зябрової тканини. Так, одним із поширених симптомів при іридовірусній інфекції є наявність некротичних осередків на зябрових пелюстках та точкових і смугастих крововиливів на зябрових дугах (рис. 6).

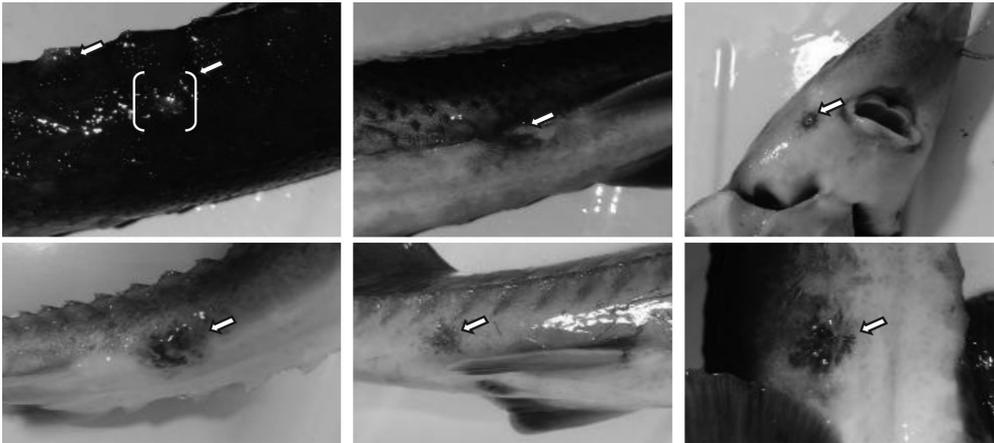


Fig. 3. Skin lesions in bester (*H. huso* × *A. ruthenus*) (2+) during AcIV-E infection. Skin lesions, necrotic foci near the fins, and deep dermal necrosis on the dorsal body are shown (© Rud, Yu.)

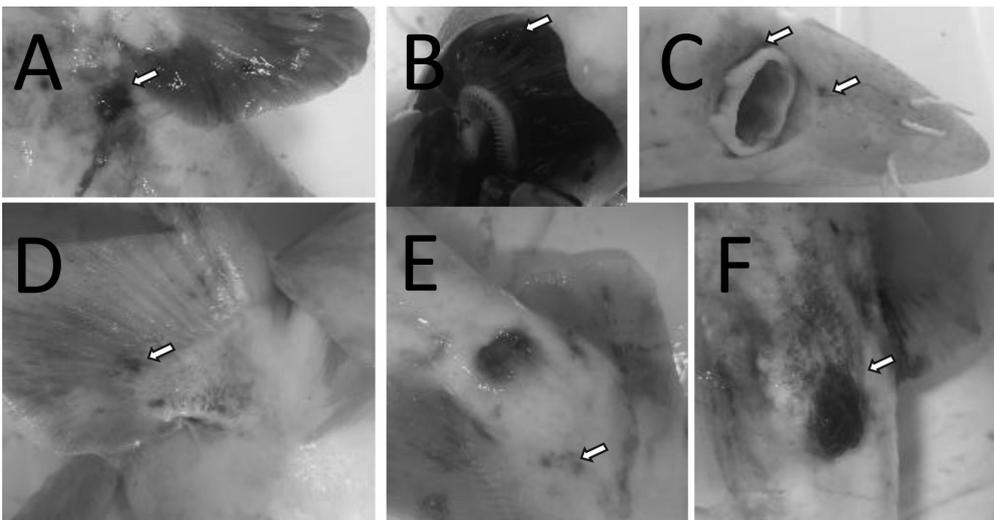


Fig. 4. Skin lesions in Russian sturgeon (*A. gueldenstaedtii*) (2+) during AcIV-E infection. Skin lesions, necrotic foci near the fins and anus, and deep dermal necrosis on part of the snout are shown (© Rud, Yu.)



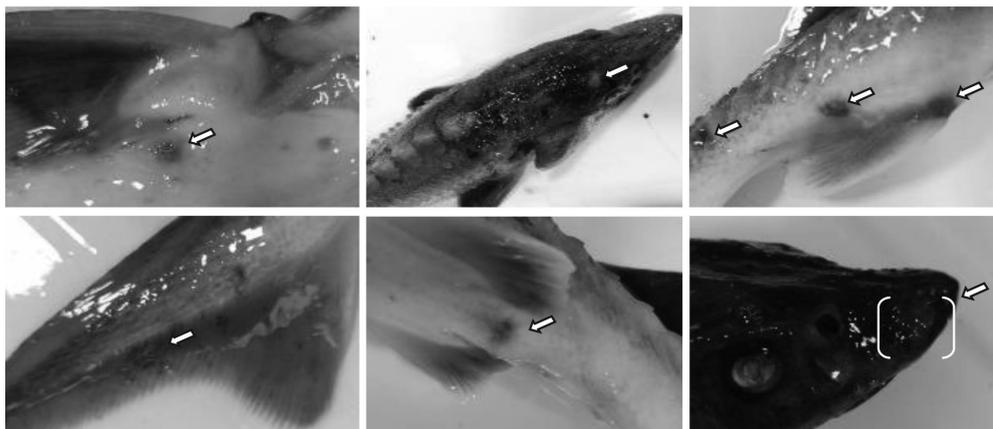


Fig. 5. Symptoms of AcIV-E iridovirus infection in the hybrid of Russian and Siberian sturgeons (*A. gueldenstaedtii* × *A. baerii*) (2+). Deep dermal necrosis near the fin (A), necrosis and swelling of the gills (B), small petechiae in the oropharynx, on the fins and in the anal region (C, D, E), and inflamed anus (F) are shown (© Rud, Yu.)

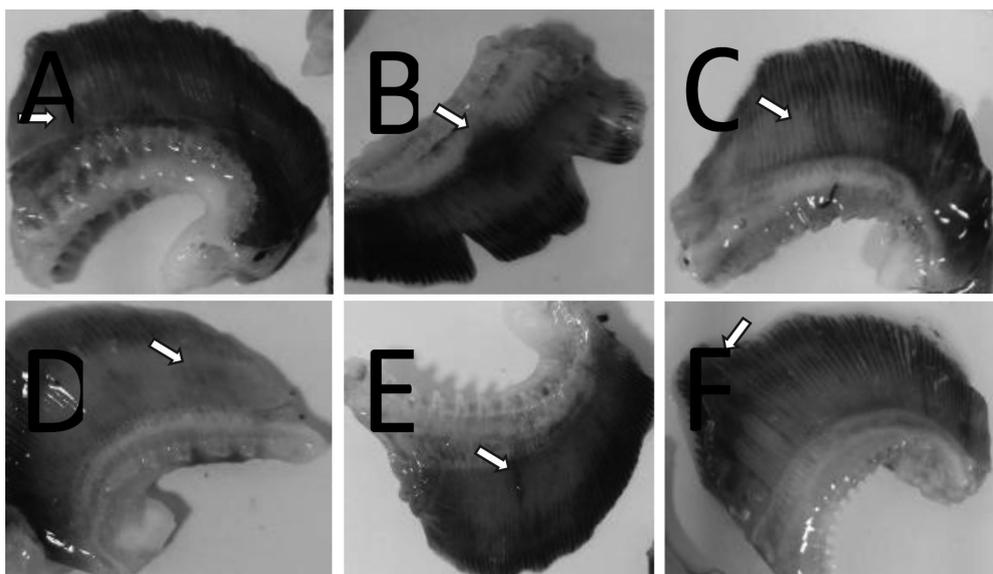


Fig. 6. Sturgeon gill lesions during AcIV-E iridovirus infection. Necrotic foci (A), haemorrhages near the gill stamens, anemic areas of the gills (C), pinpoint petechiae on the gill lobes (D and E), and edema and destructive changes in the gill lobes are shown (© Rud, Yu.)

Sturgeon iridovirus is epitheliotropic and replicates in the gill epithelium. Iridovirus infection causes physiological and metabolic disorders of the respiratory process due to damage to the gill tissue. Destructive changes in the gills accelerate the

Петехії або дрібні крововиливи також спостерігалися біля зябрових тичинок. У деяких особин ми спостерігали анемічні (знебарвлені) та набряклі зябра і зміну структури з пошкодженнями пелюсток або їх деформацією.



course of the disease and cause anaemic shock, uncharacteristic behaviour of the fish associated with the respiratory process and, as a result, death of the fish.

When dissecting the fish, various changes were observed in the abdominal cavity, both in the colour and structure of the liver, spleen, and intestine. The most noticeable changes were in the liver colour of sturgeon juvenile. Thus, a phenomenon similar to steatosis or hepatosis was observed in Russian sturgeon juvenile. The liver was often pale white in colour with a loose texture (Figure 7A). In some cases, redness was observed on the pale white liver.

In older age groups of sturgeon (1+ and 2+), similar pathological changes were observed in the internal organs as in age-0+ sturgeons. First of all, it is worth noting the liver lesions, which consisted in a change in the colour of the organ and its rather soft structure. In some specimens, the morphological condition of the liver was dystrophic, meaning that when pressed, the struc-

Вочевидь, одним із основних органів-мішеней для вірусу АсIV-Е є зябра. Іридовірус осетрових є епітеліотропним та розмножується в зябровому епітелії. Іридовірусна інфекція спричиняє фізіологічні та метаболічні порушення дихального процесу внаслідок ураження зябрової тканини. Деструктивні зміни зябер прискорюють процес перебігу захворювання та спричиняють анемічний шок, нехарактерну поведінку риби, пов'язану з дихальним процесом та, як наслідок, загибель риби.

При розтині риби в черевній порожнині спостерігали різноманітні зміни, як в забарвленні, так і в структурі печінки, селезінки та кишечника. Найпомітнішими були зміни в забарвленні печінки мальків осетрових. Так, у мальків руського осетра спостерігали явище, подібне до стеатозу або гепатозу. Печінка часто була блідо-білого кольору з рихлою структурою (рис. 7А). У деяких випадках на блідо-білій печінці спостерігали почервоніння.

У старших вікових груп осетрових 1+ та 2+ у внутрішніх органах спосте-

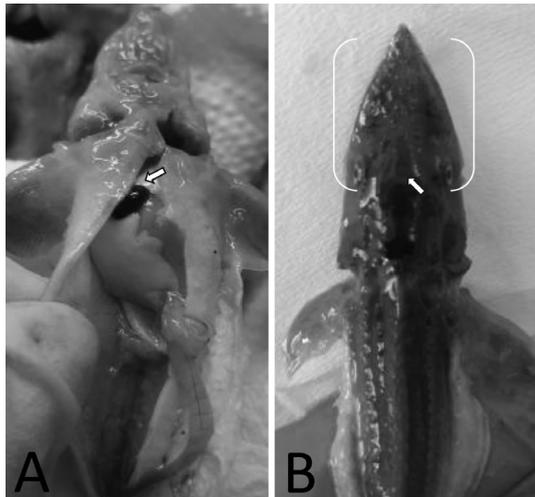


Fig. 7. Russian sturgeon (*A. gueldenstaedtii*) (0+) infected with AcIV-E virus. Destructive changes in the liver are shown - enlargement of the organ and pale white colour (A) and redness or dermal inflammation of the skin of the head (B) (© Rud, Yu.)



ture of the organ easily collapsed, tearing into pieces. It should also be noted that the gallbladder was enlarged, which was often damaged due to pathological changes. The spleen of the infected fish was enlarged and had changes in both color (light red) and structure. In some cases, the spleen was quite rigid, despite the change in colour, but it was characterized by necrotic foci and swelling in most cases. Necrotic foci and areas of inflammation were observed on the lateral walls of the abdominal cavity, as well as on the intestine. Haemorrhage sites were noted near the kidneys, intestines, and liver (Figure 8).

Very often, infected fish have been observed to accumulate ascitic fluid in the abdominal cavity. Similar signs of the disease were mainly observed in older age groups of sturgeon (2+) (Figure 9). This may indicate a systemic disruption of the functioning of internal organs, including the excretory system. We did not observe any external changes in the morphology of

рігали подібні патологічні зміни, як і у цьоголіток. Насамперед, варто відмітити ураження печінки, які полягали у зміні забарвлення органа та досить м'якій його структурі. У деяких особин морфологічний стан печінки був дистрофічним, тобто при натисканні структура органа легко руйнувалася, розриваючись на шматки. Також слід відзначити збільшення жовчного міхура, який часто був пошкодженим внаслідок патологічних змін. Селезінка інфікованої риби була збільшена та мала зміни як в забарвленні (світло-червоний колір), так і в структурі. У деяких випадках селезінка була досить ригідною, незважаючи на зміну забарвлення, але у більшості випадків характеризувалася некротичними осередками та набряклістю. На бічних стінках черевної порожнини спостерігали некротичні осередки та місця запалення, так само як і на кишечнику. Місця крововиливів відмічалися поблизу нирок, кишечника та печінки (рис. 8).

Дуже часто у інфікованої риби спо-

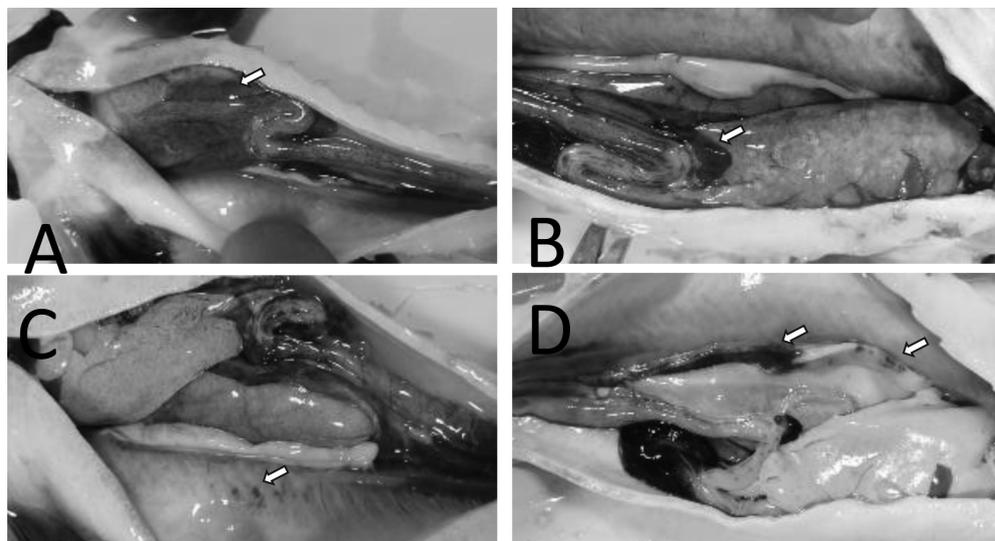


Fig. 8. Destructive changes in the internal organs of the hybrid of Russian and Siberian sturgeons (*A. gueldenstaedtii* × *A. baerii*) (2+) due to iridovirus infection AcIV-E. Changes in the colour of the liver and spleen (A and B), necrotic foci and hemorrhages in the abdominal cavity (C and D) are shown (© Rud, Yu.)



the kidneys, but they may have been present at the tissue level and required a more in-depth analysis to determine destructive changes.

In 2020 and 2021, two isolates of the AcIV-E virus were identified in sturgeon species. During 2022–2024, we identified 8 more new isolates that were diagnosed in new locations. In total, during the 5 years of monitoring, 12 isolates of the AcIV-E virus were identified and DNA samples were taken for nucleotide analysis to determine genetic variants of the virus. In our previous work [13], we identified 8 isolates of AcIV-E virus during monitoring studies that lasted from 2018 to 2019. Thus, on average, 2–3 new virus isolates are diagnosed each year. It should be noted that all isolates were identified on different farms from different regions of Ukraine. So, today the virus has been

стерігали накопичення асцитної рідини в черевній порожнині. Подібні ознаки захворювання в основному спостерігали у старших вікових груп осетрових (2+) (рис. 9). Це може свідчити про системне порушення роботи внутрішніх органів, в тому числі видільної системи. Зовнішніх змін в морфології нирок ми не спостерігали, але, можливо, вони були присутні на тканинному рівні і потребували більш глибокого аналізу для визначення деструктивних змін.

У 2020 та 2021 рр. у представників осетрових було ідентифіковано по два ізоляти вірусу AcIV-E. Упродовж 2022–2024 рр. нами було ідентифіковано ще 8 нових ізолятів, які було діагностовано на нових локаціях. Загалом упродовж 5-ти років моніторингу було ідентифіковано 12 ізолятів вірусу AcIV-E та відібрано зразки ДНК для нуклеотидного аналізу з метою встановлення генетичних варіантів вірусу. У попередній роботі [13]

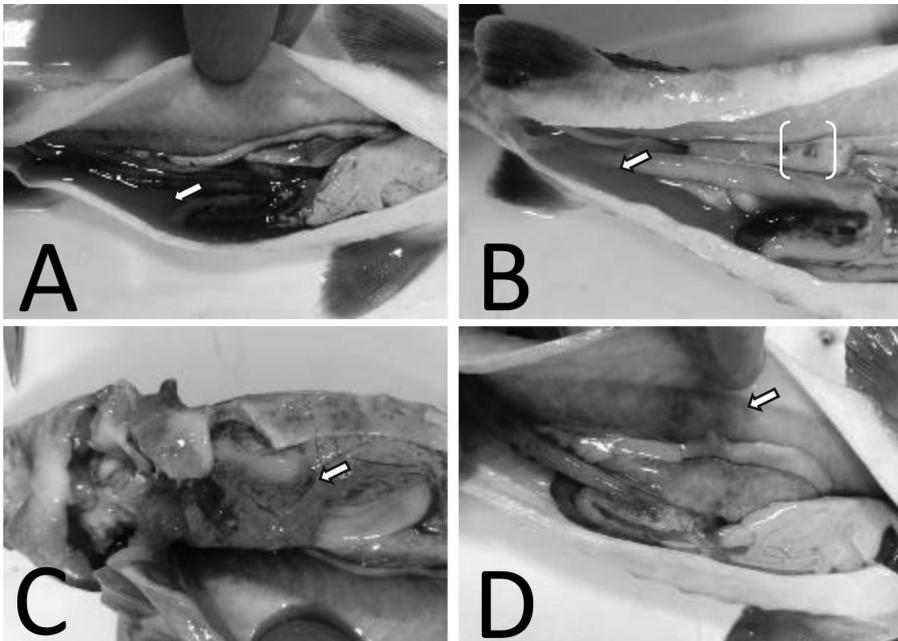


Fig. 9. Internal organ lesions and their destructive changes in a age-2+ bester (*H. huso* × *A. ruthenus*). Accumulation of ascitic fluid in the abdominal cavity (A and B), destructive changes in the liver (C), and inflammatory process or foci of necrosis in the epithelial tissue of the abdominal wall (D) are shown (© Rud, Yu.)



detected in Zaporizhzhia, Kherson, Mykolaiv, Odesa, Cherkasy, Kyiv, Zhytomyr, Volyn, Khmelnytsk and Chernivtsi regions (Figure 10).

The virus has been identified in age-0+, 1+, and 2+ Russian and Siberian sturgeons, as well as in sturgeon hybrids – bester and a hybrid of Russian and Siberian sturgeons. The virus was not identified in any of the sterlet and beluga samples tested (Figure 10).

In all cases of virus identification on farms, sturgeon mortality was observed, ranging from minor (5–10%) to moderate (35–40%). First of all, on farms of various types (cages, ponds or RAS), increased mortality was recorded in younger age groups of sturgeon (0+), which indicates their greater vulnerability and sensitivity to the disease. Therefore, it

нами було ідентифіковано 8 ізолятів вірусу AcIV-E упродовж моніторингових досліджень, що тривали з 2018 по 2019 рр. Таким чином, у середньому щороку діагностується 2–3 нових ізоляти вірусу. Слід зазначити, що всі ізоляти ідентифіковано на різних господарствах з різних регіонів України. Так, на сьогодні вірус виявлено у Запорізькій, Херсонській, Миколаївській, Одеській, Черкаській, Київській, Житомирській, Волинській, Хмельницькій та Чернівецькій областях (рис. 10).

Вірус ідентифіковано у цьоголіток, однорічок та дворічок руського та сибірського осетрів, а також у гібридів осетрових — бестера та гібрида руського та сибірського осетрів. У жодному із досліджуваних зразків стерляді та білуги вірус не було ідентифіковано (рис. 10).

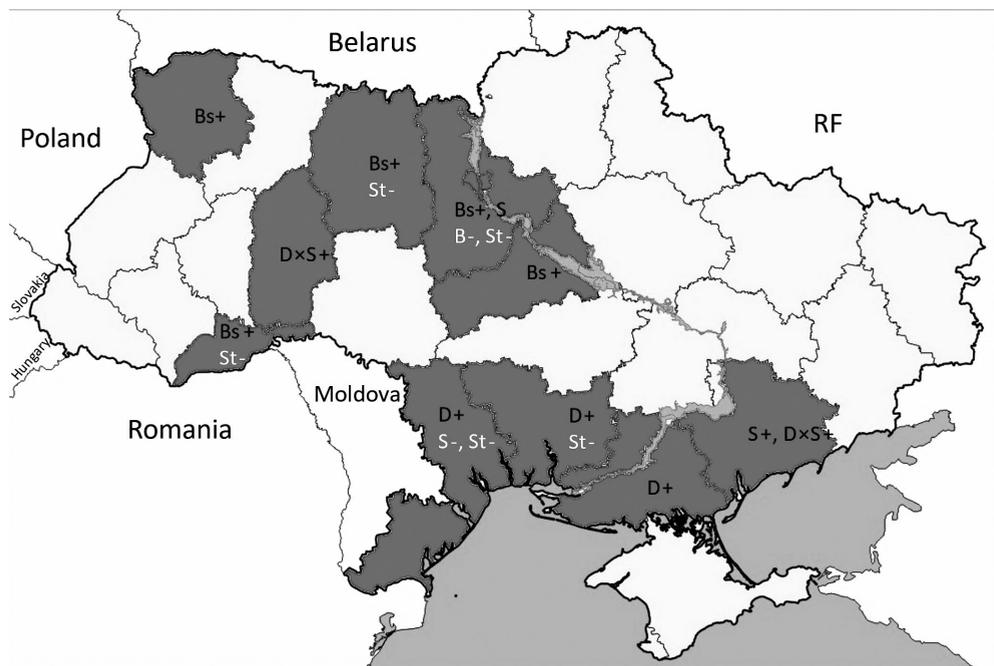


Fig. 10. Geographic distribution of sturgeon iridovirus AcIV-E isolates isolated in Ukraine during 2018–2024: “+” – positive cases, “-” – negative cases, Bs – bester (*H. huso* × *A. ruthenus*), D – Russian sturgeon (*A. gueldenstaedtii*), S – Siberian sturgeon (*A. baerii*), D×S – Russian and Siberian sturgeon hybrid (*A. gueldenstaedtii* × *A. baerii*), St – sterlet (*A. ruthenus*), B – beluga (*H. huso*)



is this age category of sturgeon that requires greater attention in the process of monitoring studies. It is also worth paying attention to broodstock and the incubation process, using recommended methods for disinfecting eggs, equipment, premises, etc. in order to prevent the disease or minimize its consequences [19]. Brood fish, replacement fish and marketable fish are also at risk, as older age groups are mainly carriers of the virus and do not show signs of the disease. Among the sturgeon species susceptible to the virus, the highest mortality was demonstrated by the bester (up to 40%), Russian sturgeon (15–25%) and the hybrid of the Russian and Siberian sturgeon (up to 20%). During the monitoring process, it was found that in the south of the country, the virus is often identified in Russian sturgeon, while in the central and western parts, the disease is mostly recorded in bester.

With the beginning of the full-scale aggression and invasion of the Russian Federation into Ukraine, monitoring of the virus in the temporarily occupied territories and frontline regions is not being carried out. This makes it difficult to establish a complete epizootic situation regarding this disease in specialized sturgeon farms and to understand the extent of the spread of the virus in those regions. One of the main ways the virus spreads is through fish trade between different farms, regions or even countries [9, 20]. Moving fish over long distances from one region of the country to another contributes to the rapid spread of the virus. It may also affect the variability of the virus, and as a result, the emergence of new genetic variants. We have shown that there can be two variants of the virus on one farm, which may indicate the recombination

У всіх випадках ідентифікації вірусу на господарствах спостерігали смертність осетрових, яка була в межах від незначної (5–10%) до помірної (35–40%). Насамперед, на господарствах різного типу (садкові, ставові або РАС) фіксувалася підвищена смертність у молодших вікових груп осетрових (0+), що свідчить про їх більшу уразливість та чутливість до захворювання. Тому саме ця вікова категорія осетрових потребує більшої уваги в процесі моніторингових досліджень. Варто також звертати увагу на плідників та на процес інкубації, застосовуючи рекомендовані методи дезінфекції ікри, обладнання, приміщень тощо з метою попередження захворювання або мінімізації його наслідків [19]. Плідники, ремонтно-маточні стада та товарна риба також в групі ризику, адже старші вікові групи в основному є носіями вірусу і не демонструють ознаки захворювання. Серед чутливих до вірусу осетрових видів найбільшу смертність демонстрували бестер (до 40%), руський осетер (15–25%) та гібрид руського та сибірського осетрів (до 20%). У процесі моніторингу було встановлено, що на півдні країни вірус часто ідентифікується у руського осетра, тоді як в центральній та західній частинах здебільшого захворювання фіксується у бестера.

Із початком повномасштабної агресії та вторгнення Російської Федерації в Україну, моніторинг вірусу на тимчасово окупованих територіях та у прифронтових регіонах не виконується. Це ускладнює встановлення повної епізоотичної ситуації щодо даного захворювання в спеціалізованих осетрових господарствах та розуміння масштабів поширення вірусу в тих регіонах. Одним із основних шляхів поширення вірусу є торгівля рибою між різними господарствами, регіонами або навіть країнами [9, 20]. Переміщення риби на



of viral DNA during virus replication or the existence of several genetically stable variants of the virus [13].

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

During monitoring studies in 2020–2024, sturgeon iridovirus AcIV-E was detected on specialized sturgeon farms in 11 regions of Ukraine. The most sensitive species to the virus was the bester (*H. huso* × *A. ruthenus*), as mortality in this sturgeon species reached up to 40%. Also susceptible to the virus are the Russian sturgeon (*A. gueldenstaedtii*), the Siberian sturgeon (*A. baerii*) and their hybrid. Despite the fact that beluga (*H. huso*) and sterlet (*A. ruthenus*) are also susceptible species to the virus, AcIV-E virus has not yet been identified in these species on the territory of Ukraine. The virus is most often identified in younger age groups, namely in age-0+, age-1 and 1+, and less often in age-2 and 2+. Symptoms of the disease mostly appear on the skin and gills. Areas of dermal necrosis and hemorrhage can be observed on the surface of the entire body of the fish. Anemia, petechiae, and tissue necrosis are observed on the gills. Iridovirus infection is often systemic, with destructive changes in internal organs, especially the liver and spleen, and ascitic fluid may accumulate in the abdominal cavity.

Monitoring this disease is very important, since today iridovirus infection is the most dangerous viral disease for both domestic and global sturgeon farming. Studying the nucleotide sequences of viral

великі дистанції з одного регіону країни в інший сприяє швидкому поширенню вірусу. Також це може впливати на мінливість вірусу, і як результат, появу нових генетичних варіантів. Нами було показано, що на одному господарстві може бути одразу два варіанти вірусу, що може свідчити про рекомбінацію вірусної ДНК в процесі реплікації вірусу або існування декількох генетично стабільних варіантів вірусу [13].

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Упродовж моніторингових досліджень 2020–2024 рр. іридовірус осетрових AcIV-E виявлено на спеціалізованих осетрових господарствах в 11 областях України. Найчутливішим видом до вірусу виявився бестер, оскільки смертність цього виду осетрових сягала до 40%. Також до вірусу чутливими видами є руський осетер, сибірський осетер та їхній гібрид. Незважаючи на те, що білуга та стерлядь також є чутливими до вірусу AcIV-E видами, на території України у цих видів його поки що не ідентифіковано. Найчастіше вірус ідентифікується у молодших вікових групах, а саме у мальків і цьоголіток (0+), одnorічок та дволіток (1 та 1+) та рідше — у дворічок та триліток (2 та 2+). Симптоми захворювання здебільшого проявляються на шкірі та зябрах. Осередки дермального некрозу та крововиливи можуть спостерігатися на поверхні всього тіла риби. На зябрах спостерігається анемія, петехії та некроз тканини. Іридовірусна інфекція часто є системною, у внутрішніх органах відбуваються деструктивні зміни, особливо у печінці та селезінці, а у черевній порожнині може збиратися асцитна рідина.

Моніторинг даного захворювання є дуже важливим, оскільки на сьогодні іридовірусна інфекція є найнебезпечнішим вірусним захворюванням як для



DNA fragments will help determine the distribution of genetic variants of the virus and, possibly, determine which one is more virulent. The search for the virus in such sturgeon species as beluga, sterlet and stellate sturgeon will be the subject of our further studies.

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. Sicuro, B. (2019). The future of caviar production on the light of social changes: a new dawn for caviar? *Reviews in Aquaculture*, 11, 204-219. <https://doi.org/10.1111/raq.12235>.
2. Bronzi, P., Chebanov, M., Michaels, J. T., Wei, Q., Rosenthal, H., & Gessner, J. (2019). Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017. *Journal of Applied Ichthyology*, 35, 257-266. <https://doi.org/10.1111/jai.13870>.
3. EUMOFA (2023). *Sturgeon meat and other by-products of caviar—production, trade, and consumption in and outside the EU*. Luxembourg: Publ. Off. Eur. Union, 1-27.
4. Buchatskyi, L. P., Rud, Yu. P., & Matvienko, N. M. (2020). *Virusni infektsii*

вітчизняного, так і для світового осетрівництва. Дослідження нуклеотидних послідовностей фрагментів ДНК вірусу допоможе встановити поширення генетичних варіантів вірусу та, можливо, встановити, який з них є більш вірулентним. Пошук вірусу у таких видів осетрових як білуга, стерлядь та севрюга будуть предметом наших подальших досліджень.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

У цій 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. Sicuro B. The future of caviar production on the light of social changes: a new dawn for caviar? // *Reviews in Aquaculture*. 2019. Vol. 11. P. 204—219. <https://doi.org/10.1111/raq.12235>.
2. Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017 / Bronzi P., et al. // *Journal of Applied Ichthyology*. 2019. Vol. 35. P. 257—266. <https://doi.org/10.1111/jai.13870>.
3. Sturgeon meat and other by-products of caviar—production, trade, and consumption in and outside the EU. Luxembourg : EUMOFA, 2023. P. 1—27.
4. Бучацький Л. П., Рудь Ю. П., Матвієнко Н. М. Вірусні інфекції осетрів та лососей. Київ : ДІА, 2020. 240 с. ISBN 978-617-7785-10-0.



- osestriv ta lososei*. Kyiv: DIA. ISBN 978-617-7785-10-0.
5. Bigarré, L., Lesne, M., Lautraite, A., Chesneau, V., Leroux, A., Jamin, M., Boitard, P. M., Toffan, A., Prearo, M., & Labrut, S. et al. (2017). Molecular identification of iridoviruses infecting various sturgeon species in Europe. *J. Fish Dis.*, 40, 105-118. <https://doi.org/10.1111/jfd.12498>.
 6. Clouthier, S., Anderson, E., Kurath, G., & Breyta, R. (2018). Molecular systematics of sturgeon nucleocytoplasmic large DNA viruses. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 128, 26-37. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.07.019>.
 7. Pallandre, L., Lesne, M., de Boisseson, C., Charrier, A., Daniel, P., Tragnan, A., Debeuf, B., Chesneau, V., & Bigarre, L., (2019). Genetic identification of two *Acipenser* iridovirus-European variants using high-resolution melting analysis. *J Virol Methods*, 265, 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2018.12.006>.
 8. Ciulli, S., Volpe, E., Sirri, R., Passalacqua, P.L., Cesa Bianchi, F., Serratore, P., & Mandrioli, L. (2016). Outbreak of mortality in Russian (*Acipenser gueldenstaedtii*) and Siberian (*Acipenser baerii*) sturgeons associated with sturgeon nucleocytoplasmic large DNA virus. *Vet Microbiol*, 191, 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.05.012>.
 9. Axen, C., Vendramin, N., & Toffan, A. (2018). Outbreak of Mortality Associated with *Acipenser* Iridovirus European (AcIV-E) Detection in Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*) Farmed in Sweden. *Fishes*, 3(4), 42. <https://doi.org/10.3390/fishes3040042>.
 10. Hofsoe-Oppermann, P., Kiełpińska, J., Panicz, R., & Bergmann, S. M. (2020). Detection of White Sturgeon Iridovirus (WSIV) in Wild Sturgeons (Actinopterygii: Acipenseriformes: Acipenseridae) in Poland. *J Vet Res.*, 64(3), 363-368. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0055>.
 11. Emerging Viral Pathogens in Sturgeon Aquaculture in Poland: Focus on Herpesviruses and Mimivirus Detection / Stachnik M. et al. // *Viruses*. 2021. Vol. 29, iss. 13(8). 1496. <https://doi.org/10.3390/v13081496>.
 12. Risk of contamination of sturgeon species along the Lower Danube with
 5. Molecular identification of iridoviruses infecting various sturgeon species in Europe / Bigarré L. et al. // *J. Fish Dis*. 2017. Vol. 40. P. 105—118. <https://doi.org/10.1111/jfd.12498>.
 6. Molecular systematics of sturgeon nucleocytoplasmic large DNA viruses / Clouthier S. et al. // *Mol. Phylogenet. Evol.* 2018. Vol. 128. P. 26—37. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.07.019>.
 7. Genetic identification of two *Acipenser* iridovirus-European variants using high-resolution melting analysis / Pallandre L. et al. // *J Virol Methods*. 2019. Vol. 265. P. 105—112. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2018.12.006>.
 8. Outbreak of mortality in Russian (*Acipenser gueldenstaedtii*) and Siberian (*Acipenser baerii*) sturgeons associated with sturgeon nucleocytoplasmic large DNA virus / Ciulli S. et al. // *Vet Microbiol*. 2016. Vol. 191. P. 27—34. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.05.012>.
 9. Axen C., Vendramin N., Toffan A. Outbreak of Mortality Associated with *Acipenser* Iridovirus European (AcIV-E) Detection in Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*) Farmed in Sweden // *Fishes*. 2018. Vol. 3(4). 42. <https://doi.org/10.3390/fishes3040042>.
 10. Detection of White Sturgeon Iridovirus (WSIV) in Wild Sturgeons (Actinopterygii: Acipenseriformes: Acipenseridae) in Poland / Hofsoe-Oppermann P. et al. // *J Vet Res*. 2020. Vol. 64(3). P. 363—368. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0055>.
 11. Emerging Viral Pathogens in Sturgeon Aquaculture in Poland: Focus on Herpesviruses and Mimivirus Detection / Stachnik M. et al. // *Viruses*. 2021. Vol. 29, iss. 13(8). 1496. <https://doi.org/10.3390/v13081496>.
 12. Risk of contamination of sturgeon species along the Lower Danube with



- tres-2020-0055.
11. Stachnik, M., Matras, M., Borzym, E., Maj-Paluch, J., & Reichert, M. (2021). Emerging Viral Pathogens in Sturgeon Aquaculture in Poland: Focus on Herpesviruses and Mimivirus Detection. *Viruses*, 29, 13(8), 1496. <https://doi.org/10.3390/v13081496>.
 12. Deák, G., Matache, R., Prangate, R., Dumitrescu, G., Holban, E., Lupea, L., Norlia, N. R., & Ibrahim, M. (2023). Risk of contamination of sturgeon species along the Lower Danube with AcIV-E virus from sturgeons raised in aquaculture systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1216, 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1216/1/012012>.
 13. Rud, Y., Bigarré, L., Pallandre, L., Briand, F. X., & Buchatsky, L. (2020). First genetic characterization of sturgeon mimiviruses in Ukraine. *J Fish Dis.*, 43(11), 1391-1400. <https://doi.org/10.1111/jfd.13239>.
 14. Mugetti, D., Pastorino, P., Menconi, V., Messina, M., Masoero, L., Ceresa, L., Pedron, C., & Prearo, M. (2020). Two New Sturgeon Species are Susceptible to Acipenser Iridovirus European (AcIV-E) Infection. *Pathogens*, 25, 9(3), 156. <https://doi.org/10.3390/pathogens9030156>.
 15. Rud, Yu.P., Bushuiev, S. H., Khabarov, V., Hrytsyniak, I. I., & Buchatskyi, L. P. (2021). Doslidzhennia virusu AcIV-E u sevriuhy *Acipenser stellatus* u Chornomu ta Azovskomu moriakh. *Morskyi ekolohichnyi zhurnal*, 2, 65-70. <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2021.2.06>.
 16. Bondavalli, F., Schleicherová, D., Pastorino, P., Mugetti, D., Pedron, C., & Prearo, M. (2024). Detection of Acipenser European Iridovirus (AcIV-E) in Sturgeon Farms in Northern Italy between 2021–2023. *Viruses*, 16, 465. <https://doi.org/10.3390/v16030465>.
 17. Mugetti, D., Pastorino, P., Menconi, V., AcIV-E virus from sturgeons raised in aquaculture systems / Deák G. et al. // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1216. 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1216/1/012012>.
 13. First genetic characterization of sturgeon mimiviruses in Ukraine / Rud Y. et al. // *J Fish Dis*. 2020. Vol. 43(11). P. 1391—1400. <https://doi.org/10.1111/jfd.13239>.
 14. Two New Sturgeon Species are Susceptible to Acipenser Iridovirus European (AcIV-E) Infection / Mugetti D. et al. // *Pathogens*. 2020. Vol. 25, iss. 9(3). 156. <https://doi.org/10.3390/pathogens9030156>.
 15. Дослідження вірусу AcIV-E у севрюги *Acipenser stellatus* у Чорному та Азовському морях / Рудь Ю. П. та ін. // *Морський екологічний журнал*. 2021. № 2. С. 65—70. <https://doi.org/10.47143/1684-1557/2021.2.06>.
 16. Detection of Acipenser European Iridovirus (AcIV-E) in Sturgeon Farms in Northern Italy between 2021–2023 / Bondavalli F. et al. // *Viruses*. 2024. Vol. 16. 465. <https://doi.org/10.3390/v16030465>.
 17. The Old and the New on Viral Diseases in Sturgeon / Mugetti D. et al. // *Pathogens*. 2020. Vol. 9(2). 146. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020146>.
 18. Expression Characterization of Six Genes Possibly Involved in Gonad Development for Stellate Sturgeon Individuals (*Acipenser stellatus*, Pallas 1771) / Burcea A. et al. // *International Journal of Genomics*. 2018. 7835637. <https://doi.org/10.1155/2018/7835637>.
 19. Ultrafiltration for the biosecurity of fish production: The case of a sturgeon nursery / Yang J. et al. // *Aquacultural Engineering*. 2023. Vol. 103. 102366. <https://doi.org/10.1016/j.aq->



- Pedron, C., & Prearo, M. (2020). The Old and the New on Viral Diseases in Sturgeon. *Pathogens*, 9(2), 146. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020146>.
18. Burcea, A., Popa, G.-O., & Florescu, I. E., et al. (2018). Expression Characterization of Six Genes Possibly Involved in Gonad Development for Stellate Sturgeon Individuals (*Acipenser stellatus*, Pallas 1771). *International Journal of Genomics*, 7835637. <https://doi.org/10.1155/2018/7835637>.
19. Yang, J., Moulleron, A., Monnot, M., Cordier, C., & Moulin, P. (2023). Ultrafiltration for the biosecurity of fish production: The case of a sturgeon nursery. *Aquacultural Engineering*, 103, 102366. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2023.102366>.
20. Hick, P., Becker, J., & Whittington, R. (2016). Iridoviruses of Fish. *Aquaculture Virology*, 127-152. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801573-5.00008-5>.

