

Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10011  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 639.3.043:575.16

## Monitoring of hydrochemical parameters of the recirculating aquasystem in the early stages of ontogeny of *Acipenser Ruthenus*

N. E. Hrynevych✉, Yu. V. Osadcha

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 10.01.2024  
Received in revised form  
13.02.2024  
Accepted 14.02.2024

Bila Tserkva National Agrarian  
University, Pl. Soborna, 8/1,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-098-959-49-97  
E-mail: gnatbc@ukr.net

**Hrynevych, N. E., & Osadcha, Yu. V. (2024). Monitoring of hydrochemical parameters of the recirculating aquasystem in the early stages of ontogeny of *Acipenser Ruthenus*. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(100), 75–82. doi: 10.32718/nvlvet-a10011**

The technological process of reproduction and rearing of *Acipenser Ruthenus*, juveniles and older age groups, in industrial fish farms is carried out in recirculating aquaculture systems with constant monitoring of the hydrochemical regime of the aquatic environment and strict adherence to the technology of phased feeding with live and artificial feed. Raising sturgeon species in winter at low temperatures (2–6 °C) is one of the most difficult technological processes. The selection of *Acipenser Ruthenus* fry was carried out in February 2024 at a water temperature of 4 °C and gradually increased by 0.5 °C per day for 20 days to prevent a sharp increase, which could provoke active mobility and exhaustion, injury, and weight loss. The water temperature in the pools and trays of the experimental farm fluctuated between 4 and 18 °C during February – March 2024, which corresponds to the generally accepted temperature range for reproduction and rearing of *Acipenser Ruthenus*. Compliance with the temperature regime and control of the dissolved oxygen content in water directly affects the survival, growth rate and feed consumption efficiency of *Acipenser Ruthenus* juveniles at juvenile stages of development. Water turbidity is the only indicator that does not comply with GOST 3351-74 and ranged from 1.12–1.53 mg/dm<sup>3</sup> with a norm of  $\leq 1$  mg/dm<sup>3</sup>, which is 0.01–0.02 % higher than the norm and indicates the ingress of a small amount of meltwater and rainwater runoff into groundwater. Exceeding the norm of turbidity can adversely affect the vital activity of aquatic organisms in recirculating aquaculture systems and affect body weight gain because suspended particles settle on the gills of fish and impair their respiration, food consumption and ionic metabolism. The presence of chlorides of organic origin in water indicates its contamination, but in the studied water samples its content ranged from 14.18–16.31 mg/dm<sup>3</sup>, which does not exceed the norm according to the Sanitary and Epidemiological Standards. The lack of oxygen in water can affect the accumulation of hydrogen sulfide as a result of the reduction of sulfuric salts and, as a result, lead to an increase in the content of sulfates, but in our case, the hydrochemical analysis of the water samples under study shows that the sulfate content does not exceed the norm and is 13–52.6 mg/dm<sup>3</sup>. To organise a balanced feeding of young *Acipenser ruthenus* at this industrial farm, *Artemia salina* is used as live feed. To obtain live fodder, we incubated pre-prepared *Artemia salina* eggs, which allows us to obtain a complete feed for feeding *Acipenser ruthenus* juveniles in a short time. The decontamination of *Artemia salina* eggs was carried out in incubation devices (with mandatory aeration, which ensures the absence of anaerobic zones in the egg mass and intensive lighting. For incubation, a solution of 50 g (5 % w/v) of sodium chloride (NaCl) per 1 litre of water is prepared, into which eggs are loaded at a density of 5 g/L. For one apparatus, load 10 litres of water and 50 g of *Artemia salina* eggs. The incubation lasts 24 hours at a water temperature of 27–29 °C. The yield of *Artemia salina* nauplii from one device is about 80 %.

**Key words:** hydrochemistry, *Acipenser ruthenus*, larval feeding, RAS, decapsulation, nauplii of *Artemia salina*.

## Моніторинг гідрохімічних показників рециркуляційної аквасистеми на ранніх стадіях онтогенезу *Acipenser Ruthenus*

Н. Є. Гриневич✉, Ю. В. Осадча

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Технологічний процес відтворення та вирощування, молоді та старших вікових груп, *Acipenser Ruthenus* в індустріальних рибних господарства здійснюють в рециркуляційних аквакультурних системах з постійним контролем гідрохімічного режиму водного середовища і суворим дотриманням технології поетапної годівлі живими та штучними кормами. Вирощування осетрових видів риб в зимовий період за низьких температур (2–6 °C) є одним з найбільш складних технологічних процесів. Відбір плідників *Acipenser Ruthenus* проводили в лютому 2024 року за температури води 4 °C та впродовж 20 днів поступово підвищували її на 0,5 °C на добу, з метою запобігання різкого її підвищення, що може спровокувати активну рухливість та виснаження, травматизацію, втрату маси. Температура води в басейнах та лотках дослідного господарства коливалася впродовж лютого – березня 2024 року в межах 4–18 °C, що відповідає загальноприйнятому діапазону температур для відтворення та вирощування *Acipenser Ruthenus*. Дотримання температурного режиму та контроль вмісту розчиненого у воді кисню безпосередньо впливає на виживаність, темп росту та ефективність споживання кормів молоддю *Acipenser Ruthenus* на ювенальних стадіях розвитку. Каламутність води єдиний показник, який не відповідає ГОСТ 3351-74 та коливався в межах 1,12–1,53 мг/дм<sup>3</sup> при нормі  $\leq 1$  мг/дм<sup>3</sup>, що на 0,01–0,02 % вище норми та вказує на потрапляння невеликої кількості талих вод і дощових стоків у ґрунтові води. Перевищення норми показника каламутності може негативно вплинути на життєдіяльність гідробіонтів у рециркуляційних аквакультурних системах та вплинути на приріст маси тіла тому, що завислі частинки осідають на зябрах риб і погіршується їх дихання, споживання їжі та сповільнюється йонний обмін. Наявність у воді хлоридів органічного походження свідчить про її забруднення, однак у досліджуваних пробах води її вміст коливався в межах 14,18–16,31 мг/дм<sup>3</sup> що не перевищує норми згідно ДСанПіН. Дефіцит кисню у воді може вплинути на накопичення сірководню у результаті відновлення сірчано-кислих солей і як наслідок призведе до підвищення вмісту сульфатів, проте в нашому випадку, гідрохімічний аналіз досліджуваних проб води на вміст сульфатів не перевищує норми та становить 13–52,6 мг/дм<sup>3</sup>. Для організації збалансованої годівлі молоді *Acipenser ruthenus* на даному індустріальному господарстві в якості живого корму використовують *Artemia salina*. Для одержання живого корму ми проводили інкубацію заздалегідь заготовлених яєць *Artemia salina*, що дає змогу отримати в стислий термін повноцінний корм для годівлі молоді *Acipenser ruthenus*. Дезактивацію яєць *Artemia salina* проводили в інкубаційних апаратах (з обов'язковою аерацією, яка забезпечує відсутність у масі яєць анаеробних зон та інтенсивним освітленням. Для інкубування необхідно зробити розчин на 1 л води 50 г (5 %) кухонної солі (NaCl), в який завантажуємо яйця із цільністю посадки 5 г/л. На один апарат завантажуємо 10 л води та 50 г яєць *Artemia salina*. Інкубація триває 24 години при температурі води 27–29 °C. Вихід науплій *Artemia salina* з одного апарата становить близько 80 %.

**Ключові слова:** гідрохімія, *Acipenser ruthenus*, годівля личинки, RAS, декапсуляція, науплії *Artemia salina*.

## Вступ

В останні десятиріччя гостро стоїть питання антропогенного та техногенного навантаження на водні екосистеми, що сприяє зменшенню чисельності цінних видів риб, зокрема осетрових. В іхтіофауні України *Acipenser Ruthenus* єдиний прісноводний представник осетрових видів риб, який опинився на межі вимирання та занесений до Червоної книги України. Гідротехнічне будівництво спричинило зміни гідрологічного, хімічного та біологічного режимів водойм, це вплинуло на погіршення умов природного відтворення *Acipenser Ruthenus*. Скорочення природних популяцій осетрових видів риб призвело до інтенсивного розвитку штучного відтворення. Збереження та нарощування чисельності популяцій осетрових видів риб в індустріальних рибних господарствах спрямоване на штучне їх відтворення та вирощування товарної продукції з подальшою її реалізацією (Kornijeno et al., 2020; Grynevych & Osadcha, 2022).

Індустріальні господарства Київської області орієнтовані на вирощування гідробіонтів в рециркуляційних аквакультурних системах (RAS), що дає змогу контролювати виробничі параметри. Будівництво індустріальних господарств можливе на малопотужних водо джерелах тому, що в RAS багаторазово використовується вода із низьким відсотком заміни з застосуванням біологічної та механічної фільтрації, які забезпечують оксигенацію та фільтрацію води за високої щільності посадки, з використанням 200 літрів свіжої води на кілограм виробленої риби. Інтенсивна технологія вирощування цінних видів риб в RAS дозволяє скоротити терміни їх вирощування до однорічного циклу та впливає на собівартість вирощеної продукції. Личинковий та товарний модулі рибницького комплексу включають в себе блок регенерації води. Вирощування товарної риби проходить в два етапи, кожен з яких триває по 180 днів, повний риб-

ницький цикл триває 390 – 400 діб (Grynevych, 2016; Trofymchuk et al., 2021).

Технологічний процес вирощування молоді *Acipenser Ruthenus* вимагає суворого поетапного дотримання годівлі живими та штучними кормами з постійним контролем гідрохімічного режиму водного середовища. В індустріальних рибних господарствах при будівництві проєктують цехи для культивування живих кормових організмів, які за потреби збагачують поживними речовинами та амінокислотами, які необхідні для повноцінного росту та розвитку *Acipenser Ruthenus* (Huda et al., 2015; Symon, 2016; Grynevych & Osadcha, 2023).

В природних умовах молодь *Acipenser Ruthenus* живиться зоопланктоном – *Daphnia*, *Moina*, *Bosmina* та зообентосом – *Gammaridae*, *Oligochaeta*, *Polychaeta*, *Chironomidae*, *Mysida* (Djikanovic et al., 2014). Задля підвищення виживання молоді *Acipenser Ruthenus* в штучних умовах доцільно в перші 5 – 7 днів розпочинати годівлю живими кормами. Вченими доведено, що згодовування наупліїв рачків *Artemia salina*, які мають високу кормову цінність, низьку рухливість, що в свою чергу, дозволяє забезпечити значний відсоток поїдання корму та високого виживання молоді на ювенальних стадіях розвитку. (Symon, 2016; Grynevych & Osadcha, 2023).

## Мета дослідження

Провести моніторинг гідрохімічних показників рециркуляційної аквасистеми на ранніх стадіях онтогенезу *Acipenser Ruthenus*

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на одному з індустріальних рибних господарств Київської області впродовж лютого – березня 2024 року, де здійснювали відбір проб води та проводили гідрохімічний аналіз за

такими показниками: водневий показник рН, вміст кисню, хімічне споживання кисню дихроматне, каламутність, забарвленість, запах 20 °С, запах 60 °С, гідрокарбонати, жорсткість загальна, залізо загальне, загальний вміст солей, лужність загальна, нітрати, нітрій, амоній, хлориди, сульфати, окисно-відновний потенціал, кремній, феноли, сухий залишок, хлор загальний вільний, йод, фтор, марганець, калій, кальцій, магній, нафтопродукти, а також, роботи з штучного відтворення *Acipenser Ruthenus*, інкубацію яєць *Artemia salina* з подальшим їх згодовуванням молоді *Acipenser Ruthenus* на ювенальних стадіях розвитку.

### Результати та їх обговорення

Відбір плідників (рис.1, 2) *Acipenser Ruthenus* проводили в лютому 2024 року за температури води 4 °С



Рис. 1. Визначення ступеня дозрівання плідників *Acipenser Ruthenus* за допомогою ультразвукового дослідження (фото автора)



Рис. 2. Визначення ступеня дозрівання плідників *Acipenser Ruthenus* за допомогою щупа (фото автора)

У процесі проведення рибницьких робіт зі стимуляції текучості риб самок і утримуємо окремо, з постійною подачею води (до 15–20 л/хв на м<sup>3</sup>). Приблизно за 2 години до початку можливої овуляції яйцеклітин здійснюємо обстеження самок, оскільки у деяких з них цей процес відбувається швидше. Після того, як виділяються перші вільні ікринки через генітальний отвір, через 1–1,5 години настає повне відділення ооцитів від яйценосних пластин, тобто остаточне дозрівання статевих продуктів.

Після встановлення факту початку овуляції ікри розпочинаємо роботи з одержання сперми від самців. Молочко у самців зіджують в окремий сухий посуд (пробірки) шляхом масажу черевця та вигинання тіла риби. Одержану сперму аналізуємо за концентрацією та рухливістю сперміїв (за шкалою Г. М. Персова, 1941). Інтервали між відбиранням порцій сперми – близько 2 годин.

Самку виймаємо з води, після того, як риба заспокоїться, масажуємо каудальну частину її черевця. У риби, що починає дозрівати, під час легкого натискання з генітального отвору виділяється невелика кількість вільних зрілих ікринок. Орієнтиром початку дозрівання самок може бути їх поведінка. Особини,

та впродовж 20 днів поступово підвищували її на 0,5 °С на добу.

Роботи з штучного відтворення *Acipenser Ruthenus* розпочинаємо з моменту настання стійкої температури 12 – 13 °С, відібраних плідників витримували протягом 1,5 – 2 діб без годівлі. При температурі води 15 – 16 °С проводимо стимулювання дозрівання плідників синтетичним негормональним препаратом Нерестин – 5. В роботі з самками застосовували дві ін'єкції з розрахунку 0,4 – 0,5 мл/кг маси, для самців одна ін'єкція – 0,2 – 0,25 мл/кг. Тривалість дозрівання плідників може змінюватися залежно від температури води. Зниження температури води негативно позначається на ході дозрівання риб, що затримує овуляцію, тому необхідно підтримувати температуру на рівні 15–16 °С, що дозволить скоротити час до 20–30 годин.

що дозріли, як правило, починають збиватись у групи. Іноді початок дозрівання окремих риб, що перебувають у басейні, можна визначити візуально або рукою на дотик за наявністю окремих розсіяних по дну рибоводної місткості ікринок. Проте в останніх двох випадках неможливо визначити початок овуляції яйцеклітин у кожної конкретної риби. Якість ікри залежить від точності визначення строків її одержання. Бажано обрати такий час, коли більша частина ооцитів вже овулювала і перебуває у порожнині тіла самки, а решта легко сповзають з ястика.

Самок які досягли стану повного дозрівання обережно беремо з басейну, обтираємо чистим рушником та починаємо відбір ікри (рис. 3). Легкими масажними рухами натискаємо на черевце від голови до анального отвору зіджуємо ікру.

Перед осіменінням з посудини з ікрою обережно зливаємо порожнинну рідину (в разі, коли її багато). Осіменіння ікри здійснюємо “напівсухим” способом. З цією метою з розрахунку на 1 кг ікри додаємо суміш сперми від двох – трьох самців (всього 10–15 мл сперми), яку виливаємо у посудину з водою (співвідношення сперми до об'єму води – 1:200), швидко перемішуємо і переливаємо до ікри. Ікру та розведену у



воді сперму старанно перемішуємо пучком пір'я протягом 3 – 4 хв, після чого воду із спермою зливаємо. Для звільнення від залишків сперми, слизу, порожнинної рідини ікру промиваємо чистою водою, після чого ікру знеклеюємо (рис. 4), під час дозрівання плідників та процесу запліднення, інкубації температура води має бути стабільною, допустиме коливання не більше 1 °С. Інкубували ікру в апаратах типу “Осетр” (рис. 5). Завантаження ікри у апарати становив 0,8 – 1кг на один ящик.



Рис. 3. Прижиттєвий спосіб відбору ікри (фото автора)



Рис. 4. Знеклеєння ікри (фото автора)

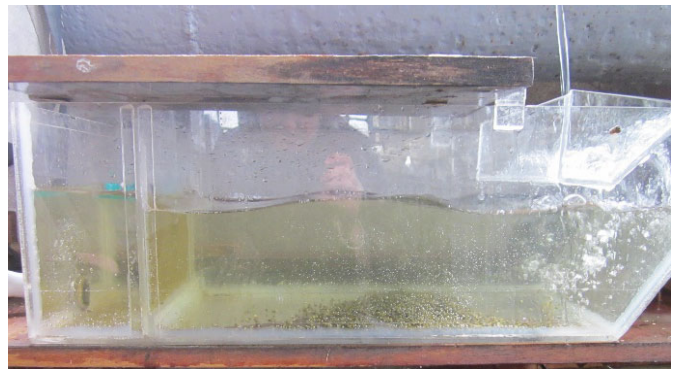


Рис. 5. Інкубаційний апарат типу “Осетр” (фото автора)

Для повноцінного розвитку ембріонів підтримували температуру води в межах 15–16 °С. Початок викльову вільних ембріонів з ікри розпочався на 6 добу інкубації і тривав близько 40 годин. Вживання вільних ембріонів, що вийшли з ікри становив близько 80 %.

Технологія штучного відтворення та вирощування *Acipenser Ruthenus* в рециркуляційних аквакультурних системах вимагає чіткого контролю гідрохімічного складу води і дотримання поетапної годівлі живими та штучними кормами на ранніх етапах онтогенезу, що в подальшому забезпечить високий рівень виживання молоді. Молодь *Acipenser Ruthenus* вирощували в пластикових лотках з дотриманням всіх технологічних процесів.

Для контролю гідрохімічного режиму під час рибницьких робіт регулярно відбирали проби води, які наведені в табл. 1.

Показники якості води, які наведені в таблиці 1 вказують, що під час проведення рибницьких робіт з відтворення та вирощування молоді *Acipenser Ruthenus* до життєстійких стадій вміст розчиненого кисню в межах 7–8,91 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Водневий показник (рН) води становив 6,8–7. Хімічне споживання кисню дихроматне в межах 5,18–6,88 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Температура води в басейнах та лотках дослідного господарства впродовж лютого – березня 2024 року в межах 4–18 °С, що відповідає загальноприйнятому діапазону температур для відтворення та вирощування молоді *Acipenser Ruthenus*. Дотримання температурного режиму та контроль вмісту розчиненого у воді кисню безпосередньо впливає на виживаність, темпи росту та ефективність споживання кормів молоддю *Acipenser Ruthenus* на ювенальних стадіях розвитку.

Таблиця 1  
Гідрохімічні показники досліджуваної води

Показник якості води	Одиниці виміру	Вміст речовини	Норма*	Метод	Відповідність
1	2	3	4	5	6
Водневий показник рН	од. рН	6,8–7	6,5–8,5	ДСТУ 4077-2001	відповідає
Розчинений кисень	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	7–8,91	не нормується	ДСТУ ISO 5813:2004	відповідає
Хімічне споживання кисню дихроматне	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5,18–6,88	не нормується	ДСТУ ISO 6060:2003	відповідає
Каламутність	мг/дм <sup>3</sup>	1,12–1,53	≤ 1	ГОСТ 3351-74	не відповідає
Забарвленість	градуси	4,18–6,53	≤ 20	ГОСТ 3351-74	відповідає
Запах, 20 °С	бали	1	≤ 2	ГОСТ 3351-74	відповідає
Запах, 60 °С	бали	1	≤ 2	ГОСТ 3351-74	відповідає
Присмак	бали	0	≤ 2	ГОСТ 3351-74	відповідає

1	2	3	4	5	6
Гідрокарбонати	ммоль/дм <sup>3</sup>	4,5	не нормується	ГОСТ 26449.1- 85	відповідає
Жорсткість загальна	ммоль/дм <sup>3</sup>	2,43–2,8	≤ 7	ДСТУ ISO 6059:2003	відповідає
Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	0,18–0,16	≤ 0,2	ГОСТ 4011-72	відповідає
Загальний вміст солей	мг/дм <sup>3</sup>	314–366	≤ 1000	ГОСТ 26449.1- 85	відповідає
Лужність загальна	ммоль/дм <sup>3</sup>	4,5	≤ 6,5	ДСТУ ISO 9963-1:2007	відповідає
Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	0,43–1,24	≤ 50	ДСТУ 4078-2001	відповідає
Натрій	мг/дм <sup>3</sup>	2,3–4,5	≤ 200	ГОСТ 23268.6	відповідає
Амоній	мг/дм <sup>3</sup>	0,19–0,35	≤ 1,2	ГОСТ 4192-82	відповідає
Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	14,18–16,31	≤ 250	ДСТУ ISO 9297:2007	відповідає
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	13–52,6	≤ 250	ГОСТ 4389-72, п.3	відповідає
Окисно-відновний потенціал	мВ	127–176	не нормується	ГОСТ 22018-84	відповідає
Кремній	мг/дм <sup>3</sup>	4,45–4,87	≤ 10	ГОСТ 26449.1-85	відповідає
Феноли	мг/дм <sup>3</sup>	---	≤ 0,0005	РД 52.24.34-86	відповідає
Сухий залишок	мг/дм <sup>3</sup>	300–352	≤ 1000	ГОСТ 18164-72	відповідає
Хлор загальний вільний	мг/дм <sup>3</sup>	---	≤ 0,05	ГОСТ 18190-72, п.3	відповідає
Йод	мкг/дм <sup>3</sup>	7,1–8,1	≤ 50	ДСТУ 4816:2007, метод А	відповідає
Фтор	мг/дм <sup>3</sup>	0,031–0,038	≤ 1,5	ГОСТ 4386-89	відповідає
Марганець	мг/дм <sup>3</sup>	0,04–0,048	≤ 0,05	ГОСТ 4974-72, п.3	відповідає
Калій	мг/дм <sup>3</sup>	7,9–9,6	≤ 20	ГОСТ 23268.7	відповідає
Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	72,14–75,15	≤ 130	ДСТУ ISO 6058:2003	відповідає
Магній	мг/дм <sup>3</sup>	13,37–24,31	≤ 80	ДСТУ ISO 6059:2003	відповідає
Нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>	---	≤ 0,01	ГОСТ 17.1.4.01-80	відповідає

Примітка: (\*) – згідно ДСанПіН, ДСТУ; (---) – менше межі визначення

Каламутність води єдиний показник, який не відповідає ГОСТ 3351-74 та коливався в межах 1,12–1,53 мг/дм<sup>3</sup> при нормі ≤ 1 мг/дм<sup>3</sup>, що на 0,01–0,02 % вище норми та свідчить про потрапляння невеликої кількості талих вод і дощових стоків у ґрунтові води. Перевищення норми показника каламутності може негативно вплинути на життєдіяльність гідробіонтів у рециркуляційних аквакультурних системах та вплинути на приріст маси тіла тому, що завислі частинки осідають на зябрах риб і погіршується їх дихання, споживання їжі та сповільнюється йонний обмін (Grynevych et al., 2019).

Запах води визначали за температури 20 та 60 °С, однак нагрівання води не вплинуло на запах і він отримав по 1 балу за обох температурних режимів. Забарвленість була в межах 4,18–6,53 градусів, а присмак оцінили в 0 балів, отже всі вище наведені показники не перевищували допустимих значень та відповідають ГОСТ 3351-74.

Жорсткість і лужність загальна упродовж періоду дослідження вмісту їх речовини у воді були в межах норми та склали 2,43–2,8 ммоль/дм<sup>3</sup> і 4,5 ммоль/дм<sup>3</sup> відповідно. Жорсткість води залежить від зміни концентрації лужноземельних металів таких як: кальцій, магній та їх солей, вміст цих речовин у воді наведених в таблиці 1 відповідає нормативним показникам.

Наявність у воді хлоридів органічного походження свідчить про її забруднення, однак у досліджуваних пробах води її вміст знаходився в межах 14,18–16,31 мг/дм<sup>3</sup> що не перевищує норми згідно ДСанПіН. Дефіцит кисню у воді може призвести до стійкого накопичення сірководню у результаті відновлення сірчано-кислих солей і як наслідок призведе до значного підвищення вмісту сульфатів, але виходячи з гідрохімічного аналізу досліджуваних проб води вміст сульфатів не перевищує норми та становить 13–52,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Вміст речовини фенолу, хлору загального вільного, нафтопродуктів під час гідрохімічного аналізу відібраних проб становив менше межі визначення відповідно ДСанПіН.

Контроль за вмістом заліза загального є головним показником для систем замкнутого водопостачання, так як підвищення його вмісту безпосередньо впливає на виживаність гідробіонтів, зокрема погіршує дихання та йонний обмін і як наслідок виникають захворювання (Grynevych et al., 2019). Вміст заліза загального у досліджуваній воді, як одного із важких біогенних елементів, не перевищувало нормативний показник та становить 0,18–0,16 мг/дм<sup>3</sup>.

Кінцевим продуктом мінералізації органічних азотвмісних речовин є нітрати і їх показники у досліджуваних пробах не перевищували допустимих нормативних значень і становили 0,43–1,24 мг/дм<sup>3</sup>.

Отже, дані гідрохімічного аналізу відібраних проб води впродовж лютого – березня 2024 року, що наведені в таблиці 1 належить до гідрокарбонатного класу згідно класифікації О. О. Альокіна.

Для організації збалансованої годівлі молоді *Acipenser ruthenus* на даному індустріальному господарстві в якості живого корму використовують *Artemia salina*. *Artemia salina* характеризується: високим вмістом протеїну – близько 60 %, ціанокобаламіну (вітамін В<sub>12</sub>) – до 7,2 мкг/г, насиченими і мононенасиченими (88 %) та поліненасиченими (12 %), жири (12 – 30 % від сухої маси), вуглеводи (4,5 – 23 % від сухої маси), зола (4,2 – 21,4 % від сухої маси), незамінними амінокислотами які представлені в табл. 2.

З даних наведених в табл. 2 можна зробити висновок, що незамінні амінокислоти мають біологічну цінність для синтезу білків та забезпечать повноцінне живлення молоді *Acipenser ruthenus* на ранніх етапах онтогенезу та забезпечать більший відсоток їх виживання.

**Таблиця 2**

Амінокислотний склад науплій *Artemia salina*

Незамінні амінокислоти	% від сухої речовини
Лізин	7,4 – 9,9
Гістидин	2,3 – 4,1
Аргінін	8,2 – 9,7
Треонін	4,0 – 5,1
Валін	2,6 – 4,7
Метіонін	1,9 – 3,1
Ізолейцин	4,1 – 5,7
Лейцин	6,7 – 8,5
Фенілаланін	4,3 – 8,8
Тирозин	4,6 – 8,9
Гліцин	4,8 – 6,3

Вирощування *Artemia salina* це складний процес, який потребує дотримання технологічних вимог. Для одержання живого корму ми проводили інкубацію заздалегідь заготовлених яєць *Artemia salina*, що дає



**Рис. 6.** Інкубаційний апарат (фото автора)

### Висновки

Отже, технологічний процес інкубації та вирощування гідробіонтів вимагає постійного контролю гідрохімічного режиму рециркуляційних аквакультурних систем та поетапної годівлі живими кормами молоді *Acipenser Ruthenus* на ювенальних етапах онтогенезу, що в подальшому забезпечить високе виживання. Для одержання живого корму ми проводили інкубацію заздалегідь заготовлених яєць *Artemia salina*, що дає змогу отримати в стислий термін повноцінний корм для годівлі молоді *Acipenser ruthenus*.

Контроль гідрохімічного режиму під час рибницьких робіт впродовж лютого – березня 2024 року показав, що згідно класифікації О.О. Альокіна (1970) вода належить до гідрокарбонатного класу. Каламутність води єдиний показник, який не відповідає ГОСТ 3351-74 та коливався в межах 1,12–1,53 мг/дм<sup>3</sup> при нормі ≤ 1 мг/дм<sup>3</sup>, що на 0,01–0,02 % вище норми та свідчить про потрапляння невеликої кількості талих вод і дощових стоків у ґрунтові води. Всі інші показники гідрохімічного аналізу води відповідали нормам згідно ДСанПіН.

змогу отримати в стислий термін повноцінний корм для годівлі молоді *Acipenser ruthenus*. Дезактивацію яєць *Artemia salina* проводили в інкубаційних апаратах (рис. 6) з обов'язковою аерацією, яка забезпечує відсутність у масі яєць анаеробних зон та інтенсивним освітленням. Для інкубування необхідно зробити розчин на 1 л води 50 г (5 %) кухонної солі (NaCl), в який завантажують яйця із щільністю посадки 5 г/л. На один апарат завантажують 10 л води та 50 г яєць *Artemia salina*. Інкубація триває 24 години за температури води 27 – 29 °С. Вихід науплій *Artemia salina* (рис. 7) з одного апарата становить близько 80 %. Після завершення інкубації необхідно виключити аерацію води та освітлення на 3–5 хвилин, щоб декапсульовані науплії *Artemia salina* осіли на дно апарата з метою кращого їх зцідження через сито та подальшого згодовування молоді *Acipenser ruthenus*.



**Рис. 7.** Науплій *Artemia salina* (фото автора)

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Deren', O. V., & Fedorenko, M. O. (2023). Obg'runtuvannja ta perspektyvy vykorystannja komah jak dzerela bilka u kormah dlja ryb (ogljad). Rybogospodars'ka Nauka Ukrainy, 4(66), 114–140. DOI: 10.61976/fsu2023.04.114 (in Ukrainian).
- Djikanovic, V., Skoric, S., & Mickovic, B. (2014). Review of sterlet (*Acipenser ruthenus* L. 1758) (Actinopterygii: Acipenseridae) feeding habits in the River Danube, 1694–852 river km. Journal Of Natural History, 49(5-8), 411–417. DOI: 10.1080/00222933.2013.877991.
- Fazekas, G., Kaldy, J., Kovacs, G., Muller, T., & Ljubobratovic, U. (2022). The effect of stocking density on sterlet *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758) larvae in the recirculating aquaculture system. Journal of Applied Ichthyology, 38(5), 479–486. DOI: 10.1111/jai.14341.
- Gljebova, Ju. A. (2021). Stan i problemy vodnyh bioresursiv v Ukraini. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk.



- Seriya: Sil's'kogospodars'ki nauky, 121, 253–258. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.121.33 (in Ukrainian).
- Goncharova, O. V., & Pichura, V. I. (2023). Ekologo-fiziologichni aspekty v akvakulturi za umov transformacii abiotychnykh ta biotychnykh chynnykiv. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk. Seriya: Sil's'kogospodars'ki nauky, 129, 270–276. DOI: 10.32851/2226-0099.2023.129.35 (in Ukrainian).
- Grycynjak, I. I., & Symon, M. Ju. (2014). Istorija rozvytku zavods'kogo vidtvorennja osetrovnykh (Acipenseridae) vydiv ryb (Ogljad). Rybogospodars'ka Nauka Ukrai'ny, 1(27), 37–51. DOI: 10.15407/fsu2014.01.037 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je. (2016). Osoblyvosti vykorystannja biofil'triv z riznymy typamy napovnjuvacha v ustanovkah zamknutogo vodopostachannja v akvakulturi. Naukovyj visnyk LNUVMBT imeni S.Z. G'zhyc'kogo, 18(3(70)), 57–61. DOI: 10.15421/nvlvet7013 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., & Osadcha, Ju. V. (2022). Tehnologija vodopidgotovky pid chas inkubacii' Acipenser Ruthenus v umovah tov “Skvyraplemrybgosp” Agrarna osvita ta nauka: dosjagnennja, rol', factory rostu. Ekologija, ohorona navkolyshn'ogo seredovyshha ta zbalansovane pryrodokorystuvannja: osvita – nauka – vyrobnyctvo: materialy Mizhnarodnoi' naukovopraktychnoi' konferencii' (Bila Cerkva, 20 zhovtnja 2022 r.). Bila Cerkva: BNAU, 14–15 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., & Osadcha, Ju. V. (2023). Analiz peredumov perehodu na aktyvne zhyvlennja molodi Acipenser Ruthenus. Suchasni problemy racional'nogo vykorystannja vodnykh bioresursiv: V Mizhnarodna naukovo-praktyчна konferencija, m. Kyi'v, 8-9 lystopada 2023 r.: zbirnyk materialiv. Kyi'v : PRO FORMAT, 170–173 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., & Osadcha, Ju. V. (2023). Artemia Salina – cinnyj vysokobilkovyj ob'jekt zhyvlennja Acipenser Ruthenus na juvenal'nykh stadijah rozvytku. Ekologija, ohorona navkolyshn'ogo seredovyshha ta zbalansovane pryrodokorystuvannja: osvita – nauka – vyrobnyctvo: materialy mizhnarodnoi' naukovopraktychnoi' konferencii'. 26 zhovtnja 2023 r. m. Bilocerkivs'kyj NAU, 29–31 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., & Osadcha, Ju. V. (2023). Godivlja jak osnovna skladova u tehnologii' vyrushhuvannja Acipenser ruthenus (Linnaeus, 1758). “Modern research in world science”. Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference Lviv, Ukraine 29-31 January, 41–45 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., & Osadcha, Ju. V. (2023). Godivlja zhyvymy kormamy lychynok Acipenser Ruthenus. Vodni i nazemni ekosystemy ta zberezhenntja i'h bioriznomanittja: Zbirnyk naukovykh prac'. Zhytomyr: Poliss'kyj nacional'nyj universytet, 84–87 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., & Osadcha, Ju. V. (2023). Organizacija pochatkovykh etapiv godivli molodi Acipenser ruthenus. International scientific-practical conference “Science, education and society in the 21st century: scientific ideas and implementation mechanisms”: conference proceedings. Košice, Slovakia 4 August, 40–41 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., & Osadcha, Ju. V. (2023). Vydy kormiv ta kormovi vymogy za godivli Acipenser Ruthenus na lychynkovykh stadijah (Ogljad). Tavrijs'kyj naukovyj visnyk. Seriya: Sil's'kogospodars'ki nauky, 133, 368–374. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.133.49 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., Hom'jak, O. A., Prysazhnyuk, N. M., & Myhal's'kyj, O. R. (2019). Analiz gidrotehnicnoi' skladovoi' industrial'nykh akvaferm za zamknutogo vodopostachannja. Vodni bioresursy ta akvakultura, 59–76. DOI: 10.32851/wba.2019.2.5 (in Ukrainian).
- Grynevych, N. Je., Semanjuk, N. V., Svitel's'kyj, M. M., Trofymchuk, A. M., Hom'jak, O. A., Prysazhnyuk, N. M. (2021). Sanitarno-mikrobiologichni pokaznyky vody recyrkuljacionoi' akvasystemy za vyroshhuvannja Acipenser ruthenus L. Vodni bioresursy ta akvakultura, 2(10), 51–64. DOI: 10.32851/wba.2021.2.5 (in Ukrainian).
- Huda, L. V., Prusins'ka, M., & Lypka, N. P. (2015). Zastosuvannja preparativ polinenasychenykh zhyrnykh kyslot u tehnologii' rann'ogo vygodovuvannja osetrovnykh ryb. Biologichni systemy, 7(2), 163–170 (in Ukrainian).
- Kamaszewski, M., Ostaszewska, T., & Kolman, R. (2014). Effects of Artemia sp. with essential fatty acids on functional and morfological aspects of the digestive system in Acipenser gueldenstaedtii larvae. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14, 929–938. DOI: 10.4194/1303-2712-v14\_4\_12.
- Kornijeno, V. O., Olifirenko, V. V., & Rozhkov, V. V. (2020). Rezul'tatyvnist' vyroshhuvannja mal'kiv sterljadi (Acipenser Ruthenus) v basejnah za riznogo rezhymu godivli. Vodni bioresursy ta akvakultura, 137–147. DOI: 10.32851/wba.2020.2.13 (in Ukrainian).
- Kravec', S. I., Krushel'nyc'ka, O. V., & Poljuhovykh, N. V. (2020). Monitoryng gidrohimichnogo rezhymu vyroshhuval'nykh staviv. Naukovyj visnyk LNUVMB imeni S.Z. G'zhyc'kogo. Seriya: Sil's'kogospodars'ki nauky, 22(93), 45–49. DOI: 10.32718/nvlvet-a9308 (in Ukrainian).
- Lee, D. H., Lim, S., & Lee, S. (2021). Dietary protein requirement of fingerling sterlet sturgeon (Acipenser ruthenus). Journal of Applied Ichthyology, 37(5), 687–696. DOI: 10.1111/jai.14254.
- Lundova, K., Kouril, J., Sampels, S., Matousek, J., & Stejskal, V. (2018). Growth, survival rate and fatty acid composition of sterlet (Acipenser ruthenus) larvae fed fatty acid-enriched Artemia nauplii. Aquaculture Research, 49(10), 3309–3318. DOI: 10.1111/are.13794.
- Muller, T., Ittzes, I., & Kucska, B. (2018). Attempts on artificial induction of sexual maturation of sterlet (Acipenser ruthenus) and identification of late spermatogenesis stage in hermaphroditic fish. International Aquatic Research, 10(3), 293–297. DOI: 10.1007/s40071-018-0196-3.
- Symon, M. Ju. (2016). Osoblyvosti perehodu rann'oi' molodi osetrovnykh ryb (Acipenseridae) na godivlju shtuchnymy kormamy v UZV (Ogljad). Rybogospodars'ka Nauka Ukrai'ny, 1(35), 106–126. DOI: 10.15407/fsu2016.01.106 (in Ukrainian).
- Symon, M. Ju. (2016). Zastosuvannja artemii' (Artemia) v godivli molodi osetrovnykh vydiv ryb (Acipenseridae) (Ogljad). Rybogospodars'ka nauka Ukrai'ny, 2(36), 97–122. DOI: 10.15407/fsu2016.02.097 (in Ukrainian).

- Symon, M. Ju., Kurinenko, G. A., & Kolesnyk, N. L. (2020). Ekonomichna efektyvnist' vyroshhuvannja rann'oi' molodi rosijs'kogo osetra (Acipenser Gueldenstaedtii Brandt & Ratzeburg, 1833) za vedennja do racionu inaktyvovanyh pekars'kyh drizhdzhiv. *Rybogospodars'ka Nauka Ukraïny*, 2(52), 78–85. DOI: 10.15407/fsu2020.02.078 (in Ukrainian).
- Tretjak, O. M., Pashko, M. M., & Kolos, O.M. (2020). Vyroshhuvannja lychynok sterljadi (Acipenser Ruthenus Linnaeus, 1758) u netradycijni stroky. *Rybogospodars'ka Nauka Ukraïny*, 2(52), 29–37. DOI: 10.15407/fsu2020.02.029 (in Ukrainian).
- Trofymchuk, A. M., Grynevych, N. Je., Romanchuk, B. A., & Svitel'skyj, M. M. (2021). Rybovodno-tehnologichne obg'runtuvannja recyrkulacijnoi' akvasystemy dlja afrykans'kogo klarijevogo soma *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Naukovyj visnyk LNUVMB imeni S. Z. G'zhyc'kogo. Serija: Sil'skogospodars'ki nauky*, 23(95), 15–24. DOI: 10.32718/nvlvet-a9502 (in Ukrainian).