FEEDS AND FEEDING / КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2025; 2(72): 136-153
DOI: https://doi.org/10.61976/fsu2025.02.136
UDC [639.3.043.13:636.087.8]:639.371.2

Received: 09.04.2025
Received in revised form: 11.05.2025
Accepted: 03.06.2025

EFFECT OF PROBIOTIC "SUBALIN" ON THE PRODUCTIVE PARAMETERS OF AGE-0+ STURGEON HYBRID (ACIPENSERIDAE) — BESTER UNDER CONDITIONS OF THERMAL LOAD

Yu. Onyshchuk, koropec@gmail.com, ORCID ID 0009-0008-3445-0436, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv
O. Tretiak, veslonos-ua@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-2300-9115, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv
O. Kolos, kolos-en@ukr.net, ORCID ID 0009-0008-9312-1368, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. *To determine the effect of adding the probiotic "Subalin" to the diet under conditions of elevated water temperature on productive parameters of age-0+ bester.*

Methodology. *Experimental studies were carried out in the summer-autumn period of 2024 in the conditions of tanks of the "Biosyla" farm created using heated waste water from an energy facility. Hybrid sturgeon Bester at the age of 0+ were grown for 50 days with feeding with feed of recommended formulations with a crude protein content of 54% and crude fat of 15% with the addition of the probiotic preparation "Subalin" to the diet. The studied probiotic was added to the feed at the rate (% of the feed weight): 0.04 (variant 1) and 0.03 (variant 2). For control, an identical feed without the addition of a probiotic was used. The stocking density of fish with an average body weight of 70.5 g at the beginning of the studies (second decade of August) was 100 ind. per tank (56 ind./m^2). The assessment of growth,*

ВПЛИВ ПРОБІОТИКА «СУБАЛІН» НА ПРОДУКТИВНІ ПОКАЗНИКИ ЦЬОГОЛІТОК ГІБРИДА ОСЕТРОВИХ (ACIPENSERIDAE) — БЕСТЕРА — В УМОВАХ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Ю. В. Онищук, koropec@gmail.com, ORCID ID 0009-0008-3445-0436, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ
О. М. Третяк, veslonos-ua@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-2300-9115, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ
О. М. Колос, kolos-en@ukr.net, ORCID ID 0009-0008-9312-1368, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

Мета. *Визначити вплив на продуктивні показники цьоголіток бестера додавання до раціону пробіотика «Субалін» в умовах підвищеної температури води.*

Методика. *Експериментальні дослідження здійснювали в літньо-осінній період 2024 р. в умовах басейнів господарства «Біосила», створеного з використанням підігрітої скидної води енергетичного об'єкта. Гібрида осетрових бестера у віці 0+ вирощували впродовж 50 діб з годівлею комбікормами рекомендованих рецептур з умістом сирого протеїну на рівні 54% та сирого жиру — 15%, із додаванням до раціону препарата пробіотичної дії «Субалін». Досліджуваний пробіотик додавали до комбікорму із розрахунку (% від маси корму): 0,04 (варіант 1) та 0,03 (варіант 2). Для контролю використовували ідентичний комбікорм без додавання пробіотика. Густота посадки риб із середньою масою тіла 70,5 г на початку виконання до-*

survival, and productivity parameters of bester and the analysis of physicochemical factors of the aquatic environment were carried out using methods common in fish farming.

***Findings**. The water temperature in tanks with juvenile bester during the experiments ranged from 28.1 to 33.7°C, which was 5.0 to 5.5°C higher than during the same period in water bodies with the natural temperature regime of the Forest-Steppe zone. The oxygen concentration in the water was within 3.5 to 5.4 mg O_2/dm^3. Other hydrochemical parameters in the tanks did not significantly exceed the standard values and were typical for water bodies in the region. As a result, after 50 days of cultivation, age-0+ bester at the end of the third decade of September reached an average weight of 248.5 g in the variant with a share of the "Subalin" in the feed of 0.04% and 259.5 g when adding this preparation to the feed in an amount of 0.03%. In the control, the average body weight of the fish was 212.4 g, which was 14.5–18.1% less than in the experimental variants. In both variants of the experiments and the control, 100% survival of fish was recorded. During the entire period of cultivation, the absolute and relative daily gains of the fish of both experimental groups were higher than those of fish of the control group. A preliminary conclusion was made on the feasibility of adding the probiotic "Subalin" to the standard formula feed during the cultivation of age-0+ bester under conditions of heat stress in the amount (% of the feed weight): 0.04 - for fish with an average weight of 20–70 g and 0.03 - for fish with an average weight of more than 70 g.*

***Originality.** The conducted studies on the effect of the probiotic "Subalin" on the productive parameters of age-0+ bester are part of similar studies launched in 2023. In the conditions of sturgeon farming using heated waste water from an energy facility, studies in this area are being carried out for the first time.*

***Pactical Value.** The obtained results are of interest for the development of sturgeon aquaculture in industrial-type farms, in particular at elevated water temperatures in conditions of climate change.*

***Keywords:** sturgeons, bester, pools, feeding, probiotic «Subalin», productivity, water temperature.*

сліджень (друга декада серпня) становила 100 екз. на кожний басейн (56 екз./м^2). Оцінку показників приросту, виживання і продуктивності бестера та аналіз фізико-хімічних чинників водного середовища проводили за поширеними в рибництві методиками.

***Результати**. Під час проведення експериментів температура води в басейнах з молоддю бестера коливалась у межах 28,1–33,7°С, що на 5,0–5,5°С вище, ніж за аналогічний період у водоймах з природним температурним режимом лісостепової зони. Концентрація кисню у воді перебувала у межах 3,5–5,4 мг O_2/дм^3. Інші гідрохімічні показники у басейнах істотно не перевищували нормативні значення і були типовими для водойм регіону. В результаті, за 50 діб вирощування цьоголітки бестера наприкінці третьої декади вересня досягли середньої маси 248,5 г у варіанті із часткою препарату «Субалін» у кормах на рівні 0,04% та 259,5 г — за додавання цього препарату до кормів у кількості 0,03%. У контролі середня маса тіла риб становила 212,4 г, що на 14,5–18,1% менше, ніж у дослідних варіантах. В обох варіантах дослідів і контролі зареєстроване 100% виживання риб. Упродовж всього періоду вирощування за абсолютними і відносними добовими приростами риби обох дослідних груп переважали бестера контрольної групи. Зроблено попередній висновок щодо доцільності додавання пробіотика «Субалін» до комбікормів стандартних рецептур під час вирощування цьоголіток бестера в умовах теплового навантаження в кількості (% від маси корму): 0,04 — для риб середньою масою 20–70 г та 0,03 — для риб середньою масою понад 70 г.*

***Наукова новизна.** Проведені дослідження щодо впливу пробіотика «Субалін» на продуктивні показники цьоголіток бестера є складовою частиною аналогічних досліджень, розпочатих у 2023 р. В умовах осетрового господарства з використанням підігрітої скидної води енергетичного об'єкта дослідження цього спрямування виконуються вперше.*

***Практична значимість.** Отримані результати являють інтерес для розвитку аквакультури осетрових риб в господарствах індустріального типу, зокрема за підвищеної температури води в умовах зміни клімату.*

***Ключові слова:** осетрові риби, бестер, басейни, годівля, пробіотик «Субалін», продуктивність, температура води.*

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

With the critical state of natural stocks of most species of Acipenseridae, a tendency to accelerate the development of sturgeon aquaculture has clearly emerged. At the current stage of development of fisheries in Ukraine, combined technological schemes for cultivating sturgeon in industrial conditions using various water supply systems are quite often used. At the same time, the main direction of sturgeon aquaculture has become caviar production [1–5].

Understandable attention of researchers was paid to determining the peculiarities of growing sturgeon broodstock, analyzing their reproductive capacity and various aspects of the production of sturgeon larvae in artificial conditions [6–11].

Quite reasonably, a significant number of experimental studies were aimed at determining the effect of enriching the diet of sturgeons with various feed additives and biologically active substances based on: trace elements, probiotics, immunostimulants, insect processing products, plant components, etc. [12–16]. The main goal of these studies was to improve methods for growing fish seeds for promising sturgeon breeding facilities, which was justified by the growing needs of sturgeon farms.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

За критичного стану природних запасів більшості представників Acipenseridae чітко виявилась тенденція до прискорення розвитку аквакультури осетрових риб. На сучасному етапі розвитку рибного господарства в Україні досить часто застосовуються комбіновані технологічні схеми культивування осетрових риб в індустріальних умовах із використанням різних систем водопостачання. При цьому основним напрямом осетрової аквакультури стало ікряно-товарне виробництво [1–5].

Зрозуміла увага дослідників приділялась визначенню особливостей вирощування осетрових плідників, аналізу їхньої репродуктивної здатності та різним аспектам виробництва личинок осетрових риб у заводських умовах [6–11].

Цілком обґрунтовано значну кількість експериментальних досліджень спрямовували на визначення впливу збагачення раціону осетрових риб різноманітними кормовими добавками і біологічно активними речовинами на основі мікроелементів, пробіотиків, імуностимуляторів, продуктів переробки комах, компонентів рослинного походження тощо [12–16]. Основною метою зазначених досліджень було удосконалення методів вирощування посадкового матеріалу перспективних об'єктів осетрівництва, що обґрунтовувалось зростанням потреб осетрових ферм.

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

Sturgeon farms using heated power plant waste water are distinguished by their

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Характерними особливостями температурного режиму вирізняються осетрові господарства з використанням

characteristic temperature regime. This can create certain technological advantages for aquaculture in the cool season. However, with changing climatic conditions, the use of such methods of industrial fish farming may be accompanied by a number of negative factors associated with an excessive increase in water temperature in the warm season [17, 18].

Certain positive results for increasing the efficiency of growing the hybrid sturgeon bester in the first year of life were achieved in our experiments with the addition of the probiotic "Subalin" to the fish diet. The indicated technological advantages were achieved using power plant discharge water in the warmest period of the year [18]. Therefore, the main goal of these studies was the verification of previously obtained results regarding the effect of the probiotic "Subalin" on the productivity parameters of juveniles of the studied hybrid sturgeon at elevated water temperatures.

Therefore, the purpose of the experiments conducted in 2024 was to continue the research work begun in 2023 to determine the effect of probiotic "Subalin" on the productivity parameters of age-1+ sturgeon hybrid under heat stress. In particular, due to the insufficient amount of experimental data, the question of the optimal dosages of the tested probiotic for adding it to feed remained unclear.

MATERIALS AND METHODS

The cultivation of experimental groups of bester was carried out in 2024 in the Forest-Steppe of Ukraine in the conditions of plastic tanks of the sturgeon farm "Biosyla" LLC, which uses heated discharge water of the energy facility in the production activities.

підігрітої скидної води електростанцій. Це може створювати певні технологічні переваги для аквакультури у прохолодну пору року. Проте, зі зміною кліматичних умов застосування таких методів індустріального рибництва може супроводжуватись низкою негативних чинників, пов'язаних із надмірним збільшенням температури води у теплий період року [17, 18].

Певних позитивних результатів для підвищення ефективності вирощування гібрида осетрових бестера на першому році життя було досягнуто у наших експериментах із додаванням до раціону риб пробіотика «Субалін». Зазначені технологічні переваги були одержані з використанням скидної води електростанції у найтепліший період року [18]. Тому основною метою цих досліджень стала перевірка попередньо отриманих результатів щодо впливу пробіотика «Субалін» на показники продуктивності молоді досліджуваного гібрида осетрових риб за підвищеної температури води.

Отже, метою експериментів, проведених у 2024 р., стало продовження науково-дослідних робіт, розпочатих у 2023 р., з визначення впливу пробіотика «Субалін» на показники продуктивності цьоголіток досліджуваного гібрида осетрових в умовах теплового навантаження. Зокрема, у зв'язку з недостатнім обсягом експериментальних даних, залишалось нез'ясованим питання щодо оптимальних дозувань випробуваного пробіотика за додавання його до комбікормів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Вирощування експериментальних груп бестера здійснювали у 2024 р. на території Лісостепу України в умовах пластикових басейнів осетрового господарства товариства з обмеженою відповідальністю «Біосила», у вироб-

The age-0+ hybrid "bester", which was obtained as a result of reciprocal crossing of the beluga-sterlet hybrid (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) with beluga (*Huso huso*), was studied.

At the experimental stage of growing bester, which lasted from 10.08.2024 to 28.09.2024, they were fed with compound feeds from well-known Western European manufacturers with a crude protein content of 54% and crude fat of 15% with additional introduction of probiotic preparation "Subalin" into the diet. This probiotic is a certified veterinary preparation of Ukrainian production. It was created on the basis of *Bacillus subtilis* bacteria (not less than 1.0×10^9 CFU/g). The preparation was introduced into the diet of fish in the amount (% of the weight of the main feed): 0.04 (variant 1) and 0.03 (variant 2). The control used the identical compound feed without "Subalin". The dosage of the probiotic was determined based on the results of our own previous studies in 2023. "Subalin" was introduced into the compound feed with a solution of food gelatin. In the control variant of the experiments, the feed also contained the appropriate proportion of gelatin. Feeding of fish was carried out using automatic feeders with a clock mechanism for 12 hours. This ensured the possibility of round-the-clock feeding. The daily feed rate during feeding in both variants of the experiments and the control was gradually reduced by the end of the growing period from 3 to 2% of the body weight of the fish.

The experiments were carried out in 1.8 m^2 plastic tanks, with a water filling level (depth) of up to 40 cm, with a water exchange of up to 40-45 dm^3/min. Fish cultivation was used for double replication in separate variants of the experiments with a stocking density of 100 ind. per tank (about 56 ind./m^2). The starting

ничій діяльності якого використовується підігріта скидна вода енергетичного об'єкта.

Досліджувався гібрид осетрових — бестер — вікової групи 0+, отриманий в результаті реципрокного схрещування гібрида білуги зі стерляддю (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) з білугою (*Huso huso*).

На експериментальному етапі вирощування гібридної форми осетрових, що тривав з 10.08.2024 до 28.09.2024, застосовували годівлю риб комбікормами відомих західноєвропейських виробників з умістом сирого протеїну на рівні 54% та сирого жиру — 15%, із додатковим введенням до раціону препарату пробіотичної дії «Субалін». Цей пробіотик є сертифікованим ветеринарним препаратом українського виробництва. Його створено на основі бактерій *Bacillus subtilis* (не менше $1,0\times10^9$ КУО/г). Препарат вводили до раціону риб в кількості (% від маси основного корму): 0,04 — варіант 1 та 0,03 — варіант 2. У контролі застосовували ідентичний комбікорм без препарату «Субалін». Дозування пробіотика визначали за результатами власних попередніх досліджень 2023 р. У комбікорм «Субалін» вводили із розчином желатину харчового. У контрольному варіанті дослідів комбікорм також містив відповідну частку желатину. Згодовування кормів відбувалось із використанням автогодівниць з годинниковим механізмом на 12 год. Це забезпечувало можливість цілодобової годівлі риб. Добову норму кормів у процесі годівлі в обох варіантах експериментів і контролі поступово зменшували до кінця періоду вирощування з 3 до 2% від маси тіла риб.

Експерименти проводили в умовах пластикових басейнів площею 1,8 $м^2$, з рівнем заповнення водою (глибиною) до 40 см, за водообміну до 40–45 $дм^3$/хв. Вирощування риби здійснювали за

average body weight of the stocked bester was 70.53 g. Before being released into the tank, some of the largest and significantly stunted individuals were removed from the total number of fish.

The level of fish yield (survival) after the completion of the experiments was determined by the results of individual accounting of the entire number of age-0+ fish. Body weight gains and productive parameters of grown fish were determined by well-known methods in ichthyology and fish farming [19, 20].

Calculations of average (over the entire growing period) daily relative fish gains were carried out from the ratio:

$M_1 \times (1+q)^t = M_2$, where

$q = \sqrt[t]{\frac{M_2}{M_1}} - 1$ where:

M_1, M_2 – weight, respectively at the beginning and end of the growing period, g;

q – average daily relative gain (in fractions of a unit);

t – growing period, days.

The study of hydrochemical parameters during the experiments was carried out using generally accepted methods [21–23].

Measurements of water temperature and dissolved oxygen concentration were performed using an OxyGuard® thermo-oximeter (Polaris C).

In the process of statistical processing of obtained data, the criteria for analyzing the parameters were the minimum (min) and maximum (max) values, their arithmetic mean and the error of the arithmetic mean (M±m) and the coefficient of variation (Cv). The statistical assessment of the significance of the difference in the average weight of age-0+ fish in the experiment and control was carried out using the t-test in MS Excel.

The basic rules and norms of bioethics regarding animal experiments were fol-

подвійної повторності в окремих варіантах дослідів із густотою посадки бестера 100 екз. на басейн (близько 56 екз./м^2). Стартова середня маса тіла посадкового матеріалу бестера становила 70,53 г. Перед випуском у басейни із загальної кількості риб вилучали окремих найбільших та істотно відсталих у рості особин.

Рівень виходу (виживання) риб після завершення експериментів визначали за результатами поштучного обліку всієї кількості цьоголіток гібрида. Прирости маси тіла і продуктивні показники вирощених риб визначали за загальновідомими в іхтіології та рибництві методиками [19, 20].

Розрахунки значень середнього (за весь період вирощування) добового відносного приросту риб здійснювали зі співвідношення:

$M_1 \times (1+q)^t = M_2$, звідки

$q = \sqrt[t]{\frac{M_2}{M_1}} - 1$,

де M_1, M_2 — маса відповідно на початку та наприкінці періоду вирощування, г;

q — середній добовий відносний приріст (у частках одиниці);

t — період вирощування, діб.

Дослідження гідрохімічних показників під час проведення експериментів проводили з використанням загальноприйнятих методів [21–23].

Вимірювання значень температури води та концентрації розчиненого у воді кисню здійснювали за допомогою термооксиметра «OxyGuard®» («Polaris C»).

У процесі статистичної обробки цифрових значень критеріями аналізу показників були мінімальні (min) та максимальні (max) значення, їх середня арифметична і помилка середньої арифметичної (M±m) та показник

lowed in the process of performing scientific studies [24].

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

The study of the effect of "Subalin" on productive parameters after its addition into the diet of age-0+ bester began in the second decade of August. At this stage of cultivation, the water flow to the tanks with experimental groups of bester occurred directly from the discharge channel of the power plant in the absence of additional thermoregulation and artificial aeration in the water supply system.

Therefore, during the experiments on the basis of the Biosyla farm in hot weather conditions, the water temperature in the tanks with age-0+ bester fluctuated within 28.1–33.7°C. This was more than 5.0–5.5°C higher than the average daily values during this period of the year in water bodies of the region with the natural temperature regime of the forest-steppe zone. For the entire period of the study from the second decade of August to the third decade of September, the average water temperature was 31.4°C (30.6°C in August and 31.9°C in September). About 80% of the days of the fish growing period were characterized by a water temperature above 30.0°C (Table 1). Therefore, the temperature of the

мінливості (Cv). Статистичну оцінку достовірності різниці середньої маси цьоголіток в досліді та контролі здійснювали за допомогою t-критерію в електронних таблицях «MS Excel».

У процесі виконання науково-дослідних робіт дотримувались основних правил і норм біоетики щодо експериментів на тваринах [24].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження впливу на рибницькі показники препарату «Субалін» за його введення до раціону бестера вікової групи 0+ розпочинали з другої декади серпня. На цьому етапі вирощування риби надходження води до басейнів з дослідними групами бестера відбувалось безпосередньо зі скидного каналу електростанції за відсутності додаткової терморегуляції та штучної аерації в системі водопостачання.

Тому під час проведення експериментів на базі господарства «Біосила» в умовах спекотної погоди температура води в басейнах з цьоголітками бестера коливалась у межах 28,1–33,7°C. Це більш ніж на 5,0–5,5°C перевищувало середньодобові значення у цей період року у водоймах регіону з природним температурним режимом лісостепової зони. За весь період досліджень з другої декади серпня до третьої декади вересня середня температура води становила 31,4°C (30,6°C — у серпні та 31,9°C — у вересні). Близько 80% діб періоду вирощування риби характеризувались температурою води вище 30,0°C (табл. 1).

Table 1. **Water temperature during the period of experiments, °C**

Parameter	Month				
	August		September		
	decade				
	2	3	1	2	3
Range	28.8-31.5	29.2-32.9	33.2-33.7	31.2-33.2	28.1-31.7
Mean	29.9	31.2	33.5	32.1	30.4

environment during the bester growing process significantly exceeded the level of recommended water temperature values for sturgeon aquaculture.

The dissolved oxygen concentration in the tanks with juvenile bester during the study period was within 3.5–5.4 mg O_2/dm^3. The minimum values of this parameter (less than 4.0 mg O_2/dm^3) were observed for 12 days at the end of August and during some days of the first ten days of September at a water temperature of 32.8–33.7°C. The average level of dissolved oxygen for the entire period of the experiments was 4.4 mg O_2/dm^3 (4.7 mg O_2/dm^3 in August and 4.2 mg O_2/dm^3 in September). The values of oxygen concentration in the water above 5.0 mg O_2/dm^3 for the entire period of observations were recorded for 11 days (Table 2).

Other hydrochemical parameters of the tanks with juvenile bester did not significantly exceed the limits of the regulatory values for sturgeon farms without the use of recirculating aquasystems of complex water treatment and were typical for water bodies of the region [1–3, 18]. The hydrogen index (pH) contributed to the cultivation of sturgeons and was on average 7.8. Periodically, some excess of the permissible values was recorded for the permanganate oxidation index of water to the level of 18.5 O/dm^3 (with regulatory values up to 15.0 O/dm^3). The concentration of free ammonia (NH_3) and mineral phosphorus (PO_4^{3-}) in the water met the regulatory requirements, respectively, not more than 0.04 N/dm^3 and up to 0.30 mg P/dm^3. The concentration of ammonium nitrogen

Отже, температурні параметри середовища у процесі вирощування бестера істотно перевищували рівень рекомендованих значень температури води для аквакультури осетрових риб.

Концентрація розчиненого у воді кисню в басейнах із молоддю бестера впродовж досліджуваного періоду перебувала в межах 3,5–5,4 мг O_2/дм^3. Мінімальні значення показника (менше 4,0 мг O_2/дм^3) спостерігались упродовж 12 діб наприкінці серпня та протягом окремих днів першої десятиденки вересня за температури води 32,8–33,7°C. Середній рівень умісту розчиненого у воді кисню за весь період експериментів становив 4,4 мг O_2/дм^3 (4,7 мг O_2/дм^3 — у серпні та 4,2 мг O_2/дм^3 — у вересні). Значення концентрації кисню у воді вище 5,0 мг O_2/дм^3 за весь період спостережень реєструвались упродовж 11 діб (табл. 2).

Інші гідрохімічні показники басейнів з молоддю бестера істотно не перевищували межі нормативних значень для осетрових господарств без використання рециркуляційних аквасистем комплексної водопідготовки і були типовими для водойм регіону [1–3, 18]. Водневий показник (pH) сприяв вирощуванню осетрових риб і в середньому становив 7,8. Періодично реєстрували деяке перевищення допустимих значень за показником перманганатної окиснюваності води до рівня 18,5 O/дм^3 (за нормативних значень до 15,0 O/дм^3). Нормативним вимогам відповідала концентрація у воді вільного аміаку (NH_3) і мінерального фосфору (PO_4^{3-})

Table 2. **Dissolved oxygen content during the period of experiments, mg O_2/dm^3**

Parameter	Month				
	August		September		
	decade				
	2	3	1	2	3
range	4.6-5.2	3.9-5.0	3.5-3.8	3.8-4.3	4.2-5.4
mean	4.9	4.5	3.7	4.0	4.8

(NH_4^+) in individual samples sometimes amounted to 1.16 mg N/dm³ (with a standard of up to 0.50 mg N/dm³). The content of nitrites (NO_2^-) in the water was within the normal range and amounted to no more than 0.07 mg N/dm³. Occasionally, a slight excess of the permissible values for the content of nitrates (NO_3^-) was recorded, namely - up to 2.21 mg N/dm³ with a standard of up to 2.0 mg N/dm³. As an exception, a certain excess of the permissible concentration of total iron was detected to the level of 1.21 mg Fe/dm³ with standard values of up to 1.0 mg Fe/dm³. In contrast, the total hardness of the water was slightly lower than the optimal values (about 5.0 mg-eq./dm³) and amounted to 3.57–3.88 mg-eq./dm³. The water belonged to the calcium group hydrocarbonate class with the sum of ions of 320.4–356.1 mg/dm³.

The main results of experimental cultivation of age-0+ bester with the supplementation of the diet with the probiotic preparation "Subalin" are shown in Table 3. In both variants of the experiments and the control, fish of the same generation with an average weight of 70.53 g obtained from the same broodstock were used.

As a result of growing for 50 days at the end of September, the average body weight of age-0+ bester in both experimen-

— відповідно не більше 0,04 N/дм³ та до 0,30 мг P/дм³. Концентрація амонійного азоту (NH_4^+) в окремих пробах іноді становила до 1,16 мг N/дм³ (за нормативу до 0,50 мг N/дм³). У межах норми був уміст у воді нітритів (NO_2^-) і становив не більше 0,07 мг N/дм³. Зрідка реєстрували незначне перевищення допустимих значень за вмістом нітратів (NO_3^-), а саме — до 2,21 мг N/дм³, за нормативу до 2,0 мг N/дм³. Як виняток, виявляли певне перевищення допустимої концентрації загального заліза до рівня 1,21 мг Fe/дм³ за нормативних значень до 1,0 мг Fe/дм³. Натомість, загальна твердість води була дещо нижчою за оптимальні величини (близько 5,0 мг-екв./дм³) і становила 3,57–3,88 мг-екв./дм³. Вода належала до гідрокарбонатного класу групи кальцію із сумою йонів у межах 320,4–356,1 мг/дм³.

Основні результати експериментального вирощування цьоголіток бестера із доповненням раціону препаратом пробіотичної дії «Субалін» показані в таблиці 3. В обох варіантах дослідів і контролі використано риб однієї генерації із середньою масою 70,53 г, отриманих від тих самих плідників.

У результаті вирощування впродовж 50 діб наприкінці вересня цього-

Table 3. **Results of growing age-0+ bester**

Parameter	Experimental variant		
	Proportion of "Subalin" in feed 0.04%	Proportion of "Subalin" in feed 0.03%	Control
Final fish weight, g:			
M±m (n=50)	248.48±4.98	259.52±5.63	212.44±4.82
max	317.80	341.80	299.10
min	177.00	172.50	154.50
Cv, %	14.17	15.34	16.03
Absolute daily gains, g	3.56	3.78	2.84
Relative daily gains, %	2.55	2.64	2.23
Fish production in tanks, kg/m²	9.66	10.09	8.26

Note. In both experimental variants and the control, the average weight of the bester seeds was 70.53±1.24 g (Cv=12.41%; n=50) with values varying within 55.90–90.90 g with fish survival of 100%.

tal variants exceeded that in the control. In the variant of using the tested preparation in the amount of 0.4 g/kg of feed (0.04%) during the final day of the experiment, the average weight of the bester was 248.5 g. In another variant of the experiments with the amount of added probiotic 0.3 g/kg of feed, the average weight of the bester reached 259.5 g. In the control variant, the average body weight of the fish at the end of the study period was 212.4 g.

The prevalence of the average fish weight in the experimental groups of bester over the control group was: in variant 1 - 14.5%, in variant 2 - 18.1%. It was found that the differences in the average fish weight at the end of the growing period for the control and both variants of the experiments were statistically significant ($p<0.01$). The difference in the average weight of the experimental groups of bester was statistically insignificant.

Thus, in the experiments of 2024, the average weight of age-0+ bester had a greater weight in the variant with "Subalin" in an amount of 0.3 g/kg (0.03% of the weight of the feed). This result differs from the previous one obtained in our studies in 2023, in which the best gains of the bester of the age group 0+ were recorded in the variant of using the tested probiotic in an amount of 0.4 g/kg of feed. Then, the experiments used age-0+ bester with an initial average weight of 22.8 g. Fish cultivation lasted 65 days with fluctuations in water temperature within 27.5–32.5°C (from the first decade of August to the beginning of October). In 2023, in different experimental groups, juvenile bester reached an average weight of 166.8–195.4 g, which was 12.8–25.6% more than in the control (145.4 g). In those experiments, in addition to the experimental group of bester with a proportion of added probiotic in the total weight of feed of 0.04%, significant advantages in body weight gain were observed in fish to which "Subalin" was added to the

літки бестера за середнім показником маси тіла в обох дослідних варіантах перевершили аналогічний показник у контролі. У варіанті згодовування випробуваного препарату в кількості 0,4 г/кг корму (0,04%) під час остаточного облову басейнів середня маса бестера становила 248,5 г. В іншому варіанті дослідів з кількістю доданого пробіотика 0,3 г/кг корму цьоголітки бестера досягли середньої маси 259,5 г. У контрольному варіанті середній показник маси тіла риб наприкінці періоду досліджень становив 212,4 г.

Переважання за показником середньої маси риб в експериментальних групах бестера над контрольною групою гібрида становило: у варіанті 1 — 14,5%, у варіанті 2 — 18,1%. Установлено, що статистично значущими ($p<0,01$) були відмінності середньої маси риб наприкінці періоду вирощування для контролю і обох варіантів дослідів. Різниця середньої маси дослідних груп бестера була статистично недостовірною.

Отже, в експериментах 2024 р. більшу середню масу мали цьоголітки бестера у варіанті додавання до використаних кормів препарату «Субалін» в кількості 0,3 г/кг (0,03% від маси корму). Цей результат відрізняється від попередніх показників, отриманих у наших дослідженнях у 2023 р., у яких найкращі прирости бестера вікової групи 0+ були зареєстровані у варіанті згодовування випробуваного пробіотика в кількості 0,4 г/кг корму. Тоді у дослідах використовували цьоголіток бестера з початковою середньою масою 22,8 г. Вирощування риби тривало 65 діб за коливань температури води в межах 27,5–32,5°C (з першої декади серпня до початку жовтня). У 2023 р. у різних дослідних групах молодь бестера досягала середньої маси 166,8–195,4 г, що було на 12,8–25,6% більше, ніж у контролі (145,4 г). У тих експериментах, крім до-

main diet at the rate of 0.3 and 0.5 g/kg of feed. The smallest growth-stimulating effect was obtained in the experimental variant with the addition of this probiotic in an amount of 0.02% of the weight of the mixed feed [18]. Therefore, it was decided not to use this variant at the subsequent stages of experimental studies. At the same time, based on the analysis of technological advantages and economic feasibility, the further use of the maximum dosage of the preparation (0.05% of the feed weight) was abandoned.

In conclusion, as a result of the assessment of the experimental data of 2023–2024, we consider it possible to preliminarily recommend introducing the preparation "Subalin" into the diet of age-0+ bester, which are under heat stress, in an amount of 0.03–0.04% of the weight of the compound feed intended for juvenile sturgeons. In particular, for juvenile bester with an average weight of 20 to 70 g, it is advisable to use "Subalin" with a dosage of 0.04% of the total weight of the feed with a decrease in the amount of probiotic to 0.03% (0.3 g/kg of feed) at the next stage of growing this sturgeon hybrid after it reaches an average weight of more than 70 g.

From Table 3 it can be seen that the variability of the values of the individual fish weight was characterized by average values and increased slightly until the end of the experimental work.

At the same time, a characteristic feature of the 2024 experiments was a decrease in the fish stocking density during the growing process. In September, due to a critical deterioration of the temperature regime in the tanks, the stocking of age-0+ bester was reduced to 70 ind. per tank (about 39 ind./m^2). As a result, the final survival rates of fish in both the experiments and the control were 100%. As can be seen from Table 3, the fish production in the tanks on average fluctuated within

слідної групи бестера з часткою доданого пробіотика у загальній масі корму на рівні 0,04%, істотні переваги за приростами маси тіла мали риби, яким «Субалін» до основного раціону додавали в розрахунку 0,3 та 0,5 г/кг корму. Найменший ростостимулювальний ефект було отримано у дослідному варіанті з додаванням цього пробіотика в кількості 0,02% від маси комбікорму [18]. Тому цей варіант на наступних етапах експериментальних досліджень було вирішено не використовувати. Водночас, на підставі аналізу технологічних переваг та економічної доцільності відмовились від подальшого використання максимального дозування препарату (0,05% від маси корму).

У підсумку, в результаті оцінки експериментальних даних 2023–2024 рр., вважаємо за можливе попередньо рекомендувати вводити препарат «Субалін» до раціону цьоголіток бестера, що перебувають в умовах теплового навантаження, в кількості 0,03–0,04% від маси комбікорму, призначеного для молоді осетрових риб. Зокрема, для молоді бестера середньою масою від 20 до 70 г доцільно використовувати «Субалін» із дозуванням 0,04% від загальної маси корму зі зменшенням кількості пробіотика до 0,03% (0,3 г/кг корму) на наступному етапі вирощування цього осетрового гібрида після досягнення ним середньої маси понад 70 г.

З таблиці 3 видно, що мінливість значень індивідуальної маси риб характеризувалась середніми величинами і дещо зростала до завершення експериментальних робіт.

Водночас, характерною особливістю експериментів 2024 р. було зменшення густоти посадки риб у процесі вирощування. У вересні через критичне погіршення температурного режиму в басейнах було проведене розріджування посадки цьоголіток бестера до 70

9.66–10.09 kg/m^2 in the experimental variants and was 8.26 kg/m^2 in the control [25].

Analysis of the characteristics of the growth of bester at different intervals of the growing period showed that the smallest relative increases in fish weight were noted in the experiments during the first decade of September (1.68–1.98%) at the highest water temperature and with a decrease in the dissolved oxygen content to minimum values (Fig. 1). The diagrams show that the maximum relative increases in fish weight within 2.78–4.01% with a tendency to decrease were characteristic of the period of cultivation of bester in August. This was most noticeable when the water temperature values did not exceed the limits of 28.8–31.5°C with an oxygen concentration in water of not less than 4.6–5.2 mg O_2/dm^3. Throughout the entire cultivation period, the relative growth rates of fish in the experimental variants were superior over those in the control.

The patterns of relative fish growth recorded in the studies are generally consistent with the dynamics of absolute daily gains. At individual control intervals of the growing period, their average values were within 1.8–5.2 g. The lowest values at the level of 1.8–3.0 g were observed in early September under conditions of maximum water temperature increase under the worst state of the oxygen regime of the aquatic

екз. на басейн (близько 39 екз./м^2). У результаті, підсумкові показники виживання риб як у дослідах, так і в контролі становили 100%. Як видно з таблиці 3, рибопродукція басейнів у середньому коливалась у межах 9,66–10,09 кг/м^2 у дослідних варіантах та становила 8,26 кг/м^2 у контролі [25].

Аналіз особливостей росту бестера на різних проміжках періоду вирощування показав, що найменші відносні прирости маси риб відмічені в експериментах протягом першої декади вересня (1,68–1,98%) за найвищої температури води та зі зниженням вмісту розчиненого у воді кисню до мінімальних значень (рис. 1). З діаграм видно, що максимальні значення відносного приросту маси риб у межах 2,78–4,01% із тенденцією до зниження були характерними для періоду вирощування бестера у серпні. Найпомітнішим це було, коли значення температури води не перевищували межі 28,8–31,5°C за концентрації у ній кисню не менше ніж 4,6–5,2 мг O_2/дм^3. Упродовж всього періоду вирощування відносні показники приросту риб в експериментальних варіантах переважали аналогічні величини у контролі.

Зареєстровані у дослідженнях особливості відносних приростів риб загалом узгоджуються з динамікою абсолютних добових приростів. На окремих

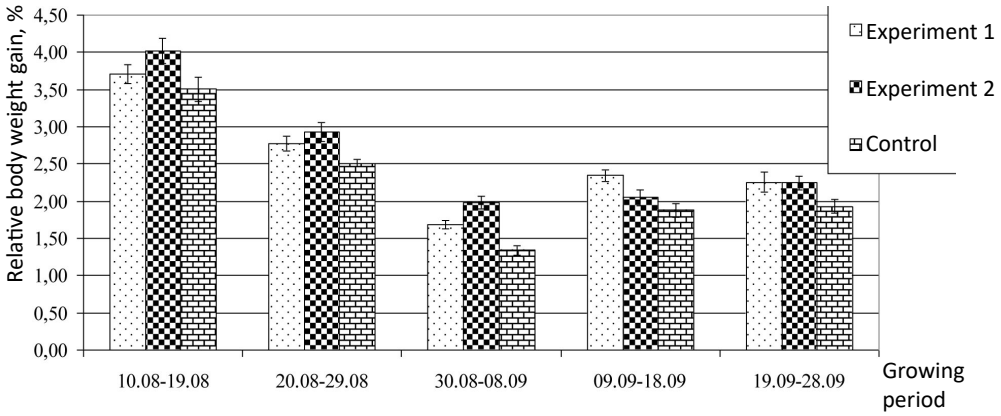


Fig. 1. **Dynamics of relative body weight gain of age-0+ bester, 2024**

environment in tanks with age-0+ bester. At all stages of growing, fish of the control groups were inferior to the experimental bester groups in terms of absolute daily growth. Discussing the maximum possible level of bester survival obtained in 2023 and 2024 in all studied fish groups, it should be noted that the yield of juvenile bester during the growing period to viable stages in the conditions of the Biosyla farm was mainly observed during the larval development period and usually did not exceed 20–25%. The subsequent stages of growing sturgeon seeds in this farm, primarily after reaching an average weight of 15–20 g, mostly take place with minimal losses of individual fish or without losses.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

A positive effect of supplementing the diet of bester in the first year of life with the probiotic "Subalin" has been confirmed. In both variants of the experiments, the fish demonstrated an increase in average body weight by 14.5–18.1% compared to the control variant of the experiments. The highest productivity parameters of age-0+ bester were obtained in the variant of feeding the probiotic "Subalin" in an amount of 0.03% of the weight of the compound feed recommended for sturgeon juveniles in the first year of cultivation with a crude protein content of 54% and crude fat of

контрольних проміжках періоду вирощування їх середні значення перебували у межах 1,8–5,2 г. Найнижчі величини — на рівні 1,8–3,0 г — спостерігались на початку вересня в умовах максимального підвищення температури води за найгіршого стану кисневого режиму водного середовища у басейнах з цьоголітками бестера. На всіх етапах вирощування риби контрольних груп за абсолютними добовими приростами поступались експериментальним групам бестера.

Обговорюючи отриманий у 2023 та 2024 рр. максимально можливий рівень виживання бестера в усіх досліджуваних групах риб, слід зазначити, що відхід молоді осетрових риб у період вирощування до життєстійких стадій в умовах господарства «Біосила» переважно спостерігається у період личинкового розвитку і зазвичай не перевищує 20–25%. Наступні етапи вирощування посадкового матеріалу осетрових риб в умовах цього господарства, насамперед після досягнення середньої маси на рівні 15–20 г, здебільшого проходять за мінімальних втрат окремих риб або ж без відходу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Підтверджений позитивний ефект від доповнення раціону гібрида осетрових бестера на першому році життя пробіотиком «Субалін». В обох варіантах експериментів риби демонстрували збільшення середньої маси тіла на 14,5–18,1%, порівняно з контрольним варіантом дослідів.

Найвищі продуктивні показники цьоголіток бестера отримано у варіанті згодовування пробіотика «Субалін» в кількості 0,03% від маси комбікорму, рекомендованого для осетрової молоді на першому році вирощування з умістом сирого протеїну на рівні 54%

15%. At the same time, taking into account the results of similar studies conducted in 2023, it can be preliminarily recommended to introduce “Subalin” into the main diet of age-0+ bester, which are under heat stress, in the amount of 0.04% of the weight of the feed for fish with an average weight of 20-70 g, with a decrease in the amount of probiotic in the diet to 0.03% after the age-0+ hybrid reaches an average weight of over 70 g.

The recorded growth-stimulating effect of the use of “Subalin” was observed in conditions of heating the discharge water of the energy facility, the temperature of which significantly exceeded the values recommended for sturgeons. Throughout the entire period of cultivation, in terms of absolute and relative daily gains, the fish of both experimental groups were superior over the bester of the control group.

Therefore, the results obtained may have practical importance for the development of sturgeon aquaculture, in particular for industrial-type farms that use heated wastewater from energy facilities and in conditions of climate change.

CONFLICT OF INTERESTS

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

SOURCES OF FUNDING

The work was carried out within the framework of budget financing under the thematic task of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

REFERENCES

1. Pashko, S., et al. (2023). The results of obtaining eggs from brood sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) at first maturity grown in industrial con-

та сирого жиру — 15%. Водночас, зважаючи на результати аналогічних досліджень, проведених у 2023 р., можна попередньо рекомендувати вводити «Субалін» до основного раціону цьоголіток бестера, що перебувають в умовах теплового навантаження, в кількості 0,04% від маси корму для риб із середньою масою 20–70 г, зі зменшенням кількості пробіотика у раціоні до 0,03% після досягнення цьоголітками гібрида середньої маси понад 70 г.

Виявлений ростостимулювальний ефект від застосування препарату «Субалін» спостерігався в умовах підігріву скидної води енергетичного об’єкта, температура якої істотно перевищувала рекомендовані для осетрових риб значення. Упродовж всього періоду вирощування за абсолютними і відносними добовими приростами риби обох дослідних груп переважали бестера контрольної групи.

Отже, отримані результати можуть мати практичне значення для розвитку аквакультури осетрових риб, зокрема для господарств індустріального типу, що використовують підігріту скидну воду енергетичних об’єктів та в умовах кліматичних змін.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

У цій роботі конфлікт інтересів авторів відсутній.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Робота виконана в межах бюджетного фінансування за тематичним завданням Національної академії аграрних наук України.

ЛІТЕРАТУРА

1. The results of obtaining eggs from brood sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) at first maturity grown in industrial conditions / Pashko S. et al. // Fish-

ditions. *Fisheries Science of Ukraine, 4(66),* 69-83. https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.069.

2. Pashko, S., et al. (2024). Peculiarities of cultivation of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) breeders using floating cages in the climatic conditions of the forest steppe of Ukraine. *Fisheries Science of Ukraine, 2(68),* 40-57. https://doi.org/10.61976/fsu2024.02.040.
3. Tretiak, O., et al. (2024). Ecological aspects of using heat waste water of energy facilities for sturgeon (Acipenseridae) aquaculture. *Fisheries Science of Ukraine, 3(69),* 42-62. https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.042.
4. Bondarchuk, M. Ye., & Khartii, M. V. (2022). Svitovi tendentsii rozvytku rynku ikrianykh tovariv. Efektyvna ekonomika, 2. *www.economy.nayka.com.ua.* Retrieved from: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=10014. https://doi.org/10.32702/2307-2105-2022.2.77.
5. Palamarchuk, I. P., et al. (2023). Nutritional value of caviar of Siberian sturgeon in Ukraine. *Biotechnologia Acta, 16(1),* 67-75. https://doi.org/10.15407/biotech16.01.067.
6. Rahi, D., et al. (2020). Energy pathways associated with sustained spermatozoon motility in the endangered Siberian sturgeon *Acipenser baerii*. *Journal of Fish Biology, 97(2),* 435-443. https://doi.org/10.1111/jfb.14382.
7. Fopp-Bayat, D., et al. (2020). Gonadal analysis in the F1 progeny of a gynogenetic Siberian sturgeon *Acipenser baerii* female. *Animal Reproduction Science, 221,* 106548-106548. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106548.
8. Aidos, L., et al. (2020). How different stocking densities affect growth and stress status of *Acipenser baerii* early stage larvae. *Animals (Basel), 10(8),* 1289. https://doi.org/10.3390/ani10081289.

eries Science of Ukraine. 2023. № 4(66). P. 69—83. https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.069.

2. Peculiarities of cultivation of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) breeders using floating cages in the climatic conditions of the forest steppe of Ukraine / Pashko S. et al. // Fisheries Science of Ukraine. 2024. № 2(68). P. 40—57. https://doi.org/10.61976/fsu2024.02.040.
3. Ecological aspects of using heat waste water of energy facilities for sturgeon (Acipenseridae) aquaculture / Tretiak O. et al. // Fisheries Science of Ukraine. 2024. № 3(69). P. 42—62. https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.042.
4. Бондарчук М. Є., Хартій М. В. Світові тенденції розвитку ринку ікряних товарів // Ефективна економіка. 2022. № 2. URL : http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=10014 (дата звернення : 26.10.2023). https://doi.org/10.32702/2307-2105-2022.2.77.
5. Nutritional value of caviar of Siberian sturgeon in Ukraine / Palamarchuk I. P. et al. // Biotechnologia Acta. 2023. Vol. 16(1). P. 67—75. https://doi.org/10.15407/biotech16.01.067.
6. Energy pathways associated with sustained spermatozoon motility in the endangered Siberian sturgeon *Acipenser baerii* / Rahi D. et al. // Journal of Fish Biology. 2020. Vol. 97(2). P. 435—443. https://doi.org/10.1111/jfb.14382.
7. Gonadal analysis in the F1 progeny of a gynogenetic Siberian sturgeon *Acipenser baerii* female / Fopp-Bayat D. et al. // Animal Reproduction Science. 2020. Vol. 221. P. 106548—106548. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106548.
8. How different stocking densities affect growth and stress status of *Acipenser baerii* early stage larvae / Aidos L. et al. // Animals (Basel). 2020. Vol. 10(8). P. 1289. https://doi.org/10.3390/

9. Madadi, M., & Falahatkar, B. (2025). Effectiveness of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) fertilized eggs enrichment with ascorbic acid on incubation performance, tissue concentration and stress responses in larval stage. *Aquaculture,* 742701. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.742701.
10. Aidos, L., et al. (2022). Rearing environment during the endogenous feeding stage of *Acipenser baerii*. *Animals (Basel), 12(17),* 2205. https://doi.org/10.3390/ani12172205.
11. Pashko, M. M., et al. (2018). Rezultaty shtuchnoho vidtvorennia osetrovykh ryb, vyroshchenykh u sadkakh za pryrodnoho temperaturnoho rezhymu vodoim lisostepovoi zony Ukrainy. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 3,* 39-49. https://doi.org/10.15407/fsu2018.03.039.
12. Zarantoniello, M., et al. (2021). Physiological responses of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) juveniles fed on full-fat insect-based diet in an aquaponic system. *Scientific Reports, 11(1),* 1057-1113. https://doi.org/10.1038/s41598-020-80379-x.
13. Sarami Foroshani, N., et al. (2024). Supplementation of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) diet with different levels of selenium: Growth performance, digestive enzyme activities, and intestinal histomorphology. *Aquaculture Reports, 38,* 102325. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102325.
14. Ramezani, F., et al. (2021). Supplementation of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) diet with barberry (*Berberis vulgaris*) fruit extract: Growth performance, hemato-biochemical parameters, digestive enzyme activity, and growth-related gene expression. *Aquaculture, 540,* 736750. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736750.
15. Pourmoradkhani, F., et al. (2024). Supplementation of Siberian sturgeon (*Acani*10081289.
9. Madadi M., Falahatkar B. Effectiveness of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) fertilized eggs enrichment with ascorbic acid on incubation performance, tissue concentration and stress responses in larval stage // Aquaculture. 2025. 742701. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.742701.
10. Rearing environment during the endogenous feeding stage of *Acipenser baerii* / Aidos L. et al. // Animals (Basel). 2022. Vol. 12(17). P. 2205. https://doi.org/10.3390/ani12172205.
11. Результати штучного відтворення осетрових риб, вирощених у садках за природного температурного режиму водойм лісостепової зони України / Пашко М. М. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2018. № 3. С. 39—49. https://doi.org/10.15407/fsu2018.03.039.
12. Physiological responses of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) juveniles fed on full-fat insect-based diet in an aquaponic system / Zarantoniello M. et al. // Scientific Reports. 2021. Vol. 11(1). P. 1057—1113. https://doi.org/10.1038/s41598-020-80379-x.
13. Supplementation of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) diet with different levels of selenium: Growth performance, digestive enzyme activities, and intestinal histomorphology / Sarami Foroshani N. et al. // Aquaculture Reports. 2024. Vol. 38. P. 102325. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102325.
14. Supplementation of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) diet with barberry (*Berberis vulgaris*) fruit extract: Growth performance, hemato-biochemical parameters, digestive enzyme activity, and growth-related gene expression / Ramezani F. et al. // Aquaculture. 2021. Vol. 540. 736750. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736750.
15. Supplementation of Siberian sturgeon

ipenser baerii) diet with different zinc sources: Effects on growth performance, digestive enzymes activity, hemato-biochemical parameters, antioxidant response and liver histology. *Veterinary Research Communications, 48(2),* 797-810. https://doi.org/10.1007/s11259-023-10252-5.

16. Zabytivskyi, Yu., et al. (2024). Growth potential of sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) during the juvenile period using the probiotic preparation «Emprobio». *Fisheries Science of Ukraine, 1(67),* 102-124. https://doi.org/10.61976/fsu2024.01.102.
17. Tretiak, O. M., et al. (2010). Stan zapasiv osetrovykh ryb ta rozvytok osetrovoi akvakultury v Ukraini. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 4,* 4-22.
18. Onyshchuk, Yu., Tretiak, O., & Kolos, O. (2024). The effect of supplementation of feeds with the probiotic "Subalin" on the productivity parameters sturgeon (Acipenseridae) hybrid bester on the first year of cultivation using warm waste water of a power plant. *Fisheries Science of Ukraine, 1,* 125-141. https://doi.org/10.61976/fsu2024.01.125.
19. Pylypenko, Yu. V., et al. (2017). *Metody ikhtiolohichnykh doslidzhen.* Kherson: Oldi-Plius, 2017. 431 s.
20. Yevtushenko, M. Yu. (2013). *Metodyka doslidzhen u rybnytstvi.* Kyiv, 2013.
21. Nabyvanets, B. Y., et al. (2007). *Analitychna khimiia poverkhnevykh vod.* Kyiv: Naukova dumka.
22. Arsan, O. M., et al. (2006). *Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnevykh vod.* Kyiv: Lohos.
23. Voda rybohospodarskykh pidpryiemstv. Zahalni vymohy ta normy. (2006). *SOU – 05.01.37-385:2006.* Kyiv: Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy.
24. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (2010).

(*Acipenser baerii*) diet with different zinc sources: Effects on growth performance, digestive enzymes activity, hemato-biochemical parameters, antioxidant response and liver histology / Pourmoradkhani F. et al. // Veterinary Research Communications. 2024. Vol. 48(2). P. 797—810. https://doi.org/10.1007/s11259-023-10252-5.

16. Growth potential of sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) during the juvenile period using the probiotic preparation «Emprobio» / Zabytivskyi Yu. et al. // Fisheries Science of Ukraine. 2024. № 1(67) P. 102—124. https://doi.org/10.61976/fsu2024.01.102.
17. Стан запасів осетрових риб та розвиток осетрової аквакультури в Україні / Третяк О. М. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2010. № 4. С. 4—22. URL : https://fsu.ua/images/jurnal/2010-04/2010-04_004-22Tretyak.pdf (дата звернення : 23.03.2025).
18. Onyshchuk Yu., Tretiak O., Kolos O. The effect of supplementation of feeds with the probiotic "Subalin" on the productivity parameters sturgeon (Acipenseridae) hybrid bester on the first year of cultivation using warm waste water of a power plant // Fisheries Science of Ukraine. 2024. № 1(67) P. 125—141. https://doi.org/10.61976/fsu2024.01.125.
19. Методи іхтіологічних досліджень / Пилипенко Ю. В. та ін. Херсон : Олді-Плюс, 2017. 431 с.
20. Євтушенко М. Ю. Методика досліджень у рибництві. Київ, 2013. 130 с.
21. Аналітична хімія поверхневих вод / Набиванець Б. Й. та ін. Київ : Наукова думка, 2007. 456 с.
22. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О. М. та ін. Київ : Логос, 2006. 408 с.
23. СОУ – 05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні

Official Journal, 276, 0033-0079.

25. Onyshchuk, Yu. V., Tretiak, O. M., & Kolos, O. M. (2024). Do pytannia vyroshchuvannia posadkovoho materialu bestera z vykorystanniam teploi skydnoi vody enerhetychnoho ob'iekta. *Suchasni problemy ratsionalnoho vykorystannia vodnykh bioresursiv: VI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia, 9-10 zhovtnia 2024 roku, Kyiv, Ukraina: mater.* Kyiv, 167-169. https://doi.org/10.61976/conf.IF-2024-6.

вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України, 2006. 15 с. (Стандарт Мінагрополітики України).

24. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes // Official Journal. 2010. L. 276. 0033—0079.

25. Онищук Ю. В., Третяк О. М., Колос О. М. До питання вирощування посадкового матеріалу бестера з використанням теплої скидної води енергетичного об'єкта // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : VI Міжнар. наук.-практ. конф., 9-10 жовт. 2024 р., Київ, Україна : матер. Київ, 2024. С. 167—169. https://doi.org/10.61976/conf.IF-2024-6.