

## EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INTRODUCTION OF ELEMENTS OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AT STOCKING OF THE TRANSFORMED RESERVOIRS BY VIABLE JUVENILE FISH ON PHYSIOLOGICAL AND ECOLOGICAL INDICATORS

Honcharova O. V., Korzhov Ye. I., Kutishchev P. S.

### INTRODUCTION

The program of fisheries development provides for the rational use of inland waters, replenishment of ichthyofauna, which necessitates full-scale stocking of viable juvenile fish. Abiotic factors in aquatic ecosystems for ichthyofauna are one of the determining factors under the influence of which the efficiency of stocking is formed<sup>1,2,3</sup>.

Intensification measures provide for an effective combination of parameters of aquatic organisms and the environment, taking into account the mechanisms of adaptive-compensatory processes. Given the scale of one of the main issues for fisheries – improving the quality of fish stocking material for stocking, it remains important to find and optimize technologies for raising young fish<sup>4,5</sup>.

---

<sup>1</sup>Гейна К. М., Кутішев П. С., Шерман І. М. Екологічна трансформація Дніпровсько-Бузької гирлової системи та перспективи рибогосподарської експлуатації: монографія. Херсон. 2015. 300 с.

<sup>2</sup>Гринжевський М. В., Пекарський А. В. Оптимізація виробництва продукції аквакультури. Київ: ПоліграфКонсалтинг, 2004. 328 с.

<sup>3</sup>Коржов Е. И. Влияние климатических изменений на территории Украины на термический и ледовый режимы устьевого участка Днепра. Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: сборник трудов VII междунар. науч. конф. молодых ученых и талантливых студентов ФГБУН ИВПРАН, 11–13 декабря 2013: ИВП РАН, 2013. С. 51–54.

<sup>4</sup>Honcharova O., Kutishchev P., Kovalov Yu. Method for increasing the resistance of juvenile fish for stocking the reservoir. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: *«Аквакультура ХХІ століття – проблеми та перспективи»*, присвячена 25-річчю з дня заснування кафедри аквакультури НУБПУ (27 травня 2021 м. Київ). Київ: НУБіП, 2021, С. 7–9

<sup>5</sup>Кутішев П. С., Гончарова О. В. Інтегративність новітніх технологій у карту експериментальних досліджень в аквакультурі. «Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів», II Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27–29 жовтня 2020 р.: збірник матеріалів. Київ, 2020. С. 90–92

Depending on the level of adaptive-compensatory mechanisms in the body of aquatic organisms is the formation of their potential for developmental activity, resistance to abiotic and biotic factors. During the ontogenesis of aquatic organisms at each stage homeostatic parameters to some extent identify and adjust the intensity of mass accumulation, the balance of morpho-functional indicators of fish, in the aggregate of which, during commercial cultivation formed qualitative characteristics of fish products to customers<sup>6</sup>.

Certainly, the aquatic environment for aquatic organisms is an ecosystem with a range of parameters of different origin and nature, which affects the qualitative and quantitative indicators of cultivated objects. In the context of the global impact of "technological modernization", which is not always able to adapt the "physiological capabilities" of aquatic organisms to the technological aspects of the cultivation process, innovation and technological aspects can become one of the cases.

In the context of development of intensification, integrated, innovative technologies it is necessary to note the role of technological aspects and their selection to production units taking into account biological and economic characteristics of cultivation objects. Under the influence of rapid transformations of climatic parameters to the forefront are large-scale scientific and experimental studies to improve certain aspects of the technological map (from hydrobiological monitoring of stocking objects to feeding, rearing fish stock) before stocking to water areas.

Implementation of the maximum harmonization of the hydrochemical regime of water areas with ecological and physiological characteristics of fish stocking material used for stocking (while maintaining the quality characteristics of finished products (commodity)) necessitates optimization of technology for rearing young fish before stocking.

### **1. The problem's prerequisites emergence and the problem's formulation**

There is information demonstrating the positive impact of optimization of cultivation technology and the efficiency of breeding aquatic organisms using the feed factor, where the emphasis is on the catalytic function of

---

<sup>6</sup> Гончарова О. В., Sekiou O., Кутіщев П. С. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптаційно-компенсаторних процесів організму гідробіонтів під впливом технологічних чинників. *Рибогосподарська наука України*. № 4(58). 2021. С. 101–114.

the components of the general diet of fish and supplements<sup>7</sup>. Scientific works are presented, which reflect the results of the use of intellectual cases as part of the technological map of fish farming and breeding with the possibility of remote adjustment, control of aquatic parameters and aquatic environment<sup>8</sup>. Interestingly, based on such data, a "model object" is formed, a design image in the prototype of a "digital fish" with artificial intelligence. This "digital fish model" then sends a message to the monitoring system, and the manager (farmer) receives a summary report with all parameters and predicted values (subject to the introduction of a feed factor or fluctuations in hydrochemical parameters).

The advantage of this method is that the time spent on monitoring, decision-making and response will be much faster than possible for a person who would carry out control, accounting and monitoring, which becomes practical in all respects of profitable operation of such an enterprise. The model of technological process optimization proposed in the work acquires relevance, although it provides a number of technical shortcomings and some adaptation to the conditions of its implementation. Other scientific articles contain information on the relevance and urgent need for the use of rearing and additional feeding at certain stages of fish development. Excess or lack of certain mineral elements leads to a decrease in the resistance of fish and metabolic disorders in their body and, as a consequence, to a decrease in fish productivity and increase feed costs<sup>9,10</sup>. When ensuring the development of the natural base of water bodies in the body of aquatic organisms, optimal metabolism occurs. If there is a lack of elements, they should be compensated by the introduction of feed, supplements, biological stimulants, immunomodulators, hepatoprotectors, etc.

Most of the research centers in the European space are focused on the development of technologies for the use of natural feed, microalgae in

---

<sup>7</sup>Желтов Ю. О., Олексієнко О. О., Грех В. І. Рекомендації із застосування вітамінних та ферментних препаратів в годівлі коропа. *Рибне господарство*. 2016. С. 82–87

<sup>8</sup> Інтернет-ресурс: URL: <http://ifishsci.eu/> Цифрові можливості акваферми: штучний інтелект

<sup>9</sup> Noncharova O. Innovative cases in the aquaculture of the production of quality fish products *XIII International Science Conference «Perspective of science and practice»*, December 13–15, Amsterdam, Netherlands. P. 12–15

<sup>10</sup> Гончарова О. В., Тушницька Н. Й. Фізіологічне обґрунтування використання нетрадиційного методу обробки сировини в аквакультури. *Рибогосподарська наука України*. 2018. № 1. С. 54–64.

aquaculture, excluding the use of antibiotics and aggressive catalysts, etc. Among them are French, German and our Ukrainian researchers<sup>11,12,13,14</sup>. Such scientific research and experiments contribute to the emergence of improved diets for feeding aquatic organisms. Taking into account the properties of biologically active substances of the ingredients consumed by the object of cultivation, there is an activation of metabolic processes, improvement of all parameters that determine the quality of cultivation<sup>15</sup>.

The results of experiments on the use of enzymatic, synthetic preparations for feeding fish in ontogenesis show positive developmental parameters. However, such drugs are usually metabolized at different levels, which is reflected in the qualitative characteristics of the finished product. Probiotics, hormonal drugs also activate the effect on the rate of accumulation of body weight of fish, however, the scheme of their use is usually practiced as a separate technological system, and natural sources of such additives do not determine environmental safety<sup>16,17</sup>.

One of the cases is to increase the viability of young fish during stocking in the literature are the experimental work of the authors on the use of different ages, weights, and the strength of planting fish planting material in the water area. At the same time, a number of advantages noted certain disadvantages of different nature in this technological plan of cultivation and rearing in the interaction with abiotic and biotic parameters.

---

<sup>11</sup>Золотарьова О. К., Шнюкова Є. І. Перспективи використання мікрowodоростей у біотехнології. Київ : Альтерпрес. 2008. 234 с.

<sup>12</sup> Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A. Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering*. 2006. 101(2). P. 87–96.

<sup>13</sup> Honcharova O. V. et al. Biological substantiation of improvement of biotechnological map of production of aquaculture products "eco – direction". *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(1). P. 261–266. doi: 10.15421/2020\_41

<sup>14</sup> Ноллед Л. Європа проти антибіотиків. *Тваринництво України*. 2005. № 2. С. 19–20

<sup>15</sup> Гончарова О. В., Параняк Р. П., Гутий Б. В. Функціональний стан організму прісноводних риб за умов впливу абіотичних чинників. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2019. Т. 21, № 90. С. 82–87. (Серія: Сільськогосподарські науки).

<sup>16</sup> Гончарова О. В. Стратегічні рішення виробництва продукції аквакультури з інноваційними елементами. Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути». (м. Київ), 10 грудня 2021 р. С. 159–165.

<sup>17</sup> Каплуненко В. Г., Косинов Н. В., Бовсуновский А. Н., Черный С. А. Нанотехнологии в сельском хозяйстве: Зерно. 2008. № 4. С. 47–55.

## 2. The analysis of existing methods for solving the problem and formulating a task for the optimal technique development

If the aquatic environment maintains the optimal balance between all parts of the hydrobiocenosis, does not disrupt the biochemical processes that occur with the participation of aquatic organisms, both in the water column and in the bottom layers that promote water purification, it can be argued representatives of ichthyofauna. Therefore, the current scientific and practical research is the development of programs to improve the ecosystem of the Dnieper-Bug estuary, its hydrological and hydrochemical regimes, adaptation of freshwater ichthyofauna through stocking programs for viable young<sup>18,19</sup>.

The Dnieper-Bug estuary is located from the Kakhovka dam and the mouth of the Southern Bug to the Kinburn Strait, which connects the Dnieper-Bug estuary with the Black Sea<sup>20,21,22</sup>. Recent studies of abiotic parameters of the Dnieper-Bug estuary region prove that the transformation of river runoff along with significant anthropogenic load, led to deterioration of hydrological and hydrochemical regime of waters, negatively affected not only the conditions of ichthyofauna, but also the

---

<sup>18</sup> Коржов Є. І. Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну. Херсон, 2018. 52 с.

<sup>19</sup> Korzhov Ye. I. Kutishchev P. S., Honcharova O. V. Influence of water balance elements change on the salinity regime of the Dnieper-Bug estuary. Innovative development of science and education. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. ISGT Publishing House. Athens, Greece, 2020. P. 225–231.

<sup>20</sup> Коржов Е. И. Современная гидрографическая характеристика низовья Днепра. *Наукові читання присвячені Дню науки*. Вип. 4: 36. наук. праць. Херсон, Вид-во: ПП Вишемирський В. С., 2011. С. 4–17

<sup>21</sup> Avechev O. V., Bidnyna I. O., Bondar O. I., Boyarkina L. V. Agrotechnical conditions for growing buckwheat and panicum in resowing Current state, challenges and prospects for research in natural sciences: *collective monograph*. Lviv-Toruh: Liha-Pres, 2019. P. 1–14 (SENSE)

<sup>22</sup> Коржов Є. І., Бородін А. В. Гідрографічна характеристика Дніпровсько-Бузького лиману в межах НПП «Нижньодніпровського». *Наукові читання, присвячені Дню науки. Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону*. Вип. 11. Херсон. 2018. С. 56–59.

conditions of existence which is the basis of the natural base of water for ichthyofauna<sup>23,24,25</sup>.

Problem statement: to determine the quality of the aquatic environment and to assess the ecological status of water masses of the mouth of the Dnieper in the place of stocking by hydrochemical parameters. To study the influence of elements of innovative technology on the functional state of the organism of fish planting material of the hybrid *Hypophthalmichthys molitrix/Hypophthalmichthys nobilis* and *Cyprinus Carpio* during rearing.

### **3. Materials and methods of research and experimental part:**

to analyze the ecological and physiological parameters of fish planting material during rearing in order to stock the Dnieper-Bug estuary. Develop and carry out a comparative analysis of the effectiveness of the *Hypophthalmichthys molitrix/Hypophthalmichthys nobilis* and *Cyprinus Carpio* hybrid rearing system in the context of a single system (cultivation, feeding, cultivation of components for fish feeding). Sampling of hydrochemical samples was carried out in autumn 2021 in the channel network of the mouth of the Dnieper near the recreation center "Frigate" (Konka River) in Hola Prystan – a typical stocking area of the research region<sup>26,27</sup>.

---

<sup>23</sup> Коржов Є. І. Антропогенний вплив на екосистему пониззя Дніпра та можливі шляхи його послаблення. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. Вип. 267. К.: Ніка-Центр, 2015. С. 102–108

<sup>24</sup> Овечко С. В., Алексенко Т. Л., Коржов Є. І. та ін. Екологічний стан урбанізованих заплавної водойм. Кардашинський лиман. / за ред. С. В. Овечко / Херсон: Херсонська гідробіологічна станція НАН України, 2015. 72 с.

<sup>25</sup> Екологічний стан урбанізованих заплавної водойм. Стеблівський лиман / Алексенко Т. Л., Овечко С. В., Коржов Є. І. та ін. / за ред. В. М. Тімченка, Т. Л. Алексенко. Херсон. *Херсонська гідробіологічна станція НАН України*, 2011. 48 с.

<sup>26</sup> Коржов Є. І., Кучерява А. М. Вплив інтенсивності водообмінних процесів на окремі елементи гідрохімічного режиму водойм пониззя Дніпра. Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем: збірник матеріалів IV науково-практичної конференції для молодих вчених, присвяченої 100-річчю Національної академії наук України. Київ, 2017. С. 35–37.

<sup>27</sup> Korzhov Ye. I., Kucheriava A. M. Peculiarities of External Water Exchange Impact on Hydrochemical Regime of the Floodland Water Bodies of the Lower Dnieper Section. *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). Vol. 54, Issue 6, 2018. P. 104–113

Chemical analysis of water samples was performed according to standard methods in hydrochemistry and hydrobiology in the certified hydrochemical laboratory of Kherson State Agrarian Economic University, Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture and in the expedition by express method of oxygen concentration, free hydrogen ions, temperature<sup>28,29,30,31</sup>.

Juveniles *Hypophthalmichthys molitrix/Hypophthalmichthys nobilis* and *Cyprinus Carpio* were formed into two experimental and one control groups according to experimental recommendations<sup>32,33</sup>. Fish farming conditions: recirculation systems with mechanical and biofiltration. For two weeks, the biomass was cultured (biomass was added) to form a feed mixture using a special medium for each of the *Chlorella (Chlorophyta)* and *Arthrospira (A. Platensis)* cultures. The formation of the final product – feed mixture was carried out in the following ratio: *Chlorophyta* (30%) and *Arthrospira* (40%), nanoparticles of iron oxide (10%), selenium (20%). The culture was filtered, formed into a mass, processed if necessary, the part was frozen, the rest was dried and packed in separate portions for further use.

Experimental group 1 received twice a day in the form of a powder, which when entering the aqueous medium dissolved. Experimental group 2 received an identical ingredient, but pre-treated by spraying a solution with iron oxide nanoparticles and adding selenium. The control group met the standard conditions without additional feeding, only the general ration (GR). There were 100 juveniles of hybrids *Hypophthalmichthys molitrix/Hypophthalmichthys nobilis* and *Cyprinus Carpio* in each

---

<sup>28</sup> Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К. : Символ-Т, 1998. 28 с.

<sup>29</sup> Korzhov Ye. I., Kucheriava A. M. Peculiarities of External Water Exchange Impact on Hydrochemical Regime of the Floodland Water Bodies of the Lower Dnieper Section. *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). Vol. 54, Issue 6, 2018. P. 104–113

<sup>30</sup> Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/За ред. В. Д. Романенка. К. : ЛОГОС, 2006. 408 с.

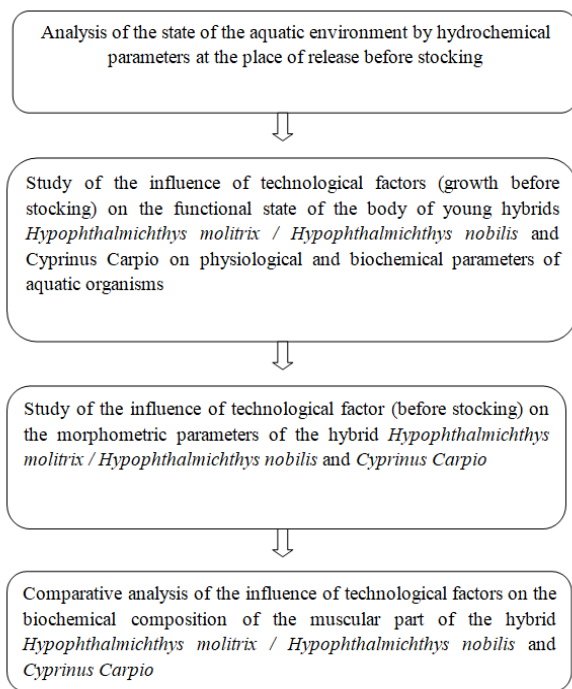
<sup>31</sup> Коржов Є. І., Кучерява А. М. Особливості впливу зовнішнього водообміну на гідрохімічний режим заплавної водойми пониззя Дніпра. *Гідробіол. журн.* 54, № 4. 2018. С. 112–120

<sup>32</sup> Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с.

<sup>33</sup> Желтов Ю. О. Методичні вказівки з проведення дослідів по годівлі риб. *Рибне господарство*. 2003. Вип. 62. С. 23–28.

experimental group. Tanks with a volume of 200 cubic meters of recirculation system were equipped with an aeration unit, automatic heating if necessary, a block of different levels of filtration. One of the active components of the feed mixture are nanoparticles (nanotechnology provides a set of methods and techniques that ensure the ability to create and modify objects in a controlled way, including components smaller than 100 nm., Which have fundamentally new qualities and allow their integration into macro-scale systems)<sup>34</sup>.

The substances were dissolved in the prepared medium using distilled water and a diffuser. The algorithm of scientific and practical research is presented in the following figure. 1.



**Fig. 1. Algorithm of research work during the experimental part**

<sup>34</sup>Kutishchev P., Honcharova O., Korzhov Y. Technological aspects of the introduction of nanotechnology in aquaculture for stocking of reservoirs Scientific Collection «InterConf», (56): 2 International Scientific and Practical Conference «Science, Education, Innovation: Topical Issues and Modern Aspects» (May 11–12). Tallinn, Estonia : Ühingu Teadus juhatus, Biology and biotechnology. 2021. p. 209–212



Fish from the experimental groups were selected for systematic weighing, blood sampling, biological material for further biochemical, morpho-functional studies in in-chamber conditions. Blood from the heart and tail vein was obtained using a Pasteur needle and a heparinized syringe, and the sampling methods met the general requirements. The number of erythrocytes (T/l) was calculated by the conventional method using the Goryaev chamber, the hemoglobin content (g/l) by the hemoglobin cyanide method using acetone cyanhydrin, microcorpuscular blood parameters: erythrocyte indices (mean hemoglobin content in erythrocytes (MCH), mean hemoglobin concentration in erythrocytes (MCHC), mean erythrocyte volume (MCV) by calculation method.

Also in the research, a Micromed MDC-500-5MP eyepiece camera and ThermoMix equipment were used in the research.

The scientific and practical part of the research was performed on the basis of research laboratories (Kherson State Agrarian-Economic University): "Aquaculture Perspectives" Scientific Research Laboratory, "Scientific Research Laboratory of Physiological and Biochemical Research named in honor of S. Pentelyuk", Scientific Research Laboratory on ecological and chemical analysis and water monitoring and in the laboratory of the "Kherson Production and Experimental Plant for Breeding of the Ordinary Fish.

All manipulations of the object of scientific research were carried out in accordance with the rules of the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes" (*Strasbourg, 1986*).

#### **4. Research results**

The interaction of aquatic organisms with the environment occurs as a result of the corresponding response to the influence of abiotic and biotic factors. In this case, the organism in fish is the only coordinated functional system with consistent physiological and biochemical processes and reactions in response to the influence of factors of different nature. However, the integrated parameters of the aquatic environment are unimportant in assessing effective stocking programs.

Under the conditions of high-quality fish stocking material, its high resistance to the influence of negative environmental factors, the fish organism must interact with the hydrochemical parameters of the environmental ecosystem. In this case, the aquatic ecosystem provides a high adaptability of the fish, which after stocking must adapt to each of the factors that have different threshold effects on the overall functional system.

Therefore, the analysis of hydrochemical parameters in the planned place for stocking is one of the important prerequisites for achieving high results. The results of the analysis of hydrochemical samples of natural waters taken at the site of the planned release of the stock are presented in table 1.

Table 1

**Hydrochemical parameters of water masses at the site  
of planned stocking**

Parameters	Unit of measurement	Actual values	Ecologically – optimal values of the parameter*
Water temperature	°C	$\frac{19,6-20,1}{19,9}$	17,0–20,0
Dissolved oxygen	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	$\frac{6,8-7,3}{7,1}$	7,1–7,5
Hydrogen ions, pH	units	$\frac{7,5-8,3}{7,8}$	7,6–7,9
Biochemical consumption of oxygen (BCO <sub>5</sub> )	mgO/dm <sup>3</sup>	$\frac{2,9-3,9}{3,1}$	1,0–1,6
Permanganate oxidation	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	$\frac{8,9-9,2}{9,1}$	3,0–5,0
Total mineralization	mg/dm <sup>3</sup>	$\frac{450,3-469,7}{463,8}$	< 400
Ammonium nitrogen, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg N/dm <sup>3</sup>	$\frac{0,3-0,7}{0,5}$	0,1–0,2
Nitrites, NO <sub>2</sub>	mg N/dm <sup>3</sup>	$\frac{0,002-0,014}{0,001}$	0,002–0,005
Nitrates, NO <sub>3</sub>	mg N/dm <sup>3</sup>	$\frac{0,3-1,0}{0,5}$	0,20–0,30
Phosphorus phosphates	mg P/dm <sup>3</sup>	$\frac{0,029-0,083}{0,060}$	0,015–0,030

Note: \* – the values of the parameters were determined for natural waters on the basis of works and typical climatic parameters of the aquatic environment in the autumn in the study region taking into account its natural features<sup>35,36,37,38,39,40</sup>.

<sup>35</sup> Окснюк О. П., Тимченко В. М., Полищук В. С. и др. Закономерности продукционно-деструкционных процессов в пойменных водоемах устьевого участка Днестра при разном водном режиме. *Гидробиол. журн.* 1998. 34, № 3. С. 17–29

<sup>36</sup> Окснюк О. П., Жукинский В. Н., Брагинский Л. П., Линник П. Н. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши. *Гидробиол. журн.* 1993. 29, № 4. С. 62–76.

<sup>37</sup> Науково-практичні рекомендації щодо покращення екологічного стану слабопроточних водойм пониззя Дніпра / С. В. Овечко, Є. І. Коржов, В. Л. Гільман. Херсон, 2015. 28 с.

<sup>38</sup> Korzhov Ye. I., Kutishchev P. S., Honcharova O. V. Influence of water balance elements change on the salinity regime of the Dnieper-Bug estuary. *Innovative development of science and education. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference.* ISGT Publishing House. Athens, Greece, 2020. P. 225–231

<sup>39</sup> Коржов Є. І. Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну. Херсон, 2018. 52 с.

<sup>40</sup> Timchenko V. M. Korzhov Y. I., Guliayeva O. A. Dynamics of Environmentally Significant Elements of Hydrological Regime of the Lower Dnieper. *Hydrobiological Journal.* Vol. 51, Issue 6, 2015. P. 75–83.

Hydrochemical parameters of water masses in the place of planned release of stock were characteristic of the autumn season and had their own regional features. Due to the preservation of sufficiently warm water temperatures and the continuation of vegetation processes in the water masses of the mouth of the Dnieper, they were more important nitrogen-containing and organic substances and phosphates. Other indicators were within the norm<sup>41,42</sup>.

The results of the analysis of natural water samples by hydrochemical parameters indicated that the conditions for the release of young fish, although it has a number of deviations, however, are quite acceptable to maintain the viability of aquatic organisms. Due to the short life cycle of phyto- and zooplankton organisms and their mass development and extinction, there is an accumulation of their products, which increases oxidation, which, in turn, leads to a shift in the hydrogen index of water (pH) in the alkaline direction.

Therefore, the obtained parameters of the hydrochemical regime correspond to the permissible normative values for reservoirs for fishery use. Due to this, the trophic structure of the reservoir is formed, which is favorable for the renewal of ichthyofauna by stocking with grown fish<sup>43</sup>. Comparative analysis of recirculation systems by hydrochemical parameters showed generally favorable optimal for carp farming under such conditions. The results of the analysis are presented in the following table 2.

The parameters of hydrochemical evaluation in all reservoirs of the experimental groups and the control group to a greater extent corresponded to the optimal indicators for growing young fish in recirculation systems. The results of feeding the larvae of the hybrid *Hypophthalmichthys molitrix*/*Hypophthalmichthys nobilis* feed mixture are presented in table 3, where you can analyze the trend of changes in the

---

<sup>41</sup> Кутішев П. С., Коржов Є. І., Гончарова О. В., Козлов Л. В. Екологічна оцінка якості води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за гідрохімічними показниками. Таврійський науковий вісник. Серія : Сільськогосподарські науки. ХДАЕУ. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2021. Вип. 120. С. 323–335.

<sup>42</sup> Коржов Є. І., Гончарова О. В. Формування режиму солоності вод Дніпровсько-Бузької гірлової області під впливом кліматичних змін у сучасний період. Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: *Collective monograph*. Riga : Izdevniecība «Baltija Publishing», 2020. P. 315–330

<sup>43</sup> Білик Г. В., Коржов Є. І. Огляд основних аспектів впливу кліматичних змін на сучасний стан іхтіофауни Дніпровсько-Бузької гірлової області. *Наукові читання, присвячені Дню науки. Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону*. Вип. 12. Збірник наукових праць. Херсон, 2019. С. 3–10.

functional state of the organism. The erythrocyte picture of circulating blood to some extent reflects the morpho-functional parameters of carp, which in turn correlates with body weight and growth.

Table 2

**Hydrochemical parameters of RAS reservoirs of young growth of hybrids *Hypophthalmichthys molitrix*/*Hypophthalmichthys nobilis* and *Cyprinus Carpio* in different experimental groups**

Parameters	Unit of measurement	Actual values, group		
		control group	experimental group 1	experimental group 2
Water temperature	°C	<u>23,1–23,2</u> 23,15	<u>23,1–23,2</u> 23,15	<u>23,1–23,2</u> 23,15
Dissolved oxygen	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	<u>3,9–4,1</u> 4,0	<u>3,9–4,1</u> 4,0	<u>3,9–4,1</u> 4,0
Hydrogen ions, pH	units	<u>7,1–7,3</u> 7,2	<u>7,4–7,6</u> 7,5	<u>7,3–7,5</u> 7,4
Permanganate oxidation	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	<u>13,3–13,5</u> 13,4	<u>13,3–13,5</u> 13,4	<u>13,3–13,5</u> 13,4
Ammonium nitrogen, NH <sup>+</sup> <sub>4</sub>	mg N/dm <sup>3</sup>	<u>0,12–0,15</u> 0,135	<u>0,12–0,15</u> 0,135	<u>0,12–0,15</u> 0,135
Nitrites, NO <sub>2</sub>	mg N/dm <sup>3</sup>	<u>0,02–0,06</u> 0,04	<u>0,02–0,06</u> 0,04	<u>0,02–0,06</u> 0,04
Nitrates, NO <sub>3</sub>	mg N/dm <sup>3</sup>	<u>0,15–0,18</u> 0,165	<u>0,15–0,18</u> 0,165	<u>0,15–0,18</u> 0,165
Phosphorus phosphates	mg P/dm <sup>3</sup>	<u>0,019–0,023</u> 0,021	<u>0,019–0,023</u> 0,021	<u>0,019–0,023</u> 0,021

Table 3

**Comparative analysis of the functional state of the organism of the hybrid *Hypophthalmichthys molitrix*/*Hypophthalmichthys nobilis* under the influence of technological factors, n = 30**

Parameters	Control group	Experimental group 1	Experimental group 2
Erythrocytes, T/l	2,17±0,128	2,367±0,156	2,717±0,223
Hemoglobin, g/l	82,83±1,447	87,84±2,599	91,833±0,946***
Total protein, g/l	26,33±1,054	28,267±0,636*	31,183±0,722**
Glucose, mg/l	110,50±2,172	119,433±0,855*	124,833±1,621***
MCH, pg	38,89±0,678	38,149±3,257	35,076±3,145
MCHC, %	27,049±0,678	27,058±0,852	27,176±0,536
MCV, mkm <sup>3</sup>	143,95±8,638	140,450±9,765	128,547±10,180

Note: Correlationis Significant at the 0.05 level ( $P < 0.05$ ); 0.01 level ( $P < 0.01$ ); 0.001 level ( $P < 0.001$ ) relative to the control parameters

Thus, the greater the mass, the greater the total number of erythrocytes and the higher the oxidative properties of fish blood. It can be assumed that the proposed method of intensification measures with innovative elements of rearing contributes to the activation of these parameters in the body of experimental fish.

Hemoglobin is one of the main protein parts of carp blood, in the experimental groups there was a more active course of oxidation processes in fish, respectively, and better oxygen capacity of the blood. Hematocrit indicates the general state of homeostasis of carp, in particular the functional stability of the red bone marrow. It is established that in all groups this parameter varies, but does not exceed the limit values.

Based on the actual values, we can conclude that the activation of metabolic processes in fish in accordance with higher values of physiological and biochemical parameters, high levels of mass accumulation, morphometric parameters of fish in experimental groups in relation to the control. Based on the results obtained, it is possible to draw a conclusion about the higher adaptive-compensatory mechanisms in fish in the research groups in relation to the control. Instead, most of the parameters of experimental group 2, given the assessment of physiological balance, the activity of catabolic processes exceeded the actual values of experimental group 1.

Such functional transformations in the organism of the hybrid *Hypophthalmichthys molitrix/Hypophthalmichthys nobilis* under the conditions of using elements of growth in experimental group 2 cause some stabilization of neurohumoral regulation, increase of resistance of their organism to influence of abiotic and abiotic environmental factors.

Comparative analysis of homeostatic balance by morpho-functional and biochemical parameters of the blood of young *Cyprinus Carpio* during rearing showed positive results in the development of fish given the physiological state (table 4).

The functioning of the body of fish on physiological and biochemical parameters corrects the course of their development in ontogenesis, reproductive capacity, rate of mass accumulation. In the experimental groups, such specific physiological and biochemical mechanisms of the regulatory system occur at a more active and catabolic level than in the control group. As a result of the study of blood buffer systems on one of the main parameters – indicators, it was found that one of the largest – hemoglobin system in hemoglobin concentration in erythrocytes, erythrocyte saturation level, average hemoglobin content in erythrocytes was better in samples from experimental groups.

Table 4

**Comparative analysis of the functional state in the body  
of the *Cyprinus Carpio* under the influence  
of technological factors, n = 30**

Parameters	Control group	Experimental group 1	Experimental group 2
Erythrocytes, T/l	2,05±0,118	2,483±0,154	2,850±0,134**
Hemoglobin, g/l	83,02±0,696	87,833±0,937	91,417±2,093**
Total protein, g/l	25,82±0,561	30,933±1,025	31,101±0,587***
Glucose, mg/l	110,50±5,743	119,350±4,618	125,733±2,060*
MCH, pg	41,12±2,200	35,989±2,032	32,324±1,152**
MCHC, %	26,20±0,836	26,705±0,739*	29,137±0,694*
MCV, mkm <sup>3</sup>	158,86±13,125	134,854±6,889**	111,056±3,604*

Note: Correlationis Significant at the 0.05 level ( $P<0.05$ ); 0.01 level ( $P<0.01$ ); 0.001 level ( $P<0.001$ ) relative to the control parameters

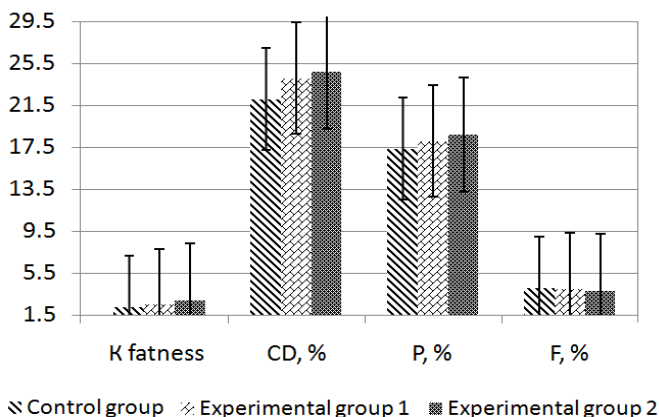
Which in turn demonstrates the positive dynamics of erythropoiesis, stabilization of homeostatic balance in the body of carp, which additionally received when feeding the feed mixture.

Regarding the morpho-functional parameters in the body of carp, which was raised in experimental group 2, there is a positive dynamics of catabolic processes at different levels of the body. Hematopoietic function, metabolism (protein, carbohydrate) were more active in the group, which used all components of the feed mixture *Chlorophyta* (30%) and *Arthrospira* (40%), nanoparticles of iron oxide (10%), selenium (20%).

It can be assumed that each of the ingredients had an activating and stabilizing function for the whole system. Each organism of aquatic organisms has a specific development potential, according to which energy reserves are used to form qualitative and quantitative parameters that are important in fish farming. The results of the experimental part give grounds to note that the proposed intensification measures with elements of innovation, improve the composition of carp blood, thereby activating the potential (resource) in their body. The following results of the study of the qualitative parameters of the muscular part of silver carp, which additionally received the feed mixture in experimental group 1 and experimental group 2 showed the excess of the actual values in the control (Fig. 2).

As can be seen from the diagram shown in Figure 2, there is an increase in the relative protein content in the muscle part of silver carp from the experimental groups compared to the group where fish were raised using only the general ration. For experimental group 2, the studied parameter was higher than in experimental group 1 and, accordingly, in the control group.

At the end of the experimental part, this year's hybrid of silver carp in the experimental groups weighed more than in the control: in relation to experimental group 1 – by 14.3 %, in experimental group 2 – by 19.2 %.

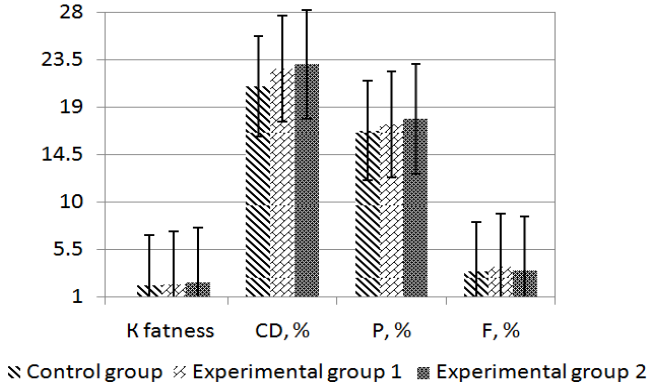


**Fig. 2. Comparative analysis of the muscular part of this year's hybrid *Hypophthalmichthys molitrix/Hypophthalmichthys nobilis*, n=15: CD – Concentration of dry matter in the muscle part, %; P – protein content in the muscle part, %; F – fat content in muscle, %**

Comparative analysis of body weight accumulation in this year of carp presented a similar positive trend: in the experimental groups carp weighed more than in the control: in relation to experimental group 1 – by 15.5 %, in experimental group 2 – by 19.5 %. The established active mass accumulation is justified by positive changes of homeostatic balance on physiological indicators. Against the background of activation of the main metabolic processes is the formation and productive characteristics of fish.

Analysis of the muscular part of this year's *Cyprinus Carpio* also provided positive results in the study of the influence of technological factors as fertilizer in experimental group 1 and experimental group 2 in relation to control values. The results of the study of the studied indicator are presented in Fig. 3.

Analysis of the biochemical composition of the studied samples of the muscular part of the carp demonstrates the positive impact of intensification measures with elements of innovation not only on the morpho-functional parameters of carp blood, but also on the quality of fish products.



**Fig. 3. Comparative analysis of the muscular part of this year's *Cyprinus Carpio*, n = 15: CD – Concentration of dry matter in the muscle part, %; P – protein content in the muscle part, %; F – fat content in muscle, %**

The use of intensification measures with innovative elements of carp growth in experimental groups contributes to the fact that their body has the ability to maintain the stability of homeostasis parameters against the influence of many external and internal factors better than in the control group. This is convincingly evidenced by the positive results of the experimental part.

### CONCLUSIONS

Assessment of the aquatic environment by hydrochemical parameters reflects positive results on fishery use, renewal of ichthyofauna by grown viable young carp. The established favorable regime of the aquatic ecosystem for the development of aquatic organisms provides for the coordination of trophic relations between the representatives of the ichthyofauna and under the conditions of rearing young fish before stocking provides for the efficient use of the reservoir.

Hydrochemical parameters of the aquatic environment is one of the determining conditions, which demonstrates how many aquatic organisms after stocking are able to adapt to new conditions. Sharp fluctuations and deviations from the optimal values of the actual value of each of the parameters are a stress factor for the adaptive-compensatory processes of the carp organism during stocking. Therefore, the introduction of intensification methods into the technological map with innovative



elements of silverfish and carp breeding material with the use of nanotechnology elements and processed natural components contributes to the improvement of adaptive-compensatory mechanisms. In the context of activation of catabolic processes, homeostatic balance in experimental groups of carp developmental parameters in ontogenesis there is an improvement of morpho-functional parameters of blood. Positive results of the analysis of the biochemical composition of the muscular part of silver carp and carp indicate the effective use of the potential of young people, resulting in the harmonization of qualitative and quantitative parameters.

### SUMMARY

The results of experimental research on the use of intensification methods with elements of innovative aspects in aquaculture are presented. The introduction of elements of additional feeding for *Cyprinus Carpio* and hybrid *Hypophthalmichthys molitrix/Hypophthalmichthys nobilis* into the technological map helps to improve viability. A method of stocking with increasing adaptive-compensatory mechanisms in fish against the background of the influence of abiotic and biotic factors is proposed. The proposed intensification measures with elements of innovative solutions provide a comprehensive opportunity to improve the qualitative and quantitative parameters in fish farming. The research results confirmed the best parameters in the experimental groups in comparison with the control group. In the experimental group where the *Cyprinus Carpio* and hybrid *Hypophthalmichthys molitrix/Hypophthalmichthys nobilis* received processed ingredients with feed according to scheme 2 (experimental group 2), development and physiology indicators were higher than the value. The obtained actual data will allow to increase the activity and resistance of juvenile fish before stocking in the transformed reservoirs.

### References

1. Гейна К. М., Кутіщев П. С., Шерман І. М. Екологічна трансформація Дніпровсько-Бузької гирлової системи та перспективи рибогосподарської експлуатації: монографія. Херсон. 2015. 300 с.
2. Гринжевський М. В., Пекарський А. В. Оптимізація виробництва продукції аквакультури. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2004. 328 с.
3. Коржов Е. И. Влияние климатических изменений на территории Украины на термический и ледовый режимы устьевого

участка Днепра. *Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность* : сборник трудов VII междунар. науч. конф. молодых ученых и талантливых студентов ФГБУН ИВПРАН, 11–13 декабря 2013: ИВП РАН, 2013. С. 51–54.

4. Noncharova O., Kutishchev P., Kovalov Yu. Method for increasing the resistance of juvenile fish for stocking the reservoir. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: «Аквакультура ХХІ століття – проблеми та перспективи», присвячена 25-річчю з дня заснування кафедри аквакультури НУБІПУ (27 травня 2021 м. Київ). Київ : НУБіП, 2021, С. 7–9

5. Кутищев П. С., Гончарова О. В. Інтегративність новітніх технологій у карту експериментальних досліджень в аквакультурі. «Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів», II Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27–29 жовтня 2020 р. : збірник матеріалів. Київ, 2020. С. 90–92

6. Гончарова О. В., Sekiou O., Кутищев П.С. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптаційно-компенсаторних процесів організму гідробіонтів під впливом технологічних чинників. *Рибогосподарська наука України*. № 4(58). 2021. С. 101–114.

7. Желтов Ю. О., Олексієнко О. О., Грех В. І. Рекомендації із застосування вітамінних та ферментних препаратів в годівлі коропа. *Рибне господарство*. 2016. С. 82–87

8. Інтернет-ресурс: URL: <http://ifishsci.eu/> Цифрові можливості акваферми: штучний інтелект.

9. Noncharova O. Innovative cases in the aquaculture of the production of quality fish products *XIII International Science Conference «Perspective of science and practice»*, December 13–15, Amsterdam, Netherlands. P. 12–15

10. Гончарова О. В., Тушницька Н. Й. Фізіологічне обґрунтування використання нетрадиційного методу обробки сировини в аквакультурі. *Рибогосподарська наука України*. 2018. № 1. С. 54–64.

11. Золотарьова О. К., Шнюкова Є. І. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології. Київ : Альтерпрес. 2008. 234 с.

12. Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A. Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering*. 2006. 101(2). P. 87–96.

13. Noncharova O. V. et al. Biological substantiation of improvement of biotechnological map of production of aquaculture products "eco-direction". *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(1). P. 261–266. doi: 10.15421/2020\_41

14. Ноллед Л. Європа проти антибіотиків. *Тваринництво України*. 2005. № 2. С. 19–20

15. Гончарова О. В., Параняк Р. П., Гутий Б. В. Функціональний стан організму прісноводних риб за умов впливу абіотичних чинників. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2019. Т. 21, № 90. С. 82–87. (Серія: Сільськогосподарські науки).

16. Гончарова О. В. Стратегічні рішення виробництва продукції аквакультури з інноваційними елементами. Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути». (м. Київ), 10 грудня 2021 р. С. 159–165.

17. Каплуненко В. Г., Косинов Н. В., Бовсуновский А. Н., Черный С. А. Нанотехнологии в сельском хозяйстве: Зерно. 2008. № 4. С. 47–55.

18. Коржов Є. І. Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну. Херсон, 2018. 52 с.

19. Korzhov Ye. I. Kutishchev P. S., Honcharova O. V. Influence of water balance elements change on the salinity regime of the Dnieper-Bug estuary. Innovative development of science and education. *Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference*. ISGT Publishing House. Athens, Greece, 2020. P. 225–231.

20. Коржов Е. И. Современная гидрографическая характеристика низовья Днепра. *Наукові читання присвячені Дню науки*. Вип. 4: Збірник наукових праць. Херсон, Вид-во: ПП Вишемирський В. С., 2011. С. 4–17

21. Korzhov Ye. I. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence / Current state, challenges and prospects for research in natural sciences: *Collective monograph (SENSE)* / O. V. Avechev, I. O. Bidnyna, O. I. Bondar, etc. – Lviv – Toruń : Liha-Pres, 2019. P. 135–154.

22. Коржов Є. І., Бородин А. В. Гідрографічна характеристика Дніпровсько-Бузького лиману в межах НПП «Нижньодніпровського». *Наукові читання, присвячені Дню науки. Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону*. Вип. 11. Херсон, 2018. С. 56–59.

23. Коржов Є. І. Антропогенний вплив на екосистему пониззя Дніпра та можливі шляхи його послаблення. *Наукові праці*

Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. Вип. 267. К. : Ніка-Центр, 2015. С. 102–108

24. Овечко С. В., Алексенко Т. Л., Коржов Є. І. та ін.; Екологічний стан урбанізованих заплавних водойм. Кардашинський лиман / за ред. С. В. Овечко / Херсон : Херсонська гідробіологічна станція НАН України, 2015. 72 с.

25. Екологічний стан урбанізованих заплавних водойм. Стеблівський лиман / Алексенко Т. Л., Овечко С. В., Коржов Є. І. та ін.; за ред. В. М. Тімченка, Т. Л. Алексенко. Херсон. Херсонська гідробіологічна станція НАН України, 2011. 48 с.

26. Коржов Є. І., Кучерява А. М. Вплив інтенсивності водообмінних процесів на окремі елементи гідрохімічного режиму водойм пониззя Дніпра. Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем: збірник матеріалів IV науково-практичної конференції для молодих вчених, присвяченої 100-річчю Національної академії наук України. Київ, 2017. С. 35–37.

27. Korzhov Ye. I., Kucheriava A. M. Peculiarities of External Water Exchange Impact on Hydrochemical Regime of the Floodland Water Bodies of the Lower Dnieper Section. *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). Vol. 54, Issue 6, 2018. P. 104–113

28. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К. : Символ-Т, 1998. 28 с.

29. Korzhov Ye. I., Kucheriava A. M. Peculiarities of External Water Exchange Impact on Hydrochemical Regime of the Floodland Water Bodies of the Lower Dnieper Section. *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). Vol. 54, Issue 6, 2018. P. 104–113

30. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. К. : ЛОГОС, 2006. 408 с.

31. Коржов Є. І., Кучерява А. М. Особливості впливу зовнішнього водообміну на гідрохімічний режим заплавних водойм пониззя Дніпра. *Гидробиол. журн.* 54, № 4. 2018. С. 112–120

32. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с.

33. Желтов Ю. О. Методичні вказівки з проведення дослідів по годівлі риб. *Рибне господарство*. 2003. Вип. 62. С. 23–28.

34. Kutishchev P., Noncharova O., Korzhov Y. Technological aspects of the introduction of nanotechnology in aquaculture for stocking of reservoirs Scientific Collection «InterConf», (56): 2-International Scientific and Practical Conference «Science, Education, Innovation:

*Topical Issues and Modern Aspects»* (May 11–12). Tallinn, Estonia : Õhingu Teadus juhatus, *Biology and biotechnology*. 2021. P. 209–212.

35. Окснюк О. П., Тимченко В. М., Полищук В. С. и др. Закономерности продукционно-деструкционных процессов в пойменных водоемах устьевого участка Днепра при разном водном режиме. *Гидробиол. журн.* 1998. 34, № 3. С. 17–29.

36. Окснюк О. П., Жукинский В. Н., Брагинский Л. П., Линник П. Н. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши. *Гидробиол. журн.* 1993. 29, № 4. С. 62–76.

37. Науково-практичні рекомендації щодо покращення екологічного стану слабопроточних водойм пониззя Дніпра / С. В. Овечко, Є. І. Коржов, В. Л. / Гільман. Херсон, 2015. 28 с.

38. Korzhov Ye.I., Kutishchev P. S., Honcharova O.V. Influence of water balance elements change on the salinity regime of the Dnieper-Bug estuary. Innovative development of science and education. *Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference*. ISGT Publishing House. Athens, Greece, 2020. P. 225–231

39. Коржов Є. І. Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну. Херсон, 2018. 52 с.

40. Timchenko V. M. Korzhov Y. I. , Guliyayeva O. A. Dynamics of Environmentally Significant Elements of Hydrological Regime of the Lower Dnieper. *Hydrobiological Journal*. Vol. 51, Issue 6, 2015. P. 75–83.

41. Кутіщев П. С., Коржов Є. І., Гончарова О. В., Козлов Л. В. Екологічна оцінка якості води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за гідрохімічними показниками. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Сільськогосподарські науки. ХДАЕУ. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2021. Вип. 120. С. 323–335.

42. Коржов Є. І., Гончарова О. В. Формування режиму солоності вод Дніпровсько-Бузької гирлової області під впливом кліматичних змін у сучасний період. Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: *Collective monograph*. Riga: Izdevniecība «Baltija Publishing», 2020. P. 315–330

43. Білик Г. В., Коржов Є. І. Огляд основних аспектів впливу кліматичних змін на сучасний стан іхтіофауни Дніпровсько-Бузької гирлової області. *Наукові читання, присвячені Дню науки*. Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону. Вип. 12. Збірник наукових праць. Херсон, 2019. С. 3–10.

**Information about the authors:**

**Honcharova Olena Viktorivna,**

Candidate of Agricultural Sciences,  
Associate Professor at the Department of Water Biological Resources  
and Aquaculture  
Kherson State Agrarian and Economic University  
23, Sritenska str., Kherson, 73006, Ukraine

**Korzhov Yevgen Ivanovych,**

Candidate of Geographic Sciences,  
Senior Lecturer at the Department of Water Biological Resources and  
Aquaculture  
Kherson State Agrarian and Economic University  
23, Sritenska str., Kherson, 73006, Ukraine

**Kutishchev Pavlo Serhiiovych,**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,  
Acting Head of the Department of Water Biological Resources and  
Aquaculture  
Kherson State Agrarian and Economic University  
23, Sritenska str., Kherson, 73006, Ukraine