

**ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL
CONDITIONS DURING INTENSIVE
GROWING OF CROSSBRED AGE-
0+ FRAMED CARP (*CYPRINUS
CARPIO* LINNAEUS, 1758) IN
THE CONDITIONS OF PJSC
“KHMELNYTSKRYVBHOSP”**

A. Bazaieva, a_bazaeva@ukr.net, ORCID
ID 0000-0002-0509-1349, Institute of
Fisheries of the National Academy of
Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

N. Chuzhma, n_chuzhma@ukr.net, ORCID
ID 0000-0002-9901-0991, Institute of
Fisheries of the National Academy of
Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

V. Pryimak, pv@hrh.com.ua, ORCID ID
0009-0005-2054-0543, Institute of
Fisheries of the National Academy of
Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

T. Hryhorenko, grygorenko-@ukr.net,
ORCID ID 0000-0002-8769-1443, Institute
of Fisheries of the National Academy of
Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. To provide an assessment of the state of the hydrochemical and hydrobiological regimes of fish ponds during intensive cultivation of crossbred age-0+ carp in the conditions of PrJSC “Khmelnyskrybhosp”.

Methodology. The study was conducted during the growing season of 2023 in the conditions of the farm of PrJSC “Khmelnyskrybhosp” on four 0.25 ha ponds, an average depth of 1.5 m. In the experimental ponds (No. 2 and No. 3), crossbred age-0+ carps were grown, which were obtained as a result of reciprocal crossing of the offspring of the sparsely scaled Nyvky hatchery line and the Antoniny-Zozulenets intrabreed types of the Ukrainian framed carp breed, as well as age-0+ carp of pure lines (ponds No. 4 and No. 5). The cultivation of juvenile carp was carried out in

**АНАЛІЗ УМОВ СЕРЕДОВИЩА
ПРИ ІНТЕНСИВНОМУ
ВИРОЩУВАННІ ПОМІСНИХ
ЦЬОГОЛІТОК РАМЧАСТОГО
КОРОПА (*CYPRINUS CARPIO*
LINNAEUS, 1758) В УМОВАХ
ПРАТ «ХМЕЛЬНИЦЬКРИБГОСП»**

А. М. Базаєва, a_bazaeva@ukr.net,
ORCID ID 0000-0002-0509-1349, Інститут
рибного господарства Національної
академії аграрних наук України, м. Київ

Н. П. Чужма, n_chuzhma@ukr.net,
ORCID ID 0000-0002-9901-0991, Інститут
рибного господарства Національної
академії аграрних наук України, м. Київ

В. В. Приймак, pv@hrh.com.ua, ORCID
ID 0009-0005-2054-0543, Інститут риб-
ного господарства Національної акаде-
мії аграрних наук України, м. Київ

Т. В. Григоренко, grygorenko-@ukr.net,
ORCID ID 0000-0002-8769-1443, Інститут
рибного господарства Національної
академії аграрних наук України, м. Київ

Мета. Надати оцінку стану гідрохімічного та гідробіологічного режимів рибницьких ставів при інтенсивному вирощуванні помісних цьоголіток коропа в умовах ПрАТ «Хмельницькрібгосп».

Методика. Дослідження проводили впродовж вегетаційного сезону 2023 р. в умовах господарства ПрАТ «Хмельницькрібгосп» на чотирьох ставах площею 0,25 га, середньою глибиною 1,5 м. В експериментальних ставах (№ 2 та № 3) вирощували помісних цьоголіток коропа, отриманих у результаті реципрокного схрещування плідників малолу-скатого нивківської заводської лінії та антонінсько-зозуленецького внутрішньопородних типів української рамчастої породи коропа, а також цьоголіток чистих ліній (став № 4 та № 5). Вирощування молоді коропа прово-



monoculture at a stocking density of 100 thousand ind./ha and intensive technology using high-protein artificial feeds from the RAANAN company (Israel). To intensify the development of the natural food supply, cattle humus was introduced into the ponds in the spring at the rate of 2.0 t/ha. During the cultivation period, the water temperature and dissolved oxygen content were monitored daily, and the hydrochemical and hydrobiological state of the experimental ponds was investigated once a month. In this case, generally accepted methods in hydrochemistry, hydrobiology, and fish farming were used. The data obtained as a result of the studies were subjected to statistical processing using the MS Excel.

Findings. The environmental conditions were generally satisfactory and suitable for growing age-0+ carp. The main chemical parameters of water were within the regulatory values accepted in fish farming. The average biomass of phytoplankton during the growing season was within 6.9-16.7 mg/dm³, zooplankton - 4.54-5.00 g/m³, zoobenthos - 0.34-1.91 g/m². Control of environmental conditions and timely application and adjustment of feeding of juvenile carp with artificial high-protein feeds, taking into account the development of prey organisms, ensured high productivity. At the same time, the average weight of grown age-0+ fish was within 44.7-56.2 g, the yield of 3-day-old larvae stocked for cultivation was 37.9-39.3%, and fish productivity was 1769.0-2144.0 kg/ha, with artificial feed consumption at the level of 1.13-1.45 kg/kg.

Originality. The hydrochemical and hydrobiological regimes of fish ponds during the cultivation of age-0+ new commercial carp lines using intensive cultivation technology were studied and analyzed.

Practical Value. The study into the environmental conditions of cultivation during the growing season allowed responding in a timely manner to changes in the ecosystem of the pond and taking the necessary measures to obtain the maximum desired productivity.

Keywords: natural food supply, hydrochemical regime, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, age-0+ crossbred and pure line carp.

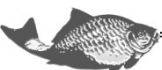
дили у монокультурі за густоти посадки 100 тис. екз./га та інтенсивної технології із застосуванням високобілкових штучних кормів фірми «RAANAN» (Ізраїль). Для інтенсифікації розвитку природної кормової бази навесні в стави вносили перегній ВРХ із розрахунку 2,0 т/га. Упродовж періоду вирощування щоденно контролювали температуру води та вміст розчиненого в ній кисню, а також раз на місяць досліджували гідрохімічний та гідробіологічний стан експериментальних ставів. При цьому використовували загальноприйняті в гідрохімії, гідробіології та риборибництві методику. Отримані в результаті проведених досліджень цифрові дані підлягали статистичному опрацюванню з допомогою комп'ютерної програми «Microsoft Excel».

Результати. Встановлено, що умови середовища в цілому були задовільними і придатними для вирощування цьоголіток коропа. Основні хімічні показники води знаходилися в межах нормативних значень, прийнятих у риборибництві. Середні за вегетаційний сезон біомаси фітопланктону були в межах 6,9–16,7 мг/дм³, зоопланктону — 4,54–5,00 г/м³, зообентосу — 0,34–1,91 г/м². Контроль умов середовища та своєчасне застосування і коригування годівлі молоді коропа штучними високобілковими кормами із урахуванням показників розвитку кормових організмів забезпечили отримання високих показників продуктивності. При цьому середня маса вирощених цьоголіток перебувала в межах 44,7–56,2 г, вихід від посаджених на вирощування 3-добових личинок — на рівні 37,9–39,3%, а рибопроductивність — 1769,0–2144,0 кг/га, за витрат штучних кормів на рівні 1,13–1,45 кг/кг.

Наукова новизна. Досліджено та проаналізовано гідрохімічний та гідробіологічний режими риборибницьких ставів при вирощуванні цьоголіток нових промислових ліній коропа із застосуванням інтенсивної технології вирощування.

Практична значущість. Дослідження екологічних умов вирощування впродовж вегетаційного сезону дає можливість своєчасно реагувати на зміни в екосистемі водойми та вживати необхідних заходів з метою отримання максимально бажаних показників продуктивності.

Ключові слова: природна кормова база, гідрохімічний режим, фітопланктон, зоопланктон, зообентос, цьоголітки помісні та чисті лінії коропа.



PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

Pond aquaculture in Ukraine today is focused on carp farming [1]. Taking into account historical aspects, it can be argued that this aquaculture object is a traditional species of a significant part of Europe [2–5] including Ukraine [6–7]. Over more than 50 years of scientific works in the selective breeding direction Ukrainian scientists have bred two breeds, which include 9 intrabreed types of carp. However, taking into account the needs of the consumer market, scientific work continues to obtain products with improved commercial conditions [8–11].

In order to increase the productivity of water bodies, various measures are used, in particular, in the selection direction – using the phenomenon of heterosis when crossing geographically distant and, accordingly, genetically diverse individuals [12–15]. Another direction is to improve cultivation technology: the use of polyculture of four or more fish species; the development of new formulas for artificial feeds; adjustment of stocking density, etc. [16–18].

When studying the growth characteristics of fish seeds, as with any living organism, studies related to ensuring optimal growing environment conditions becomes of priority. Under these circumstances, a comprehensive study of abiotic and biotic factors in the fish farming environment is of primary importance [19–21].

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

The territory of Khmelnytskyi region and its existing pond fund have the deepest historical branch of development in carp

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Ставова аквакультура сьогодення України зосереджена на вирощуванні коропа [1]. Враховуючи історичні аспекти, можна стверджувати, що даний об'єкт аквакультури є традиційним видом значної частини Європи [2–5], в тому числі і України [6–7]. За понад 50-річної наукової роботи за селекційно-племінним напрямком українськими вченими виведено дві породи, що включають 9 внутрішньопородних типів коропа. Однак, враховуючи потреби споживчого ринку, продовжуються наукові роботи з метою отримання продукції з покращеними товарними кондиціями [8–11].

Задля підвищення продуктивності водойм застосовують різноманітні заходи, зокрема селекційного напрямку — з використанням явища гетерозису при схрещуванні географічно віддалених та, відповідно, генетично різноманітних особин [12–15]. Іншим напрямом є вдосконалення технології вирощування: застосування полікультури з чотирьох та більше видів риб; розроблення нових рецептур штучних кормів; коригування щільності посадки тощо [16–18].

При вивченні особливостей росту рибопосадкового матеріалу, як будь-якого живого організму, пріоритетного значення набувають дослідження, пов'язані із забезпеченням оптимальних умов середовища вирощування. Основне значення за даних обставин має комплексне дослідження абіотичних та біотичних чинників середовища вирощування риби [19–21].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Територія Хмельницької області та наявний там ставовий фонд має найглибшу історичну гілку розвитку в коропівництві. Зокрема, стави «Чернилів-

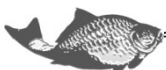


farming. In particular, the ponds "Chernylivka", "Kuzmin", "Starokonstantyniv", "Antoniny" were the first to be involved in selective breeding works at the scientific level. In today's conditions, PrJSC "Khmelnyskrybhosp" includes several sites, the total area of the pond fund of which is over 6,500 hectares. Thus, this is one of the largest artificially created water fund systems in Ukraine. Cultivation of marketable products is carried out on a two- and three-year cycle. Accordingly, in both cultivation schemes, the quality of fish seeds plays an important role [22]. The cultivation of juvenile carps depends to a large extent, especially at the first stage of cultivation, on the availability of a natural food supply in the ponds, the main components of which are phytoplankton, zooplankton and zoobenthos. The qualitative composition and quantitative development of food organisms has a significant impact on the nutritional security of fish seeds [19]. The formation of a natural food supply depends on a number of factors, including temperature, oxygen, the content of biogenic elements and organic substances, the time of year, the length of daylight hours, the weight of fish, etc. [23–26].

Drastic climate changes have a negative impact on water quality and quantity. In particular, disruption of the temperature and chemical regime of water contributes to the accumulation of a significant mass of phytoplankton, an increase in organic pollution and, accordingly, a decrease in dissolved oxygen in the water. Due to the combined effects of climate change and anthropogenic factors, most aquaculture enterprises, including PrJSC "Khmelnyskrybhosp", are deprived of the opportunity to operate reservoirs in the mode that was planned in the calculation plans during their construction [22]. In this regard, research on the study of environmental conditions during fish farming is becoming increasingly important. Therefore,

ка», «Кузьмин», «Староконстантинів», «Антоніни» були задіяні першими для ведення селекційно-племінної роботи на науковому рівні. В умовах сьогодення до складу ПрАТ «Хмельницькрибгосп», входить декілька ділянок, загальна площа ставового фонду яких становить понад 6500 га. Таким чином, це одна з найбільших в Україні штучно створених систем водного фонду. Вирощування товарної продукції здійснюється за дво- та трілітнім циклом. Відповідно, за обох схем вирощування важливу роль відіграє якість посадкового матеріалу [22]. Вирощування молоді корошових риб значною мірою залежить, особливо на першому етапі вирощування, від наявності в ставах природної кормової бази, головними компонентами якої є фітопланктон, зоопланктон та зообентос. Якісний склад та кількісний розвиток кормових організмів має істотний вплив на харчову забезпеченість посадкового матеріалу [19]. Формування природної кормової бази залежить від низки чинників, зокрема температурного, кисневого режиму, вмісту біогенних елементів та органічних речовин, періоду року, тривалості світлового дня, тиску риб тощо [23–26].

Різкі кліматичні зміни чинять негативний вплив на якісні та кількісні показники води. Зокрема, порушення температурного та хімічного режиму води сприяє накопиченню значної маси фітопланктону, збільшенню органічного забруднення та, відповідно, призводить до зниження розчиненого у воді кисню. Через сукупну дію змін клімату та антропогенних чинників, більшість підприємств аквакультури, в тому числі й ПрАТ «Хмельницькрибгосп», позбавлено можливості експлуатувати водойми в режимі, що був окреслений у розрахункових планах при їх будівництві [22]. У зв'язку з цим, вивчення умов середовища при вирощуванні риби набуває ак-



the purpose of this work was to investigate and assess the state of the hydrochemical and hydrobiological regime of experimental ponds when growing age-0+ crossbred carp in the conditions of PrJSC “Khmelnyskrybhosp”.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in 2023 on the basis of the pond farm of PrJSC “Khmelnyskrybhosp” in 4 wintering ponds with an area of 0.25 ha, an average depth of 1.5 m, which were not used during the wintering period and, accordingly, underwent the stage of drainage and freezing. The source of water supply for these ponds is the Buzhok River. The choice of ponds was based on the development of technological aspects of growing carp seeds in monoculture, exclusively with the maximum use of the potential of the natural food supply and high-protein feeds in order to obtain an individual body weight of age-0+ fish over 50 g. Yearlings of new commercial lines of framed carp were grown in ponds, obtained as a result of crossing broodstock according to the following scheme:

♀AZFC × ♂SN(hl)C – ♀ Antoniny-Zozulenets intrabreed type of Ukrainian framed carp breed × ♂ Nyvky hatchery line of sparsely scaled intrabreed type of Ukrainian framed carp breed;

♀SN(hl)C × ♂AZFC – ♀ Nyvky hatchery line of sparsely scaled intrabreed type of Ukrainian framed carp breed × ♂ Antoniny-Zozulenets intrabreed type of Ukrainian framed carp breed.

Comparison of productive parameters of interbreeding groups was carried out according to those of purebred lines of the sparsely scaled Nyvky hatchery line and the Antoniny-Zozulenets intrabreed types of the Ukrainian framed carp breed.

♀SN(hl)C × ♂SN(hl)C – ♀ Nyvky hatchery line of sparsely scaled intrabreed type of Ukrainian framed carp breed × ♂

туальності. Отже, метою даної роботи стало дослідження та оцінка стану гідрохімічного та гідробіологічного режиму експериментальних ставів при вирощуванні помісних цьоголіток коропа в умовах ПрАТ «Хмельницькрибгосп».

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили в 2023 р. на базі ставового господарства ПрАТ «Хмельницькрибгосп» у 4-х зимувальних ставах площею 0,25 га, середньою глибиною 1,5 м, які в період зимівлі не були задіяні та, відповідно, пройшли етап осушування та проморожування. Джерелом водопостачання даних ставів є р. Бужок. Вибір ставів базувався на врахуванні технологічних аспектів вирощування рибосадкового матеріалу коропа в монокультурі, виключно з максимальним використанням потенціалу кормової бази та високобілкових кормів із метою отримання індивідуальної маси тіла цьоголіток понад 50 г. У ставах вирощували цьоголіток нових промислових ліній рамчастої коропа, отриманих у результаті схрещування плідників за такою схемою:

♀АЗРК × ♂МН(зл)К — ♀ антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу української рамчастої породи коропа × ♂ нивківської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу української рамчастої породи коропа;

♀МН(зл)К × ♂АЗРК — ♀ нивківської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу української рамчастої породи коропа × ♂ антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу української рамчастої породи коропа.

Порівняння продуктивних показників помісних груп проводили за показниками чистопородних ліній малолускатого нивківської заводської лінії та



Nyvky hatchery line of sparsely scaled intrabreed type of Ukrainian framed carp breed;

♀ AZFC × ♂ AZFC – ♀ Antoniny-Zozulenets intrabreed type of Ukrainian framed carp breed × ♂ Antoniny-Zozulenets intrabreed type of Ukrainian framed carp breed.

The ponds were stocked on May 22 with three-day-old carp larvae at the rate of 100 thousand ind./ha, which were grown in monoculture using intensive technology. The larvae were obtained artificially in the incubation unit of the "Medzhibizh" branch of fish farm. The general scheme of stocking the experimental ponds is presented in Table 1.

To stimulate the development of the natural food supply, before filling the ponds with water, land reclamation measures were carried out and cattle humus was applied at the rate of 2 t/ha. In order to assess and optimize the environmental conditions for growing carp seeds, constant monitoring of water temperature and dissolved oxygen content was carried out and the peculiarities of the development of hydrochemical and hydrobiological regimes of experimental ponds were studied. The temperature and dissolved oxygen content in the water were determined daily using a Milwaukee MW600 thermo-oximeter, and hydrochemical and hydrobiological samples were taken once a month. Water samples were taken for complete chemical analysis and processed according to the methodology [27], and the obtained data were compared with the current fishery standards [28]. Collection, preservation

антонінсько-зозуленецького внутрішньопорідних типів української рамчастої породи коропа;

♀ МН(зл)К × ♂ МН(зл)К — ♀ нивківської заводської лінії малолускаго внутрішньопородного типу української рамчастої породи коропа × ♂ нивківської заводської лінії малолускаго внутрішньопородного типу української рамчастої породи коропа;

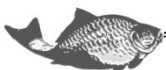
♀ АЗРК × ♂ АЗРК — ♀ антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу української рамчастої породи коропа × ♂ антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу української рамчастої породи коропа.

Зарибнення ставів проводили 22 травня тридобовими личинками коропа із розрахунку 100 тис. екз./га, вирощування яких здійснювали в монокультурі за інтенсивної технології. Личинок було отримано заводським методом в умовах інкубаційного цеху рибдільниці «Меджибіж». Загальна схема зариблення дослідних ставів представлена в таблиці 1.

Для стимулювання розвитку природної кормової бази до заповнення ставів водою було проведено меліоративні заходи та внесено перегній ВРХ із розрахунку 2 т/га. З метою оцінки та оптимізації умов середовища вирощування рибопосадкового матеріалу коропа вели постійний контроль температури води і вмісту розчиненого в ній кисню і досліджували особливості формування гідрохімічного та гідробіологічного режимів експериментальних ставів. Температуру та вміст розчиненого кисню

Table 1. Experimental scheme

Fish ponds, No.	Pond area, ha	Intensification measures	Carp larvae stocked for rearing	
			Crossbreeding type	Stoking density, thousand ind./ha
Pond No. 2	0.25	application	♀ AZFC × ♂ SN(hl)C	100
Pond No. 3	0.25	of fertilizers,	♀ SN(hl)C × ♂ AZFC	100
Pond No. 4	0.25	feeding with	♀ SN(hl)C × ♂ SN(hl)C	100
Pond No. 5	0.25	artificial feeds	♀ AZFC × ♂ AZFC	100



and processing of hydrobiological samples (phyto-, zooplankton, zoobenthos) were carried out according to generally accepted methods in hydrobiology [27]. To determine the qualitative composition of phytoplankton organisms and invertebrates, identification keys were used [29–33].

Feeding fish juvenile with artificial feeds was carried out taking into account the state of natural food supply. Considering the high density of fish stocking and the rate at which organisms consume the natural food supply, artificial feed began to be given in the second half of June, when the natural food supply decreased. During the season, high-protein feeds of various formulations were used for feeding. At the first stage, for 24 days (June 16–30), juveniles were fed with a high-protein starter feed from “RAANAN” (Israel) with a protein content of 60% at the rate of 4% of the fish weight.

After the carp juveniles reached 3.0 g (beginning of July), further feeding was carried out with production feed from the same manufacturer, but with a protein / fat content of 37 / 12%, respectively. In accordance with the dynamics of body weight accumulation and the manufacturer's recommendations, the daily feed rate was reduced to 3% of body weight.

The data obtained as a result of the study were subjected to statistical processing using the MS Excel.

воді визначали щоденно за допомогою термооксиметра «Milwaukee MW600», а відбір гідрохімічних та гідробіологічних проб проводили раз на місяць. Відбір проб води для повного хімічного аналізу та їх опрацювання здійснювалися згідно з методикою [27], а отримані дані порівнювали із чинними рибницькими нормативами [28]. Відбір, фіксацію та опрацювання гідробіологічних проб (фіто-, зоопланктон, зообентос) проводили відповідно до загальноприйнятих у гідробіології методів [27]. Для визначення якісного складу фітопланктонних організмів та безхребетних тварин використовували визначники [29–33].

Годівлю молоді риб штучними кормами проводили з урахуванням стану кормової бази. Враховуючи високу щільність посадки рибопосадкового матеріалу та темп поїдання живих кормових організмів, штучні корми розпочали давати вже з другої половини червня при зниженні показників природної кормової бази. Впродовж сезону для годівлі застосовували високобілкові корми різних рецептур. Так, на першому етапі, впродовж 24 діб (16–30 червня) годівлю молоді здійснювали високобілковим стартовим кормом фірми «RAANAN» (Ізраїль) із вмістом протеїну 60%, із розрахунку 4% від маси риб.

Після досягнення молоддю коропа маси 3,0 г (початок липня), у подальшому годівлю проводили продукційним кормом того ж виробника, але із вмістом протеїну / жиру — 37 / 12% відповідно. У відповідності до динаміки накопичення маси тіла та рекомендацій виробника, добову норму корму було знижено до 3% від маси тіла.

Отримані в результаті проведених досліджень цифрові дані підлягали статистичному опрацюванню з допомогою комп'ютерної програми «Microsoft Excel».



STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

During the study, no significant differences in temperature, oxygen regimes, and chemical composition were recorded, since the ponds had a common source of water supply. The water temperature in the ponds varied from 8.2 to 26.0°C, with a maximum average of 24.2–25.1°C in July, and a minimum of 8.4–8.8°C at the end of the growing season (in November). In general, the dynamics of the temperature regime was typical for the Forest-Steppe zone. The average water temperature for the decade in May was within 19.5–21.3°C, with a peak temperature in July, after which by the end of the growing season there was a decrease from 21.8–22.4°C in August to 8.4–8.8°C in November. Similar dynamics were observed in the content of dissolved oxygen in water, which during the growing season varied from 2.83 to 7.52 mg O₂/dm³ (Fig. 1).

According to the classification of O. O. Alyokin, the water of the experimental ponds belonged to the hydrocarbonate class of the calcium group. The amount of the main anion (hydrocarbonates) on average was within 158.7–231.9 mg/dm³, and the main cation (calcium) – 22.0–45.8 mg/dm³. The pond water has medium mineralization with the sum of ions at the level of 254.4–352.8 mg/dm³. The total water

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При проведенні дослідження було встановлено, що суттєвих відмінностей за температурним, кисневим режимами та хімічним складом води не було зафіксовано, оскільки стави мали спільне джерело водопостачання. Так, температура води в ставах змінювалася в межах від 8,2 до 26,0°C, з максимальним середнім показником 24,2–25,1°C в липні, а мінімальним — 8,4–8,8°C наприкінці сезону вирощування (в листопаді). Загалом, динаміка температурного режиму мала типовий характер для зони Лісостепу. Таким чином, середній показник температури води за декаду в травні був у межах 19,5–21,3°C, з піком у липні, після чого до кінця вегетаційного сезону відбувалося зниження з 21,8–22,4°C у серпні до 8,4–8,8°C у листопаді. Аналогічна динаміка спостерігалася за вмістом розчиненого у воді кисню, показники якого впродовж вегетаційного сезону змінювалися в межах від 2,83 до 7,52 мг O₂/дм³ (рис. 1).

Згідно з класифікацією О. О. Альокіна, вода експериментальних ставів належала до гідрокарбонатного класу групи кальцію. Кількість основного аніону (гідрокарбонатів) в середньому знаходилась у межах 158,7–231,9 мг/дм³, а основного катіону (кальцію)

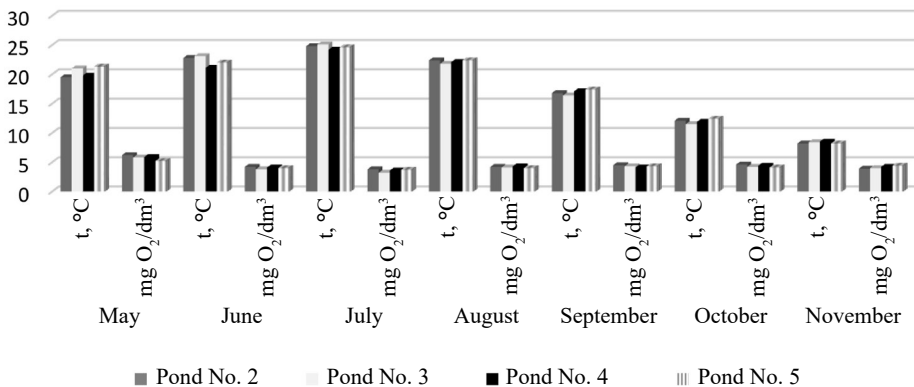
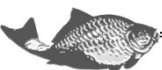


Fig. 1. Dynamics of temperature and oxygen regime of experimental ponds



hardness was within 3.3–3.9 mg-eq/dm³ (Table 2).

The pH of the water on average during the study period was within 7.4–8.2, i.e. the environment was slightly alkaline. The content of both easily and poorly soluble organic matter, which was determined by the permanganate and dichromate oxidation, in the water of the experimental ponds did not exceed the regulatory values accepted in fish farming, which can be explained both by the high quality of extruded feeds and the correct technology of using feeds – due to the small area of the experimental ponds, it was possible to fully control consumption at feeding sites. A significant contribution to the positive result obtained is also the fact that wintering ponds were selected – they are placed first in an independent water supply cascade, which allowed for full regulation of water exchange (Table 1).

— 22,0–45,8 мг/дм³. Вода ставів — середньої мінералізації із сумою іонів на рівні 254,4–352,8 мг/дм³. Загальна твердість води перебувала в межах 3,3–3,9 мг-екв./дм³ (табл. 2).

Водневий показник (рН) води в середньому за період досліджень знаходився в межах 7,4–8,2, тобто середовище було слабколужним. Вміст як легко-, так і важкорозчинної органічної речовини, який визначали за показниками перманганатної та біхроматної окиснюваностей, у воді експериментальних ставів не перевищував нормативних значень, прийнятих у рибництві, що можна пояснити як високою якістю екструдованих кормів, так і правильною технологією їх згодовування: за рахунок малої площі дослідних ставів існувала можливість повноцінно контролювати споживання на кормових місцях. Вагомим внеском у отриманий позитивний результат, та-

Table 2. Water quality parameters of the experimental ponds, PrJSC “Khmelnyskrybhos” (average values)

Parameters	Fish ponds				Normative values [28]
	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	
pH	7.90±0.20	8.20±0.10	7.50±0.65	7.40±0.52	6.5-8.5
Free ammonia NH ₃ , mg N/dm ³	0.03±0.01	0.05±0.01	0.01±0.00	0.01±0.001	up to 0.05
Permanganate oxidation, mg O/dm ³	13.6±1.5	12.8±1.2	10.2±0.33	10.37±1.87	up to 15.0
Bichromate oxidation, mg O/dm ³	34.2±2.1	32.1±3.5	24.5±1.23	24.09±4.50	up to 50.0
Ammonium nitrogen, NH ₄ ⁺ , mg N/dm ³	1.04±0.09	0.89±0.15	0.89±0.02	0.79±0.09	up to 2.0
Nitrites, NO ₂ ⁻ , mg N/dm ³	0.08±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	0.07±0.02	up to 0.1
Nitrates, NO ₃ ⁻ , mg N/dm ³	0.44±0.08	0.33±0.07	0.42±0.03	0.23±0.07	up to 2.0
Mineral phosphorus, PO ₄ ³⁻ , mg P/dm ³	0.26±0.04	0.19±0.05	0.08±0.01	0.06±0.01	up to 0.7
Total ferum, Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , mg Fe/dm ³	1.49±0.21	1.06±0.16	1.00±0.12	1.24±0.19	up to 1.0
Calcium, Ca ²⁺ , mg/dm ³	40.9±2.5	45.8±4.1	22.0±2.8	34.7±2.6	up to 70
Magnesium, Mg ²⁺ , mg/dm ³	20.7±1.1	20.7±1.5	14.6±1.8	21.9±1.2	up to 30
Sodium+Potassium, Na ⁺ +K ⁺ , mg/dm ³	24.3±1.9	16.5±1.4	28.8±1.2	20.4±6.0	up to 50
Hydrocarbonates, HCO ₃ ⁻ , mg/dm ³	231.9±24.8	231.9±39.5	158.7±41.2	189.1±18.6	up to 400
Chlorides, Cl ⁻ , mg/dm ³	19.0±2.0	16.3±2.13	16.3±1.46	17.7±1.3	up to 70
Sulfates, SO ₄ ²⁻ , mg/dm ³	16.0±0.86	14.4±1.09	14.0±1.25	11.1±0.76	up to 70
Total hardness, mg-eq/dm ³	3.7±0.5	3.9±0.3	3.3±0.6	3.5±0.2	5-7
Mineralization, mg/dm ³	352.8±89.6	344.8±108.2	254.4±74.6	280.3±21.4	up to 1000



All biogenic elements are present in pond water (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , $\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}$). At the same time, the concentrations of ammonium nitrogen, nitrites and nitrates in all ponds during the study period were within the regulatory values, while the concentrations of mineral phosphorus in ponds No. 4 and No. 5 were significantly below the regulatory values and on average did not exceed 0.06-0.08 mg P/dm³ (Table 2). The low content of mineral phosphorus in these ponds may be one of the reasons for the insufficient development of phytoplankton.

In ponds No. 2 and No. 5, total iron concentrations were increased to 1.24 and 1.49 mg Fe/dm³, respectively (with a NV of 1.0 mg Fe/dm³).

The content of chlorides and sulfates in the water was insignificant and on average amounted to 16.3–19.0 mg/dm³ and 11.1–16.0 mg/dm³, respectively (Table 2).

Therefore, the hydrochemical regime of the experimental ponds during the study period was generally satisfactory and suitable for growing carp seeds.

A total of 106 species and intraspecific taxa (i.s.t.) belonging to 6 systematic divisions of algae were identified in the phytoplankton of experimental ponds during the study period. At the same time, within each pond, from 54 to 72 species and species diversity of algae were recorded, and ponds No. 2 and No. 3 were characterized by a higher species diversity (Table 3). The analysis of the floristic spectrum of phytoplankton showed that Chlorophyta were the most diversely represented, the share of which in different ponds ranged from 57 to 67% of the total abundance of identified species. The subdominants were Euglenophyta (8–15%), Bacillariophyta (9–13%) and Cyanophyta (7–14%). The share of other algae divisions (Dinophyta and Chrysophyta) did not exceed 1–4% of

кож є факт обрання зимувальних ставів — вони розміщені першими в незалежному каскаді водоподачі, що дало змогу повноцінного регулювання водообміну (див. табл. 1).

У воді ставів наявні всі біогенні елементи (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , $\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}$). При цьому концентрація амонійного азоту, нітритів та нітратів в усіх ставах впродовж періоду дослідження перебувала в межах нормативних величин, тоді як вміст мінерального фосфору в ставах № 4 та № 5 був значно нижчим, порівняно з нормативними значеннями, і в середньому не перевищував 0,06–0,08 мг P/дм³ (табл. 2). Низький вміст мінерального фосфору в даних ставах може бути однією із причин недостатнього розвитку фітопланктонних організмів.

У ставах № 2 та № 5 виявлено підвищені рівні концентрації загального заліза — відповідно 1,24 та 1,49 мг Fe/дм³ (за НЗ 1,0 мг Fe/дм³).

Вміст хлоридів та сульфатів у воді був незначним і в середньому становив відповідно 16,3–19,0 мг/дм³ та 11,1–16,0 мг/дм³ (табл. 2).

Отже, гідрохімічний режим експериментальних ставів упродовж періоду дослідження в цілому був задовільним і придатним для вирощування риборозсадкового матеріалу коропа.

У фітопланктоні експериментальних ставів упродовж періоду дослідження загалом було ідентифіковано 106 видів та внутрішньовидових таксонів (в.в.т.), що належать до 6 систематичних відділів водоростей. При цьому, в межах кожного ставу реєстрували від 54 до 72 видів та в.в.т. водоростей, а більшим видовим різноманіттям характеризувалися стави № 2 та № 3 (табл. 3).

Проведений аналіз флористичного спектру фітопланктону на рівні відділів показав, що найрізноманітніше були представлені Chlorophyta, частка яких

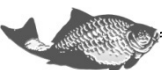


Table 3. Taxonomic diversity of phytoplankton in experimental ponds

Group	Pond			
	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Cyanophyta	10 (14%)	8 (11%)	4 (7%)	8 (14%)
Euglenophyta	11 (15%)	6 (8%)	5 (9%)	8 (14%)
Bacillariophyta	8 (11%)	9 (13%)	7 (13%)	5 (9%)
Chlorophyta	41 (57%)	48 (67%)	35 (65%)	32 (57%)
Dinophyta	2 (3%)	1 (1%)	1 (2%)	2 (4%)
Chrysophyta	–	–	2 (4%)	1 (2%)
Total	72	72	54	56

Note. *(*) – number of species and intraspecific taxa / percentage of this group from the total abundance.

the total abundance of identified species and did not have a significant impact on the development of the floristic spectrum (Table 3).

The quantitative development of phytoplankton in experimental ponds varied from 9408.3 to 129382.0 thousand cells/dm³ in abundance and from 1.98 to 19.25 mg/dm³ in biomass. The total biomass of planktonic algae in ponds No. 2 and No. 3 in the summer period did not exceed 14.30 and 14.51 mg/dm³, respectively. It was somewhat lower in pond No. 4 – 12.56 mg/dm³. The phytoplankton biomass index of pond No. 5 differed significantly, which did not exceed 2.2 mg/dm³ during this period. The dominant complex during this period mainly included the following species: *Microcystis aeruginosa*, *Scenedesmus quadricauda*, *Nitzschia acicularis*, *Melosira granulata* var. *angustissima*.

In the autumn period, an increase in phytoplankton biomass was observed in ponds No. 2 and No. 5, respectively to 19.25 and 11.55 mg/dm³. On the contrary, in ponds No. 3 and No. 4, the development of planktonic algae decreased to 6.10 and 2.70 mg/dm³, respectively. During this period, the most common and quantitatively dominant species in the ponds were: *Trachelomonas volvocina*, *Phacus pyrum*, *Oscillatoria geminata* and *Scenedesmus quadricauda*.

On average, during the study period, phytoplankton biomass in experimental

у різних ставках перебувала в межах від 57 до 67% загальної кількості виявлених видів. Субдомінантами виявилися Euglenophyta (8–15%), Bacillariophyta (–13%) та Cyanophyta (7–14%). Частка представників інших відділів водоростей (Dinophyta та Chrysophyta) не перевищувала 1–4% загальної кількості виявлених видів та не мала істотного впливу на формування флористичного спектру (див. табл. 3).

Кількісний розвиток рослинного планктону в експериментальних ставках змінювався від 9408,3 до 129382,0 тис. кл./дм³ за чисельністю та від 1,98 до 19,25 мг/дм³ за біомасою. Так, у літній період загальна біомаса планктонних водоростей в ставках № 2 та № 3 не перевищувала відповідно 14,30 та 14,51 мг/дм³. Деяко нижчою вона була в ставу № 4 — 12,56 мг/дм³. Істотно відрізнявся показник біомаси фітопланктону ставу № 5, який не перевищував в цей період 2,2 мг/дм³. До складу домінуючого комплексу в цей період в основному входили види *Microcystis aeruginosa*, *Scenedesmus quadricauda*, *Nitzschia acicularis*, *Melosira granulata* var. *angustissima*.

В осінній період у ставках № 2 та № 5 спостерігалось підвищення показника біомаси фітопланктону відповідно до 19,25 та 11,55 мг/дм³. Натомість, у ставках № 3 та № 4 розвиток планктонних водоростей, навпаки, зменшився до 6,10 та 2,70 мг/дм³ відповідно. У цей



ponds was within 6.9–16.7 mg/dm³, with the maximum values in pond No. 2 and the lowest values in pond No. 5. At the same time, the primary importance in the development of phytoplankton biomass in ponds No. 2 and No. 3 belonged to green algae, the share of which was 34 and 44% of the total, respectively. Euglena (27%) and blue-green (35%) algae also had a significant impact on the development of phytoplankton biomass in pond No. 2 (Fig. 2).

In pond No. 4, the majority of phytoplankton biomass was almost equally determined by diatoms (32%) and green (31%) algae with a significant share of cyanophyta and euglena (18% each). Phytoplankton biomass in pond No. 5 was formed by blue-green (44%) algae. Diatoms (25%) and green algae (22%) were of secondary importance (Fig. 2).

Evaluating the development of phytoplankton in experimental ponds by biomass, it can be said that it was characterized by below average (ponds No. 2, 3) and low (ponds No. 4, 5) values for growing fish seeds, based on the normative fish farming values [34], which subsequently influenced the development of the pond zoocenosis.

період в ставах найчастіше зустрічались і мали кількісне домінування види *Trachelomonas volvocina*, *Phacus pyrum*, *Oscillatoria geminata* та *Scenedesmus quadricauda*.

У середньому за період дослідження біомаса фітопланктону в експериментальних ставах знаходилася в межах 6,9–16,7 мг/дм³, з максимальними показниками в ставу № 2, а найменшими — в ставу № 5. При цьому першочергове значення у формуванні біомаси фітопланктону в ставах № 2 та № 3 належало зеленим водоростям, частка яких відповідно складала 34 та 44% від загальної. Істотний вплив на формування біомаси фітопланктону в ставу № 2 також мали евгленові (27%), а в ставу № 3 — синьо-зелені (35%) водорості (рис. 2).

У ставу № 4 основу біомаси рослинного планктону майже однаковою мірою визначали діатомові (32%) і зелені (31%) водорості зі значною часткою синьозелених та евгленових (по 18%). Біомаса фітопланктону в ставу № 5 формувалася за рахунок розвитку синьозелених (44%) водоростей. Другорядне значення мали діатомові (25%) та зелені (22%) водорості (рис. 2).

Оцінюючи розвиток фітопланктону в експериментальних ставах за біома-

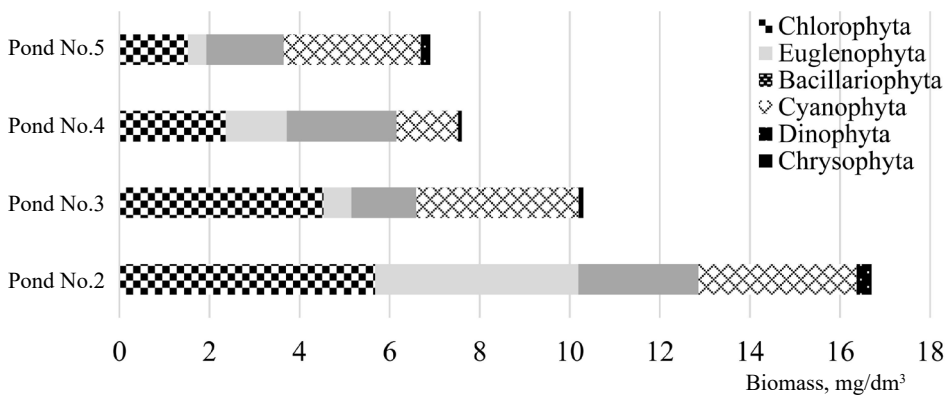
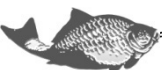


Fig. 2. Mid-season biomass and ratios of major taxonomic groups of phytoplankton in experimental ponds, 2023



Zooplankton during the study period was represented by Rotifera, Cladocera and Copepoda. A total of 20 taxa of zooplankton organisms were detected in the experimental ponds. In the qualitative composition, only 7 species or 35% of the total number of Rotifera, 11 species or 55% of Cladocera and 2 species or 10% of Copepoda were noted.

Among the group of other organisms were found statoblasts of bivalves, crustacean ephippia, chironomid larvae and ostracods.

The most common rotifers were *Brachionus calyciflorus*, *Asplanchna priodonta*; among the branchial crustaceans – *Moina rectirostris*, *Diaphanosoma brachuurum*, *Chydorus sphaericus*; among copepods – *Cyclops* sp., their naupliar and copepod stages of development.

Quantitative indicators of zooplankton development in experimental ponds during the growing season varied from 104.0 to 626.0 thousand ind./m³ in abundance and from 2.80 to 7.30 g/m³ in biomass. The study of the seasonal dynamics of zooplankton development showed that at the time of stocking carp larvae for cultivation, the biomass of zooplankton in the ponds was within 4.19–5.42 g/m³ and significantly varied in its structure. In pond No. 2 at this time the biomass was the highest and most favourable for carp larvae, as it was by small and juvenile forms of cladocerans (45.4%), rotifers (29.3%) and copepods (25.0%) with a predominance of naupliar and copepod stages of development, i.e. the most accessible food organisms for fish larvae at this stage of development. Rotifers in this pond also dominated in abundance (up to 67%) due to the massive development of *Brachionus calyciflorus*, *Br. diversicornis*, *Euchlanis dilatata*. In pond No. 3, the biomass of zooplankton was at the level of 4.19 g/m³ and was formed

сою можна сказати, що він характеризувався нижче середніх (стави № 2 та № 3) та низькими (стави № 4 та № 5) показниками для вирощування рибосадкового матеріалу, виходячи з нормативних рибоводних значень [34], що у подальшому і вплинуло на формування зооценозу ставів.

Зоопланктон упродовж періоду дослідження був представлений коловертками (Rotifera), гіллястовусими (Cladocera) та веслоногими (Copepoda) ракоподібними. Загалом в експериментальних ставах було виявлено 20 таксонів зоопланктонних організмів. У якісному складі відмічено лише 7 видів, або 35% загальної кількості Rotifera, 11 видів, або 55% Cladocera, та 2 види, або 10% Copepoda.

Серед групи інших організмів зустрічались статобласти моховаток, ефіпії ракоподібних, личинки хірономід та остракоди.

Найчастіше серед коловерток зустрічалися *Brachionus calyciflorus*, *Asplanchna priodonta*; серед гіллястовусих ракоподібних — *Moina rectirostris*, *Diaphanosoma brachuurum*, *Chydorus sphaericus*; серед веслоногих — *Cyclops* sp., їхні наупліальні та копеподитні стадії розвитку.

Кількісні показники розвитку зоопланктону в експериментальних ставах упродовж вегетаційного сезону змінювалися в межах від 104,0 до 626,0 тис. екз./м³ за чисельністю та від 2,80 до 7,30 г/м³ за біомасою. Вивчення сезонної динаміки розвитку зоопланктону показало, що на момент посадки личинок коропа на вирощування біомаса зоопланктону в ставах перебувала в межах 4,19–5,42 г/м³ та значно різнилася за своєю структурою. Так, в ставу № 2 в цей час біомаса була найвищою та найсприятливішою для личинок коропа, оскільки формувалася за рахунок розвитку дрібних та ювенальних форм



by cladocerans (63.2%) and copepods (28.4%). The share of rotifers was 8.4%, significantly lower compared to pond No. 2, but higher than in ponds No. 4 and No. 5 (Fig. 3).

In ponds No. 4 and No. 5, the initial zooplankton biomasses were similar (4.27–4.31 g/m³) and with the same proportion of rotifers at 6.0–6.1%. In both ponds, cladocerans dominated, the share of which reached 52.2–77.5% of the total biomass, but the qualitative composition differed significantly (Fig. 3). In pond No. 4, small forms of *Chydorus sphaericus* and *Bosmina longirostris* dominated, and in pond No. 5, large forms of *Daphnia longispina* and *Moina rectirostris* and their juvenile stages of development dominated. *Copepoda* in the ponds were represented by *Cyclopidae*, with a predominance of naupliar and copepodite stages of development.

In the summer period, zooplankton biomass in experimental ponds varied within 3.49–7.30 g/m³. The maximum biomasses of zooplankton in ponds No. 2, 3, and 5 were in June, and in pond

гіллястовусих ракоподібних (45,4%), коловерток (29,3%) та веслоногих ракоподібних (25,0%) з домінуванням наупліальних та копеподитних стадій розвитку, тобто найдоступніших кормових організмів для личинок риб на цьому етапі розвитку. Коловертки в даному ставу домінували і за чисельністю (до 67%) за рахунок масового розвитку *Brachionus calyciflorus*, *Br. diversicornis*, *Euchlanis dilatata*. В ставу № 3 біомаса зоопланктону перебувала на рівні 4,19 г/м³ та формувалася за рахунок розвитку гіллястовусих (63,2%) та веслоногих (28,4%) ракоподібних. Частка коловерток становила 8,4%, була значно нижчою порівняно із ставом № 2, проте вищою, ніж у ставах № 4 та № 5 (рис. 3).

У ставах № 4 та № 5 початкові показники біомаси зоопланктону були близькими (4,27–4,31 г/м³) та з однаковою часткою коловерток на рівні 6,0–6,1%. В обох ставах домінували гіллястовусі ракоподібні, частка яких сягала 52,2–77,5% загальної біомаси, проте істотно різнився якісний склад (рис. 3). Так, у ставу № 4 домінували переважно дрібні форми *Chydorus sphaericus*, *Bosmina*

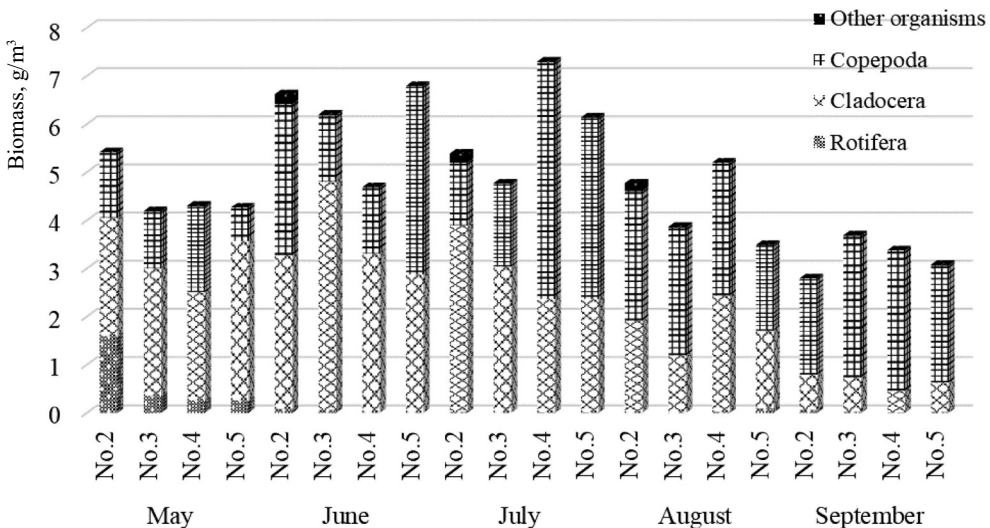
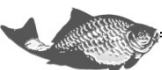


Fig. 3. Dynamics of zooplankton biomass in experimental ponds during the 2023 growing season



No. 4 in July. At the same time, in ponds No. 2 and No. 3, the maximum biomass was formed by cladocerans, the share of which was at the level of 48.3 and 76.5%, respectively, while in ponds No. 4 and No. 5, the maximum biomass was formed by copepods, 67.3 and 57.8%, respectively (Fig. 3). The main dominant species that formed the biomass at this time in the experimental ponds were: *Daphnia longispina*, *Moina rectirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops* sp.

Since the second half of the growing season, a gradual decrease in biomass and changes in the structure of the zooplankton community have been observed in most ponds. In autumn, the biomass of zooplankton in ponds did not exceed 2.80–3.68 g/m³ and was formed by 71.4–86.4% by copepod crustaceans (*Cyclops* sp.). The proportion of cladocerans did not exceed 13.3–26.4% of the total zooplankton biomass and was highest in pond No. 2 (Fig. 3) due to the presence of large forms of *Moina rectirostris*.

The average seasonal biomass of zooplankton in the experimental ponds was within 4.54–5.00 g/m³. Higher values were characteristic of ponds No. 2 and No. 4. At the same time, in ponds No. 2 and No. 3, the primary importance in the development of zooplankton biomass belonged to cladocerans, the share of which was 48.8 and 54.4%, respectively, and in ponds No. 4 and No. 5, to copepods, 55.2 and 53.0%, respectively, of the total biomass (Fig. 4).

It should be noted that the advantage in the development of cladocerans in ponds No. 2 and No. 3 was most likely due to the favourable structure of phytoplankton, since in these ponds the basis of phytoplankton biomass was formed by green algae, which are the most valuable and

longirostris, а в ставу № 5 — крупні форми *Daphnia longispina*, *Moina rectirostris* та їх ювенальні стадії розвитку. Веслоногі ракоподібні в ставах були представлені родиною Cyclopidae, з домінуванням наупліальних та копеподитних стадій розвитку.

У літній період рівень біомаси зоопланктону в експериментальних ставах змінювався в межах 3,49–7,30 г/м³. Максимальні показники розвитку зоопланктону в ставах № 2, № 3 та № 5 були в червні, а в ставу № 4 — в липні. При цьому в ставах № 2 та № 3 максимальні значення біомаси формувалися за рахунок розвитку гіллястовусих ракоподібних, частка яких була на рівні відповідно 48,3 та 76,5%; натомість, у ставах № 4 та № 5 найвищі показники біомаси формувалися за рахунок розвитку веслоногих — відповідно 67,3 та 57,8% ракоподібних (рис. 3). Основними домінантними видами, що формували кількісні показники в цей час в експериментальних ставах, були *Daphnia longispina*, *Moina rectirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops* sp.

З другої половини вегетаційного сезону переважно в усіх ставах спостерігалось поступове зниження показників біомаси та відбувалися зміни структури зоопланктонного угруповання. Восени біомаса тваринного планктону в ставах не перевищувала 2,80–3,68 г/м³ та на 71,4–86,4% формувалася за рахунок розвитку веслоногих ракоподібних (*Cyclops* sp.). Частка гіллястовусих ракоподібних не перевищувала 13,3–26,4% загальної біомаси зоопланктону та найвищою була в ставу № 2 (рис. 3) за рахунок наявності крупних форм *Moina rectirostris*.

Середньосезонні показники біомаси тваринного планктону в експериментальних ставах знаходилися в межах 4,54–5,00 г/м³. Вищі показники були характерні для ставів № 2 та № 4. При



available food resource for filter-feeding crustaceans.

Chironomidae and Chaoboridae were found in the benthic fauna of experimental ponds. Considering that the experimental ponds are wintering ponds and were used to keep older age groups of fish during wintering, the zoobenthos was poor in both qualitative and quantitative terms. The total number of benthic organisms in the ponds during the study period ranged from 33.3 to 288.0 ind./m², and biomass ranged from 0.17 to 4.65 g/m². The dynamics of the development of zoobenthos organisms in all ponds was similar, with slightly higher absolute values in pond No. 2, and the lowest in pond No. 4. At the same time, the highest biomass in all ponds were in the first half of the growing season (2.50–4.65 g/m²), and the lowest in autumn (0.17–0.23 g/m²). A significant decrease in the development of zoobenthos organisms in experimental ponds from the second half of the growing season is associated with increased pressure from the grown-up carp juvenile and the eating away of this food link. Therefore, taking into account the low level of zoobenthos

цьому в ставах № 2 та № 3 першочергове значення у формуванні біомаси зоопланктону належало гіллястовусим ракоподібним, частка яких становила відповідно 48,8 та 54,4%, а в ставах № 4 та № 5 — веслоногим ракоподібним — відповідно 55,2 та 53,0% від загальної біомаси (рис. 4).

Слід зауважити, що перевага в розвитку гіллястовусих ракоподібних у ставах № 2 та № 3 передусім була пов'язана зі сприятливою структурою фітопланктону, оскільки в цих ставах основу біомаси останнього формували зелені водорості, які є найціннішим і найдоступнішим кормовим ресурсом для рачків-фільтраторів.

У донній фауні експериментальних ставів були виявлені личинки двокрилих із родин Chironomidae та Chaoboridae. Враховуючи, що експериментальні стави належали до зимувальних і використовувалися для утримання старший вікових груп риб під час зимівлі, зообентос як в якісному, так і кількісному значенні був бідним. Загальна чисельність донних організмів у ставах впродовж періоду дослідження перебувала в межах від 33,3 до 288,0

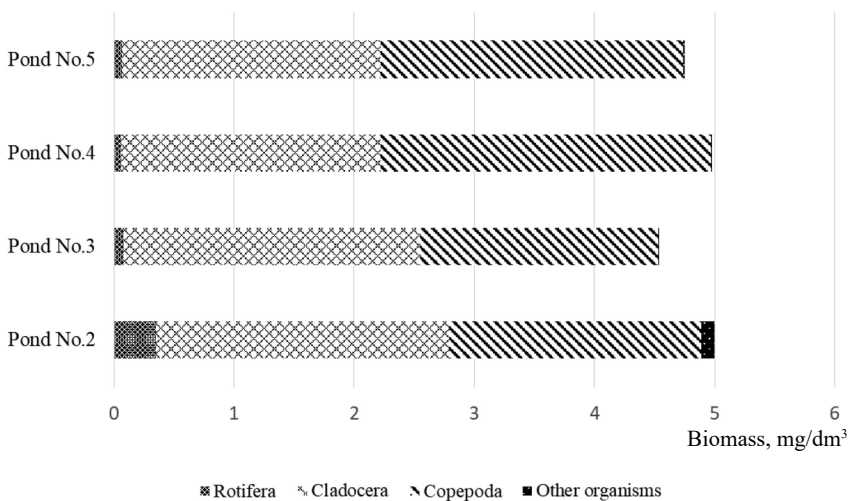


Fig. 4. Mid-season biomass and ratios of major taxonomic groups of zooplankton in experimental ponds



development in the second half of the growing season, carp juvenile was actively fed with artificial feeds.

On average, during the growing season, the biomass of zoobenthos in the experimental ponds was at the level of 0.34–1.91 g/m², although it was formed by 99.7–100% by chironomid larvae, which are valuable in terms of food value (Fig. 5).

In the fall, when catching ponds, the average weight of grown age-0+ carp and their yield from cultivation in all ponds exceeded the regulatory values [35]. The highest average individual weights were in crossbred age-0+ carps (ponds No. 2 and No. 3) at the level of 56.21–56.24 g, while in purebred lines (ponds No. 4 and No. 5) the average weight was 44.66–45.06 g. The yield of crossbred yearlings from hatchery-reared larvae stocked for cultivation in ponds No. 2 and No. 3 was at the level of 38.1 and 37.9%, respectively, and was somewhat lower than in ponds No. 4 and No. 5 – 39.3 and 39.6%, respectively (Table 4).

Taking into account the average individual body weight and survival rate, fish productivity obtained in the experimental ponds was within 1769–1792 kg/ha

екз./м², а біомаса — від 0,17 до 4,65 г/м². Динаміка розвитку зообентосних організмів в усіх ставах була подібною, з дещо вищими абсолютними показниками в ставу № 2, а найнижчими — в ставу № 4. При цьому вищі показники біомаси в усіх ставах виявлено в першій половині вегетаційного сезону (2,50–4,65 г/м²), а найнижчі — восени (0,17–0,23 г/м²). Значне зниження показників розвитку зообентосних організмів у експериментальних ставах з другої половини вегетаційного сезону пов'язано із зростанням тиску з боку підрослої молоді коропа та виїданням даної кормової ланки. Тому, враховуючи низький рівень розвитку зообентосу, в другій половині вегетаційного сезону здійснювалась активна годівля молоді коропа штучними кормами.

У середньому за вегетаційний сезон рівень біомаси зообентосу в експериментальних ставах перебував у діапазоні 0,34–1,91 г/м², хоча і формувався на 99,7–100,0% за рахунок розвитку цінних у кормовому значенні личинок хірономід (рис. 5).

Восени, при облові ставів, середня маса вирощених цьоголіток коропа та вихід їх із вирощування в усіх ставах

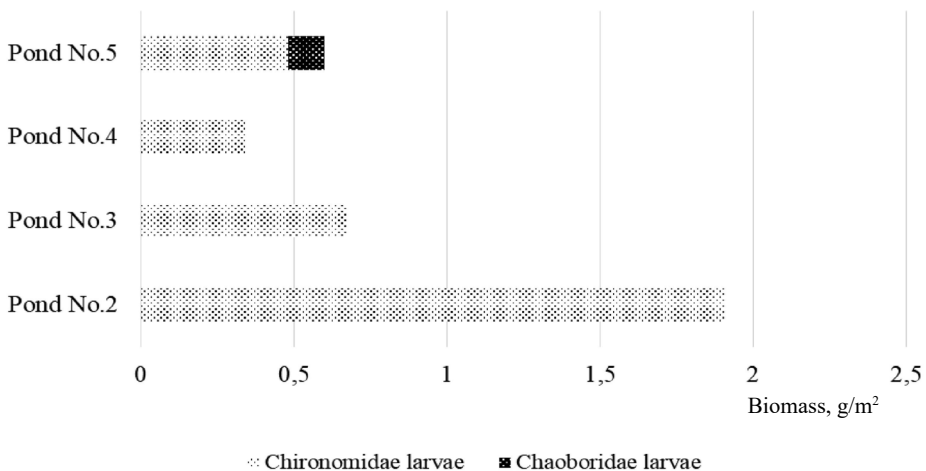


Fig. 5. Mid-season biomass and ratios of major taxonomic groups of zoobenthos in experimental ponds, 2023



for the cultivation of purebred lines, and 2135–2144 kg/ha – crossbred lines, with artificial feed consumption at the level of 1.45–1.47 and 1.13–1.15 kg/kg, respectively.

перевищували нормативні показники [35]. Вищі середні показники індивідуальної маси були у помісних цьоголіток (стави № 2 та № 3) на рівні 56,21–56,24 г, тоді як у чистопородних ліній (став № 4 та № 5) середня маса становила 44,66–45,06 г. Вихід помісних цьоголіток із посаджених на вирощування заводських непідрослених личинок у ставах № 2 та № 3 знаходився на рівні відповідно 38,1 та 37,9%, і був дещо нижчим, ніж у ставах № 4 та № 5 — 39,3 та 39,6% відповідно (табл. 4).

Враховуючи середній показник індивідуальної маси тіла та рівень виживаності, в експериментальних ставах було отримано рибопродуктивність у межах 1769–1792 кг/га за вирощування чистопородних ліній та 2135–2144 кг/га — помісних, за витрат штучних кормів на рівні відповідно 1,45–1,47 та 1,13–1,15 кг/кг.

Table 4. Rearing results of age-0+ carp in the experimental ponds of PrJSC «Khmelnyskrybhosp», 2023

Fish ponds, No.	Carp larvae stocked for rearing		Caught		Fish productivity, kg/ha	Feed consumption, kg/kg
	Crossbreeding type	thousand ind./ha	average weight, g	Yield, %		
Pond No. 2	♀ AZFC × ♂ NFSC	100	56.21±0.30	38.1	2144	1.15
Pond No. 3	♀ NFSC × ♂ AZFSC	100	56.24±1.18	37.9	2135	1.13
Pond No. 4	♀ NFSC × ♂ NFSC	100	44.66±0.72	39.6	1769	1.47
Pond No. 5	♀ AZFC × ♂ AZFC	100	45.06±0.74	39.3	1792	1.45

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

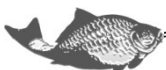
It was found that the hydrochemical regime of the experimental ponds was satisfactory and suitable for growing carp seeds.

The average seasonal biomass of phytoplankton was within 6.9–16.7 mg/dm³ with the highest values in pond No. 2 and the lowest values in pond No. 5. At the same time, the primary importance in the development of phytoplankton biomass in

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Встановлено, що гідрохімічний режим експериментальних ставів був задовільним і придатним для вирощування рибопосадкового матеріалу коропа.

Середньосезонні показники біомаси фітопланктону знаходилися в межах 6,9–16,7 мг/дм³ з вищими рівнями в ставу № 2, а найменшими — в ставу № 5. При цьому першочергове значення у формуванні біомаси фітопланктону в ставах № 2 та № 3 належало зеленим,



ponds No. 2, 3 belonged to green, and in ponds No. 4, 5 – to diatom, green and blue-green algae.

The quantitative development of zooplankton in the experimental ponds was moderate and partially satisfied the nutritional needs of juvenile carp, which prompted feeding them with artificial feeds. Mid-season biomasses were within 4.54–5.00 g/m³. At the same time, in ponds No. 2, 3, the basis for the development of zooplankton biomass were cladocerans (48.8–54.4%), and in ponds No. 4, 5 – copepods (55.2–53.0%).

The average seasonal biomass of zoobenthos was low (0.34–1.91 g/m²), which indicates the active consumption of this food chain by carp juveniles, and was formed by chironomid larvae (99.7–100%) that are valuable in terms of food value.

The average individual weight of grown age-0+ fish was within 44.6–56.2 g, the yield from larvae stocked for cultivation was at the level of 37.9–39.6%, and fish productivity was 1769.0–2144.0 kg/ha, with artificial feed consumption at the level of 1.13–1.47 kg/kg. At the same time, higher productivity was characteristic of ponds No. 2 and No. 3, which, along with feeding with high-protein feed and genetic characteristics of fish stock, contributed to obtaining the highest possible result.

Thus, control of environmental conditions and timely application of high-protein feed for fish juveniles and their use during the growing season allowed obtaining fish seeds with an average individual body weight significantly higher than the regulatory values and high fish productivity rates.

а в ставах № 4 та № 5 — діатомовим, зеленим та синьозеленим водоростям.

Кількісний розвиток зоопланктону в експериментальних ставах був помірним і частково задовольняв харчові потреби молоді коропа, що спонукало до годівлі штучними кормами. Середньосезонні значення біомаси знаходилися в межах 4,54–5,00 г/м³. При цьому в ставах № 2 та № 3 основу у формуванні біомаси зоопланктону склали гіллястовусі (48,8–54,4%), а в ставах № 4 та № 5 — веслоногі (55,2–53,0%) ракоподібні.

Середньосезонні показники біомаси зообентосу були низькими (0,34–1,91 г/м²), що вказує на активне споживання даної кормової ланки молоддю коропа, і формувалися за рахунок розвитку цінних у кормовому значенні личинок хірономід (99,7–100,0%).

Середня індивідуальна маса вирощених цьоголіток перебувала в межах 44,6–56,2 г, вихід від посаджених на вирощування непідрослених личинок — 37,9–39,6%, а рибопродуктивність — 1769,0–2144,0 кг/га, за витрат штучних кормів на рівні 1,13–1,47 кг/кг. При цьому вищі показники продуктивності були характерні для ставів № 2 та № 3, що, поруч з годівлею високобілковими кормами та генетичними особливостями рибопосадкового матеріалу, сприяло отриманню максимального результату.

Таким чином, контроль умов середовища та своєчасне застосування підгодівлі молоді високобілковими кормами і їх використання впродовж вегетаційного сезону дозволило отримати рибопосадковий матеріал із середнім показником індивідуальної маси тіла значно вищим, порівняно з нормативними значеннями, а також високі показники рибопродуктивності.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their sincere gratitude to the senior researchers of the Lab-

ПОДЯКА

Автори висловлюють щире вдячність старшим науковим співробітни-



oratory of Ecological Research of the Institute of Fisheries Mykhailenko N.G. and Bersan T.O. for their assistance in processing hydrochemical samples.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest in this work.

SOURCES OF FUNDING

The results obtained are part of the scientific research program of the NAAS for 2024-2025 under task 32.00.00.18P "Study of hydrobiological communities of ponds to ensure the trophic needs of different age groups of new commercial lines of Ukrainian carp breeds" (DR No. 0124U002398).

REFERENCES

1. Hrytsynyak, I. I., Gurbik, V. V., Kurinenko, H. A. (2022). Native Types of Carp in Aquaculture of Ukraine (a Review). *Hydrobiological Journal*, 58(1), 34-44. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v58.i1.40>.
2. Hulata, G. (1995). A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. *Aquaculture*, 129, 143-155. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00244-I](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00244-I).
3. Balon, E. K. (1995). Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: From Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture*, 129, 3-48.
4. Balon, E. K. (2004). About the oldest domesticates among fishes December. *Journal of Fish Biology*, 65(s1), 1-27.
5. Horváth, L., Kovács, É., Csorbai, B., Hegyi, Á., Lefler, K., Müller, T., & Urbányi, B. (2022). Carp Breeding in the Carpathian Basin with a Sustainable Utilization of Renewable Natural Resources. *Life*, 12(10), 16-61.

кам лабораторії екологічних досліджень ІРГ НААН Михайленко Н. Г. та Берсан Т. О. за допомогу в опрацюванні гідрохімічних проб.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

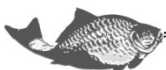
У цій роботі конфлікт інтересів авторів відсутній.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Отримані результати є складовою програми наукових досліджень НААН на 2024–2025 рр. за завданням 32.00.00.18П: «Дослідження гідробіологічних угруповань ставів для забезпечення трофічних потреб різних вікових груп нових промислових ліній українських порід коропа» (ДР № 0124U002398).

ЛІТЕРАТУРА

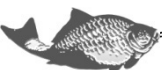
1. Hrytsynyak I. I., Gurbik V. V., Kurinenko H. A. Native Types of Carp in Aquaculture of Ukraine (a Review) // *Hydrobiological Journal*. 2022. Vol. 58, iss. 1. P. 34—44. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v58.i1.40>.
2. Hulata G. A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection // *Aquaculture*. 1995. Vol. 129. P. 143—155. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00244-I](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00244-I).
3. Balon E. K. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: From Roman gourmets to the swimming flowers // *Aquaculture*. 1995. Vol. 129. P. 3—48.
4. Balon E. K. About the oldest domesticates among fishes December // *Journal of Fish Biology*. 2004. Vol. 65(s1). P. 1—27.
5. Carp Breeding in the Carpathian Basin with a Sustainable Utilization of Renewable Natural Resources / Horváth L. et



6. Hrytsyniak, I. I., Hrynzhevskiy, M. V., Tretiak, O. M., Kiva, M. S., & Mruk, A. I. (2008). *Fermerske rybnytstvo*. Kyiv: Herb.
7. Oleksiienko, O. O., & Hrytsyniak, I. I. (2007). Vnutrishnoporodna struktura ukrainskykh koropiv. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 1*, 21-27.
8. Krasnopolska, O. V., & Kurinenko, H. A. (2023). Analiz rybnytsko-biologichnykh pokaznykh dvolitok, otrymanykh vid retsyproknykh skhreshchuvan antoninsko-zozulenetskykh ta halytskykh ramchastykh koropiv. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 2*, 71-82. <https://doi.org/10.15407/fsu2023.02.071>.
9. Hrishyn, B. O. (2014). Rezultaty oderzhannia pomisnykh koropiv vid skhreshchuvannia antoninsko-zozulenetskoho i liubinskoho vnutrishnoporidnykh typiv zavodskym metodom. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU, 1(83), 1: Suchasni problemy seleksii, rozvedennia ta hihiieny tvaryn*, 93-97.
10. Pryimak, V., Kolesnik, R., Syrovatka, D., Kurinenko, H., & Hrytsyniak, I. (2025). Otsinka efektu heterozyzu za produktyvnymy pokaznykamy pry riznykh variantakh promyslovykh skhreshchuvan koropiv ukrainskykh porid. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 4(74)*, 237-253. <https://doi.org/10.61976/fsu2025.04.237>.
11. Kurinenko, G. A., & Syrovatka, D. A. (2022). Characteristics of local annuals of Galician and Lyubyn carp as a component of synthetic selection. *Forecasts and prospects of scientific discoveries in agricultural sciences and food: International scientific conference: Riga, the Republic of Latvia (August 30–31, 2022): proceed* Riga, Latvia: Baltija Publishing, 122-126. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-238-8-29>.
12. Fu, D., Xiao, M., Hayward, A., Fu, Y., Liu, G., Jiang, G., & Zhang, H. (2014). Utilization of crop heterosis: a review. *al. // Life*. 2022. Vol. 12(10). P. 16—61.
6. Фермерське рибицтво / Грициняк І. І. та ін. Київ : Герб, 2008. 560 с.
7. Олексієнко О. О., Грициняк І. І. Внутрішньопородна структура українських коропів // Рибогосподарська наука України. 2007. № 1. С. 21—27.
8. Краснопольська О. В., Куріненко Г. А. Аналіз рибицько-біологічних показників дволіток, отриманих від реципрокних схрещувань антонінсько-зозуленецьких та галицьких рамчастих коропів // Рибогосподарська наука України. 2023. № 2. С. 71—82. <https://doi.org/10.15407/fsu2023.02.071>.
9. Грішин Б. О. Результати одержання помісних коропів від схрещування антонінсько-зозуленецького і любінського внутрішньопорідних типів заводським методом // Збірник наукових праць ВНАУ. 2014. Вип. 1(83), т. 1 : Сучасні проблеми селекції, розведення та гігієни тварин. С. 93—97.
10. Оцінка ефекту гетерозису за продуктивними показниками при різних варіантах промислових схрещувань коропів українських порід / Приймак В. В. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2025. № 4 (74). С. 237—253. <https://doi.org/10.61976/fsu2025.04.237>.
11. Kurinenko G. A., Syrovatka D. A. Characteristics of local annuals of Galician and Lyubyn carp as a component of synthetic selection // Forecasts and prospects of scientific discoveries in agricultural sciences and food : International scientific conference, Riga, the Republic of Latvia, August 30–31, 2022 : proceed. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. P. 122—126. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-238-8-29>.
12. Utilization of crop heterosis: a review / Donghui Fu et al. // Euphytica. 2014. Vol. 197. P. 161—173.



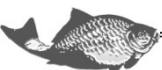
- Euphytica*, 197, 161-173.
13. Devlin, R. H., Biagi, C. A., Sakhrani, D., & Fujimoto, T. (2022). An assessment of hybridization potential between Atlantic and Pacific salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 79(4), 1-7.
 14. Hayden, B., Pulcini, D., Kelly-Quinn, M., O'Grady, M., Caffrey, J., McGrath, A., & Mariani, S. (2010). Hybridization between two cyprinid fishes in a novel habitat: Genetics, morphology and life-history traits. *BMC Evolutionary Biology*, 10(169), 1471-2148.
 15. Hermawan, D., Sutarjo, G. A., Prasetyo, D., Dahlia, L., & Arisandy, D. (2024). Reproductive performance of crossbreeding between local female and imported male koi at CV. Indokoi Malang. *The 5 th International Conference on Bioenergy and Environmentally Sustainable Agriculture Technology (ICoN-BEAT 2024): BIO Web Conf.*, 143, 02005.
 16. Pant, D. R., & Kumar, J. (2025). Review on fish Polyculture practices: Sustainability, innovations and challenges. *Environment Conservation Journal*, 26(1), 257-263. <https://doi.org/10.36953/ECJ.29052881>.
 17. Limbu, S., Shoko, A., Lamtane, H., Kische-Machumu, M. A., Joram, M. C., Mbonde, A. S., Mgana, H. F., & Mgaya, Y. D. (2016). Fish polyculture system integrated with vegetable farming improves yield and economic benefits of small-scale farmers. *Aquaculture Research*, 48(7). <https://doi.org/10.1111/are.13188>.
 18. Roy, K., Másiľko, J., Kajgrova, L., Kuebutornye, F. K. A., Oberle, M., & Mraz, J. (2023). End-of-season supplementary feeding in European carp ponds with appropriate plant protein and carbohydrate combinations to ecologically boost productivity: Lupine, rapeseed and, triticale. *Aquaculture*, 577, 739906. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739906>.
 19. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм. Херсон : Олді-плюс, 2014. 330 с.
 20. Екологічний стан рибницьких ставів за вирощування популяцій Антоїнсько-Зозуленецької породи коро-
 13. An assessment of hybridization potential between Atlantic and Pacific salmon / Devlin R. H. et al. // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2022. Vol. 79(4). P. 1—7.
 14. Hybridization between two cyprinid fishes in a novel habitat: Genetics, morphology and life-history traits / Hayden B. et al. // *BMC Evolutionary Biology*. 2010. Vol. 10(169). P. 1471—2148.
 15. Reproductive performance of crossbreeding between local female and imported male koi at CV / Hermawan D. et al. // *The 5 th International Conference on Bioenergy and Environmentally Sustainable Agriculture Technology (ICoN-BEAT 2024) : BIO Web Conf.* 2024. Vol. 143. 02005.
 16. Pant D. R., Kumar J. Review on fish Polyculture practices: Sustainability, innovations and challenges // *Environment Conservation Journal*. 2025. Vol. 26(1). P. 257—263. <https://doi.org/10.36953/ECJ.29052881>.
 17. Fish polyculture system integrated with vegetable farming improves yield and economic benefits of small-scale farmers / Limbu S. et al. // *Aquaculture Research*. 2016. Vol. 48(7). P. 3631—3644. <https://doi.org/10.1111/are.13188>.
 18. End-of-season supplementary feeding in European carp ponds with appropriate plant protein and carbohydrate combinations to ecologically boost productivity: Lupine, rapeseed and, triticale / Roy K. et al. // *Aquaculture*. 2023. Vol. 577. 739906. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739906>.



19. Krazhan, S. A., & Khyzhniak, M. I. (2014). *Pryrodna kormova baza rybohospodarskykh vodoim*. Kherson: Odi-plius.
20. Hryhorenko, T. V., Postoienko, D. M., Shumyhai, I. V., Dobrianska O. P., & Bazaieva A. M. (2019). Ekolohichniyi stan rybnytskykh staviv za vyroshchuvannya populiatsii Antoninsko-Zozulenetskoj porody koropa. *Ahroekolohichniyi zhurnal*, 4, 65-73. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189460>.
21. Kuts, U. S., Tuchapska, H. Ya., Dobrianska, O. P., & Kurinenko, H. A. (2021). Vplyv ekolohichnykh umov na vyroshchuvannya tsholitok koropo-sazanyvykh hibrydiv riznoho pokhodzhennia. *Ahroekolohichniyi zhurnal*, 1, 106-114. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227247>.
22. Oborskyi, V., Kurinenko, H., Simon, M., Pryimak, V., Hrytsyniak, I. & Kuts, U. (2025). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku stavovoi akvakultury u Khmelnytskii oblasti na prykladi PrAT «Khmelnyskrybhosp». *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 3(73), 25-56. <https://doi.org/10.61976/fsu2025.03.025>.
23. Hryhorenko, T. V., Samchyshyna, L. V., Chuzhma, N. P., Bazaieva, A. M., Savenko, N. M., Oborsky, V. P., & Mykhailenko, N. G. (2021). Assessment of ecological conditions for growing the market-size fish in the Kantivka fattening pond (Khmelnichyna, Ukraine). *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(3), 33-41.
24. Phonmat, P., Chaichana, R., Rakasachat, C., Klougvesa, P., Chanthorn, W., & Moukomla, S. (2025). Phytoplankton and Zooplankton Assemblages Driven by Environmental Factors Along Trophic Gradients in Thai Lentic Ecosystems. *Diversity*, 17(6), 372. <https://doi.org/10.3390/d17060372>.
25. Dulić, Zorka, Marković, Zoran, Živić, pa / Григоренко Т. В. та ін. / Агро-екологічний журнал. 2019. № 4. С. 65—73. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189460>.
21. Вплив екологічних умов на вирощування цьоголіток коропо-сазанових гібридів різного походження / Куць У. С. та ін. // Агроекологічний журнал. 2021. № 1. С. 106—114. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227247>.
22. Сучасний стан та перспективи розвитку ставової аквакультури у Хмельницькій області на прикладі ПрАТ «Хмельницькрибгосп» / Оборський В. П. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2025. № 3(73). С. 25—56. <https://doi.org/10.61976/fsu2025.03.025>.
23. Assessment of ecological conditions for growing the market-size fish in the Kantivka fattening pond (Khmelnichyna, Ukraine) / Hryhorenko T. V. et al. // Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences. 2021. Vol. 4, № 3. P. 33—41.
24. Phytoplankton and Zooplankton Assemblages Driven by Environmental Factors Along Trophic Gradients in Thai Lentic Ecosystems / Phonmat P. et al. // Diversity. 2025. Vol. 17(6). 372. <https://doi.org/10.3390/d17060372>.
25. The response of phytoplankton, zooplankton and macrozoobenthos communities to change in the water supply from surface to groundwater in aquaculture ponds / Dulić Z. et al. // Annales de Limnologie — International Journal of Limnology. 2014. Vol. 50, iss. 2. P. 131—141. <https://doi.org/10.1051/limn/2014005>.
26. Differentiated Responses of Plankton and Zoobenthos to Water Quality Based on Annual and Seasonal Analysis in a Freshwater Lake / Meng J. et al. //



- Miroslav, Ćirić, Miloš, Stanković, Marko, Subakov-Simić, Gordana, & Živić, Ivana (2014). The response of phytoplankton, zooplankton and macrozoobenthos communities to change in the water supply from surface to groundwater in aquaculture ponds. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 50(2), 131-141. <https://doi.org/10.1051/limn/2014005>.
26. Meng, J., Yu, Z., Miao, M., Kong, Q., Zhang, Y., & Liu, J. (2017). Differentiated Responses of Plankton and Zoobenthos to Water Quality Based on Annual and Seasonal Analysis in a Freshwater Lake. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(2), 755-764. <https://doi.org/10.15244/pjoes/66713>.
27. Arsan, O. M., et al. (2006). *Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkhnelykh vod*. Romanenko, V. D. (Ed.). Kyiv: Lohos.
28. Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy. (2013). *SOU-05.01.-37-385:2006*. Standard minahropolityky Ukrainy. Kyiv: Ministerstvo ahranoi polityky Ukrainy.
29. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. (Vol. 1). Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Gaucocystophyta, and Rhodophyta. (2006). Tsarenko, P. M., Wasser, S. P., & Nevo, E. (Eds.). Ruggell: Ganter Verlag.
30. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. (Vol. 2). Bacillariophyta. (2009). Tsarenko, P. M., Wasser, S. P., & Nevo, E. (Eds.). Ruggell: Ganter Verlag.
31. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. (Vol. 3). Chlorophyta. (2011). Tsarenko, P. M., Wasser, S. P., & Nevo, E. (Eds.). Ruggell: Ganter Verlag.
32. Rudescu, L. (1960). *Fauna Republicii* Pol. J. Environ. Stud. 2017. Vol. 26(2). P. 755—764. <https://doi.org/10.15244/pjoes/66713>.
27. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О. М. та ін. ; ред. Романенко В. Д. Київ : Логос, 2006. 408 с.
28. СОУ – 05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ: Міністерство аграрної політики України, 2013. 15 с. (Стандарт Мінагрополітики України).
29. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 1. Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Gaucocystophyta, and Rhodophyta / eds. Tsarenko P. M., Wasser S. P., Nevo E. Ruggell : Ganter Verlag, 2006. 713 p.
30. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 2. Bacillariophyta / eds. Tsarenko P. M., Wasser S. P., Nevo E. Ruggell : Ganter Verlag, 2009. 413 p.
31. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 3. Chlorophyta / eds. Tsarenko P. M., Wasser S. P., Nevo E. Ruggell : Ganter Verlag, 2011. 511 p.
32. Rudescu L. *Fauna Republicii Socialiste Romania*. Vol. II, fasc. 2 : Rotatoria. 1960. 1192 p.
33. Bledzki Leszek A., Rybak Jan Igor. *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida)*. Key to species identification. Switzerland : Springer International Publishing Switzerland, 2016. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29871-9>.
34. Методи підвищення природної рибопроодуктивності ставів / Андрющенко А. І. та ін. ; ред. Гринжевський



- Socialiste Romania. (Vol. II, fasc. 2), Rotatoria*, 1192.
33. Bledzki, Leszek A., & Rybak, Jan Igor (2016). *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida). Key to species identification*. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29871-9>.
34. Andriushchenko, A. I., Baltadzhi, R. A., Vovk, N. I., Hrynzhevskiy, M. V., Hudyma, B. I., & Demchenko, I. T., et al. (1998). *Metody pidvyshchennia pryrodnoi ryboproduktyvnosti staviv*. Hrynzhevskiy, M. V. (Ed.). Kyiv.
35. Borbat, M. O., et al. (2003). *Haluzevyi zbirnyk normatyvno-tekhnolohichnoi dokumentatsii z rozvedennia ta vyroshchuvannia promyslovo-tsinnykh ryb*. Kyiv.
- М. В. Київ, 1998. 124 с.
35. Галузевий збірник нормативно-технологічної документації з розведення та вирощування промислово-цінних риб / Борбат М. О. та ін. Київ, 2003.

