

## ВИРОЩУВАННЯ ЦЬОГОЛІТОК КОРОПА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУСПЕНЗІЇ ХЛОРЕЛИ

**Т. В. Григоренко**, [grygorenko-@ukr.net](mailto:grygorenko-@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

**Н. М. Савенко**, [nelya\\_savenko@ukr.net](mailto:nelya_savenko@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

**Н. П. Чужма**, [n\\_chuzhma@ukr.net](mailto:n_chuzhma@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

**А. М. Базаєва**, [a\\_bazaeva@ukr.net](mailto:a_bazaeva@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

**Т. О. Берсан**, [bersanto@ukr.net](mailto:bersanto@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

**Мета.** Дослідити екологічні умови та визначити рибопродуктивність ставів при вирощуванні цьоголіток коропа із застосуванням суспензії зеленої водорості хлорели.

**Методика.** При проведенні досліджень були використані загальноприйняті в гідрохімії, гідробіології та рибництві методики.

**Результати досліджень.** У статті представлено результати досліджень щодо застосування суспензії хлорели при вирощуванні рибопосадкового матеріалу коропа. У результаті проведених досліджень встановлено, що в дослідному ставу із застосуванням суспензії хлорели створювалися сприятливі гідрохімічні умови та спостерігався інтенсивний розвиток зоопланктону, що позитивно відобразилося на рості цьоголіток коропа та рибопродуктивності ставу. Розвиток природної кормової бази був достатнім для забезпечення потреб живлення молоді коропа. Середньосезонна біомаса зоопланктону в дослідному ставу становила 28,68 г/м<sup>3</sup> і була в 1,5 раза вищою, ніж у контрольному. При цьому частка гіллястострих ракоподібних у загальній біомасі зоопланктону дослідного ставу становила 76,6%, проти 36,8% — у контрольному. Середня за вегетаційний сезон біомаса зообентосу в досліді була в 1,3 раза вищою, ніж у контролі, і формувалася за рахунок розвитку цінних у кормовому значенні личинок хірономід.

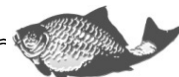
Середня маса вирощених цьоголіток коропа у досліді була на рівні 34,3±1,78 г, а виживання – 45,4%, проти відповідно 32,1±1,88 г та 39,2% у контролі. Рибопродуктивність у досліді становила 778,6 кг/га і була в 1,2 раза вищою, ніж у контролі.

**Наукова новизна.** Досліджено екологічні умови та визначено рибопродуктивність вирощувальних ставів за умов застосування перегною великої рогатої худоби та суспензії зеленої водорості хлорели при вирощуванні цьоголіток коропа в монокультурі.

**Практична значимість.** На підставі отриманих результатів встановлено, що застосування суспензії хлорели сприяє інтенсифікації розвитку зоопланктонних організмів у ставах. Отримані дані можуть бути використані для розробки практичних рекомендацій щодо оптимізації умов вирощування рибопосадкового матеріалу коропових видів риб та підвищення біопродуктивності ставів.

**Ключові слова:** вирощувальні стави, природна кормова база, фітопланктон, зоопланктон, зообентос, цьоголітки коропа, суспензія хлорели, рибопродуктивність.

© Т. В. Григоренко, Н. М. Савенко, Н. П. Чужма, А. М. Базаєва, Т. О. Берсан, 2021



## CULTIVATION OF YOUNG-OF-THE-YEAR CARP WITH THE USE OF CHLORELLA SUSPENSION

**T. Hryhorenko**, [grygorenko@ukr.net](mailto:grygorenko@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**N. Savenko**, [nelya\\_savenko@ukr.net](mailto:nelya_savenko@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**N. Chuzhma**, [n\\_chuzhma@ukr.net](mailto:n_chuzhma@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**A. Bazaieva**, [a\\_bazaieva@ukr.net](mailto:a_bazaieva@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**T. Bersan**, [bersanto@ukr.net](mailto:bersanto@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

**Purpose.** Investigate ecological conditions and determine fish productivity of ponds when growing young-of-the-year carp using a suspension of chlorella.

**Methodology.** During the study, we used methods generally accepted in hydrochemistry, hydrobiology and fish farming.

**Findings.** The article presents the results of the study on the use of chlorella suspension in the cultivation of carp. It was found that the use of chlorella suspension created favorable hydrochemical conditions resulting in intensive development of zooplankton, which had a positive effect on the growth of young-of-the-year carp and fish productivity of the pond. The development of the natural food supply was sufficient to meet the nutritional needs of juvenile carp. The average seasonal biomass of zooplankton in the experimental pond was 28.68 g/m<sup>3</sup> that was 1.5 times higher than in the control. The share of cladocerans in the total biomass of zooplankton in the experimental pond was 76.6%, versus 36.8% in the control. The average biomass of zoobenthos for the growing season in the experimental was 1.3 times higher than in the control, and was formed by chironomid larvae, which are valuable in the food chain.

**Originality.** The study investigated ecological conditions and fish productivity of growing ponds under conditions of the application of cattle manure and suspension of chlorella when growing carp in monoculture.

**Practical value.** It was found that the use of chlorella suspension promotes the intensification of the development of zooplankton organisms in ponds. The obtained data can be used to develop practical recommendations for optimizing the conditions for growing carp seeds and increasing the biological productivity of ponds.

**Key words:** nursery ponds, natural food supply, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, young-of-the-year carp, chlorella suspension, fish productivity.

---

---

## ВЫРАЩИВАНИЕ СЕГОЛЕТОК КАРПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ

**Т. В. Григоренко**, [grygorenko@ukr.net](mailto:grygorenko@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев  
**Н. Н. Савенко**, [nelya\\_savenko@ukr.net](mailto:nelya_savenko@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев  
**Н. П. Чужма**, [n\\_chuzhma@ukr.net](mailto:n_chuzhma@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев  
**А. Н. Базаева**, [a\\_bazaieva@ukr.net](mailto:a_bazaieva@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев  
**Т. А. Берсан**, [bersanto@ukr.net](mailto:bersanto@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

**Цель.** Исследовать экологические условия и определить рыбопродуктивность прудов при выращивании сеголеток карпа с использованием суспензии зеленой водоросли хлореллы.

**Методика.** При проведении исследований были использованы общепринятые в гидрохимии, гидробиологии и рыбоводстве методики.

**Результаты исследований.** В статье представлены результаты исследований по применению суспензии хлореллы при выращивании рыбопосадочного материала карпа. В результате проведенных исследований установлено, что в опытном пруду с применением суспензии хлореллы создавались благоприятные гидрохимические условия, и наблюдалось интенсивное развитие зоопланктона, что положительно отобразилось на росте



сеголеток карпа и рыбопродуктивности пруда. Развитие естественной кормовой базы было достаточным для обеспечения пищевых потребностей молоди карпа. Среднесезонная биомасса зоопланктона в опытном пруду составляла 28,68 г/м<sup>3</sup> и была в 1,5 раза выше, чем в контрольном. При этом доля ветвистоусых ракообразных в общей биомассе зоопланктона в опытном пруду составляла 76,6%, против 36,8% – в контрольном. Средняя за вегетационный сезон биомасса зообентоса в опыте была в 1,3 раза выше, чем в контроле, и формировалась за счёт развития ценных в кормовом значении личинок хирономид.

**Научная новизна.** Исследованы экологические условия и определена рыбопродуктивность прудов в условиях применения перегноя крупного рогатого скота и суспензии зеленой водоросли хлореллы при выращивании сеголеток карпа в монокультуре.

**Практическая значимость.** На основании полученных результатов установлено, что применение суспензии хлореллы способствует интенсификации развития зоопланктонных организмов в прудах. Полученные данные могут быть использованы для разработки практических рекомендаций по оптимизации условий выращивания рыбопосадочного материала карповых видов рыб и повышению биопродуктивности прудов.

**Ключевые слова:** выростные пруды, естественная кормовая база, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, сеголетки карпа, суспензия хлореллы, рыбопродуктивность.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

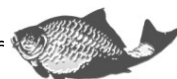
Забезпечення рентабельності рибних господарств України вимагає постійної розробки нових і вдосконалення існуючих екологічно безпечних ресурсощадних технологій вирощування риби. Основним завданням підприємств рибної галузі є отримання максимальної кількості продукції належної якості за мінімальної собівартості. Проте, поряд з чинниками економічного характеру, актуальним аспектом наукових досліджень в умовах сьогодення є зменшення антропогенного навантаження на біосферу в процесі господарської діяльності людини та пропозиція більш безпечних в екологічному сенсі речовин або технологій [1–5].

Відомо, що певний рівень рыбопродуктивності ставів визначається сукупною дією низки взаємопов'язаних абіотичних і біотичних чинників середовища, продуктивністю угруповань в екосистемах і досягається комплексною інтенсифікацією рибництва [6].

Однією із найважливіших умов інтенсифікації рибництва є стимулювання природної кормової бази, підвищення розвитку якої забезпечує не лише економію штучних кормів, а й кращу ефективність використання останніх [1].

Для стимулювання розвитку всього комплексу природної кормової бази риб передусім впливають на його автотрофний компонент, тобто фітопланктон, адже саме фітопланктон, будучи початковою ланкою трофічного ланцюга в екосистемі рибницьких ставів, першим реагує на дефіцит чи забезпеченість такої системи абіотичними чинниками, необхідними для біосинтезу органічної речовини, зокрема біогенними мінеральними речовинами. З метою недопущення такого дефіциту в рибницькі стави вносять різні види добрив [1–2, 7].

Наступним кроком розвитку рибогосподарської науки став пошук і пропозиція способів оптимального використання того біопродукційного потенціалу, який формується у водоймах після удобрення. Такий спосіб вдалося запропонувати після того, як стало зрозуміло, що роль фітопланктону у



забезпеченні як екологічної рівноваги у водоймі, так і трофічних потреб біоти, може суттєво відрізнитися, залежно від його видового складу, і що на видовий спектр фітопланктону можна активно впливати шляхом вселення у водойму одного або збалансованого комплексу з кількох видів представників планктонних водоростей, або так званої альголізації [8–10]. Особливо це актуально для таких, порівняно невеликих за розміром, водойм, якими є більшість рибицьких ставів, зокрема ті, в яких вирощують рибопосадковий матеріал.

### **ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ**

У рибицтві роль альголізації передусім полягає в реалізації створеного попереднім удобренням продукційного потенціалу, тобто конвертації привнесених біогенів у корисну органічну речовину і включення її у харчові ланцюги. По-друге, це спрямоване профілювання видового спектру фітопланктону для підвищення його поживної цінності. Важливим наслідком вселення суспензії водоростей, зокрема таких видів, як хлорела, є пригнічення розвитку синьо-зелених водоростей, що перешкоджає розвитку цвітіння водойм, таким чином забезпечуючи у водоймі оптимальний газовий режим та загалом умови вирощування риби. Важливо, що при цьому усуваються з раціону зоопланктону та риб-фільтраторів токсичні види ціанобактерій [8–11].

На даний час існує масив даних щодо застосування штамів хлорели для очищення стічних вод, альголізації водойм багатощільового використання, що передбачає боротьбу з «цвітінням» води синьо-зеленими водоростями, також є дані про застосування хлорели як профілактичного і лікувального засобу при захворюваннях риб. У цьому сенсі в умовах сьогодення перспективним для рибицтва є застосування одноклітинної зеленої водорості — хлорели, яка постає основним об'єктом масової аквакультури водоростей для практичного використання в різних напрямках [9–17].

Виходячи з вищевикладеного, метою даної роботи було дослідження екологічних умов та визначення рибопродуктивності ставів при вирощуванні цьоголіток коропа із застосуванням суспензії зеленої водорості хлорели.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ**

Дослідження проводилися в 2020 р. на базі Державного підприємства «Дослідне господарство “Нивка”» Інституту рибиного господарства НААН (ДП «ДГ “Нивка”» ІРГ НААН) у двох вирощувальних ставах площею 0,05–0,08 га та середньою глибиною 1,0 м, один з яких був контролем. У ставах вирощувався рибопосадковий матеріал коропа на природній кормовій базі, за густоти посадки непідрощених личинок на рівні 50,0 тис. екз./га. Для інтенсифікації розвитку природної кормової бази навесні в контрольний став одноразово вносили перегній великої рогатої худоби (1,0 т/га), а в дослідний — перегній (1,0 т/га) та суспензію хлорели із розрахунку 50 дм<sup>3</sup>/га. Зарибнення експериментальних ставів проводилося на початку червня.

Упродовж періоду вирощування риби слідували за формуванням екологічних умов (температурний режим, хімічний склад води, розвиток природної кормової бази) експериментальних ставів. Температуру води вимірювали раз на добу. Відбір та обробку гідрохімічних проб здійснювали згідно



із загальноприйнятими у рибницькій практиці методиками [18]. Отримані значення порівнювали із чинними рибницькими нормативами [19].

Гідробиологічні проби (фіто-, зоопланктон, зообентос) відбирали та опрацьовували згідно з відповідними методиками [20]. Для визначення якісного складу планктонних водоростей та безхребетних тварин використовувались визначники [21–28].

Гідрохімічні та гідробиологічні проби впродовж вегетаційного сезону відбирали 2 рази на місяць. Тривалість вегетаційного сезону складала 135 діб.

Індивідуальну масу цьоголіток визначали за допомогою електронних вагів KERN – 440-45 N з точністю до 0,1 г. Коефіцієнт вгодованості цьоголіток розраховували за формулою Фультонна [29, 30].

Після завершення польових досліджень ефективність застосування суспензії хлорели при вирощуванні рибосадкового матеріалу коропа оцінювали за отриманими рибницькими показниками, а саме: рибопродуктивністю ставів (кг/га), відсотком виходу цьоголіток від посаджених на вирощування непідрослених личинок (%), середньою індивідуальною масою риб (г) [31].

За період дослідження загалом було відібрано, опрацьовано та проаналізовано 12 гідрохімічних та 48 гідробиологічних проб, морфометрично досліджено та зважено 110 екземплярів цьоголіток коропа.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Екологічні умови при вирощуванні рибосадкового матеріалу коропа були задовільними. Температура води в експериментальних вирощувальних ставах впродовж вегетаційного періоду коливалася в межах 20,4–25,3°C, а максимальні показники було зафіксовано в червні (до 25,3°C) та липні (24,8–25,1°C).

Проведений хімічний аналіз проб води показав, що згідно з класифікацією О.О. Алюкіна, вода експериментальних ставів належала до гідрокарбонатного класу групи кальцію, оскільки серед аніонів переважали гідрокарбонати, а серед катіонів — іони кальцію. У воді виявлено незначну кількість катіонів магнію ( $Mg^{2+}$ ) —  $18,9 \pm 3,2$ – $20,1 \pm 2,1$  мг/дм<sup>3</sup> (за НЗ — 30,0 мг/дм<sup>3</sup>). Величина загальної твердості перебувала в межах  $5,2 \pm 0,4$ – $5,3 \pm 0,5$  мг-екв./дм<sup>3</sup>. Мінералізація води була середньою, із сумою іонів на рівні  $501,3 \pm 15,4$  у досліді та  $509,6 \pm 13,5$  мг/дм<sup>3</sup> — у контролі (табл. 1).

Досліджувана вода виявилася слабколужною, з рН на рівні 8,14 у контролі та 8,01 — у досліді. Підлучення водного середовища вплинуло і на вміст вільного аміаку, концентрація якого перебувала на рівні 0,08–0,06 мг/дм<sup>3</sup> і в 1,6–1,2 раза перевищувала нормативні значення (табл. 1).

Кількість легкоокиснюваних органічних сполук, що визначалася за показником перманганатної окиснюваності, впродовж досліджень знаходилася в межах 6,0–16,4 мг О/дм<sup>3</sup> у контролі та 7,6–18,3 мг О/дм<sup>3</sup> у ставах з внесенням культури хлорели. При цьому максимальні показники було зафіксовано в кінці вегетаційного періоду (вересні), що найімовірніше пов'язано з відмиранням рослинного планктону і накопичення органічних речовин. У середньому за період досліджень показники перманганатної окиснюваності знаходилися в межах нормативних величин і становили  $13,6 \pm 1,1$  мг О/дм<sup>3</sup> у досліді та  $12,2 \pm 1,4$  мг О/дм<sup>3</sup> — у контролі (див. табл. 1).



Таблиця 1. Гідрохімічний режим експериментальних ставів ДП «ДГ «Нивка», 2020 р. (усереднені дані)

Table 1. The results of samples from experimental ponds of SE «EE Nyvka» water chemical analysis in 2020 (averaged data)

№	Показники якості води / Water quality indicators	Контроль / Control	Дослід / Experiment	Показники якості води / Water quality indicators [19]
1	Водневий показник, рН / Hydrogen ion concentration, рН, units рН	8,14±0,15	8,01±0,18	6,5-8,5
2	Вільний аміак NH <sub>3</sub> , мгN/дм <sup>3</sup> / Uncombined ammonia, NH <sub>3</sub> , mg N/dm <sup>3</sup>	0,08±0,02	0,06±0,01	до 0,05
3	Перманганатна окиснюваність, мгО/дм <sup>3</sup> / Permanganate index, mg O/dm <sup>3</sup>	12,2±1,4	13,6±1,1	до 15,0
4	Біхроматна окиснюваність, мгО/дм <sup>3</sup> / Dichromate oxidizability, mg O/dm <sup>3</sup>	30,5±3,4	34,1±2,6	до 50,0
5	Амонійний нітроген, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/дм <sup>3</sup> / Ammonium nitrogen, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg N/dm <sup>3</sup>	1,14±0,06	1,01±0,05	до 2,0
6	Нітрити, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup> / Nitrites, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg N /dm <sup>3</sup>	0,09±0,01	0,09±0,01	до 0,1
7	Нітрати, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup> / Nitrates, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg N/dm <sup>3</sup>	0,15±0,03	0,19±0,02	до 2,0
8	Мінеральний фосфор, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мгP/дм <sup>3</sup> / Inorganic phosphorus, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg P/dm <sup>3</sup>	0,58±0,18	0,46±0,05	до 0,7
9	Загальне залізо, Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup> , мгFe/дм <sup>3</sup> / Total ferum, Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup> , mg Fe/dm <sup>3</sup>	1,39±0,10	1,14±0,10	до 1,0
10	Кальцій, Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / Calcium, Ca <sup>2+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	72,1±0,00	72,1±0,00	до 70,0
11	Магній, Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / Magnesium, Mg <sup>2+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	18,9±3,2	20,1±2,1	до 30,0
12	Натрій+Калій, Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / Sodium + Potassium, Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	53,3±8,7	47,9±9,5	до 50,0
13	Гідрокарбонати, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / Hydrocarbonates, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	238,0±2,7	238,0±2,7	до 300,0
14	Хлориди, Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / Chlorides, Cl <sup>-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	98,6±2,8	94,4±4,2	до 70,0
15	Сульфати, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / Sulfates, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	28,8±3,3	28,8±4,1	до 70,0
16	Загальна твердість, мг-екв./дм <sup>3</sup> / Total hardness, mg-q/dm <sup>3</sup>	5,2±0,4	5,3±0,5	5,0-7,0
17	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup> / Mineralization, mg/dm <sup>3</sup>	509,6±13,5	501,3±15,4	до 1000



У воді були присутні біогенні елементи ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Fe}^{2+3+}$ ). Вміст амонійного азоту, нітритів, нітратів та мінерального фосфору перебував у межах нормативних величин, а загального заліза — перевищував нормативні значення в 1,39 раза у контролі та 1,14 — у досліді (див. табл. 1). Вищі показники концентрації азотно-фосфорних сполук були відмічені на початку вегетаційного сезону при заповненні ставів забрудненими водами. В подальшому, завдяки активному споживанню біогенів фітопланктоном, вміст їх у воді експериментальних ставів до кінця вегетаційного сезону поступово знижувався.

В експериментальних ставах виявлено високі концентрації хлоридів, які в 1,3–1,4 раза перевищували нормативні значення. При цьому найвищий вміст хлоридів (до 98,8–101,4 мг/дм<sup>3</sup>) у ставах було зафіксовано на початку вегетаційного сезону, що свідчить про надходження забруднювальних речовин із джерела водопостачання. Вміст сульфатів у воді ставів перебував на рівні 28,8 мг/дм<sup>3</sup> і не перевищував нормативні величини (див. табл. 1).

В цілому, гідрохімічний режим експериментальних ставів був задовільним, основні хімічні показники знаходилися в межах нормативних значень, прийнятих у рибництві [19].

Дослідження розвитку природної кормової бази показали, що фітопланктон експериментальних ставів був представлений 119–123 видами та внутрішньовидовими таксонами, що відносяться до 6 систематичних відділів водоростей: Cyanophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Chrysophyta та Chlorophyta. Провідна роль у формуванні флористичного спектру рослинного планктону в обох ставах належала зеленим водоростям, частка яких становила 58,0–61,0% від загальної кількості виявлених видів.

Кількісний розвиток рослинного планктону характеризувався помірними показниками. Так, біомаса фітопланктону впродовж вегетаційного сезону в дослідному ставу змінювалася в межах від 6,32 до 22,11 мг/дм<sup>3</sup>, а у контрольному — від 3,65 до 32,92 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальні значення біомаси фітопланктону в обох ставах було зафіксовано на початку вегетаційного сезону, при цьому в контролі вона була в 1,5 раза вищою, що і відобразилося на середніх показниках. У середньому за вегетаційний сезон біомаса рослинного планктону у дослідному ставу знаходилася на рівні  $12,90 \pm 1,87$  мг/дм<sup>3</sup>, у контролі —  $19,50 \pm 3,60$  мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2).

У дослідному ставу (із застосуванням суспензії хлорели) середньосезонна біомаса фітопланктону в першу чергу формувалася за рахунок розвитку зелених водоростей, частка яких складала 41,0%, а в контрольному — синьо-зелених водоростей (38,5%) (див. табл. 2). Частка внесеної хлорели у загальній біомасі водоростей не перевищувала 3–4%, що, ймовірно, пов'язано з активним виїданням її зоопланктоном.

Зоопланктон експериментальних ставів був представлений 24 таксонами, що відносяться до трьох основних груп — Rotifera, Cladocera, Copepoda. При цьому видовий спектр тваринного планктону мав кладоцерно-ротіферний характер.



Таблиця 2. Середньосезонні показники біомаси фітопланктону в експериментальних ставах ДП «ДГ “Нивка”», 2020 р. (n = 7)

Table 2. Average seasonal biomass of phytoplankton from experimental ponds of SE "EE "Nyvka ", 2020 (n = 7)

Систематичні відділи водоростей / Systematic divisions of algae	Контроль / Control		Дослід / Experiment	
	мг/дм <sup>3</sup> / mg/dm <sup>3</sup>	%	мг/дм <sup>3</sup> / mg/dm <sup>3</sup>	%
<i>Cyanophyta</i>	7,50	38,5	4,20	32,5
<i>Euglenophyta</i>	2,18	11,2	0,90	7,0
<i>Dinophyta</i>	1,32	6,8	0,80	6,2
<i>Chrysophyta</i>	0,13	0,7	0,01	0,1
<i>Bacillariophyta</i>	3,13	16,1	1,70	13,2
<i>Chlorophyta</i>	5,24	26,9	5,30	41,0
Всього / Total	19,50±3,60	100	12,91±1,87	100

Щодо кількісного розвитку, то біомаси зоопланктону в контрольному ставу змінювалися в межах 2,26-38,88 г/м<sup>3</sup>, у дослідному — 1,67–77,27 г/м<sup>3</sup>. Внесення суспензії хлорели сприяло інтенсифікації розвитку зоопланктонних організмів. Середньосезонна біомаса зоопланктону в дослідному ставу становила 28,68 г/м<sup>3</sup> і була в 1,5 раза вищою, ніж у контрольному. При цьому частка гіллястосусих ракоподібних у загальній біомасі зоопланктону дослідного ставу становила 76,6% і виявилася значно вищою, ніж контрольного 36,8% (табл. 3).

Таблиця 3. Середньосезонні значення біомаси зоопланктону в експериментальних ставах ДП «ДГ “Нивка”», 2020 р. (n = 7)

Table 3. Average seasonal biomass of zooplankton from experimental ponds of SE "EE "Nyvka ", 2020 (n = 7)

Основні групи організмів / The main groups of organisms	Контроль / Control		Дослід / Experiment	
	г/м <sup>3</sup> / g/m <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup> / g/m <sup>3</sup>	%
<i>Rotifera</i>	0,10	0,5	0,26	0,9
<i>Cladocera</i>	7,17	36,8	21,98	76,6
<i>Sopropoda</i>	11,49	58,9	5,12	17,9
Інші / Other	0,73	3,7	1,32	4,6
Всього / Total	19,49±4,80	100	28,68±9,33	100

Донна фауна експериментальних ставів була представлена личинками комарів-дзвінців із родини *Chironomidae*. При цьому в контрольних ставах переважали, в основному, дрібні заростеві форми личинок хірономід, а в дослідних — крупні форми (*Chironomus plumosus*, *Cryptohironomus ex. gr. defectus*).





Середні за вегетаційний сезон показники біомаси бентофауни в досліді були на рівні  $3,80 \pm 2,20$  г/м<sup>2</sup>, а у контролі —  $3,03 \pm 2,42$  г/м<sup>2</sup> (табл. 4), і відповідали оптимальним показникам розвитку, необхідним для забезпечення харчових потреб молоді коропа [1].

Таблиця 4. Середньосезонні біомаси зообентосу в експериментальних ставах ДП «ДГ “Нивка”», 2020 р. (n = 7)

Table 4. Average seasonal biomass of zoobenthos from experimental ponds of SE "EE "Nyvka ", 2020 (n = 7)

Основні групи організмів / The main groups of organisms	Контроль / Control		Дослід / Experiment	
	г/м <sup>2</sup> / g/m <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup> / g/m <sup>2</sup>	%
<i>Chironomidae larvae</i>	$3,03 \pm 2,42$	100	$3,80 \pm 2,20$	100
Total	$3,03 \pm 2,42$	100	$3,80 \pm 2,20$	100

Проведені дослідження із застосуванням суспензії хлорели, показали, що у дослідному ставу створювалися сприятливі гідрохімічні умови та спостерігався інтенсивний розвиток зоопланктону, що позитивно відобразилося на рості цьоголіток коропа (рис. 1), а разом з тим і рибопродуктивності ставу.

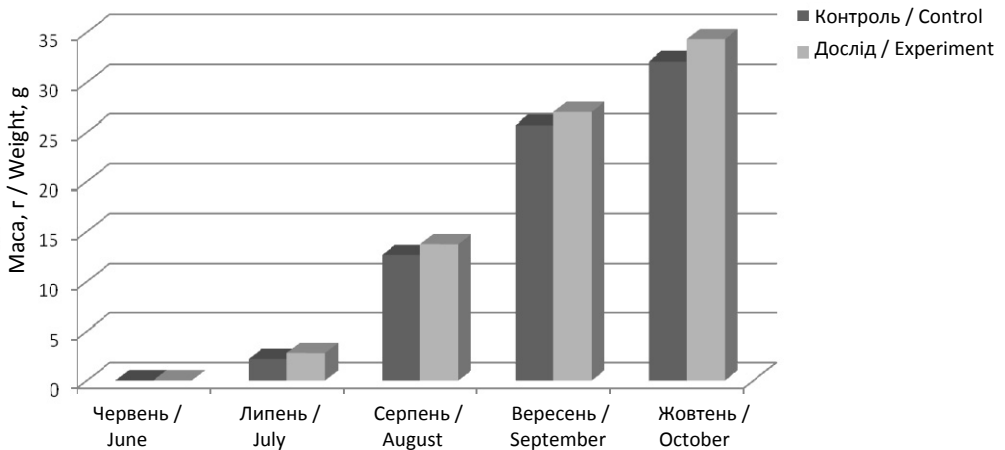


Рис. 1. Динаміка росту цьоголіток коропа у вирощувальних ставах впродовж вегетаційного сезону, 2020 р.

Fig. 1. Growth dynamics of carp's underyearlings from experimental ponds of SE "EE "Nyvka ", 2020

При обловах середня маса вирощених цьоголіток коропа в досліді була на 6,9% вищою і складала  $34,30 \pm 1,78$  г, проти  $32,10 \pm 1,88$  г у контролі. Коефіцієнт вгодованості ( $K_v$ ) цьоголіток коропа знаходився у межах 3,02–3,40. Такі показники вгодованості, згідно з нормативами, для цьоголіток коропа є досить високими і зумовлені позитивним впливом формування природної кормової бази риб, спрямованої на забезпечення їх фізіологічних потреб (табл. 5).



Таблиця 5. Результати вирощування цьоголіток коропа в ДП «ДГ «Нивка»» ІРГ НААН, 2020 р.

Table 5. The results of cultivating carp's underyearlings from experimental ponds of SE "EE "Nyvka ", 2020

Варіанти дослідів / Version of experiment	Посаджено непідрощених личинок коропа тис. екз./га / Stoking of carp larvae, thousands spc./ ha	Виловлено цьоголіток / Catches of underyearlings				Рибопродуктивність, кг/га / Fishproductivity, kg/ha
		тис. екз./га / thousands spc./ ha	середня маса, г (n=25) / average weight, g (n=25)	вихід, % / output, %	коефіцієнт вгодованості (K <sub>v</sub> ), (n=25) / condition factor (C <sub>f</sub> ), (n=25)	
Контроль / Control	50,0	19,6	32,1±1,88	39,2	3,02±0,11	629,2
Дослід / Experiment	50,0	22,7	34,3±1,78	45,4	3,40±0,13	778,6

Вихід цьоголіток коропа від посаджених на вирощування непідрощених личинок в дослідному ставу (із застосуванням суспензії хлорели), був вищим і становив 45,4%, проти 39,2% у контрольному (табл. 5). Це ще раз підтверджує те, що внесення в стави суспензії хлорели не тільки не знижує вихід цьоголіток, а, навпаки, підвищує життєстійкість та ріст молоді, поліпшуючи умови водного середовища і, перш за все, природну кормову базу для живлення риби.

За рахунок отриманих вищих показників середньої маси та виходу цьоголіток коропа, в досліді було отримано і більшу на 23,7%, ніж у контролі, рибопродуктивність (табл. 5).

Економічну доцільність застосування суспензії хлорели для інтенсифікації природної кормової бази оцінювали за величиною грошових витрат на вирощування 1 кг цьоголіток коропа і за показником виручки від реалізації рибопосадкового матеріалу, вирощеного в експериментальних ставах (т. з. умовного прибутку). При розрахунку економічної ефективності за основу було взято лише витрати на удобрення 1 га ставів; оскільки інші супутні виробничі витрати для експериментальних ставів були однаковими, то відсоткова закономірність збережеться при їх відрахуванні із показників економічної ефективності вирощування.

Результати розрахунків при вирощуванні рибопосадкового матеріалу коропа в експериментальних ставах наведено в таблиці 6.

Розрахунки економічної ефективності показали, що у дослідному ставу витрати на вирощування 1 кг цьоголіток коропа були в 1,9 раза вищими, порівняно з контрольними. Водночас, загальна рибопродуктивність за таких витрат у дослідному ставу перевищувала контрольні показники в 1,2 раза. При цьому умовний прибуток від реалізації рибопосадкового матеріалу в досліді становив 33337,0 грн, і на 20,7% перевищував контроль (табл. 6).



Таблиця 6. Економічні показники вирощування рибопосадкового матеріалу в експериментальних ставах ДП «ДГ “Нивка”», 2020 р.

Table 6. Economic indicators of growing carp's stocking material from the experimental ponds of SE "EE" Nyvka "", 2020

Показники / Indicators	Контроль / Control	Дослід / Experiment
Виловлено риби, кг/га / Caught of fish, kg / ha	629,2	778,6
Витрати на удобрення, грн./га / Fertilizer costs, UAH / ha		
Суспензія хлорели / Suspension of chlorella	–	1000
Перегній ВРХ / Cattle humus	700	700
Всього змінних витрат, грн./ Total variable costs, UAH / ha	700	1700
Витрати на 1 кг вирощених цьоголіток, грн./га / Costs per 1 kg of underyearlings, UAH / ha	1,11	2,18
Ринкова вартість, вирощеної продукції / cultivated products грн./га / Market value, UAH / ha	28314	35037
1 кг риби /1 kg of fish	45	45
Умовний прибуток від реалізації рибопосадкового матеріалу, грн./га / Conditional profit from the sale of carp's stocking material, UAH/ha	27614	33337
Умовний прибуток від реалізації рибопосадкового матеріалу, % / Conditional profit from the sale of carp's stocking material,%	–	20,7

Примітка. \*\* — використані ціни 2020 року: суспензія хлорели — 20 грн/л; перегній — 700 грн/т.

\*\* – used prices of 2020: suspension of chlorella - 20 UAH / l; cattle humus - 700 UAH / t.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Екологічні умови вирощування рибопосадкового матеріалу коропа були задовільними. Температурний та гідрохімічний режими експериментальних ставів були сприятливими для розвитку кормових організмів та вирощування цьоголіток коропа.

Розвиток природної кормової бази був достатнім для забезпечення харчових потреб молоді коропа. Внесення суспензії хлорели сприяло інтенсифікації розвитку зоопланктонних організмів. Середньосезонна біомаса зоопланктону в дослідному ставу становила 28,68 г/м<sup>3</sup> і була в 1,5 раза вищою, ніж у контрольному. При цьому частка гіллястовусих ракоподібних у загальній біомасі зоопланктону дослідного ставу становила 76,6% і була значно вищою, ніж контрольного (36,8%). Донна фауна експериментальних ставів була представлена цінними в кормовому значенні личинками хірономід. Середня за вегетаційний сезон біомаса зообентосу в досліді була в 1,3 раза вищою, ніж у контролі.

Середня маса вирощених цьоголіток коропа у досліді перебувала на рівні 34,3±1,78 г, а виживання — 45,4%, проти відповідно 32,1±1,88 г та 39,2% — у контролі. Рибопродуктивність у досліді становила 778,6 кг/га і була в 1,2 раза вищою, ніж у контролі.



Застосування суспензії хлорели приводило до зростання витрат на вирощування 1 кг цьоголіток коропа в досліді в 2 рази, але, в той же час, за рахунок отриманої на 23,7% вищої рибопродуктивності, вело і до збільшення відсотку виручки за рахунок одержаної додаткової продукції на 20,7%.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Методи підвищення природної рибопродуктивності ставів / Андрющенко А. І. та ін.; ред. Гринжевський М. В. Київ, 1998. 124 с.
2. Головки Г. В. Оптимизация способов формирования планктона в прудах Нижнего Дона : автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.18 «Гидробиология». Астрахань, 2007. 20 с.
3. Пестис В., Козлова Т., Козлов А. Новое слово в технологиях аквакультуры // Наука и инновации. Минск : Беларуская наука, 2018. С. 28—34.
4. Онищенко О. М., Дворецкий А. І. Мікродорості як відновлюваний біологічний ресурс для потреб сільського господарства // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2013. № 2(32). С. 48—50.
5. Михеева Т. Перспективы использования культивируемых и планктонных микроскопических водорослей // Наука и инновации. Минск : Беларуская наука, 2018. С. 15—20.
6. Харитоновна Н. Н., Галасун П. Т., Панченко С. Т. Методические рекомендации по совершенствованию метода комплексной интенсификации прудового рыбоводства УССР в зависимости от зонального положения хозяйств. Киев, 1976. 30 с.
7. Харитоновна Н. Н. Влияние удобрений на повышение рыбопродуктивности прудов // Технология производства рыбы. Москва : Колос, 1974. С. 66—72.
8. Экологические проблемы эвтрофирования внутренних континентальных водоемов Юга России и биотехнологический метод повышения качества воды / Кузнецов П. И. и др. // Межвузовский сборник научных статей под редакцией О.А. Полумордвинова. Астрахань : АИСИ, 2013. № 2(5). Спецвыпуск. С. 61—67.
9. Богданов Н. И. Биологическая реабилитация водоёмов. Пенза : РИО ПГСХА, 2008. 126 с.
10. Шарило Ю. Є., Деренько О. О., Дюдяєва О. А. Використання водоростей виду як біологічний метод очищення водойм // Водні біоресурси та аквакультура. 2020. № 1. С. 88—102.
11. Особенности влияния штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 на качество воды в прудовом рыбоводстве / Фролова М. В. и др. // Орошаемое земледелие. 2019. № 3. С. 46—49.
12. Богданов Н. И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных. Пенза, 2007. 48 с.
13. Амбросимова Н. А., Арутюнян Т. В. Продуктивное действие хлореллы в составе стартового комбикорма севрюги // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2019. № 7.
14. Опыт выращивания молоди пеляди *Coregonus peled* при добавлении суспензии хлореллы / Трофимчук О. А. и др. // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020. №5. С.62-69.



15. Інтенсивність масонакопичення молоді стерляді прісноводної за дії суспензії живих клітин *Clorella vulgaris* / Джуравець Ю.Ю. та ін. // Проблеми функціонування та підвищення біопродуктивності водних екосистем. С. 55—57.
16. Brown M. R., Blackburn S. I. Live microalgae as feed in aquaculture hatcheries // *Advances in Aquaculture Hatchery Technology*. [S. 1.] : Woodhead Publishing Limited, 2013. P. 117—158.
17. Liu L., Pohner, G., Wei D. Extracellular metabolites from industrial microalgae and their biotechnological potential // *Marine drugs*. 2016. Vol. 14, № 10. P. 1—19.
18. Алёкин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. 262 с.
19. СОУ-05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України, 2006. 7 с.
20. Методи гідроecологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О. М. та ін.; ред. Романенко В. Д. Київ : Логос, 2006. 408 с.
21. Кражан С. А., Лупачева Л. И. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства (Справочный материал для работников прудовых хозяйств УССР). Львов, 1991. 105 с.
22. Асаул З. И. Определитель пресноводных водорослей. Эвгленовые. Москва : Наука, 1973. 330 с.
23. Водоросли. Справочник / Вассер С. П. и др. Киев : Наукова думка, 1989. 608 с.
24. Пресноводные водоросли Украинской ССР / Топачевский А. В., Масюк Н. П. ; ред. Макаревич М. Ф. Киев : Вища школа, 1984. 336 с.
25. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев : Наукова думка, 1990. 208 с.
26. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР. Ленинград : Наука, 1970. 744 с.
27. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР. Москва — Ленинград : Наука, 1964. 328 с.
28. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части ССР (Планктон, бентос). Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
29. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. Москва : Пищевая пром-ть, 1966. 376 с.
30. Шерман І. М. Ставове рибництво. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
31. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Москва : Агропромиздат, 1986. Т. 1. 259 с.

## REFERENCES

1. Andriushchenko, A. I., et al. (1998). *Metody pidvyshchennia pryrodnoi ryboproduktyvnosti staviv*. Kyiv.
2. Golovko, G. V. (2007). Optimizatsiya sposobov formirovaniya planktona v prudakh Nizhnego Dona. *Extended abstract of candidate's thesis*. Astrakhan', 2007. 20 s.
3. Pestis, V., Kozlova, T., & Kozlov, A. (2018). Novoe slovo v tekhnologiyakh akvakul'tury. *Nauka i innovatsii*. Minsk: Belarusskaya nauka, 28-34.
4. Onyshchenko, O. M., & Dvoretzkyi, A. I. (2013). Mikrovodorosti yak vidnovliuvanyi biolohichniy resurs dlia potreb silskoho hospodarstva. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu*, 2(32), 48-50.



5. Mikheeva, T. (2018). Perspektivy ispol'zovaniya kul'tiviruemykh i planktonnykh mikroskopicheskikh vodorosley. *Nauka i innovatsii*. Minsk: Belarusskaya nauka, 15-20.
6. Kharitonova, N. N., Galasun, P. T., & Panchenko, S. T. (1976). *Metodicheskie rekomendatsii po sovershenstvovaniyu metoda kompleksnoy intensifikatsii prudovogo rybovodstva USSR v zavisimosti od zonal'nogo polozheniya khozyaystv*. Kiev.
7. Kharitonova, N. N. (1974). Vliyanie udobreniy na povyshenie ryboproduktivnosti prudov. *Tekhnologiya proizvodstva ryby*. Moskva: Kolos, 66-72.
8. Kuznetsov, P. I., et al. (2013). Ekologicheskie problemy evtrofirovaniya vnutrennikh kontinental'nykh vodoemov Yuga Rossii i biotekhnologicheskiiy metod povysheniya kachestva vody. *Mezhvuzovskiy sbornik nauchn. statey pod redaktsiey O.A. Polumordvinova*. Astrakhan': AISI, 2(5), Spetsvypusk, 61-67.
9. Bogdanov, N. I. (2008). *Biologicheskaya rehabilitatsiya vodoemov*. Penza: RIO PGSKhA.
10. Sharylo, Yu. Ye., Derenko, O. O., & Diudiaieva, O. A. (2020). Vykorystannia vodorostei vydu yak biolohichnyi metod ochyshchennia vodoim. *Vodni bioresursy ta akvakultura, 1*, 88-102.
11. Frolova, M. V., et al. (2019). Osobennosti vliyaniya shtamma *Chlorella vulgaris* IFR №S-111 na kachestvo vody v prudovom rybovodstve. *Oroshaemoe zemledelie, 3*, 46-49.
12. Bogdanov, N. I. (2007). *Suspenziya khlorelly v ratsione sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*. Penza.
13. Ambrosimova, N. A., & Arutyunyan, T. V. (2019). Produktivnoe deystvie khlorelly v sostave startovogo kombikorma sevryugi. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo, 7*.
14. Trofimchuk, O. A., et al. (2020). Opyt vyrashchivaniya molodi pelyadi *Coregonus peled* pri dobavlenii suspenzii khlorelly. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo, 5*, 62-69.
15. Dzhuravets, Yu. Iu., et al. Intensyvniat masonakopychennia molodi sterliadi prisnovodnoi za dii suspenzii zhyvykh klityn *Chlorella vulgaris*. *Problemy funktsionuvannia ta pidvyshchennia bioproduktyvnosti vodnyi ekosystem, 55-57*.
16. Brown, M. R., & Blackburn, S. I. (2013). Live microalgae as feed in aquaculture hatcheries. *Advances in Aquaculture Hatchery Technology*, 117-158.
17. Liu, L., Pohner, G., & Wei, D. (2016). Extracellular metabolites from industrial microalgae and their biotechnological potential. *Marine drugs, 14, 10*, 1-19.
18. Alekin, O. A., Semenov, A. F., & Skopintsev, V. A. (1973). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi*. Leningrad: Gidrometizdat.
19. Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy. (2006). *SOU-05.01.-37-385:2006*. Kyiv: Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy.
20. Arsan, O. M., et al. (2006). *Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnevyykh vod*. Kyiv: Lohos.
21. Krazhan, S. A., & Lupacheva, L. I. (1991). *Estestvennaya kormovaya baza vodoemov i metody ee opredeleniya pri intensivnom vedenii rybnogo khozyaystva (Spravochnyy material dlya rabotnikov prudovykh khozyaystv USSR)*. L'vov.
22. Asaul, Z. I. (1973). *Opredelitel' presnovodnykh vodorosley*. Evgenlovye. Moskva: Nauka.
23. Vasser, S. P., et al. (1989). *Vodorosli. Spravochnik*. Kiev: Naukova dumka.
24. Topachevskiy, A. V., & Masyuk, N. P. (1984). *Presnovodnye vodorosli Ukrainskoy SSR*. Kyiv: Vishcha shkola. Golovnoe izd-vo.



25. Tsarenko, P. M. (1990). *Kratkiy opredelitel' khlorokokkovykh vodorosley Ukrainskoy SSR*. Kiev: Nauk. dumka.
26. Kutikova, L. A. (1970). *Kolovratki fauny SSSR*. Leningrad: Nauka.
27. Manuylova, E. F. (1964). *Vetvistousye rachki (Cladocera) fauny SSSR*. Moskva — Leningrad: Nauka.
28. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeyskoy chasti SSR (Plankton, bentos)*. (1977). Leningrad: Gidrometeoizdat.
29. Pravdin, I. F. (1966). *Rukovodstvo po izucheniyu ryb*. Moskva: Pishchevaya prom-t'.
30. Sherman, I. M. (1994). *Stavove rybnytstvo*. Kyiv: Urozhay.
31. *Sbornik normativno-tekhnologicheskoy dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu* (1986). Vol. 1. Moskva: Agropromizdat.

