ISSN 2312-9581 (Online)

ISSN 2075-1508 (Print)

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu>

F S U

FISHERIES SCIENCE OF UKRAINE

Institute of Fisheries
of the National Academy
of Agrarian Sciences
of Ukraine

РИБОГОСПОДАРСЬКА НАУКА УКРАЇНИ

Інститут рибного господарства
Національної академії аграрних наук України

4

2021

РИБОГОСПОДАРСЬКА НАУКА УКРАЇНИ

Науковий журнал «Рибогосподарська наука України» з 2009 року входить до Переліку фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття ступенів доктора і кандидата наук (біологічні та сільськогосподарські спеціальності — 091, 207), категорія «Б», переатестація від 17.03.2020 (наказ Міністерства освіти і науки України № 409)

Засновник та видавник — Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України

Свідчення про державну реєстрацію KB № 20934-10734 ПР від 18.08.2014

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

МАТВІЄНКО Наталія Миколаївна, доктор біол. наук, с. н. с., зав. відділу іхтіопатології, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

ГРИЦІНЯК Ігор Іванович, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, директор Інституту рибного господарства НААН, УКРАЇНА

КОЛЕСНИК Наталія Леонідівна, кандидат с.-г. наук, с. н. с., зав. лаб. міжнародного науково-технічного співробітництва та інтелектуальної власності, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

БІОЛОГІЯ

Патрік Даніель, доктор біол. наук, голова департаменту біології Лабораторії Піренеїв, ФРАНЦУЗЬКА РЕСПУБЛІКА

Бузевич Ігор Юрійович, доктор біол. наук, с. н. с., зав. відділу вивчення біоресурсів водосховищ, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Бучацький Леонід Петрович, доктор біол. наук, академік Російської Академії природничих наук (РАЕН), провідний науковий співробітник лаб. біотехнологій в рибництві, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Діденко Олександр Володимирович, канд. біол. наук, с. н. с., відділ вивчення біоресурсів водосховищ, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Сондак Василь Володимирович, доктор біол. наук, зав. каф. водних біоресурсів, Національний університет водного господарства та природокористування, УКРАЇНА

Рудь Юрій Петрович, канд. біол. наук, с. н. с., зав. лабораторії біотехнологій в рибництві, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Потрохов Олександр Спиридонович, доктор біол. наук, с. н. с., зав. лаб. біології відтворення риб, Інститут гідробіології НАН України, УКРАЇНА

Кутіщев Павло Сергійович, канд. біол. наук, зав. каф. водних біоресурсів та аквакультури, Херсонський державний аграрний університет, УКРАЇНА

Драган Людмила Петрівна, канд. біол. наук, с. н. с., зав. лаб. екологічних досліджень, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Кружиліна Світлана Володимирівна, канд. біол. наук, с. н. с., зав. сектору відділу вивчення біоресурсів водосховищ, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Маренков Олег Миколайович, канд. біол. наук., завідувач каф. загальної біології та водних біоресурсів, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, УКРАЇНА

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Гомельський Борис, доктор біол. наук, професор, Державний Університет Кентуккі, СПОЛУЧЕНІ ШТАТИ АМЕРИКИ
Ху Пао, доктор с.-г. наук, професор, директор Центру прісноводного рибного господарства, КИТАЙСЬКА НАРОДНА РЕСПУБЛІКА

Крупінські Єджей, доктор с.-г. наук, професор, іноземний член Національної академії аграрних наук України, директор, Інститут зоотехнії Польщі, ПОЛЬЩА

Зодапе Гаутам В., доктор біол. наук, професор, декан факультету зоології Державного Університету Шиваджи в Колхапурі, РЕСПУБЛІКА ІНДІЯ

Третяк Олександр Михайлович, доктор с.-г. наук, с. н. с., заступник директора з наукової роботи, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Бех Віталій Валерійович, доктор с.-г. наук, професор, каф. аквакультури, Національний університет біоресурсів і природокористування, УКРАЇНА

Костенко Олександр Іванович, канд. с.-г. наук, с. н. с., зав. відділу ветеринарної медицини та зоотехнії, Національна академія аграрних наук України, УКРАЇНА

Шарамок Тетяна Сергіївна, канд. с.-г. наук, доцент каф. загальної біології та водних біоресурсів, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, УКРАЇНА

Чепіль Людмила Василівна, канд. с.-г. наук, доцент каф. біології тварин, Національний університет біоресурсів і природокористування, УКРАЇНА

Жигмонд Женей, доктор с.-г. наук, професор, Паннонський університет, УГОРЩИНА

Бреус Денис Сергійович, канд. с.-г. наук, доцент каф. екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка, Херсонський державний аграрний університет, УКРАЇНА

НАУКОВІ РЕДАКТОРИ РОЗДІЛІВ

є штатними працівниками Інституту рибного господарства НААН України: **Тушницька Наталія Йосифівна**, канд. вет. наук, с. н. с., вчений секретар ІРГ НААН; **Тучапський Ярослав Васильович**, канд. с.-г. наук, с. н. с. відділу селекції риб ІРГ НААН; **Забитівський Юрій Михайлович**, канд. біол. наук, с. н. с., заступник директора Львівської дослідної станції ІРГ НААН; **Мрук Антоніна Іванівна**, зав. лаб. лососівництва ІРГ НААН; **Григоренко Тетяна Володимирівна**, канд. с.-г. наук, зав. лаб. гідробіології та технологій культивування цінних безхребетних ІРГ НААН; **Куріненко Ганна Анатоліївна**, канд. с.-г. наук, зав. відділу селекції риб ІРГ НААН.

Редакція журналу «Рибогосподарська наука України»: вул. Обухівська, 135, м. Київ-164, 03164
тел.: +38(097) 700-77-25; <http://fsu.ua>; Емайл: fsu.journal@gmail.com

Підписано до друку 19.08.2021 р. Формат 70×108/16. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 8,0. Наклад 500 прим.

Журнал друкується за рішенням вченої ради Інституту рибного господарства НААН (Протокол № 13 від 8 грудня 2021 року)

Дизайн макету: Колесник Н. Л., Шинкар С. В., Архангельський Є. Ю., Безусий О. Л.

Верстка: Архангельський Є. Ю., Симон М. Ю. Літературне редагування: Швець Т. М. Коректор: Ковальчук Г. В.

Друкарня ТОВ «ПРО ФОРМАТ», 02166, м. Київ, вул. Маршала Жукова, 45 Б, оф. 16, тел.: +38(044) 353-85-58

РИБОГОСПОДАРСЬКА НАУКА УКРАЇНИ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

4/2021(58)

Заснований у 2007 р.
Виходить 4 рази на рік

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 1-132
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04>

З М І С Т

БІОРЕСУРСИ ТА ЕКОЛОГІЯ ВОДОЙМ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 5-28
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.005>

*В. О. Литвиненко, Д. С. Христенко, Г. О. Котовська, Н. Л. Колесник,
М. Ю. Симон*

Особливості використання Київського водосховища як
рибогосподарського водного об'єкта (огляд) 5

ТЕХНОЛОГІЇ В АКВАКУЛЬТУРІ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 29-39
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.029>

С. М. Пауко, М. М. Пауко, О. М. Третьак, О. М. Колос

Досвід отримання зрілої ікри сибірського осетра (*Acipenser baerii*
(Brandt, 1869)) у нетрадиційні рибницькі строки 29

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 40-55
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.040>

А. І. Мрук, А. І. Кучерук, Л. Л. Галоян, Н. Г. Михайленко

Дослідження та розробка методів отримання міжродових гібридів
лососевих (*Salmonidae* (Jaroski or Schinz, 1822)) риб з метою
досягнення ефекту гетерозису та підвищення їх рибопродуктивності 40

КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 56-71
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.056>

Н. В. Поліщук, Б. Ю. Коваленко, В. О. Коваленко

Обґрунтування використання гуматів в аквакультурі (огляд) 56

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 72-86
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.072>

Ю. Г. Крот, Д. В. Медовник, Ю. М. Красюк, Д. О. Кудрявцева

Вплив залишків кормів на формування якості водного середовища
в оборотних системах вирощування кларієвого сома африканського
(*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) 72

© Інститут рибного господарства НААН України, 2021

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 87-100

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.087>

Н. Ю. Сироватка, І. І. Грициняк, Д. А. Сироватка

Застосування голозерного вівса в годівлі племінних дволіток
коропа, як ефективного методу забезпечення фізіологічних
потреб організму риб

87

ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 101-114

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.101>

О. В. Гончарова, О. Sekiou, П. С. Кутіщев

Фізіолого-біохімічні аспекти адаптаційно-компенсаторних процесів
організму гідробіонтів під впливом технологічних чинників

101

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 115-131

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.115>

О. В. Краснопольська

Селекція, як основний напрямок наукових досліджень та основні
етапи селекційно-племінної роботи в Україні (огляд)

115

СОДЕРЖАНИЕ

БИОРЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 5-28

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.005>

- В. А. Литвиненко, Д. С. Христенко, А. А. Котовская, Н. Л. Колесник, М. Ю. Симон*
Особенности использования Киевского водохранилища как рыбохозяйственного
водного объекта (обзор)..... 5

ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 29-39

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.029>

- С. М. Пашико, М. М. Пашико, А. М. Третьяк, Е. Н. Колос*
Опыт получения зрелой икры сибирского осетра (*Acipenser baerii* (Brandt, 1869)
в нетрадиционные рыбоводные сроки..... 29

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 40-55

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.040>

- А. И. Мрук, А. И. Кучерук, Л. Л. Галоян, Н. Г. Михайленко*
Исследование и разработка методов получения межродовых гибридов лососевых
(*Salmonidae* (Jarocki or Schinz, 1822)) рыб с целью достижения эффекта
гетерозиса и повышения их рыбопродуктивности 40

КОРМА И КОРМЛЕНИЕ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 56-71

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.056>

- Н. В. Полищук, Б. Ю. Коваленко, В. А. Коваленко*
Обоснование использования гуматов в аквакультуре (обзор)..... 56

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 72-86

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.072>

- Ю. Г. Крот, Д. В. Медовник, Ю. Н. Красюк, Д. А. Кудрявцева*
Влияние остатков кормов на формирование качества водной среды в оборотных
системах выращивания клариевого сома африканского (*Clarias gariepinus*
(Burchell, 1822)) 72

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 87-100

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.087>

- Н. Ю. Сыроватка, И. И. Грициняк, Д. А. Сыроватка*
Применение голозерного овса в кормлении племенных двухлеток карпа
как эффективного метода обеспечения физиологических потребностей
организма рыб..... 87

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 101-114

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.101>

- Е. В. Гончарова, О. Sekiou, П. С. Кутищев*
Физиолого-биохимические аспекты адаптационно-компенсаторных процессов
организма гидробионтов под влиянием технологических факторов 101

СТРАНИЦА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 115-131

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.115>

- О. В. Краснопольська*
Селекция как основное направление научных исследований и основные этапы
селекционно-племенной работы в Украине (обзор)..... 115

CONTENTS

BIORESOURCES AND ECOLOGY OF WATER BODIES

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 5-28

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.005>

V. Lytvynenko, D. Khrystenko, G. Kotovska, N. Kolesnik, M. Simon

Commercial exploitation of Kyiv reservoir as a fishery water body (a review)..... 5

TECHNOLOGIES IN AQUACULTURE

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 29-39

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.029>

S. Pashko, M. Pashko, O. Tretiak, O. Kolos

An experience of obtaining mature eggs of the Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* (Brandt, 1869)) in non-traditional period..... 29

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 40-55

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.040>

A. Mruk, A. Kucheruk, L. Galoyan, N. Mykhailenko

Study and development of methods for obtaining intergeneric hybrids of salmonids (*Salmonidae* (Jarocki or Schinz, 1822)) for achieving the effect of heterosis and increasing their productivity 40

FEEDS AND FEEDING

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 56-71

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.056>

N. Polischuk, B. Kovalenko, V. Kovalenko

Rationale for the use of humats in aquaculture (a review)..... 56

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 72-86

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.072>

Yu. Krot, D. Medovnyk, Yu. Krasiuk, D. Kudriavtseva

The effect of feed residues on the quality of aquatic environment in circulating aquaculture systems of african catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822))..... 72

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 87-100

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.087>

N. Syrovatka, I. Hrytsyniak, D. Syrovatka

Use of hulless oats in feeding of pedigree 1+ carp as an effective method for ensuring the physiological needs of fish 87

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 101-114

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.101>

O. Honcharova, O. Sekiou, P. Kutishchev

Physiological and biochemical aspects of adaptation-compensatory processes of hydrobionts under the effect of technological factors..... 101

YOUNG SCIENTIST PAGE

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 115-131

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.115>

O. Krasnopolska

Selection as the main direction of scientific studies and main steps of selection and breeding work in Ukraine (a review) 115

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЯК РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ВОДНОГО ОБ'ЄКТА (ОГЛЯД)

В. О. Литвиненко, dskhrist@gmail.com, Державне екологічна інспекція, м. Київ
Д. С. Христенко, dskhrist@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН
України, м. Київ

Г. О. Котовська, gannkot@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН України,
м. Київ

Н. Л. Колесник, kolenataleo@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

Мета. Проаналізувати масив спеціальної літератури та узагальнити отриману інформацію щодо особливостей використання Київського водосховища як рибогосподарського водного об'єкта. Розглянути основні абіотичні умови, що існують у ньому та формують специфіку його експлуатації рибним господарством України. Висвітлити історичний перебіг їх впливу на іхтіофауну Київського водосховища та загальні прогнози щодо його трансформацій у майбутньому.

Результати. Представлено огляд наукових публікацій, присвячених особливостям Київського водосховища як рибогосподарського водного об'єкта від моменту його створення до нашого часу. Зокрема, проаналізовано його: гідрологічний режим, колірність та хімічний склад води, кисневий режим, накопичення у ньому важких металів, формування донних відкладів та ландшафту. Окрім того, висвітлено його радіоекологічний стан, як загальний, так і за трьома найбільш значущими для рибного господарства напрямками, — у донних відкладах, макрофітах та іхтіофауні. Узагальнено літературні дані щодо специфіки вищезгаданих абіотичних чинників у даній водоймі, що й формують гідроекологічну особливість цього водосховища. Описано основні напрями їх впливу на іхтіофауну Київського водосховища, що визначають можливість її промислової експлуатації. Виокремлено частку антропогенного походження у складі вищезгаданих абіотичних чинників та наслідки її впливу. Показано перспективні шляхи подальшого розвитку Київського водосховища як рибогосподарського водного об'єкта стратегічного значення для України.

Практична значимість. Огляд може бути корисним для науковців, здобувачів, студентів, державних службовців та приватних підприємців які задіяні у процес дослідження чи використання водних живих ресурсів на водосховищах, насамперед — Київському.

Ключові слова: Київське водосховище, рибогосподарський водний об'єкт, гідрологічний режим, хімічний склад води, кисневий режим, важкі метали, донні відклади, формування ландшафту, радіоекологічний стан.

© В. О. Литвиненко, Д. С. Христенко, Г. О. Котовська, Н. Л. Колесник,
М. Ю. Симон, 2021

COMMERCIAL EXPLOITATION OF KYIV RESERVOIR AS A FISHERY WATER BODY (A REVIEW)

V. Lytvynenko, dskhrist@gmail.com, State Environmental Inspectorate of Ukraine, Kyiv

D. Khrystenko, dskhrist@gmail.com, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences, Kyiv

G. Kotovska, gannkot@gmail.com, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences, Kyiv

N. Kolesnik, kolenataleo@gmail.com, Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv

M. Simon, seemann.sm@gmail.com, Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv

Purpose. To analyze an array of special scientific literature and summarize the obtained information on the commercial exploitation of the Kyiv reservoir as a fishery water body. To review main abiotic conditions of the reservoir, which exist and form the specificity of its commercial use by the fishery industry of Ukraine. To highlight the historical course of their impact on the fish fauna of the Kyiv Reservoir and general forecasts for its future transformations.

Findings. An overview of scientific publications devoted to the specifics of commercial exploitation of the Kyiv reservoir as a fishery water body from the moment of its creation to the present day were presented. In particular, following was analyzed: hydrological regime, color and chemical composition of water, oxygen regime, accumulation of heavy metals, formation of bottom sediments and landscape. In addition, the radioecological situation in the reservoir was analyzed, both general and in three most significant areas for fisheries — in bottom sediments, macrophytes, and fish fauna. The literature data on the specificity of the above-mentioned abiotic factors in this reservoir, which form the hydro-ecological feature of this reservoir, were generalized. The main directions of their influence on the ichthyofauna of the Kyiv reservoir, which affect the possibility of its commercial exploitation, were described. The share of anthropogenic origin in the composition of the above-mentioned abiotic factors and the consequences of its impact were highlighted. The perspective ways of further development of the Kiev reservoir as a fishery water body of strategic importance for Ukraine were shown.

Practical Value. The review may be useful for scientists, PhD students, students, government authorities, and private entrepreneurs involved in research process or exploitation of aquatic living resources in internal water bodies, primarily in the Kyiv reservoir.

Keywords: Kyiv reservoir, fishery water body, hydrological regime, water chemical composition, water oxygen regime, heavy metals, bottom sediments, landscape formation, radioecological situation.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАК РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДНОГО ОБЪЕКТА (ОБЗОР)

В. А. Литвиненко, dskhrist@gmail.com, Государственная экологическая инспекция, г. Киев

Д. С. Христенко, dskhrist@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН Украины, г. Киев

А. А. Котовская, gannkot@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН Украины, г. Киев

Н. Л. Колесник, kolenataleo@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Проанализировать массив специальной литературы и обобщить полученную информацию касательно особенностей использования Киевского водохранилища как рыбохозяйственного водного объекта. Рассмотреть основные абиотические условия, существующие в нем и формирующие специфику его эксплуатации рыбным хозяйством Украины. Осветить исторический ход их влияния на ихтиофауну Киевского водохранилища и общие прогнозы относительно его трансформаций в будущем.

Результаты. Представлен обзор научных публикаций, посвященных особенностям Киевского водохранилища как рыбохозяйственного водного объекта с момента его создания до наших дней. В частности, проанализированы его: гидрологический режим, цветность и химический состав воды, кислородный режим, накопление в нем тяжелых металлов, формирование донных отложений и ландшафта. Кроме того, освещена радиэкологическая обстановка в нем, как общая, так и по трем наиболее значимых для рыбного хозяйства направлениям — в донных отложениях, макрофитах и ихтиофауне. Обобщены литературные данные о специфике вышеупомянутых абиотических факторов в данном водоеме, которые и формируют гидроэкологические особенности этого водохранилища. Описаны основные направления их воздействия на ихтиофауну Киевского водохранилища, влияющие на возможность ее промышленной эксплуатации. Выделена доля антропогенного происхождения в составе вышеназванных абиотических факторов и последствия ее влияния. Показаны перспективные пути дальнейшего развития Киевского водохранилища в качестве рыбохозяйственного водного объекта стратегического значения для Украины.

Практическая значимость. Обзор может быть полезным для ученых, соискателей, студентов, государственных служащих и частных предпринимателей задействованных в процессе исследования или использования водных живых ресурсов на водохранилищах, прежде всего — Киевском.

Ключевые слова: Киевское водохранилище, рыбохозяйственный водный объект, гидрологический режим, химический состав воды, кислородный режим, тяжелые металлы, донные отложения, формирование ландшафта, радиэкологическая обстановка.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Київське водосховище займає найвище положення у каскаді з 6 (Київського, Канівського, Кременчуцького, Дніпродзержинського, Дніпровського та Каховського) величезних водосховищ, які були побудовані на річці Дніпро за радянських часів. Саме тому його екологічний стан та раціональна експлуатація мають вкрай важливе значення для всіх них та екологічної безпеки країни у цілому [1–4].

Підтримання ефективного екологічного стану та раціональне використання Київського водосховища у якості рибогосподарської водойми зі стабільними виловами господарсько цінних видів риб не видаються можливими без удосконалення сучасного експлуатаційного режиму. Першим кроком у цьому напрямі є з'ясування абіотичних особливостей (гідрологічного режиму, хімічного складу води, кисневого режиму, вмісту важких металів, формування донних відкладів та ландшафту) даної водойми та радіоекологічного стану.

Виходячи з вищезазначеного, метою даної роботи є проведення аналізу масиву спеціальної літератури та узагальнення отриманої інформації щодо особливостей використання Київського водосховища як рибогосподарського водного об'єкта, у тому числі й надання короткого огляду основних абіотичних умов, які є у ньому та формують специфіку його експлуатації рибним господарством України. Крім того, також тезове висвітлення історичного перебігу

їх впливу на іхтіофауну Київського водосховища та загальні прогнози щодо його трансформацій у майбутньому.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Гідрологічний режим Київського водосховища характеризується чітко вираженою сезонністю, що зазнає відтермінування строків настання певного сезону та змін міри його вираженості під дією глобального потепління. Наразі, спостерігається вплив континентального клімату, із притаманною йому повинню навесні, межами влітку та взимку, а також осіннє збільшення водності. Влітку вода прогрівається до понад 24°C, а крижаний покрив встановлюється в грудні–січні і тримається максимум до кінця березня. Льодостав здебільшого розпочинається у грудні, а основне (понад 90%) живлення водосховища відбувається за рахунок вод річок Дніпро та Прип'ять, що у свою чергу на 65% живляться від танення снігів, та лише на 33% — підземними водами. Обсяг припливу води варіює у залежності від водності року. Так, у багатоводні роки він становить близько 60 км³, за середніх витрат рівних 25 км³. У маловодні роки його значення знижуються до 26 км³, за майже аналогічних середніх витрат. Повний водообмін у Київському водосховищі відбувається, у залежності від водності певного року, від 8 до 10 разів за 12 місяців. Таким чином, показник зовнішнього водообміну в річному аспекті для Київського водосховища в багатоводних роках становить близько 0,062 років, або 23 діб, тоді як у маловодні роки його значення сягають 0,136 років, або ж 50 діб [2, 5–8].

Порівняно з іншими водосховищами дніпровського каскаду саме у Київському випадає найбільша кількість опадів — 620 мм, проти 323 мм у Каховському водосховищі. Водночас, й сумарне випаровування у досліджуваній водоймі найменше — 642 мм, проти понад 921 мм у Каховському. Вищенаведені умови забезпечують нормальний підпірний рівень (НПР) води у Київському водосховищі — 103,0 м над рівнем моря, за якого досягається площа водного дзеркала близько 92,2 тис. га, розташованого на територіях Київської та Чернігівської областей. За такого НПР води у цьому водосховищі найбільші: довжина — 110 км, ширина — 12 км, глибина — 14,5 м. Середня глибина — 4 м, об'єм — 3 730 млн т., висота греблі — 10 м. Центр ваги водосховища знаходиться на висоті 8 м відносно рівня Дніпра після греблі [3, 5, 9–11].

Рівень води Київського водосховища не є стабільним, він знижується з січня до середини березня, внаслідок паводку підвищується до середини квітня й починає знижуватись до кінця червня, після чого стабілізується і починає підвищуватись з осінніми дощами. Отже, найбільш повноводним Київське водосховище стає у квітні й травні, а найменш повноводним — у червні та вересні. Виходячи з вимог екологічної та продовольчої безпеки країни, необхідно підтримувати у водосховищі такий режим рівня води, який би складався з чотирьох послідовних етапів. По-перше, плавного підняття горизонтів у період весняної повені зі зростанням рівня води до позначки НПР з квітня до першої декади травня. По-друге, стабілізації рівня води на позначці НПР до кінця червня. По-третє, плавного зниження рівня води на 1,5 м з липня по серпень включно. По-четверте, біологічно обґрунтоване зниження рівня води до початку льодоставу та під час нього, щоб уникнути притискання гідробіонтів льодом. Упродовж останніх років дані вимоги грубо порушуються [8, 10, 12–14].

Залежно від режиму рівнів води дана водойма поділена дві зони: постійного та тимчасового затоплення. В межах останньої виокремлюють ще дві підзони: постійного осушення (представлена переважно у верхній частині водосховища, затоплюється лише з березня по червень, активно використовується у якості нерестовищ) та тимчасового осушення (представлена переважно у середній та нижній частинах водосховища, звільняється від водних мас лише наприкінці серпня — початку вересня у зв'язку з посухами) [3, 7, 9, 15–17].

На Київському водосховищі здійснюється обмежене сезонне регулювання стоку, причому площа водозбору становить 239 тис. км², а середньо-багаторічний — стік 33,1 км³. Відповідно, повна та корисна ємності даного водного об'єкта становлять 3,73 та 1,17 км³. Як для багатоводних років, так і для маловодних, максимальні значення коефіцієнтів інтенсивності зовнішнього водообміну здебільшого реєструються у квітні, а мінімальні — у вересні. Опади і випаровування найбільше впливають на значення цих коефіцієнтів у червні (на 12% більше) та найменше (на 1%) у січні. Також у січні найменший (3%) вплив бокового припливу, що максимальних (20,51%) значень досягає навесні, здебільшого у березні [1, 5, 6, 10, 17, 18].

Характерною особливістю Київського водосховища, розташованого вище всіх інших дніпровських водосховищ, є те, що навесні виникає велика різниця рівнів між його верхнім і основним плесом, яка може досягати 1,5–2,0 м. Верхній плес водосховища представлений злиттям річок Дніпро з Прип'яттю, йому притаманний повільний плин та підвищений рівень води, він характеризується ознаками озерних екосистем. Основний плес водосховища знаходиться нижче місця злиття річок Дніпро та Прип'ять і в ньому виокремлюють три частини — верхню (простягається до села Страхолисія, в ній 3/4 площі мають глибини до 3 м), середній (простягається до села Рудня-Толокунська, в ній понад 1/3 площі мають глибини понад 3 м) та нижню (простягається до греблі, найбільш глибоководна) [14, 15, 18, 19].

За показником ефективності використання затоплених площ Київське водосховище, з-поміж інших дніпровського каскаду, належить до найменш ефективних. Так, лише у ньому цей показник становить 25%, тоді як на порівняно малоефективних Кременчуцькому та Каховському він дорівнює понад 30% [13, 15, 16].

Власне створення Київського водосховища призвело до суттєвої зміни гідрологічного режиму, що, насамперед завдяки сповільненню водообміну, змінило гідрохімічний режим та гідробіологічний стан даної ділянки Дніпра.

Колірність води Київського водосховища суттєво варіює у залежності від ступеня розвитку синьо-зелених водоростей та надходження гумінових кислот. Так, найбільше останніх потрапляють у водойму із водами річки Прип'ять й у весняно-літній період. У середньому, 140° за платино-кобальтовою шкалою колірності є нормою для цього водосховища. Водночас, вода Київського водосховища характеризується найбільшим рівнем гумінових кислот, порівняно з іншими водосховищами, збудованими на Дніпрі [3, 4, 20–22].

Відзначимо, що колірності Київського водосховища властиві сезонні та географічні коливання. Наприклад, лівобережній (Прип'ятській) частині цієї водойми властива каламутність до 10 г/м³ за вмісту розчинених органічних

речовин від 9 до 12%, а правобережній (Дніпровській) — до 55 г/м³, за вмісту розчинених органічних речовин від 5 до 20%. Загальна ж каламутність досліджуваного водосховища становить близько 80 г/м³, при вмісті органічної речовини до 7%. Втім, такий вміст розчинених органічних речовин здебільшого спостерігається у багатоводні роки, наприкінці повеней та після значних атмосферних опадів [11–17].

Хімічний склад води Київського водосховища дозволяє класифікувати її, згідно з методикою О. А. Алюкіна, як приналежну до гідрокарбонатного класу групи кальцію (Сп^{Ca}). Це є типовим для даної географічної зони і опосередковано свідчить про відсутність істотного забруднення, адже високий вміст кальцію (Ca) у воді підвищує буферні властивості системи і робить її більш стійкою до дії полютантів. У цілому, мінералізація води Київського водосховища коливається в межах від 122 до 380 мг/дм³ у маловодні місяці, та зазвичай, впродовж року знаходиться в межах 313,7–379,5 мг/дм³ [8, 9, 12, 13, 16, 23–25].

Серед катіонів у водах Київського водосховища звертають на себе увагу кальцій (Ca), магній (Mg), натрій (Na) та калій (K). Як було зазначено вище, кальцій є основним катіоном у даній водоймі. Відповідно, його вміст досить високий та варіює в межах від 50 до 58 мг/дм³, що забезпечує гідробіонтам необхідні для повноцінного росту та розвитку надходження цього елементу. Магнію у воді Київського водосховища суттєво менше, ніж за нормативами — 9,7–18,2 мг/дм³ проти 30 мг/дм³. Середні значення вмісту натрію та калію у досліджуваній водоймі рівні 7 та 31 мг/дм³. Отже, вміст основних катіонів у цьому водосховищі не перевищує нормативні значення галузевого стандарту для води рибогосподарських підприємств — СОУ-05.01.-37-385:2006 [10, 11, 20, 22, 25, 26].

Аніонний склад води Київського водосховища також повністю відповідає вищезгаданим нормативам. Так, вміст основної групи аніонів — гідрокарбонатів (HCO³⁻) варіює від 208 до 245 мг/дм³, вміст хлоридів (Cl⁻) та сульфатів (SO^{4 2-}) — 19–22 та 9–26 мг/дм³ відповідно. У підсумку, це призводить до того, що загальна твердість води по всьому водосховищу незначна й варіює в межах від 3,6 до 4,0 мг-екв/дм³ [19–22].

Виходячи з даних водневого показника, у Київському водосховищі водне середовище змінюється від слабколужного до лужного. Так, у верхній частині водосховища, зокрема поблизу гирла річки Прип'ять, рН не більше 7,5, тоді як нижче за течією від села Ясногородка — 8,3 [19–23].

У цій же нижній частині водосховища, починаючи від села Ясногородка, вміст вкрай токсичного для гідробіонтів вільного аміаку (NH₃) у воді перевищує нормативні значення (до 0,05 мг N/дм³), сягаючи 0,08 мг N/дм³. Такі високі значення пояснюються суттєвим антропогенним навантаженням, насамперед забрудненням стоками підприємств, у тому числі й сільськогосподарських, та біодеструкцією органіки, що масово гине під час задух. Водночас, серед мінеральних форм азоту (N₂) у цій водоймі переважає амонійна (NH⁴⁺), середні значення вмісту якої коливаються в межах від 0,25 до 0,92 мг N/дм³, та зростають восени. У цю пору року, коли найвища інтенсивність біодеструкції протеїнових сполук, їх вміст сягає 1,15–1,61 мг N/дм³, що перевищує нормативні значення у 1,1–1,6 рази. Водночас, вміст нітритів (NO²⁻) та нітратів (NO⁻) знаходиться на

межі перевищення нормативних значень, коливаючись в межах від 0,04 до 0,10 мг N/дм³ та від 0,14 до 0,22 мг N/дм³ відповідно [3–8, 15, 17, 27].

Подібна ситуація простежується й щодо вмісту мінерального фосфору (PO₄³⁻) — здебільшого, його вміст коливається від 0,15 до 0,43 мг P/дм³, не перевищуючи нормативних значень, але забезпечуючи чудові умови для розвитку фітопланктону. Окрім того, за рахунок окиснення високомолекулярних органічних сполук, які надходять переважно з водами ріки Прип'ять, реєструються підвищені концентрації фосфатів. Їх найменші (0,000–0,009 мг P/дм³) кількості спостерігаються в місці впадіння ріки Дніпро, та починають зростати вже від Тетерівської затоки (0,081–0,089 мг P/дм³) і нижче за течією. Також, саме з цієї місцини починає зростати вміст у воді високомолекулярних органічних сполук ароматичної структури, зокрема фенолів. Водночас, вміст заліза (Fe²⁺) по всій акваторії водосховища відповідає нормативам і коливається в межах від 0,33 до 0,68 мг Fe/дм³ [4–9].

Згідно з показниками загальної оцінки якості води Київського водосховища та гирлових ділянок основних річок, що його живлять (Дніпро, Прип'ять, Тетерів, Ірпінь), її віднесено до III класу «задовільного», категорії «слабко забруднених» та ступеня «евтрофних». Загалом, за своїм гідрохімічним станом Київське водосховище найбільш подібне до таких двох водосховищ дніпровського каскаду як Канівське та Кременчуцьке [5–10, 28].

Кисневий режим, як і відзначалося вище, є одним з двох визначальних для рибогосподарської експлуатації Київського водосховища параметрів. Зокрема, цій водоймі притаманні регулярні літні, зумовлені дефіцитом кисню, внаслідок бурхливого розвитку синьо-зелених водоростей та зимові (у лютому–березні) задухи. Останні виникають внаслідок скидів води Київською ГЕС, після яких значні обсяги льоду різко наближуються до дна водойми та повсюдно травмують рибу. щоразу це завдає суттєвої шкоди популяціям гідробіонтів і періодично промисловий вилов риби обмежують [2, 5–7, 29, 30].

Загалом, у даному водосховищі концентрація розчиненого кисню, що відображає ступінь інтенсивності окиснювальних та відновлювальних процесів, може змінюватись у дуже широких межах — від 0,6 до 18,4 мг/дм³. Наприклад, у водах Прип'ятського відрогу та всієї правобережної частини водойми концентрація розчиненого у воді кисню нижча, ніж така у Дніпровському відрозі та по всій лівобережній частині водосховища. Більшою мірою такий стан пояснюється різним вмістом гумінових кислот та у цілому кількісним і якісним складом розчинених органічних речовин. Останні дві характеристики компонентного складу розчинених органічних речовин визначають спрямованість та силу абсолютної більшості фізико-хімічних, біологічних та біохімічних процесів у водоймі. Примітно, що у досліджуваному водосховищі показники перманганатної та біхроматної окиснюваності перевищують нормативні значення у 1,8 та 1,3 раза, коливаючись в межах 16,1–26,5 мг O₂/дм³ та 40,2–66,2 мг O₂/дм³ [24, 31, 32].

Безпосередньо у Київському водосховищі компонентний склад розчинених органічних речовин залежить від надходження алохтонних речовин з водами річок Дніпро та Прип'ять. Зокрема, вміст гумінових кислот у досліджуваній водоймі переважає у правобережній частині та майже повністю визначається

зовнішніми чинниками. Наприклад, на ділянці межиріччя, тобто впадіння Прип'яті, співвідношення перманганатної окиснюваності до біхроматної у середньому дорівнює 75%, що опосередковано свідчить про значну частку внесення гумінових кислот. Окрім їх внесення таким шляхом та під час весняних паводків, необхідно зауважити, що упродовж тривалих злив улітку на початку осені, їх вміст починає перевищувати 80 мг/дм³ (тоді як здебільшого їх концентрація знаходиться в межах 13,6–53,7 мг/дм³). Сезонні коливання відбиваються й на якісному та кількісному складі гумінових кислот у Київському водосховищі. Наприклад, восени серед них переважають низькомолекулярні сполуки. Загалом, спостерігається обернена кореляція між вмістом цих стійких біохімічних сполук та концентрацією розчиненого у воді кисню, що витрачається на їх окиснення [22, 29–32].

До найбільш поширених розчинених органічних речовин у Київському водосховищі, окрім гумінових кислот, про які було згадано вище, належать вуглеводи та протеїнові сполуки. Їх вміст корелює з таким гумінових кислот прямо (у випадку з вуглеводами) чи обернено (у випадку з протеїновими сполуками). Водночас, вмісту цих двох груп розчинених органічних сполук у Київському водосховищі також притаманна сезонність. Так, найвищі концентрації протеїнових сполук спостерігаються у ньому влітку та восени, а вуглеводів — взимку. Окрім того, у залежності від пори року вони здатні змінювати свою зональність, накопичуючись у вегетаційний період у верхніх шарах води та восени — у нижніх. Тим не менш, між кількісним і якісним складом розчинених органічних речовин та вмістом розчиненого у певному шарі води киснем однозначна залежність відсутня. Це пояснюється впливом на них бактеріальних угруповань, біомасою гідробіонтів у водоймі та інтенсивністю фотосинтезу. Наприклад, влітку, насичення води киснем на ділянках, які заросли макрофітами варіює у межах від 63 до 115% [4, 5, 18, 28–32].

Таким чином, кисневий режим безпосередньо впливає на міграцію, трансформацію та розподіл розчинених органічних речовин між товщею води та донними відкладами. У свою чергу, екологічні параметри останніх є вкрай важливими у будь-якому водосховищі, як у штучно створеній водоймі. Однак, чи не найбільше — саме у Київському, у донних відкладах якого акумулювались радіоактивні сполуки після вибуху на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) у 1986 р. [15, 33, 34].

Важкі метали, які здатні справляти комплексний токсичний вплив на екосистему, у тому числі перешкоджаючи й рибному господарству, адже гідробіонти з перевищенням ГДК у їстівній частині не є придатними до споживання людиною, також накопичуються саме в донних відкладах. Слід відзначити, що на кілька десятків років раніше аварії на ЧАЕС розпочалось активне накопичення важких металів у поверхневих водних об'єктах України, насамперед — у водосховищах. Це було зумовлено стрімко зростаючим після другої світової війни антропогенним навантаженням. І в наші дні, наростаючими темпами продовжує збільшуватись кількість завислих та розчинених сполук важких металів, причому найбільше — у донних відкладах, де вони набувають ознак системо-формуючого чинника. Зауважимо, що кількісний та якісний склад сполук важких металів, що надходять у Київське водосховище, залежить від фізико-географічних та соціально-економічних (наявність очисних споруд,

промисловості тощо) умов у місці їх внесення, пори року, клімату [28, 29, 33, 35].

Примітно, що природні шляхи внесення (продукти абразії берегів та русла водойми, а також води приток) сполук важких металів у Київське водосховище відіграють найменшу роль при формуванні якісного та кількісного складу останніх. І це незважаючи на те, що у Київському водосховищі акумулюється стік переважної більшості приток басейну Дніпра (менша частина — у Канівському водосховищі), а його береги утворені стародавніми алювіальними породами. Останні, попри те, що не є стійкими і схильні до абразивних процесів, заслуговували на увагу в якості джерела важких металів лише у перші кілька років після введення досліджуваного водосховища у експлуатацію [36–38].

Змішаний шлях внесення сполук важких металів у Київське водосховище — разом з атмосферними опадами — є досить істотним, насамперед через відсутність великих об'єктів важкої промисловості, розташованих поблизу його берегів. Тобто, саме атмосферні опади переміщують сконденсовані поллютанти промислового походження у досліджувану водойму. Так, із надходженням атмосферних опадів вміст цинку (Zn) може збільшуватись у 4 рази, вміст міді (Cu) — у 3 рази, мангану (Mn) — у 2 рази. Тим не менш, порівняно з обсягами сполук важких металів, що надійшли антропогенним шляхом, ті обсяги, що надійшли змішаним шляхом становлять близько 5% на рік [39, 40, 41].

Антропогенний шлях внесення сполук важких металів у Київське водосховище насамперед визначається високим ступенем урбанізації території, на якій воно розташовано. Зокрема, це чітко прослідковується у змінах складу води від верхньої ділянки водойми до нижньої, поблизу міста Київ. Так, на 40% зростає вміст свинцю (Pb), міді (Cu) та нікелю (Ni), на 30% — заліза (Fe) та цинку (Zn), на 20% — кобальту (Co) та кадмію (Cd). Також, слід згадати, що поблизу потужностей авторемонтного заводу «Ротор» вміст важких металів з 1995 р. постійно перевищує ГДК: наприклад по міді та свинцю — у 10 разів; цинку, залізу, нікелю та кадмію — у 4 рази. Втім, найбільш вагомий внесок у надходження важких металів у досліджувану водойму мають стічні води сільськогосподарських та комунально-побутових підприємств. Останні найбільш суттєво впливають на вміст біогенних елементів, насамперед — мінеральних форм азоту та фосфору, що, у підсумку, викликають «цвітіння» води, нестачу кисню та задухи гідробіонтів, які, розкладаючись на дні, підвищують рівень аміаку у водоймі. Таким чином, ми знову пересвідчуємось у тому, що, й як у випадку з радіоактивними сполуками, донні відклади відіграють значну роль у екологічному стані та оцінці можливостей рибогосподарського використання Київського водосховища [41–45].

Донні відклади Київського водосховища характеризуються постійним надходженням алохтонних і автохтонних органічних речовин, що, акумулюючись, здатні змінювати їхні фізико-хімічні властивості та є джерелом біогенних елементів у водоймі. Акумулювальна здатність даної водойми становить 89%, що дозволяє депонувати близько 1,29 млн т суспензій різної хімічної природи (мінеральних і органічних) та шляху надходження (автохтонних і алохтонних). Таким чином, лише 0,16 млн т суспензій із 1,45 млн т їх загальної кількості (1,82 млн т у багатоводні роки) надходить у наступне за каскадом дніпровських водосховищ — Канівське. Примітно, що частка алохтонних речовин у формуванні донних відкладів Київського водосховища більш ніж удвічі

перевищує таку автохтонних, що є ознакою стабілізації процесу формування дна. Причому, на органічну складову в алохтонних суспензіях у середньому припадає близько 5%. У наш час донні відклади верхньої ділянки водойми формуються під впливом стічних течій, а на її середній та нижній ділянках основними чинниками їх формування є вітрові течії та пульсації хвилових циркуляцій у придонних шарах води. Втім, у будь-якому випадку всі речовини, що надходять до водного об'єкта трансформуються. Наприклад, такі осадові породи як піски під впливом процесів діагенезу утворюють ділянки промитих й замулених пісків, супіски — піщанистих мулів, суглинки та суглинисті мули — глинистих мулів. Таким чином, площі мулонакопичення у Київському водосховищі розширюються за рахунок перекриття пісків мулами та акумуляції органічних речовин у донних відкладах. Зауважимо, що швидкість мулонакопичення відрізняється у залежності від тієї чи іншої ділянки водосховища. Це зумовлено як фізико-хімічними умовами, які визначають перебіг процесів седиментації, так і соціально-економічними, від яких залежать кількісні та якісні характеристики джерел надходження певних сполук. Сумарна акумуляція різноманітних сполук, у тому числі й мулів, на дні Київського водосховища безпосередньо взаємопов'язана з тривалістю його існування. Однак, є певні особливості формування донних відкладів на кожній з трьох ділянок Київського водосховища [36, 37, 41–45].

У верхній частині Київського водосховища, поблизу гирла річки Прип'ять, впродовж року у формуванні донних відкладів найбільшу роль відіграють тонкодисперсні суспензії різноманітних сполук, що зумовлено різким зменшенням швидкості течії стоку. Вони утворюють шари відкладів піску, з частинками не менше 0,01 мм і низьким (від 0,1 до 3%) вмістом органічної речовини. Найбільші за площею такі ділянки розташовані по протоках і мілинах до глибини 3 м, з часом формуючи острівці та складаючись з дрібно- та середньозернистих фракцій. Власне, на цих ділянках частинок з діаметром 0,1–0,5 мм близько 90%. Втім, у період весняних повеней, внаслідок великих швидкостей стічних течій, кількість грубодисперсних сполук починає зростати, насамперед за рахунок залишків рослин та детриту.

Донні відклади середньої частини Київського водосховища сформовані алохтонними та автохтонними сполуками майже у рівній кількості. Причому перші представлені здебільшого органічними речовинами, а другі як органічними, так і мінеральними. Власне відклади піску у цій частині водойми поширені до глибин 3,5–4,0 м, від яких розпочинаються піщанисті мули. Останні із збільшенням глибин трансформуються у глинисті мули. Так, у затопленому руслі Дніпра та старицях й озерах, що є найглибшими місцями ложа дна, вміст органічних речовин у донних відкладах коливається в межах від 6 до майже 16% [32–37, 41].

У нижній частині Київського водосховища, починаючи від села Ясногородка, найбільша роль у формуванні донних відкладів належить муловим масам. Так, шар мулу збільшується у напрямку до греблі Київської ГЕС та від берега до затопленого русла Дніпра. Саме за цими двома напрямками мулонакопичення характеризується найбільшою інтенсивністю. Відповідно, збільшується ареал глинистих мулів, в яких близько 50% складу представлено легкими седиментами органічної природи [34–36, 42, 43, 45].

Водночас, порівняно з першими роками функціонування водосховища,

автохтонних суспензій надходить все менше. Більшою мірою це зумовлено зниженням інтенсивності процесів переробки острівних та берегових ліній. Останнє досягається у Київському водосховищі за рахунок постійної підтримки нормального підпірного рівня води, що, у свою чергу, приводить до стабілізації берегової обмілини та формування стійких ценозів макрофітів. У підсумку це посилює роль останніх у формуванні ландшафту та можливостей рибогосподарського використання цієї водойми [2, 14, 46].

Особливості ландшафту Київського водосховища зумовлені тим, що зарегулювання стоку річок спричинило зміну формування заплави та рослинних формацій. Це і посилення антропогенного тиску призвело до скорочення частки заплавної луки і зростання — біотопів плавневого типу. Останні формуються на основі гелофітних ценозів і відрізняються високими показниками біотичної продуктивності та різноманітності [47, 48].

Наразі однією з найважливіших для рибного господарства особливостей Київського водосховища є те, що близько 34% водного дзеркала, або ж 312 км², в ньому займають мілководні ділянки. Вони характеризуються глибинами менше 2 м та відіграють важливу роль не лише у якості потенційних нерестовищ, але й як потужний фільтр для води. Ці ділянки зосереджені переважно (на більше ніж 40% від усієї площі) у верхній частині водосховища, адже на противагу його нижній частині, затоплення заплави Дніпра в ній було незначним. Гостро актуальною є проблема їх інтенсивного заростання ценозами водяного горіха (*Trapa natantis* Muller et Gors, 1960) — виду-вселенця, й евтрофільними видами: куширем зануреним (*Ceratophyllum demersum* Soo, 1928); водяним різаком алоеvidним (*Stratiotetum aloides* Pass, 1964), жабурником (*Hydrocharitaceae Stratiotetum aloides* Van Langend, 1935) та ряскою (*Lemno-Utricularitaceae vulgaris* Soo, 1928) [49–53].

Водночас, певною мірою середня та особливо нижня частини водосховища характеризуються значною кількістю піднесених елементів ландшафту, зокрема островами, підтопленими ділянками берегів, затопленими прирусловими ділянками, мілководними підвищеннями — наносами. Усі вони також заростають, однак на них в умовах підвищеної вологості ґрунтів відбувається формування лугових фітоценозів на основі перезволожений біотопів, що згодом трансформуються у лісові фітоценози, на основі наземних біотопів. Сприяє цьому й те, що глибководні ділянки здебільшого середньої та нижньої частини водосховища пов'язані із затопленими руслами річок чи заплавної водойми. Саме в них глибина води у фарватері становить 5–7 м і там простежується інтенсивна течія [50, 54–56].

Загалом, на сьогодні більша частина водосховища перетворена на водно-болотні угіддя складної структури, що мають антропогенне походження, однак формуються під впливом річок Дніпро та Прип'ять. До водних біотопів, значущих для рибогосподарського використання цієї водойми належать усі знижені ділянки рельєфу (протоки, стариці, заплавні водойми тощо). Таким чином, зараз Київське водосховище характеризується широким спектром різноманітних біотопів, що утворилися внаслідок формування нового ландшафту, та більшість з них класифікуються як заплавні комплекси дельтового типу. Слід підкреслити, що в наші дні у Київському водосховищі йде перебіг процесів вторинного формування заплави, що спрямовані на адаптацію структури русла,

заплави та екосистеми басейну в цілому. Вони зумовлені вторинними процесами сукцесій, що тривали останніми кількома десятиріччями, комплексно трансформуючи екосистему [57–60].

Упродовж декількох десятків років в Київському водосховищі відбувалися процеси перерозподілу площ між існуючими біотопами та формування нових біотопів, що спричиняло трансформацію водно-болотних угідь. Частка останніх зросла на 9%, а площа — на понад 70%. Тобто, в ландшафтних комплексах Київського водосховища є вкрай інтенсивними процеси заболочування акваторій й підтоплення наземних ділянок. За період функціонування водосховища площі його гідротопів скоротились на 20%. Так, у середньому щороку близько 180 га заболочується, трансформуючись на наземні екосистеми. Насамперед це пов'язано з глобальним потеплінням із накопиченням донних відкладів, що набагато інтенсивніші, ніж в інших водосховищах, оскільки саме Київське — перше на дніпровському каскаді, а стік річок Дніпро та Прип'ять не зрегульований. Окрім того, в межах гідротопів також відбуваються суттєві зміни, пов'язані з перерозподілом площ. Зокрема, площа ділянок з глибиною понад 2 м і вільних від заростання зменшилась майже на 50%. Одночасно, площа ділянок з глибинами до 2 м і зарослих збільшилась удвічі. Так, щороку у Київському водосховищі за рахунок вищезгаданих аспектів трансформації ландшафту (потепління, обміління, седиментація, заболочення) утворюється близько 380 га ділянок, зарослих макрофітами [51, 52, 59–63].

Прогнози щодо формування ландшафту Київського водосховища, які базуються на даних щодо інших великих рівнинних водосховищ, дають підставу стверджувати, що перебіг процесів вторинного формування заплави триває близько 100 років, після чого розпочинаються традиційні процеси сукцесій, властивих подібним екосистемам. Таким чином, приблизно через 40 років у цій водоймі спостерігатиметься майже повне припинення вищезгаданих процесів, зокрема перебудови ландшафтної структури мілководних ділянок водосховища. Одночасно з цим, площі вільних від заростання ділянок досліджуваного водного об'єкта за своїми показниками максимально наблизяться до тих, що були перед створенням водосховища, становлячи близько 5 тис. га [54, 57, 58, 64–66].

Радіоекологічний стан екосистеми Київського водосховища визначається тим, що після аварії на Чорнобильській АЕС усі відкриті водойми України зазнали радіонуклідного забруднення. Однак найбільше постраждали площі водозбору басейну річки Дніпро та у ньому — Київське водосховище. Воно відіграє величезну роль буферної зони на шляху радіонуклідного забруднення вниз екосистемою Дніпра. І це пояснюється не лише наявним забрудненням радіонуклідами з тривалим періодом напіврозпаду стоків річок Дніпро та Прип'ять, які приймає ця водойма, але й можливим забрудненням стоків річки Прип'ять розташованими на площах її водозбору Рівненською та Хмельницькою АЕС [67–69].

Наразі, у Київському водосховищі, за рахунок специфіки формування донних відкладів із акумульованими в них радіонуклідами, зберігається близько 90 млн т радіоактивного мулу, що не може не відбиватись на стані макрофітів та іхтіофауни цієї водойми. Причому, передумови до зменшення радіоактивного навантаження на досліджувану водойму відсутні, адже з поверхневими стоками із забруднених площ водозбору верхньої частини правобережжя басейну Дніпра до

нього надходять нові порції радіоактивних сполук [45, 49, 70–73].

В наш час основними радіоактивними забрудниками Київського водосховища є ізотопи цезію (^{137}Cs) та стронцію (^{90}Sr), що характеризується найбільшим (понад 30 років) періодом напіврозпаду та небезпекою для екосистем. Остання пояснюється тим, що за своєю хімічною структурою вони подібні до кальцію та калію, й можуть їх витіснити і замінювати у метаболізмі. Від загального забруднення радіонуклідами Київського водосховища на цезій доводиться близько 60% та на стронцій — 21%. Ще 19% — це 13 інших радіоактивних ізотопів, які зустрічаються у досліджуваній водоймі [74–77].

Донні відклади Київського водосховища характеризуються нерівномірним радіоактивним забрудненням, що пояснюється трьома основними причинами. По-перше, північний та північно-західний вітри спричиняють утворення кількох замкнутих циркуляцій водних мас у середній і нижній частинах водосховища; відповідно, інтенсивність радіонуклідного забруднення даних ділянок акваторії відрізняється. По-друге, стронцій та цезій, замінюючи кальцій, беруть участь у процесах утворення карбонатів, відповідно, у лівобережній частині водосховища з переважно піщаним дном їх суттєво менше. Напротивагу, правобережні супіски та суглинки вкриті шаром мулу з високим вмістом радіоактивних карбонатних седиментів. Особливо гострою ця проблема є в акваторії поблизу села Страхолисія. По-третє, суттєвіше радіоактивне забруднення правобережної частини водосховища пов'язане із тим, що сильний стік річки Дніпро витісняє більш слабкі стоки інших річок до правого берега Київського водосховища [78–80].

У середній частині водосховища, наприклад, поблизу Домантівської затоки, швидкість седиментації становить до кількох міліметрів на рік. У цій місцині вміст радіонуклідів у донних відкладах здебільшого експоненційно зменшується від поверхневих шарів (0–2 см) до шару у 5–10 см на глибину. У інших частинах водосховища, де процеси седиментації інтенсивніші, радіоактивне забруднення донних відкладів порівняно рівномірно розподілено у шарі глибиною до 15 см й приховано піщаними наносами (у верхній частині) [69, 71–76].

Під час штормової активності вміст ізотопів радіоактивних елементів у товщі води підвищується внаслідок її насичення твердими частинками з верхнього шару донних осадів. У свою чергу це викликає збільшення викидів цих забрудників до 50% від звичайної кількості у розташоване нижче Канівське водосховище [68, 75–77].

Макрофіти Київського водосховища характеризуються постійним зниженням рівня забруднення цезієм (^{137}Cs) та підвищенням — стронцієм (^{90}Sr). Примітно, що обидва ізотопи утворюються лише під час роботи та вибухів ядерних реакторів. За період, що пройшов з аварії, вміст цезію у вищих водних рослинах знизився набагато суттєвіше, ніж стронцію. Так, вміст стронцію знизився: більш ніж удвічі в айрі звичайному, чи лепесі (*Acorus calamus* Linnaeus, 1753), та куширі зануреному (*Ceratophyllum demersum* Linnaeus, 1753), а також більш ніж у 22 рази — у рогозі вузьколистому (*Typha angustifolia* Linnaeus, 1753) та у 24 рази у рдеснику пронизанolistому (*Potamogeton perfoliatus* Linnaeus, 1753). Вміст цезію знизився більш ніж у 180 разів у айрі звичайному, чи лепесі, 16 разів — у куширі зануреному, 80 разів — у рогозі вузьколистому, 13 разів — у рдеснику

пронизанолистому. Також вміст ізотопів цього елемента знизився у 18 разів в очереті звичайному (*Phragmites communis* Cavanilles і Palop, 1841) та у 8 разів у лепешняку водяному (*Glyceria maxima* Holmb, 1919) [69, 78–82].

Найменший вміст цих ізотопів — у рослинах з плаваючим листям, тоді як найбільший вміст стронцію зафіксовано у занурених, а цезію — у повітряно-водних рослинах. Серед макрофітів найбільш забрудненим радіонуклідами, а саме — стронцієм — є рдесник пронизанолистий та очерет звичайний й інші рослини, що активно осаджують карбонат кальцію на своїй поверхні [75–79].

Іхтіофауна Київського водосховища основне радіоактивне забруднення отримує з донних відкладів. Наразі, внесок водних мас у сумарну дозу опромінення іхтіофауни цієї водойми становить менш ніж 0,1%, інкорпорованих радіонуклідів — менш ніж 10,0%, а 89,9% — це саме частка мулового шару. Відповідно, найбільш забрудненими радіоактивними речовинами є види риб, що ведуть придонний спосіб життя, зокрема карась та лин. Найменш забрудненими радіонуклідами є види риб з пелагічним способом життя, наприклад судак та товстолоби. Окрім способу життя, величезну роль відіграє й те, на якій саме ділянці акваторії найтриваліше мешкала певна конкретна популяція. Особливості способу життя та географічного розподілу зумовлюють відмінності в ступені радіоактивного забруднення, між різними за видом і однаковими за статтю й віком, представниками іхтіофауни Київського водосховища — до 10 разів [68].

Основним дозуютьворючим радіоактивним елементом для представників іхтіофауни Київського водосховища є цезій. Його вміст у донних відкладах на місцях нагулу більшості бентофагів становить 2 тис. Бк/кг природної вологості у верхній частині водойми, 1 тис. Бк/кг природної вологості у середній частині та 1,7 тис. Бк/кг природної вологості у нижній частині. Причому, у глибоководних ділянках усіх частин, де традиційно облаштовують зимувальні ями, його вміст сягає 3,5 тис. Бк/кг природної вологості, а у найбільш забруднених ділянках дна досягає 7 тис. Бк/кг природної вологості. Водночас, вміст ізотопів цезію у водних масах не перевищує 0,1 Бк/дм³, тобто доза опромінення риб від води становить близько 0,3 мкГр/год [69, 72–80].

Зауважимо, що обчислення величини поглиненої дози випромінювання певним видом риб конкретної популяції, за інших рівних умов, здійснюється, виходячи з відстані між поверхнею дна до шару води, в якому вони здійснюють свою життєдіяльність, з урахуванням тривалості знаходження риб у ньому і ступеня радіоактивного забруднення донних відкладів на цій ділянці водосховища [28, 34, 44, 61, 69].

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Серед абіотичних особливостей Київського водосховища, якими воно відрізняється від інших дніпровського каскаду та які мають визначальне значення для його експлуатації у якості рибогосподарської водойми, необхідно виокремити наступні: гідрологічний режим, колірність й хімічний склад води, кисневий режим, вміст важких металів, особливості формування донних відкладів та ландшафту. Окрім того, вирішальну роль у можливості його рибогосподарської експлуатації відіграє радіоекологічна ситуація у даній водоймі. Насамперед, вона важлива щодо стану донних відкладів, макрофітів та іхтіофауни, як трьох

компонентів екосистеми, найбільш вагомих для ведення промислового рибальства.

У підсумку, вищезгадані особливості Київського водосховища відіграють вирішальну роль у формуванні біотичних особливостей даної водойми. Наразі, в ній відбуваються процеси вторинних сукцесій, притаманних для рівнинних водосховищ на тлі адаптації до постійного антропогенного тиску. Можливо стверджувати, що за суворого екологічного нагляду та цілеспрямованого формування іхтіофауни Київське водосховище характеризується величезним потенціалом як рибогосподарський водний об'єкт та здатне відігравати велику роль у підтриманні продовольчої безпеки України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вуглинский В. С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. Ленинград : Гидрометеиздат, 1991. 223 с.
2. Тімченко В. М., Линник П. М., Холодько О. П. Абіотичні компоненти екосистеми Київського водосховища. Київ : Логос, 2013. 60 с.
3. Цееб Я. Я., Майстренко Ю. Г.. Киевское водохранилище: Гидрохимия, биология, продуктивность. Киев : Наукова думка, 1972. 460 с.
4. Ящик А. В., Хорєва В. М. Водне господарство України. Київ : Генеза, 2000. 456 с.
5. Стецюк З. О., Мельник А. П., Михайленко Н. Г. Екологічний стан Київського водосховища за гідрохімічними показниками після водопілля 2010 р. // Рибогосподарська наука України. 2011. № 4. С. 15—19.
6. Скрипник А. В., Голячук О. С. Рациональне природокористування та каскад Дніпровських водосховищ // Проблеми економіки. 2014. № 4. С. 153—160.
7. Попов В. П., Маринич А. М., Ланько А. И. Физико-географическое районирование Украинской ССР. Киев : КГУ, 1968. 683 с.
8. Обухов Е. В., Корецкий Е. П. Исследование влияния водности года на интенсивность внешнего водообмена днепровских водохранилищ // Географический вестник. 2016. № 3(38). С. 62—71.
9. Ободовський О. Г. Руслові процеси. Київ : КДУ ім. Т. Г. Шевченка, 1998. 132 с.
10. Обухов Е. В. Внешний водообмен водохранилищ Днепровского каскада // Чистый город. Чистая река. Чистая планета : 6-й Междун. экол. Форум : матер. Херсон : ХТПП, 2015. С. 140—146.
11. Обухов Е. В. Сравнительные показатели внешнего водообмена на водохранилищах Днепровского каскада // Географический вестник. 2016. № 2(37). С. 61—69.
12. Новиков Б. И., Гладкая Е. Г. Гидродинамическая эрозия островов в Киевском и Кременчугском водохранилищах // Метеорология и гидрология. 1982. № 4. С. 85—89.
13. Михайленко Л. Е., Лапшин Ю. С., Ващенко В. Н. К вопросу о состоянии плотины Киевской ГЭС // Екологічні науки. 2013. № 2. С. 42—50.
14. Маринич А. М., Пашенко В. М., Шищенко П. Г. Природа Украинской ССР Ландшафты и физико-географическое районирование. Киев: Наукова думка, 1985. 224 с.

15. Линник П. М., Журавлева Л. А., Самойленко В. Н. Влияние режима эксплуатации на качество воды днепровских водохранилищ и устьевой области Днепра // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, № 1. С. 86—98.
16. Китаев А. Б. Особенности оценки внешнего водообмена в водохранилищах // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т. 1. Пермь, 2013. С. 203—209.
17. Караушев А. В. Внешний водообмен и формирование качества воды в озерах и водохранилищах // Труды ГТИ. 1978. Вып. 249. С. 48—63.
18. Денисова А. И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ и методы его прогнозирования. Киев : Наукова думка, 1979. 292 с.
19. Вишневский В. І. Ріка Дніпро. Київ : Інтерпрес ЛТД, 2011. 384 с.
20. Линник П. Н., Васильчук Т. А., Болелая Н. В. Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ // Гидробиологический журнал. 1995. Т. 31, № 2. С. 74—81.
21. Нахшина Е. П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра. Київ : Наукова думка, 1983. 160 с.
22. Попов А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. Санкт-Петербург : СПбГУ, 2004. 248 с.
23. Строганов Н. С., Бузинова Н. С. Гидрохимия. Москва : МГУ, 1969. 170 с.
24. Осадчий В. І., Осадча Н. М., Мостова Н. М. Вплив урбанізованих територій на хімічний склад поверхневих вод басейну Дніпра // Наукові праці УкрНДГМІ. 2002. Вип. 250. С. 242—261.
25. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. 270 с.
26. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України, 2006. 15 с. (Стандарт Мінагрополітики України).
27. Грубінко В. В. Адаптивні реакції риб до дії аміаку водного середовища : автореф. дис. на здобуття ступеня докт. біол. наук. Київ, 1995. 44 с.
28. Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. Санкт-Петербург : Наука, 2000. 147 с.
29. Васильчук Г. А., Осипенко В. П., Евтух Т. В. Особенности миграции и распределения основных групп органических веществ в воде Киевского водохранилища в зависимости от кислородного режима // Гидробиологический журнал. 2010. Т. 46, № 6. С. 105—115.
30. Белова М. А. Скорость разложения макрофитов в природных условиях. Ленинград, 1986. 10 с.
31. Окснюк О. П., Тимченко В. М., Якушин В. М., Кислородный баланс Киевского водохранилища в зимний период // Гидробиологический журнал. 2001. Т. 37, № 3. С. 10—22.
32. Плазій Є. Д. Вплив донних відкладів на кисневий режим водосховища в зимовий період // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2001. Т. 2. С. 493—497.
33. Холодько О. П. Донные отложения Киевского водохранилища. формирование, состояние и свойства // Гидробиологический журнал. 2014. Т. 50, № 6. С. 76—94.
34. Холодько О. П. Динаміка автохтонної речовини у Київському водосховищі // Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы

- решений : II Междунар. науч. конф., Херсон, 26-29 авг. 2008 г. : тезисы докл. Херсон, 2008. С. 488—492.
35. Холодько О. П. Сучасні зміни комплексу донних відкладів Київського водосховища // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. Т. 4(25). С. 99—105.
36. Широков В. М. Влияние процесса абразии берегов на заиление крупных водохранилищ // Тр. совещ. по изучению берегов водохранилищ и вопросам дренажа в условиях Сибири. 1969. Вып. 1. С. 267—282.
37. Новиков Б. И. Донные отложения Днепровских водохранилищ. Київ : Наукова думка, 1985. 172 с.
38. Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. Москва : Мир, 1987. 312 с.
39. Комаровский Ф. Я., Полищук Л. Р. Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде: миграция, накопление, токсичность для гидробионтов // Гидробиологический журнал. 1981. Т. 17, № 5. С. 123—135.
40. Карпова Г. О., Мальцев В. И., Лопарев С. О. Природа Придніпровського Полісся. Київ : Інститут екології НЕЦУ, 2006. 198 с.
41. Драчев С. М. Химический состав донных отложений и затопленных почв // Труды Института биологии внутренних вод. 1971. Вып. 20(23). С. 3—7.
42. Дрозд Н. И. Заиление водохранилищ // Каскад днепровских водохранилищ. Ленинград : Гидрометеиздат, 1976. С. 247—249.
43. Денисова А. И., Нахшина Е. П., Новиков Б. Н. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. Киев : Наукова думка, 1987. 164 с.
44. Гузієнко І. А. Осадча Н. М. Оцінка основних джерел надходження важких металів в донні відклади водосховищ // Геополітика і екогеодинаміка регіонів. 2014. № 1. С. 484—489.
45. Белоконь В. Н., Нахшина Е. П. Формы нахождения тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра. III. Кобальт, медь, цинк // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, Вып. 1. С. 99—106.
46. Вишневський В. І., Шевчук С. А. Використання даних дистанційного зондування Землі у дослідженнях дніпровських водосховищ // Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті проблем довкілля та соціальних викликів : III З'їзд Гідроекологічного товариства України, присвячений 110-річчю заснування Дніпровської біологічної станції : збірник матер. Київ, 2019. С. 242—244.
47. Дідух Я. П. Зелена книга України. Київ : Альтернрес, 2009. 448 с.
48. Зуб Л. Н., Томченко О. В. Оценка трансформации водно-болотных угодий с использованием космической информации дистанционного зондирования Земли (на примере Киевского водохранилища) // Гидробиологический журнал. 2015. Т. 51, № 6. С. 29—40.
49. Иванова И. Ю., Паньков И. В., Широкая З. О. Высшая водная растительность Киевского и Каховского водохранилищ после аварии на ЧАЭС // Гидробиологический журнал. 1997. Т. 33, № 1. С. 97—112.
50. Карпова Г. О., Мальцев В. И., Лопарев С. О. Природа Придніпровського Полісся. Київ : Інститут екології НЕЦУ, 2006. 198 с.
51. Клоков В. М., Карпова Г. А., Мальцев В. И. Особенности становления растительного покрова крупного равнинного водохранилища с большой долей мелководий (на примере Киевского водохранилища) // Влияние

- водохранилищ на водно-земельные ресурсы : Всес. научн. совещ. : тезисы докл. Пермь, 1987. С. 98—100.
52. Корелякова Н. Л. Растительный покров мелководной зоны Киевского водохранилища. Киев : Наукова думка, 1972. 162 с.
53. Прокудин Ю. Н. Определитель высших растений Украины. Киев : Наукова думка, 1987. 548 с.
54. Корелякова И. Л. Высшая водная растительность Днепра и днепровских водохранилищ // Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ. 1989. С. 5—48.
55. Мальцев В. И., Зуб Л. М. Формування мілководних ландшафтів дніпровських водосховищ — результат динаміки їхнього заростання // Забезпечення сталого функціонування та дотримання природно-екологічної рівноваги дніпровських водосховищ : регіон. тренінг : матер. Київ : Оріяни, 2004. С. 58—65.
56. Мальцев В. И., Зуб Л. М., Карпова Г. А. Ландшафтно-ценотическая классификация мелководий днепровских водохранилищ // Гидробиотаника 2005 : VI Всерос. шк.-конф. по водным макрофитам : матер. Рыбинск : Рыбинский Дом печати, 2006. С. 253—256.
57. Мальцев В. И. Динамика зарастания Киевского, Каневского и Каховского водохранилищ полупогруженными макрофитами // Гидробиотаника 2010 : I (VII) Междунар. конф. по водным макрофитам, Борок, 9-13 окт. 2010 г. : матер. Ярославль : Принт Хаус, 2010. С. 205—207.
58. Новиков Б. И., Тимченко В. М., Сипченко П. В. Седиментационные процессы в каскадах равнинных водохранилищ Украины // Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах. Ленинград : Наука, 1984. С. 18—26.
59. Прядко О. І. Ценотичне та флористичне різноманіття РЛП «Міжрічинський» (Чернігівська обл.) // Вісн. Запорізького держ. ун-ту. 2004. № 1. С. 190—195.
60. Стародубцев В. М., Богданец В. А., Яценко С. В. Формування дельтових ландшафтів у верхніх водосховищах Дніпровського каскаду // Наукові доповіді НУБІП. 2010. № 5.
61. Стародубцев В. М., Урбан Б. В., Струк В. С., Кравчук О.О. Динаміка формування гідроморфних ландшафтів у Тетерівській затоці Київського водосховища // Наукові доповіді НУБІП. 2012. № 2.
62. Стародубцев В. М., Богданец В. А. Динамика гидроморфных ландшафтов в верховьях Днепровских водохранилищ // Водные ресурсы. 2012. Т. 39, № 2. С. 165—168.
63. Томченко О. В. Аналіз динаміки заростання макрофітами верхів'я Київського водосховища на основі ГІС/ДЗЗ-технологій // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. 2013. Т. 26 (65), № 1. С. 156—164.
64. Цапліна К. М. Продукційні характеристики вищих водяних рослин Київського водосховища на сучасному етапі функціонування його екосистеми // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету. 2010. № 2. С. 524—527.
65. Цаплина Е. Н., Холодько О. П., Линчук М. И. Зарастание устьевых участков рек, впадающих в Киевское водохранилище // Гидробиологический журнал. 2014. Т. 50, № 4. С. 19—33.

66. Цуканова Г. О. Созологічна характеристика рослинного світу островів Дніпра та прилеглої частини заплави в межах м. Києва // Український ботанічний журнал. 2003. Т. 60, № 4. С. 397—403.
67. Торшин С. П., Удельнова Т. М., Ягодин Б. А. Микроэлементы, экология и здоровье человека // Успехи современной биологии. 1990. Т. 109, вып. 2. С. 279—292.
68. Кузьменко М. І., Романенко В. Д., Деревець В. В. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіонтів зони відчуження. Київ : Чорнобильінтерінформ, 2001. 318 с.
69. Войцехович О. В. Радиогеоэкология водных объектов зоны влияния аварии на ЧАЭС. Киев : Чернобыльинтеринформ, 1997. 308 с.
70. Волкова Е. Н., Беляев В. В., Гончаренко Н. И. Формирование дозовых нагрузок на рыб Киевского водохранилища // Гидробиологический журнал. 2010. Т. 46, № 6. С. 75—82.
71. Клоков В. М., Смирнова Н. Н., Козина С. Я. Фитоценозы высших водных растений Киевского водохранилища в условиях интенсивного загрязнения радионуклидами // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, № 2. С. 46—53.
72. Клоков В. М., Широкая З. О., Паньков И. В. Накопление радионуклидов высшими водными растениями и структура их зарослей в Припятском отроге Киевского водохранилища // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, № 5. С. 61—72.
73. Линник П. Н., Набиванец Б. Й. Формы миграции металлов в пресных. Ленинград : Гидрометиздат, 1986. 263 с.
74. Кошелев Б. В., Решетников Ю. С. Изменчивость рыб пресноводных экосистем. Москва : Наука, 1979. 218 с.
75. Новиков Б. И. Аккумуляция радиоактивных церия и цезия в верхней части Киевского водохранилища (1986—1990 гг.) // Проблемы Чернобыльской зоны відчуження. 1996. Вип. 4. С. 22—25.
76. Широка З. О., Кленус В. Г., Гудков Д. І. Деякі аспекти радіонуклідного забруднення ^{90}Sr і ^{137}Cs водних рослин верхньої частини правобережжя Київського водосховища // Рибогосподарська наука України. 2009. № 1. С. 25—31.
77. Широка З. О., Кленус В. Г., Гудков Д. І. Содержание радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в высших водных растениях Киевского водохранилища // Гидробиологический журнал. 2009. Т. 45, № 6. С. 82—91.
78. Паньков И. В., Волкова Е. Н., Широкая З. О. Радиоэкологические исследования в зоне литорали Киевского водохранилища до и после аварии на Чернобыльской АЭС // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, № 3. С. 100—109.
79. Паньков И. В., Волкова Е. Н., Широкая З. О. Радиоэкологические исследования фитоценозов Киевского водохранилища // Гидробиологический журнал 1997. Т. 33, № 2. С. 76—88.
80. Широка З. О. Накопичення радіонуклідів вищими водними рослинами дніпровських водоймищ : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. Київ, 1995. 25 с.
81. Прокудин Ю. Н. Определитель высших растений Украины. Киев : Наукова, думка, 1987. 548 с.
82. Барановський Б. А. Растительность руслового равнинного водохранилища. Днепр : ДНУ, 2000. 172 с.

REFERENCES

1. Vuglinskiy, V. S. (1991). *Vodnye resursy i vodnyy balans krupnykh vodokhranilishch SSSR*. Leningrad: Gidrometeoizdat.
2. Timchenko, V. M., Lynnyk, P. M., & Kholodko, O. P. (2013). *Abiotychni komponenty ekosystemy Kyivskoho vodoskhovyscha*. Kyiv: Lohos.
3. Tseeb, Ya. Ya., & Maystrenko, Yu. G. (1972). *Kievskoe vodokhranilishche: Gidrokimiya, biologiya, produktivnost'*. Kiev: Naukova dumka.
4. Yatsyk, A. V., Khorieva, V. M. (2000). *Vodne hospodarstvo Ukrainy*. Kyiv : Geneza.
5. Stetsiuk, Z. O., Melnyk, A. P., & Mykhailenko, N. H. (2011). Ekolohichniy stan Kyivskoho vodoskhovyscha za hidrokhimichnymi pokaznykamy pislia vodopillia 2010 r. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4, 15-19.
6. Skrypyuk, A. V., & Holiachuk, O. S. (2014). Ratsionalne pryrodokorystuvannia ta kaskad Dniprovskykh vodoskhovysch. *Problemy ekonomiky*, 4, 153-160.
7. Popov, V. P., Marinich, A. M., & Lan'ko A. I. (1968). *Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Ukrainskoy SSR*. Kiev: KGU.
8. Obukhov, E. V., & Koretskiy, E. P. (2016). Issledovanie vliyaniya vodnosti goda na intensivnost' vneshnego vodoobmena dneprovskikh vodokhranilishch. *Geograficheskyy vestnik*, 3(38), 62-71.
9. Obodovskyi, O. H. (1998). *Ruslovi protsesy*. Kyiv: KDU im. T. H. Shevchenka.
10. Obukhov, E. V. (2015). Vneshniy vodoobmen vodokhranilishch Dneprovskogo kaskada. *Chistyy gorod. Chistaya reka. Chistaya planeta: 6 Mezhdunar. forum: mater*. Kherson: KhTPP, 140-146.
11. Obukhov, E. V. (2016). Sravnitel'nye pokazateli vneshnego vodoobmena na vodokhranilishchakh Dneprovskogo kaskada. *Geograficheskyy vestnik*, 2(37), 61-69.
12. Novikov, B. I., & Gladkaya, E. G. (1982). Gidrodinamicheskaya eroziya ostrovov v Kievskom i Kremenchugskom vodokhranilishchakh. *Meteorologiya i gidrologiya*, 4, 85-89.
13. Mikhaylenko, L. E., Lapshin, Yu. S., & Vashchenko, V. N. (2013). K voprosu o sostoyanii plotiny Kievskoy GES. *Ekologichni nauki*, 2, 42-50.
14. Marynych, A. M., Pashchenko, V. M., & Shyshchenko, P. H. (1985). *Pryroda Ukraynskoi SSR Landshafty y fizyko-geohrafycheskoe raionirovaniye*. Kiev: Naukova dumka.
15. Linnik, P. M., Zhuravleva, L. A., & Samoylenko, V. N. (1993). Vliyanie rezhima ekspluatatsii na kachestvo vody dneprovskikh vodokhranilishch i ust'evoy oblasti Dnepra. *Gidrobiologicheskyy zhurnal*, 29, 86-98.
16. Kitaev, A. B. (2013). Osobennosti otsenki vneshnego vodoobmena v vodokhranilishchakh. *Sovremennyye problemy vodokhranilishch i ikh vodosborov*, 1, 203-209.
17. Karashev, A. V. (1978). Vneshniy vodoobmen i formirovanie kachestva vody v ozerakh i vodokhranilishchakh. *Trudy GGI*, 249, 48-63.
18. Denisova, A. I. (1979). *Formirovanie gidrokhimicheskogo rezhima vodokhranilishch i metody ego prognoozirovaniya*. Kiev: Naukova dumka.
19. Vyshnevskiy, V. I. (2011). *Rika Dnipro*. Kyiv: Interpres LTD.
20. Linnik, P. N., Vasil'chuk, T. A., & Bolelaya, N. V. (1995). Gumusovyye veshchestva v vode dneprovskikh vodokhranilishch. *Gidrobiologicheskyy zhurnal*, 31, 74-81.

21. Nakhshina, E. P. (1983). *Mikroelementy v vodokhranilishchakh Dnepra*. Kyiv: Naukova dumka.
22. Popov, A. I. (2004). *Guminovye veshchestva: svoystva, stroenie, obrazovanie*. Sankt-Peterburg: SPbGU.
23. Stroganov, N. S., & Buzinova, N. S. (1969). *Gidrokimiya*. Moskva: MGU.
24. Osadchyi, V. I., Osadcha, N. M., & Mostova, N. M. (2002). Vplyv urbanizovanykh terytorii na khimichnyi sklad poverkhnevyykh vod baseinu Dnipra. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*, 250, 242-261.
25. Alekin, O. A. (1973). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi*. Leningrad: Gidrometeoizdat.
26. Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy. (2006). *SOU-05.01.-37-385:2006. Standart minahropolityky Ukrainy*. Kyiv: Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy.
27. Hrubinko, V. V. (1995). *Adaptyvni reaktsii ryb do diyi amiaku vodnogo seredovyscha. Extended abstract of doctor's thesis*. Kyiv.
28. Alimov, A. F. (2000). *Elementy teorii funktsionirovaniya vodnykh ekosistem*. Sankt-Peterburg: Nauka.
29. Vasil'chuk, G. A., Osipenko, V. P., & Evtyx, T. V. (2010). Osobennosti migratsii i raspredeleniya osnovnykh grupp organicheskikh veshchestv v vode Kievskogo vodokhranilishcha v zavisimosti ot kislorodnogo rezhima. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, 46, 105-115.
30. Belova, M. A. (1986). *Skorost' razlozheniya makrofitov v prirodnykh usloviyakh*. Leningrad: Nauka.
31. Oksiyuk, O. P., Timchenko, V. M., & Yakushin, V. M. (2001). Kislorodnyy balans Kievskogo vodokhranilishcha v zimniy period. *Gidrobiologicheskii zhurnal* 37, 10-22.
32. Plaziy, Ye. D. (2001). Vplyv donnykh vidkladiv na kysnevyy rezhym vodoskhovyshcha v zymovyy period. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolojiia*, 2, 493-497.
33. Kholod'ko, O. P. (2014). Donnye otlozheniya Kievskogo vodokhranilishcha. formirovanie, sostoyanie i svoystva. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, 6, 76-94.
34. Kholodko, O. P. (2008). Dynamika avtokhtonnoi rechovyny u Kyivskomu vodoskhovyshchi. *Sovremennye problemy hydrobyologii. Perspektivy, puti i metody reshenyi: II Mezhdunar. nauch. konf., Kherson, 26-29 avh.: tezisy dokl. Kherson, 2008*. 488-492.
35. Kholodko, O. P. (2011). Suchasni zminy kompleksu donnykh vidkladiv Kyivskoho vodoskhovyshcha. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolojiia*, 4(25). 99-105.
36. Shirokov, V. M. (1969). Vliyanie protsessa abrazii beregov na zailenie krupnykh vodokhranilishch. *Tr. soveshch. po izucheniyu beregov vodokhranilishch i voprosam drenazha v usloviyakh Sibiri*, 1, 267-282.
37. Novikov, B. I. (1985). *Donnye otlozheniya Dneprovskikh vodokhranilishch*. Kyiv: Naukova dumka.
38. Mur, Dzh. V., & Ramamurti, S. (1987). *Tyazhelye metally v prirodnykh vodakh. Kontrol' i otsenka vliyaniya*. Moskva: Mir.
39. Komarovskiy, F. Ya., & Polishchuk, L. R. (1981). Rtut' i drugie tyazhelye metally v vodnoy srede: migratsiya, nakoplenie, toksichnost' dlya gidrobiontov. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, 17, 123-135.
40. Karpova, H. O., Maltsev, V. I., & Loparev, S. O. (2006). *Pryroda Prydniprovskoho Polissia*. Kyiv: Instytut ekolohii NETsU.

41. Drachev, S. M. (1971). Khimicheskiy sostav donnykh otlozheniy i zatopenikh pochv. *Trudy Instituta biologii vnutrennikh vod*, 20(23), 3-7.
42. Drozd, N. I. (1976). Zailenie vodokhranilishch. *Kaskad dneprovskikh vodokhranilishch*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 247-249.
43. Denisova, A. I., Nakhshina, E. P., & Novikov B. N. (1987). *Donnye otlozheniya vodokhranilishch i ikh vliyanie na kachestvo vody*. Kiev: Naukova dumka.
44. Huziienko, I. A., & Osadcha, N. M. (2014). Otsinka osnovnykh dzherel nadkhodzhennia vazhkykh metaliv v donni vidklady vodoskhovyshch. *Heopolytyka y ekoheodynamyka rehionov*, 1. 484-489.
45. Belokon', V. N., & Nakhshina, E. P. (1993). Formy nakhozhdeniya tyazhelykh metallov v donnykh otlozheniyakh vodokhranilishch Dnepra. III. Kobal't, med', tsink. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 29, 99-106.
46. Vyshnevskiy, V. I., & Shevchuk, S. A. (2019). Vykorystannia danykh dystantsiinoho zonduvannia Zemli u doslidzhenniakh dniprovykh vodoskhovyshch. *Perspektyvy hidroekolohichnykh doslidzen v konteksti problem dovkillia ta sotsialnykh vyklykiv*: III z'ezd Hidroekolohichnoho tovarystva Ukrainy, prysviachenyi 110-richchiu zasnuvannia Dniprovskoi biolohichnoi stantsii: zbirnyk materialiv. Kyiv, 242-244.
47. Didukh, Ya. P. (2009). *Zelena knyha Ukrainy*. Kyiv: Alternre.
48. Zub, L. N., & Tomchenko, O. V. (2015). Otsenka transformatsii vodno-bolotnykh ugodiy s ispol'zovaniem kosmicheskoy informatsii distantsionnogo zondirovaniya Zemli (na primere Kievskogo vodokhranilishcha). *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 51, 29-40.
49. Ivanova, I. Yu., Pan'kov, I. V., & Shirokaya, Z. O. (1997). Vysshaya vodnaya rastitel'nost' Kievskogo i Kakhovskogo vodokhranilishch posle avarii na ChAES. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 33, 97-112.
50. Karpova, H. O., Maltsev, V. I., & Loparev, S. O. (2006). *Pryroda Prydniprovskoho Polissia*. Kyiv: Instytut ekolohii NETsU.
51. Klovov, V. M., Karpova, G. A., & Mal'tsev, V. I. (1987). Osobennosti stanovleniya rastitel'nogo pokrova krupnogo ravninnogo vodokhranilishcha s bol'shoy doley melkovodiy (na primere Kievskogo vodokhranilishcha). *Vliyanie vodokhranilishch na vodno-zemel'nye resursy*: Vses. nauchn. soveshch.: tezisy dokl. Perm', 98-100.
52. Korelyakova, N. L. (1972). *Rastitel'nyy pokrov melkovodnoy zony Kievskogo vodokhranilishcha*. Kiev: Naukova dumka.
53. Prokudin, Yu. N. (1987). *Opredelitel' vysshikh rasteniy Ukrainy*. Kiev: Naukova dumka.
54. Korelyakova, I. L. (1989). Vysshaya vodnaya rastitel'nost' Dnepra i dneprovskikh vodokhranilishch. *Rastitel'nost' i bakterial'noe naselenie Dnepra i ego vodokhranilishch*, 5-48.
55. Maltsev, V. I., & Zub, L. M. (2004). Formuvannia milkovodnykh landshaftiv dniprovskykh vodoskhovyshch — rezultat dynamiky yikhnoho zarostannia. *Zabezpechennia staloho funktsionuvannia ta dotrymannia pryrodno-ekolohichnoi rivnovahy dniprovykh vodoskhovyshch: materialy do rehionalnogo treninhu*. Kyiv: Oriiany, 58-65.
56. Mal'tsev, V. I., Zub, L. M., & Karpova, G. A. (2006). Landshaftno-tsenoticheskaya klassifikatsiya melkovodiy dneprovskikh vodokhranilishch. *Gidrobotanika 2005: VI Vseros. shk.-konf. po vodnym makrofitam: materialy*. Rybinsk: Rybinskiy Dom pechati, 253-256.

57. Mal'tsev, V. I. (2010). Dinamika zarastaniya Kievskogo, Kanevskogo i Kakhovskogo vodokhranilishch polupogruzhennymi makrofitami. *Gidrobotanika 2010: I (VII) Mezhdunar. konf. po vodnym makrofitam*, Borok, 9-13 okt.: materialy. Yaroslavl': Print Khaus, 205-207.
58. Novikov, B. I., Timchenko, V. M., & Sipchenko, P. V. (1984). Sedimentatsionnye protsessy v kaskadakh ravninnykh vodokhranilishch Ukrainy. *Vzaimodeystvie mezhdu vodoy i sedimentami v ozerakh i vodokhranilishchakh*. Leningrad: Nauka. 18-26.
59. Priadko, O. I. (2004). Tsenotychne ta florystychne riznomanittia RLP «Mizhrichynskiy» (Chernihivsvka obl.). *Visnyk Zaporizvskoho derzh. un-tu., I*, 190-195.
60. Starodubtsev, V. M., Bohdanets, V. A., & Yatsenko, S. V. (2010). Formuvannia deltovykh landshaftiv u verkhnikh vodoskhovyshchakh Dniprovskoho kaskadu. *Naukovi dopovidi NUBIP*, 5.
61. Starodubtsev, V. M., Urban, B. V., Struk, V. S., & Kravchuk, O. O. (2012). Dynamika formuvannia hidromorfnnykh landshaftiv u Teterivskiy zatotsi Kyivskoho vodoskhovyshcha. *Naukovi dopovidi NUBIP*, 2.
62. Starodubtsev, V. M., & Bogdanets, V. A. (2012). Dinamika gidromorfnnykh landshaftov v verkhov'yakh Dneprovskikh vodokhranilishch. *Vodnye resursy*, 39, 165-168.
63. Tomchenko, O. V. (2013). Analiz dynamiky zarostannia makrofitamy verkhivia Kyivskoho vodoskhovyshcha na osnovi HIS/DZZ-tekhnologii. *Uchenye zapysky Tavrycheskoho natsyonalnoho unyversyteta ymeny V. Y. Vernadskoho*, 26(65), 156-164.
64. Tsaplina, K. M. (2010). Produktsiini kharakterystyky vyshchykh vodnykh roslin Kyivskoho vodoskhovyshcha na suchasnomu etapi funktsionuvannia yoho ekosystemy. *Naukovi zapysky Ternopilskoho pedahohichnoho universytetutu*, 2, 524-527.
65. Tsaplina, E. N., Kholod'ko, O. P., & Linchuk, M. I. (2014). Zarastanie ust'evykh uchastkov rek, vpadayushchikh v Kievskoe vodokhranilishche. *Gidrobiologicheskyy zhurnal*, 4, 19-33.
66. Tsukanova, H. O. (2003). Sozologichna kharakterystyka roslynnoho svitu ostroviv Dnipra ta prylehloi chastyny zaplavy v mezhakh m. Kyieva. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 60, 397-403.
67. Torshin, S. P., Udel'nova, T. M., & Yagodin, B. A. (1990). Mikroelementy, ekologiya i zdorov'e cheloveka. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 109, 279-292.
68. Kuzmenko, M. I., Romanenko, V. D., & Derevets, V. V. (2001). *Vplyv radionuklidnoho zabrudnennia na hidrobionty zony vidchuzhennia*. Kyiv: Chornobylinterinform.
69. Voytsekhovich, O. V. (1997). *Radiogeoeкологиya vodnykh ob'ektov zony vliyaniya avarii na ChAES*. Kiev: Chernobyl'interinform.
70. Volkova, E. H., Belyaev, V. V., & Goncharenko, N. I. (2010). Formirovanie dozovykh nagruzok na ryb Kievskogo vodokhranilishcha. *Gidrobiologicheskyy zhurnal*, 46, 75-82.
71. Klokov, V. M., Smirnova, N. N., & Kozina, S. Ya. (1993). Fitotsenozy vysshikh vodnykh rasteniy Kievskogo vodokhranilishcha v usloviyakh intensivnogo zagryazneniya radionuklidami. *Gidrobiologicheskyy zhurnal*, 29, 46-53.
72. Klokov, V. M., Shirokaya, Z. O., & Pan'kov, I. V. (1993). Nakoplenie radionuklidov vysshimi vodnymi rasteniyami i struktura ikh zarosley v

- Pripyatskom otroge Kievskogo vodokhranilishcha. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 29, 61-72.
73. Linnik, P. N., & Nabivanets, B. Y. (1986). *Formy migratsii metallov v presnykh*. Leningrad: Gidrometizdat.
74. Koshelev, B. V., & Reshetnikov, Yu. S. (1979). *Izmenchivost' ryb presnovodnykh ekosistem*. Moskva: Nauka.
75. Novikov, B. I. (1996). Akkumulyatsiya radioaktivnykh tseriya i tseziya v verkhney chasti Kievskogo vodokhranilishcha (1986–1990 gg.). *Problemy chornobil's'koi zony vidchuzhennya*, 4, 22-25.
76. Shyroka, Z. O., Klenus, V. H., & Hudkov, D. I. (2009). Deiaki aspekty radionuklidnoho zabrudnennia ^{90}Sr i ^{137}Cs vodnykh roslyn verkhnoi chastyny pravoberezhzhia Kyivskoho vodoshkovyshcha. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 25-31.
77. Shiroka, Z. O., Klenus, V. G., & Gudkov, D. I. (2009). Soderzhanie radionuklidov ^{90}Sr i ^{137}Cs v vysshikh vodnykh rasteniyakh Kievskogo vodokhranilishcha. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 45, 82-91.
78. Pan'kov, I. V., Volkova, E. N., & Shirokaya, Z. O. (1997). Radioekologicheskie issledovaniya fitotsenozov Kievskogo vodokhranilishcha. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 33, 76-88.
79. Pan'kov, I. V., Volkova, E. N., & Shirokaya Z. O. (1993). Radioekologicheskie issledovaniya v zone litorali Kievskogo vodokhranilishcha do i posle avarii na Chernobyl'skoy AES. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 29, 100-109.
80. Shyroka, Z. O. (1995). Nakopychennia radionuklidiv vyshchymy vodnymy roslynamy dniprovykh vodoimyshch. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv.
81. Prokudin, Yu. N. (1987). *Opredelitel' vysshikh rasteniy Ukrainy*. Kiev: Naukova dumka.
82. Baranovs'kiy, B. A. (2000). *Rastitel'nost' ruslovogo ravinnogo vodokhranilishcha*. Dnepr: DNU.

ДОСВІД ОТРИМАННЯ ЗРІЛОЇ ІКРИ СИБІРСЬКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERII* (BRANDT, 1869)) У НЕТРАДИЦІЙНІ РИБНИЦЬКІ СТРОКИ

С. М. Пашко, pashkoserg@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

М. М. Пашко, marina-fish@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

О. М. Третяк, info@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

О. М. Колос, kolos-en@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Дослідити особливості отримання овульованої ікри сибірського осетра в заводських умовах у нетрадиційний (зимовий) період та визначити основні рибницькі показники використаних в експериментах плідників.

Методика. Матеріалом для досліджень були самки сибірського осетра у віці 10+ масою тіла 6,20-8,24 кг, виведені в умовах плавучих садків у водоймі з природним температурним режимом лісостепової зони України. Експерименти виконували за регульованого режиму температури води у третій декаді січня з використанням натуральних гонадотропних препаратів для стимулювання дозрівання статевих продуктів риб. У процесі підготовки плідників до проведення рибницьких робіт застосовували установки рециркуляційного водопостачання. Визначення рибницьких показників та дослідження фізико-хімічних чинників водного середовища здійснювали за загальноприйнятими методиками. Результати експериментів оцінювали статистично за допомогою стандартних програм.

Результати. За температури води 14–15°C, в залежності від дозувань гонадотропної речовини (2,5–4,5 мг/кг маси риб) зареєстровано різну ефективність дозрівання гонад в експериментальних групах плідників. Після застосування дозувань гонадотропного препарату 3,5 та 4,5 мг/кг дозріло понад 85% самок. У варіанті з мінімальною дозою гонадотропної речовини 2,5 мг/кг позитивно відреагувало на гормональну стимуляцію 57% самок. Середня маса статевих продуктів, отриманих в окремих групах плідників, становила 819,5–1079,0 г. Середні показники робочої плодючості та відносної робочої плодючості у дослідних групах самок сибірського осетра змінювались відповідно в межах 47,95–52,64 тис. ікринок та 6,93–7,17 тис. ікринок/кг маси риб. Тривалість дозрівання риб після другого (вирішального) введення гормонального препарату до моменту виникнення процесу овуляції яйцеклітин переважно змінювалась у межах 15-20 годин.

Наукова новизна. Досліджено особливості отримання зрілих статевих продуктів від самок сибірського осетра із застосуванням нових для аквакультури України методів заводського відтворення осетрових риб у нетрадиційний зимовий період.

Практична значимість. Результати досліджень можуть використовуватись для розвитку сучасних методів аквакультури осетрових риб в умовах господарств індустріального типу.

Ключові слова: плідники сибірського осетра, індустріальне рибництво, нетрадиційні технології, ікра, овуляція, рибницькі показники.

AN EXPERIENCE OF OBTAINING MATURE EGGS OF THE SIBERIAN STURGEON (*ACIPENSER BAERII* (BRANDT, 1869)) IN NON-TRADITIONAL PERIOD

S. Pashko, pashkoserg@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

M. Pashko, marina-fish@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

O. Tretiak, info@if.org.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv,

O. Kolos, kolos-en@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To investigate the peculiarities of obtaining ovulated eggs of the Siberian sturgeon in hatchery conditions in non-traditional (winter) period and determine major features of brood fish used for the experiments.

Methodology. The material for the study were age-10+ Siberian sturgeon females with body weights of 6.20–8.24 kg grown in conditions of floating cages in a water body with natural temperature regime of the forest-steppe zone of Ukraine. The experiments were conducted with a regulated water temperature regime in the third decade of January with the use of natural gonadotropic drugs for the stimulation of egg maturation in fish. Brood fish were prepared for the experiment in the recirculating aquaculture system. Measurement of fisheries parameters and study of physicochemical factors of the aquatic medium were performed according to generally accepted methods. Experiment results were assessed statistically using standard software.

Findings. With water temperature of 14–15°C, depending on the dosage of the gonadotropic drug, different efficiencies of gonad maturation in experimental groups of fish were detected. More than 85% of females matured after dosing of gonadotropic drugs 3.5 and 4.5 mg / kg. In the version with a minimum dose of gonadotropic substance 2.5 mg / kg responded positively to hormonal stimulation 57% of females. The average weight of eggs obtained in some groups of brood fish was 819.5–1079.0 g. Average working fecundity and relative working fecundity in experimental groups of the Siberian sturgeon females varied within 47.95–52.64 thousand eggs and 6.93–7.17 thousand eggs/kg of fish body weight, respectively. The duration of maturation after the second (resolving) administration of the gonadotropic drug until the moment of the occurrence of the ovulation process varied mainly within 15–20 hours.

Originality. The peculiarities of obtaining mature eggs of the Siberian sturgeon with the use of methods of industrial reproduction of sturgeons, which are new for the aquaculture of Ukraine, were studied.

Practical value. The study results are of interest for the development of modern methods of sturgeon aquaculture in conditions of fish farms of industrial type.

Key words: brood Siberian sturgeon, industrial aquaculture, non-traditional technologies, eggs, ovulation, fisheries parameters.

ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ ЗРЕЛОЙ ИКРЫ СИБИРСКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERII* (BRANDT, 1869)) В НЕТРАДИЦИОННЫЕ РЫБОВОДНЫЕ СРОКИ

С. М. Пашко, pashkoserg@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

М. М. Пашко, marina-fish@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

А. М. Третьяк, info@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Е. Н. Колос, kolos-en@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Исследовать особенности получения овулированной икры сибирского осетра в заводских условиях в нетрадиционный (зимний) периоды и определить основные рыболовные показатели использованных в экспериментах производителей.

Методика. Материалом для исследования послужили самки сибирского осетра в возрасте 10+ с массой тела 6,20–8,24 кг, выращенные в условиях хозяйства индустриального

типа в водоеме с естественным температурным режимом лесостепной зоны Украины. Эксперименты выполняли при регулируемом режиме температуры воды в третьей декаде января с использованием натуральных гонадотропных препаратов для стимуляции созревания половых продуктов рыб. В процессе подготовки производителей к проведению рыбоводных работ применяли установки рециркуляционного водоснабжения. Определение рыбоводных показателей и исследование физико-химических факторов водной среды осуществляли по общепринятым методикам. Результаты экспериментов оценивались статистически с использованием стандартных программ.

Результаты. При температуре воды 14–15°C, в зависимости от дозировок гонадотропного вещества (2,5–4,5 мг/кг массы рыб), зарегистрирована различная эффективность созревания гонад в экспериментальных группах производителей. После применения дозировок гонадотропного препарата 3,5 и 4,5 мг/кг созрело с выше 85% самок. В варианте с минимальной дозой гонадотропного вещества 2,5 мг/кг положительно отреагировало на гормональную стимуляцию 57% самок. Средняя масса половых продуктов, полученных в отдельных группах производителей, составляла 819,5–1079,0 г. Средние показатели рабочей плодовитости и относительной рабочей плодовитости в экспериментальных группах самок сибирского осетра изменялись соответственно в пределах 47,95–52,64 тыс. икринок и 6,93–7,17 тыс. икринок/кг массы рыб. Продолжительность созревания рыб после второго (разрешающего) введения гормонального препарата до момента возникновения процесса овуляции яйцеклеток преимущественно изменялась в пределах 15–20 часов.

Научная новизна. Исследованы особенности получения зрелых половых продуктов от самок сибирского осетра с применением новых для аквакультуры Украины методов заводского воспроизводства осетровых рыб в нетрадиционный зимний период.

Практическая значимость. Результаты исследований могут использоваться для развития современных методов аквакультуры осетровых рыб в условиях хозяйств индустриального типа.

Ключевые слова: производители сибирского осетра, индустриальное рыбоводство, нетрадиционные технологии, икра, овуляция, рыбоводные показатели.

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LATEST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

Due to the decrease in the number of sturgeon populations at their natural habitats, the main condition for the fish market saturation with a variety of sturgeon products should be the dynamic development of modern sturgeon-culture technologies [1–3].

In the list of perspective technological schemes of sturgeon aquaculture the greatest economic attractiveness is characterized by the caviar-commodity direction of exploitation of breeders herds formed in the conditions of the enterprises with a high level of fish farming intensification [4–6].

Among the members of the family *Acipenseridae* Siberian sturgeon has significant prospects for the development of caviar-commodity sturgeon culture. After all, it is characterized by a significant spread in intensive aquaculture farms and enjoys the constant attention of researchers due to its high resistance to various stressors in the process of artificial reproduction and cultivation in different technological schemes of industrial sturgeon farming [7–9]. At the same time, methods of using Siberian sturgeon breeders to obtain ovulated roe in non-traditional fish farming periods have not yet been sufficiently covered in the special literature and are new to aquaculture in Ukraine. This

in the first instance substantiates the relevance and novelty of the research.

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

The bulk of the published materials on experimental researches conducted in Ukraine is devoted to works with breeding groups of sturgeon fish based at specialized sturgeon fish farms and in the conditions of separate factory breeders of full-system pond aquaculture farms. Selection of mature caviar from brood stock at these enterprises was carried out in the traditional for certain species of sturgeon breeding seasons in order to further grow viable young fish. However, in Ukraine still insufficiently analysed are the methods of operation with sturgeon breeding herds in controlled production of ovulated roe in different seasons of the year for the needs of the caviar-commodity development of sturgeon aquaculture. This primarily applies to sturgeon farms of the industrial type with the maintenance of repair and breeding groups of sturgeon fish in floating gardens, installed in reservoirs with natural temperature. In the past, the main species of sturgeon in experiments on such technological schemes of industrial aquaculture in Ukraine were sterlets [10, 11]. At the same time, the organization of food caviar production which uses other sturgeon aquaculture species, in particular Siberian sturgeon, can create a number of economic benefits, primarily in the quality of raw caviar [3, 8, 9].

In light of this, the aim of the research pursued was to determine the main fishpond indicators in experimental works on obtaining ovulated Siberian sturgeon caviar in non-traditional spawning periods using broodstock grown in floating gardens at natural water temperature of the Forest-Steppe of Ukraine.

MATERIALS AND METHODS

The collection of experimental materials was carried out during 2020-2021 on the basis of the fishery enterprise of industrial type LLC-SRP "Sturgeon", located in the Kiev region in the forest-steppe physical-geographical zone.

Mature 11-year-old Siberian sturgeon broods were used for the first time in studies to obtain mature sexual products.

Breeding and winter keeping of different age groups of Siberian sturgeon during the whole period of uterine herd formation was carried out in floating gardens at natural temperature on an artificial reservoir (in a flowing canal) with water supply from Kaniv Reservoir of the Dnipro Cascade. For this purpose, we used mesh cages with an area of 24 m² (4x6 m) with different mesh sizes in the case (depending on the fish size). The walls of the cages were deepened into the water by 2.5–3.0 m, which provided a useful volume of cage chambers on average up to 60–65 m³. The cages were placed on fixed pontoons. The cage line was installed above the depths of 5–9 m at a constant water exchange with a flow velocity of 0.05–0.20 m/sec. Fish farming, depending on age and body weight, was carried out with different planting densities, which mainly varied within 7–15 kg/m² of garden area. Throughout the growing period, Siberian sturgeon breeding groups were fed with specialized feeds of well-known Western European fish feed producers.

Work on artificial production of mature sexual products from sturgeon females was

performed in breeder equipped with recirculating water supply system with thermoregulation of the aquatic environment.

Obtention of Siberian sturgeon ovulated eggs was carried out in a non-traditional time for the reproduction of sturgeon fish (the third decade of January) with the use of intramuscular injections to broods with a suspension of dehydrated pituitary carp. Three total doses of gonadotropic substance were tested: 2.5; 3.5 and 4.5 mg / kg of fish weight used for hormonal stimulation, respectively, in the 1st, 2nd and 3rd experimental groups of sturgeon females, 7 individuals each. Two-times pituitary injections were given every 12 hours with the introduction of preliminary and decisive doses of the drug in a ratio of 1:9. Lifetime selection of mature sexual products was carried out by squeezing the eggs after trimming the oviducts of fish by the method of Podushka S. B. [12]. To determine the fertility of fish, the number of eggs per 1 g of caviar was calculated from samples of 3–5 g weight.

After the sturgeon broods were moved from the cage to the hatchery pools in the first half of January, a regulated increase in water temperature to the predicted “spawning” values (about 14°C) was used in the process of preparing the fish for ovulation. During the preparatory holding in pools of ICA type, the planting density of sturgeon females was up to 10–12 kg/m² at a constant water flow of up to 15 l/min.

In order to improve the control of individuals in the breeding herd, electronic tagging of fish was used, with identification of data using a scanner for microchips made in Germany (Planet ID). Ultrasound examination of fish using a portable ultrasonographic device made in China (Mindray DP-10 with a linear sensor 5-10 MHz) was used to determine the sex and stages of maturity of the gonads of Siberian sturgeon in vivo.

Experimental groups of broodstock to perform work on ovulating eggs were formed on a random basis from the total number of pre-selected sexually mature fish within one age group (10+).

Determination of fishpond parameters of experimental groups of sturgeon and physicochemical parameters of the aquatic environment was carried out using generally accepted methods in fish farming and hydrochemistry [13,14].

The obtained experimental results were evaluated statistically using standard programs [15].

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Analyzing the results of hydrochemical studies of the reservoir in the area of the “Sturgeon” farm and comparing them with the existing regulatory requirements for sturgeon farming, it can be noted that the fluctuations of the detected values of chemical composition of water did not differ significantly from the normative values (Table 1).

The studied water was characterized by average level of mineralization with the sum of ions of 313.2–475.0 mg/dm³ and according to the classification of O. O. Alyokin belonged to the hydrocarbonate class of the calcium group. The concentration of hydrocarbons in water ranged from 183.1 to 280.7 mg/dm³ with a calcium ion content of 46.1 to 62.1 mg/dm³. The total water hardness was in the range of 4-5 mg-

eq/dm³. The values of the hydrogen index (pH) of water varied between 7.3 and 8.3 at the maximum values in the summer months. A certain exceedance of the normative values for the concentration of ammonium nitrogen with maximum values up to 1.49 mg N/dm³ was registered. An increase of ammonium nitrogen in water was observed, in particular, in early spring during the period of intense snowmelt. However, this excess of normative values was short-lived. The concentration of nitrite nitrogen did not exceed 0.09 mg N/dm³, nitrate nitrogen - 1.37 mg N/dm³, which corresponds to existing standards. Mineral phosphorus and total iron were found in the amount approaching the normative, respectively, not more than 0.79 mg P/dm³ and up to 0.97 mg Fe/dm³. The permanganate oxidation of water was from 7.6 to 15.3 mg O/dm³, which indicates the absence of excessive contamination of the reservoir with easily soluble organic matter. In general, the studied water in the given chemical composition can be considered typical for reservoirs of the region and suitable for reproduction and cultivation of sturgeon fish, which is confirmed by the results of fishery activities at the base enterprise LLC-SRP «Sturgeon».

Table 1. The results of hydrochemical research

No	Indicators and units of measurement	The value of the indicator (limits of fluctuations)	Regulatory values for sturgeon farms
1	pH	7,3–8,3	7,0–8,0
2	Free ammonia, NH ₃ , mg N/dm ³	0,004–0,06	until 0,05
3	Permanganate oxidation, mg/dm ³	7,6–15,3	until 15,0
4	Ammonium nitrogen, NH ₄ ⁺ , mg N/dm ³	0,35–1,49	until 0,5
5	Nitrites, NO ₂ ⁻ , mg N/dm ³	0,06–0,09	until 0,1
6	Nitrates, NO ₃ ⁻ , mg N/dm ³	0,11–1,37	until 2,0
7	Mineral phosphorus, PO ₄ ³⁻ , mg P/dm ³	0,21–0,79	until 0,5
8	Total ferum, Fe ⁺²⁺³ , mg Fe/dm ³	0,18–0,97	until 1,0
9	Total hardness, mg-eq/dm ³	4,0–5,0	5,0–7,0
10	Mineralization, mg/dm ³	313,2–475,0	until 2000,0

During 2020, which preceded the period of experimental work, the water temperature in the reservoir near the floating garden systems with Siberian sturgeon broods varied within 0.8–26.1°C. In summer, the average monthly values of water temperature in the studied areas of the reservoir were 20.6–23.9°C. Temperature maxima up to 25–26°C were recorded in certain periods of summer heat in the surface horizons of the water column.

Within the analysed period, in the area where tanks with the uterine material of Siberian sturgeon were placed, the content of dissolved oxygen in the water varied in the range of 4.7–10.5 mg O₂/dm³. During experiments on obtaining mature sexual products of fish, the concentration of oxygen in the water entering the pools with Siberian sturgeon broods was 6.5–8.4 mg O₂/dm³. That is, in all analysed cases, the oxygen regime of the aquatic environment of the experimental base mainly corresponded to favourable values for the life of sturgeon fish.

At the time of winter keeping of Siberian sturgeon brood stock in garden conditions, the water temperature dropped beyond 5°C in the second half of November, followed by its decrease during December to 1°C. At the beginning of the work on the preparation of sturgeon broods to obtain mature sexual products (first half of January), the water temperature in the gardens with the uterine material of sturgeon fish was within 1–2°C. After the sturgeon females were moved to the pools of the hatchery equipped with modern thermoregulatory means, a regulated (long-term) increase in the water temperature in the pools to 14°C was used to prepare the fish for the process of artificial ovulation.

The total dose of pituitary drug for Siberian sturgeon broods with two injections in different variants of the experiments ranged from 2.5 to 4.5 mg/kg of fish weight. Experimental doses of gonadotropic hormone were selected on the recommendations of the sturgeon sector of the Institute of Fisheries of NAAS, taking into account the experience of artificial reproduction of Siberian sturgeon in the usual spawning period. Preliminary injections were made at 14°C water. The injection of a decisive dose of gonadotropic substance in 12 hours after the first injection was made with water temperature rise by 1.0–1.5°C during the ripening period of the fish. The duration of offspring maturation after the decisive injection before ovulation of oocytes was 15–20 hours. With the above mentioned temperature, the entire period of maturation of sturgeon broods from the moment of previous injections to the beginning of the ovulation process varied in the range of 400–480 degrees-hours.

The individual weight of 11-year-old Siberian sturgeon females used in fish farming varied between 6.20 and 8.24 kg and averaged 7.09 kg. In the group of offspring №1 stimulated with a total dose of gonadotropic drug 2.5 mg/kg per pituitary stimulation, 57% of individuals responded positively, which can be considered an unsatisfactory result. Significantly higher efficiency of gonadal maturation was registered in fish of experimental groups №2 and №3 (85.7%) after the use of doses of gonadotropic substance 3.5 and 4.5 mg/kg. Fluctuations in the mass of selected sexual products in different sturgeon were in the range of 677–1552 g. Indicators of working fertility of fish varied from 40.36 to 71.39 thousand roe. The relative working fertility of brood stock ranged from 5.63 to 8.66 thousand roe / kg of fish weight (Table 2).

Analysing the data presented in table 2, it should be noted that, despite significant advantages in the efficiency of maturation of brood stock after administration of gonadotropic substances with doses of 3.5 and 4.5 mg/kg, other reproductive characteristics in all groups of fish were registered close to average indicators. Some advantages in terms of average weight of sexual products, gonadosomatic index and labour fertility in offspring with the lowest dose of gonadotropic hormone can be explained by the presence in this group of the largest female with a body weight of 8.24 kg, which responded well to pituitary all fish by weight of selected sexual products – 1552. At the same time, in the group of brood stock with the highest dose of gonadotropic drug, three smaller female sturgeons with a body weight of 6.46–6.88 kg were used, which were characterized by relatively low weight of selected caviar in the range of 677–736 g, which mainly affected on the reduction of the average gonadosomatic index and fertility in this group of fish.

Considering the conditions of sturgeon broods preparation for lifelong production

of mature sexual products in the non-traditional for the reproduction of sturgeon fish winter period, we should first highlight the process of adaptation of breeding stock to spawning water temperature. For this purpose, long-term "pre-spawning" keeping of brood stock should take place in the pools of the factory breeder with high efficiency of the thermoregulation system, which allows to provide the required temperature of the aquatic environment. At the same time, due to the relatively low intensity of metabolism in mature sturgeon, which are not fed during the incubation period in the pools of the hatchery, the consumption of oxygen in recirculation water is sufficiently compensated by aeration, and cleaning the environment from fish filter system.

Table 2. The results of obtaining ovulated roe from the offspring of Siberian sturgeon

Indicator	Weight of fish, kg	Mass of obtained sexual products, g *	Gonadosomatic index, % *	Working fertility, thousand roe*	Relative fertility, thousand eggs / kg of fish weight
Group of breeders № 1 (total dose of gonadotropic drug 2.5 mg/kg)					
M+m (n=4**)	7,41±0,31	1079,00±158,96	14,44±1,56	52,64±6,47	7,06±0,63
max	8,24	1552	18,83	71,39	8,66
min	6,82	866	11,50	42,43	5,63
Cv, %	8,50	29,47	21,66	24,58	17,74
Group of breeders № 2 (total dose of gonadotropic drug 3.5 mg/kg)					
M+m (n=6**)	7,06±0,24	900,67±75,56	12,73±0,87	50,58±3,12	7,17±0,37
max	7,76	1198	15,87	62,30	8,25
min	6,37	686	10,26	41,16	5,95
Cv, %	8,31	20,55	16,81	15,09	12,62
Group of breeders № 3 (total dose of gonadotropic drug 4.5 mg/kg)					
M+m (n=6**)	6,90±0,12	819,50±67,97	11,83±0,78	47,95±3,29	6,93±0,36
max	7,34	1110	15,12	62,16	8,47
min	6,46	677	9,84	40,36	6,10
Cv, %	4,36	20,32	16,17	16,83	12,66

Notes. * Indicator values were determined after partial removal of ovarian fluid from the resulting roe.

** Out of 7 sturgeon females, 4 fish responded to hormonal stimulation with a gonadotropic drug dose of 2.5 mg/kg. At other doses of gonadotropic drug from 7 broodstock in groups, 6 fish in each group responded to hormonal stimulation.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

Estimation of reproductive indicators of Siberian sturgeon females in experiments on artificial production of mature sexual products in non-traditional winter terms generally indicates sufficient efficiency of fish farming. As a result of direct influence of ecological and physiological factors' complex, first of all regulated temperature mode in the conditions of recirculated water supply, in various experimental groups of sturgeon breeders with average weight of 6,90–7,41 kg indicators of working fertility

averaged 47,95–52,64 thousand roe at average values of relative working fertility 6,93–7,17 thousand roe/kg of fish weight. Higher maturation efficiency of Siberian sturgeon females (over 85%) was registered in experimental variants using dehydrated gonadotropic substances of dehydrated carp pituitary glands to stimulate maturation of eggs with total doses of 3.5 and 4.5 mg/kg of fish weight by double injections with distribution of previous and crucial dosages of gonadotropic drug in a ratio of 1:9.

The obtained results confirmed the prospects of the tested technological solutions in industrial fish farming, which are not widespread for the aquaculture of Ukraine, and which can be used for the effective development of the caviar-commodity direction of sturgeon farming.

For the further development of research in this area, it's worth to determine the effectiveness of other gonadotropic substances to stimulate the maturation of Siberian sturgeon gonads in non-traditional fish seasons, in particular to reduce the cost of purchasing appropriate hormonal drugs.

As to challenging targets for the scientific support of this problem, worthy of separate attention is the issue of comprehensive genetic monitoring of sturgeon breeding herds in order to improve the state of breeding resources of domestic sturgeon. To start with, this applies to representatives of a number of sturgeons imported to Ukraine from other centres of sturgeon aquaculture, one of which is the Siberian sturgeon.

BIBLIOGRAPHY

1. Шерман І. М., Корнієнко В. О., Шевченко В. Ю. Актуальність та передумови domestикації представників родини осетрових в умовах півдня України // Таврійський науковий вісник. 2006. Вип. 44. С. 145—154.
2. Кончиц В. В. Первоочередные задачи развития осетроводства в Республике Беларусь // Рыбогосподарська наука України. 2008. № 3. С. 68—72.
3. Стан запасів осетрових риб та розвиток осетрової аквакультури в Україні / Третяк О. М. та ін. // Рыбогосподарська наука України. 2010. № 4. С. 4—22.
4. Начало официального производства пищевой икры осетровых рыб, выращенных в рыбоводных хозяйствах / Подушка С. Б. и др. // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2005. № 9. С. 5—11.
5. Икорное направление товарного осетроводства / Лунеев Д. Е. и др. // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : IV Междунар. науч.-практ. конф. : матер. Астрахань, 2006. С. 88—90.
6. Подушка С. Б., Армянинов И. В. Опыт формирования и эксплуатации икорно-товарного стада стерляди в Кармановском рыбхозе // Осетровое хозяйство. 2008. № 1. С. 2—5.
7. Выращивание сибирского осетра при астатичном температурном режиме в бассейнах / Власов В. А. и др. // Рациональное использование пресноводных экосистем — перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК». Междунар. науч.-практ. конф. : матер. Москва : ВНИИР, 2007. С. 133—140.

8. Подушка С. Б., Чебанов М. С. Икорно-товарное осетроводство в Китае // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2007. № 13. С. 5—15.
9. Козлов В. И., Козлов А. В. Осетроводство. Москва : МГУТУ, 2011. 336 с.
10. Пашко М. М., Третяк О. М. Економічна ефективність штучного отримання овульованої ікри стерляді *Acipenser ruthenus* (Linnaeus) з комбінованим використанням індустріальних технологій // Рибогосподарська наука України. 2018. № 4. С. 68—78.
11. Пашко М. М., Третяк О. М., Колос О. М. До питання вирощування плідників стерляді (*Acipenser ruthenus* Linnaeus) у плавучих садках за природної температури води Лісостепу України // Рибогосподарська наука України. 2019. № 1. С. 48—59.
12. Подушка С. Б. Прижизненное получение икры у осетровых рыб / Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоеме Урала и Западной Сибири : Всеросс. конф., Тюмень, 17-18 сент. 1996 г. : тез. докл. Тюмень. 1996. С. 17—18.
13. Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград. : Гидрометеиздат, 1973. 270 с.
14. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми : СОУ – 05,01.37-385 : 2006. Офіц. вид. Київ : Міністерство аграрної політики України. 2006. 7 с.
15. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос. 1970. 256 с.

REFERENCES

1. Sherman, I. M., Korniienko, V. O., Shevchenko, V. Yu. (2006). Aktualnist ta peredumovy domestykatsii predstavnykiv rodyny osetrovykh v umovakh pivdnia Ukrainy. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 44, 145-154.
2. Konchits, V. V. (2008). Pervoocherednye zadachi razvitiya osetrovodstva v Respublike Belarus'. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 3, 68-72.
3. Tretiak, O. M., et al. (2010). Stan zapasiv osetrovykh ryb ta rozvytok osetrovoi akvakultury v Ukraini. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4, 4-22.
4. Podushka, S. B., et al. (2005). Nachalo ofitsial'nogo proizvodstva pishchevoy ikry osetrovikh ryb, vyrashchennykh v rybovodnykh khozyaystvakh. *Nauchno-tekhnicheskii byuleten' laboratorii ikhtiologii INENKO*, 9, 5-11.
5. Lunev, D. E., et al. (2006). Ikornoe napravlenie tovarnogo osetrovodstva. *Akvakul'tura osetrovykh ryb: dostizheniya i perspektivy razvitiya: IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: mater. Astrakhan'*, 88-90.
6. Podushka, S. B., & Armanyanov, I. V. (2008). Opyt formirovaniya i ekspluatatsii ikorno-tovarnogo stada sterlyadi v Karmanovskom rybkhoze. *Osetrovoe khazyaystvo*, 1, 2-5.
7. Vlasov, V. A., et al. (2007). Vyrashchivanie sibirskogo osetra pri astatichnom temperaturnom rezhime v basseynakh. *Ratsional'noe ispol'zovanie presnovodnykh ekosistem – perspektivnoe napravlenie realizatsii natsional'nogo proekta «Razvitie APK»: Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: mater. Moskva: VNIIR*, 133-140.

8. Podushka, S. B., & Chebanov, M. S. (2007). Ikorno-tovarnoe osetrovodstvo v Kitae. *Nauchno-tekhnicheskiiy byuleten' laboratorii ikhtiologii INENKO*, 13, 5-15.
9. Kozlov, V. I., & Kozlov, A. V. (2011). Osetrovodstvo. Moskva: MGUTU.
10. Pashko, M. M., & Tretiak, O. M. (2018). Ekonomichna efektyvnist shtuchnoho otrymannia ovulovanoi ikry sterliadi *Acipenser ruthenus* (Linnaeus) z kombinovanyim vykorystanniam industrialnykh tekhnolohii. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4, 68-78.
11. Pashko, M. M., Tretiak, O. M., & Kolos, O. M. (2019). Do pytannia vyroshchuvannia plidnykiv sterliadi (*Acipenser ruthenus* Linnaeus) u plavuchykh sadkakh za pryrodnoi temperatury vody Lisostepu Ukrainy. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 48-59.
12. Podushka, S. B. (1996). Prizhiznennoe poluchenie ikry u osetrovyykh ryb. *Biologicheskie resursy i problemy razvitiya akvakul'tury na vodoeme Urala i Zapadnoy Sibiri: Vseross.konf., Tyumen', 17-18 sent. 1996 g.: tez.dokl. Tyumen'*, 17-18.
13. Alekin, O. A., Semenov, A. D., & Skopintsev, B. A. (1973). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi*. Leningrad: Gidrometeoizdat..
14. Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy. (2006). *SOU – 05.01.37-385:2006*. Kyiv: Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy.
15. Plokhinskiy, N. A. (1970). *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov*. Moskva: Kolos.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ МІЖРОДОВИХ ГІБРИДІВ ЛОСОСЕВИХ (*SALMONIDAE* (JAROSKI OR SCHINZ, 1822)) РИБ З МЕТОЮ ДОСЯГНЕННЯ ЕФЕКТУ ГЕТЕРОЗИСУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РИБОПРОДУКТИВНОСТІ

А. І. Мрук, amruk@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

А. І. Кучерук, anna-kycheryk@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Л. Л. Галоян, ecofishua2017@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Н. Г. Михайленко, mng70@i.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Дослідити можливість отримання високопродуктивних міжродових гібридів лососевих риб між райдужною фореллю та американською палією; струмковою фореллю і американською палією; райдужною фореллю та струмковою фореллю, а також розробка методичних підходів та визначення оптимальних варіантів гібридних схрещень.

Методика. Роботи виконувалися згідно з комплексною технологією відтворення лососевих риб в рибницьких господарствах України. Дослідження проводили в індустріальному господарстві «Ішхан».

Результати. З метою отримання міжродових гібридів були використані 6 варіантів гібридних схрещень з плідниками 3 видів лососевих риб, які належали до 3 родин (*Salmo*, *Oncorhynchus*, *Salvelinus*). У дослідженні були використані 4-річні самиці райдужної форелі, середня маса тіла яких становила 3296,8 г, за довжини за Смітом 62,6 см, з середньою робочою плодючістю 7420 ікринок; самиці райдужної форелі — 3-річного віку, з середньою масою тіла 1613 г та його середньою довжиною 49,8 см; самиці струмкової форелі — 3-річного віку, середньою масою тіла 453,8 г та середньою робочою плодючістю 1540 ікринок; та самиці масою 458,7 г; плідники американської палії: маса 3-річних самиць становила 809,7 г, за довжини 38,9 см та робочою плодючістю 1732 ікр., а середня маса 4-річних самців складала 1212,8 г, за середньої довжини тіла 46,0 см.

Було використано 12 варіантів запліднення: 6 варіантів за природної температури води в господарстві та 6 варіантів за дії температурного шоку.

У природних умовах створення міжродових гібридів практично неможливе, за виключенням варіантів між струмковою фореллю та американською палією, що пояснюється подібністю їх біології. Однак ефективність даного схрещення є низькою та для виробників економічно недоцільною. За проведення температурного шоку під час запліднення найбільш ефективними виявились гібриди, де особинами жіночої статі були самиці райдужної форелі, а чоловічої — самці американської палії та самці струмкової форелі. Середня наважка цьоголіток міжродових гібридів становила, у залежності від виду риб, від 8 до 54 г. Найвищі результати було отримано за створення гібридів, де були використані плідники:

♂ американської палії × ♀ райдужної форелі;

♂ струмкової форелі × ♀ райдужної форелі.

У даних варіантах схрещення виживання цьоголіток за термін вирощування становило 94,8 та 92,8% відповідно. Зокрема, вищезначені гібриди за період вирощування не зазнали інфекційних захворювань.

© А. І. Мрук, А. І. Кучерук, Л. Л. Галоян, Н. Г. Михайленко, 2021

Наукова новизна. Отримані нові дані щодо розробки методів отримання життєстійкого потомства новостворених гібридів та визначено оптимальні варіанти схрещення між самицями та самцями вказаних видів лососевих.

Практична значимість. Реалізація результатів здійснюється шляхом їх використання за штучного вирощування лососевих риб у спеціалізованих господарствах, що дозволить отримувати якісну продукцію та зниження її собівартості.

Ключові слова: райдужна форель, струмкова форель, американська паля, інкубація, вільні ембріони, личинки, мальки, цьоголітки.

STUDY AND DEVELOPMENT OF METHODS FOR OBTAINING INTERGENERIC HYBRIDS OF SALMONIDS (SALMONIDAE (JAROCKI OR SCHINZ, 1822)) FOR ACHIEVING THE EFFECT OF HETEROSIS AND INCREASING THEIR PRODUCTIVITY

A. Mruk, amruk@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS of Ukraine, Kyiv

A. Kucheruk, anna-kycheryk@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS of Ukraine, Kyiv

L. Galoyan, ecofishua2017@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS of Ukraine, Kyiv

N. Mykhailenko, mng70@i.ua, Institute of Fisheries NAAS of Ukraine, Kyiv

Purpose. To study the possibility of obtaining highly productive intergeneric salmonid hybrids between rainbow trout and brook trout; brown trout and brook trout; rainbow trout and brown trout, as well as to develop methodological approaches and determine of optimal variants of hybrid crosses.

Findings. In order to obtain intergeneric hybrids, we used six variants of hybrid crosses with brood fish of three salmonids belonging to three families (*Salmo*, *Oncorhynchus*, *Salvelinus*). The study used age-4 female rainbow trout with average body weight of 3296.8 g, Fork length was 62.6 cm, and the average working fecundity was 7420 eggs. Age-3 rainbow trout males had an average body weight of 1613 g and an average body length of 49.8 cm; age-3 brown trout females had an average body weight of 453.8 g and average working fecundity of 1540 eggs, and males had an average weight of 458.7 g; age-3 brook trout females had an average weight of 809.7 g and a length of 38.9 cm with working fecundity of 1732 eggs, and age-4 males had an average weight of 1212.8 g and an average body length of 46.0 cm.

Twelve variants of fertilization were used: six variants at normal water temperature and six variants after a temperature shock.

Under natural conditions, the creation of intergeneric hybrids is almost impossible, except for variants between brown trout and brook trout, which is due to the similarity of their biology. However, the efficiency of this cross is low and economically impractical for fish farmers. When applying the temperature shock during fertilization, hybrids proved to be the most effective, where females were rainbow trout, and males were brook trout and brown trout. The average weight of young-of-the-year intergeneric hybrids was, depending on the species of fish, from 8 to 54 g. The highest results were obtained for the creation of hybrids where following broodstock was used:

♂ brook trout X ♀ brown trout;

♂ brown trout X ♀ rainbow trout.

In these variants of crossbreeding, the survival rate of young-of-the-year during the period of cultivation was 94.8 and 92.8%, respectively. In particular, the above hybrids did not suffer from infectious diseases during the growing period.

Originality. New data on the development of methods for obtaining viable offspring of newly created hybrids were obtained, and the optimal variants of crossing between females and males of these salmonids were determined.

Practical value. The results can be used for artificial breeding of salmonids in specialized farms that will allow obtaining high quality products and reducing their costs.

Key words: rainbow trout, brown trout, brook trout, incubation, free embryos, larvae, fry, young-of-the-year.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЖРОДОВЫХ ГИБРИДОВ ЛОСОСЕВЫХ (*SALMONIDAE* (JAROSKI OR SCHINZ, 1822)) РЫБ С ЦЕЛЬЮ ДОСТИЖЕНИЯ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА И ПОВЫШЕНИЯ ИХ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

А. И. Мрук, amruk@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

А. И. Кучерук, anna-kycheryk@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Л. Л. Галоян, ecofishua2017@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Н. Г. Михайленко, mng70@i.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Исследовать возможность получения высокопродуктивных межродовых гибридов лососевых рыб между радужной форелью и американской палией; ручьевой форелью и американской палией; радужной форелью и ручьевой форелью, а также разработка методических подходов и определение оптимальных вариантов гибридных скрещиваний.

Методика. Работы выполнялись согласно комплексной технологии воспроизводства лососевых рыб в рыбоводных хозяйствах Украины. Исследования проводили в индустриальном хозяйстве «Ишхан».

Результаты. С целью получения межродовых гибридов были использованы 6 вариантов гибридных скрещиваний с производителями 3 видов лососевых рыб, принадлежащих к 3 семействам (*Salmo*, *Oncorhynchus*, *Salvelinus*). В опытах были использованы 4-летние самки радужной форели, средняя масса тела которых составляла 3296,8 г, при длине 62,6 см, и средней рабочей плодовитости 7420 икринок; самцы радужной форели 3-летнего возраста со средней массой тела 1613 г и средней длиной тела 49,8 см; самки ручьевой форели — 3-летнего возраста, средней массой тела 453,8 г и средней рабочей плодовитостью 1540 икр., и самцы массой 458,7 г; производители американской палии: масса 3-летних самок составляла 809,7 г, при длине 38,9 см и рабочей плодовитости 1732 икр., масса 4-летних самцов — 1212,8 г, при средней длине тела 46,0 см.

Было использовано 12 вариантов оплодотворения: 6 вариантов при естественной температуре воды и 6 вариантов при воздействии температурного шока.

В естественных условиях получение межродовых гибридов практически невозможно, за исключением вариантов между ручьевой форелью и американской палией, что объясняется сходством их биологии. Однако эффективность данного скрещивания низкая и для промышленного производства экономически нецелесообразна. При воздействии температурного шока во время оплодотворения наиболее эффективными оказались гибриды, где особями женского пола были самки радужной форели, а мужскими — самцы американской палии и самцы ручьевой форели. Средняя навеска сеголеток межродовых гибридов составляла, в зависимости от вида рыб, от 8 до 54 г. Лучшие результаты были получены при создании гибридов с использованием производителей:

♂ американской палии × ♀ радужной форели;

♂ ручьевой форели × ♀ радужной форели.

В данных вариантах скрещиваний выживание сеголеток в течение выращивания составило 94,8 и 92,8% соответственно. В частности, вышеуказанные гибриды за период выращивания не подвергались инфекционным заболеваниям.

Научная новизна. Получены новые данные по разработке методов получения жизнестойкого потомства новых гибридов, и определены оптимальные варианты скрещиваний между производителями указанных видов лососевых рыб.

Практическая значимость. Реализация результатов осуществляется путем их использования при искусственном выращивании лососевых рыб в специализированных хозяйствах, и позволит получать качественную продукцию при уменьшении ее себестоимости.

Ключевые слова: радужная форель, ручьевая форель, американская палия, инкубация, свободные эмбрионы, личинки, мальки, сеголетки.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Організми триплоїдів представлені трьома гаплоїдними геномами. Ключ до розуміння життєздатності триплоїдів у риб було отримано у ході наукових досліджень чинників щодо появи у природних популяціях особин, в яких були відсутні вторинні статеві ознаки. Цитогенетичне вивчення цих тварин виявило їх триплоїдність, що підтвердило можливість існування життєздатних триплоїдів у природі та доступність механізму їх отримання. У ході попередніх досліджень на амфібіях було виявлено, що різна обробка яйцеклітини відразу після запліднення призводить до утворення триплоїдного ембріона. Це відбувається завдяки тому, що у більшості випадків під час запліднення ікринок риб не відбувається завершення другої стадії мейозу [3]. Під час нормального запліднення яйцеклітина завершує процес мейозу відразу після запліднення і додатковий набір хромосом (у вигляді так званого вторинного полярного тільца) видаляється з яйцеклітини. Під час використання холодового чи теплового шоку, високого тиску, чи певних видів хімічної обробки цей другий розподіл у процесі мейозу не відбувається й додатковий набір материнських хромосом зберігається. Отримані у результаті ембріони мають один батьківський та два материнських набори хромосом і, отже, є триплоїдами [13, 15].

Французькими вченими було проведено низку досліджень, які демонструють, що відносна продуктивність триплоїдів (з урахуванням виживання та швидкості росту), виявляється вищою, ніж у диплоїдів з початку третього року життя. На четвертому році життя (у віці 3+) продуктивність самиць триплоїдів складає 137% від продуктивності самиць диплоїдів [10, 11].

На триплоїдність покладали великі сподівання, особливо щодо цінних видів риб, як форель та лосось. Очікувалося, що ці стерильні тварини могли б мати вищий темп росту та уникнути проблем, які зазвичай супроводжують статеве дозрівання, а саме погіршення якості м'яса та зменшення виходу продукції. Однак на практиці виявилося, що триплоїдні самці у лосося зазнають значного вторинного статевого розвитку. Крім того, багато промислових методів отримання триплоїдів, мають високий рівень мінливості за одержуваних результатів (частка реально отриманих триплоїдів). Високі рибницькі показники триплоїдів старшого віку пояснюються тим, що гонади у самиць-триплоїдів, як правило, не розвиваються, тому всі енергоресурси організму витрачаються тільки на ріст та накопичення маси тіла [12].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Упродовж останніх 10 років штучне розведення лососевих риб в Україні поступово збільшує обсяги делікатесної та дієтичної продукції. У нинішній час загальна кількість вирощеної форелі складає близько 1500 т/рік. Асортимент лососевих риб в Україні на сьогодні не обмежується вирощуванням райдужної форелі та її форм, оскільки споживчий ринок потребує розширення асортименту [5, 6].

Високі органолептичні якості, вміст поліненасичених жирних кислот, привабливий естетичний вигляд струмкової форелі та наявність природних

популяції сприяє збільшенню обсягів культивування даного виду. Однак, темп росту струмкової форелі у порівнянні з райдужною є вдвічі нижчим. Крім того, струмкова форель має значно нижчі показники виживання на всіх етапах вирощування до товарної маси. Райдужна форель, безумовно, є лідером за комплексом продуктивних показників, однак істотною перешкодою на шляху успішного її вирощування є підвищена схильність до багатьох захворювань, насамперед вірусної та бактеріальної природи [8-10].

Профілактичні та лікувальні заходи не завжди ефективні, тому виникає необхідність пошуку інших шляхів вирішення даної проблеми. В світовій аквакультурі з цією метою використовують отримання міжродових гібридів, які є досить стійкими до умов довкілля та захворювань, а також ростуть швидше, ніж вихідні форми. Високий темп накопичення маси у міжродових гібридів пояснюється тим, що вони мають триплоїдний набір хромосом, який робить риб стерильними, а гетерозис сприяє вищій опірності організму риб до хвороб та несприятливих умов довкілля.

Створення міжродових гібридів на основі струмкової форелі має перспективу щодо зариблення цими рибами природних водойм з метою підвищення їх промислової продуктивності. Це може бути актуальним для підвищення продуктивності Шацьких озер, Дністровського водосховища та карпатських рік.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Роботи проводили згідно з авторськими рекомендаціями — «Комплексною технологією відтворення лососевих риб в рибницьких господарствах України» [4].

Об'єктами досліджень були плідники райдужної форелі 4–5 років, американської палії — 3–4 років, струмкової форелі — 3 років, статеві продукти означених риб, запліднена ікра, вільні ембріони, личинки, мальки та цьоголітки даних риб, водне середовище.

Роботи проводили в індустріальному господарстві «Ішхан», розміщеному у Чернівецькій області. Загальна площа водного дзеркала в господарстві складає 5600 м². Водопостачання господарства включає в себе декілька джерел, а саме: джерело, що знаходиться поряд з руслом річки Черемош та виходить на поверхню самотоком, а також 2 артезіанські свердловини, загальний дебіт яких складає 300 л/с. З метою максимального використання наявної кількості води використовується напівзамкнутий цикл водоспоживання, що забезпечується 3 ерліфтами з компресорами потужністю 300, 200, 300 л/с. Середньорічна температура води в ємностях господарства знаходиться в межах 12°C. Влітку підвищується до 17°C, взимку не опускається нижче 5°C. Щільність посадки риби за вирощування, у залежності від вікової категорії, складає 20–50 кг/м³. Кількість розчиненого у воді кисню на вході у басейни становить 85%, на витоці — 55%.

Світовий досвід отримання міжродових гібридів оснований на створенні шоку під час запліднення ікринок з використанням високого тиску чи високої температури. Оскільки для створення шоку шляхом високого тиску необхідне спеціальне обладнання (капсула для розміщення ікринок, стійка до високого тиску, манометр та інше), нами був використаний метод температурного шоку.

Методика використання високої температури для отримання міжродових

гібридів полягала у наступному. Температура води під час запліднення складала 8,2°C. Від початку активації спермійів ікринки витримували 10 хвилин за температури води 8,2°C, так чого їх переміщували у ємність з водою, в якій температура становила 26,5°C та витримували ікринки в означених умовах упродовж 15 хвилин. Після закінчення терміну шокової температури води, ікринки поміщали в інкубаційний апарат з температурою 8,2°C та продовжували інкубацію. Для інкубації використовували лоткові апарати горизонтального типу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Основною вимогою за вирощування лососевих риб є висока якість води. Дослідження такої показані в таблиці 1. Вода в господарстві «Ішхан» за хімічним складом, відповідно до класифікації О. О. Альокіна, відноситься до гідрокарбонатного класу групи кальцію.

Мінералізація води є близькою до нормативних значень, однак незначно перевищує їх за рахунок високих концентрацій кальцію, сума іонів якого коливалась в межах 333,1–402,4 мг/дм³.

Мінералізація води залежала від концентрації основних іонів. За цим необхідно відзначити, що концентрації хлоридів та сульфатів були низькими та коливались в межах 9,8–10,4 та 10,3–16,0 мг/дм³ відповідно. Найвищим значенням мінералізації характеризувалось джерело № 1 (402,4 мг/дм), найнижчим — джерело № 2 (333,1 мг/дм³). На витоці з господарства, де вода зі всіх джерел змішується, показник мінералізації становив 372,7 мг/дм³.

Так, концентрація кальцію у воді коливалась у межах 58,1–72,1 мг/дм³ за НЗ до 40 мг/дм³, магнію — 3,6–17,0 мг/дм³ за НЗ* до 15 мг/дм³, натрію+калію — 5,8–33,3 мг/дм³, гідрокарбонатів 219,7–280,7 за НЗ 150 мг/дм³, хлоридів — 9,4–10,8 мг/дм³ за НЗ до 50 мг/дм³ та сульфатів — 12,3–16,0 мг/дм³ за НЗ до 50,0 мг/дм³.

Концентрації кальцію, магнію та калію у воді забезпечили показники загальної твердості на рівні 3,3–5,0 мг-екв./л за НЗ – 4,0 мг-екв./л. У досліджених пробах води виявлені всі біогенні елементи (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Fe²⁺³⁺). Концентрації амонійного азоту (NH₄⁺) були в межах 0,30–0,39 мг N/дм³ за НЗ — 0,5 мг N/дм³. Концентрації нітратів NO₃⁻ були в межах 0,5–1,2 мг N/дм³ за НЗ — 1,0 мг N/дм³. Незначно підвищений показник вмісту нітратів в джерелі № 1 (1,2 мг N/дм³) пов'язаний з попаданням до джерела стічних вод з прилеглих сільськогосподарських угідь.

Відмічені низькі концентрації у воді мінерального фосфору 0,06–0,08 мг P/дм³ за НЗ – 0,3 мг P/дм³. Концентрації нітритів (NO₂⁻) коливались в межах 0,04–0,06 мг N/дм³, що було значно нижче допустимих нормативних величин (НЗ – 0,1 мг N/дм³ (NO₂⁻)).

Показники іонів загального заліза були низькими (0,19–0,23 мг Fe/дм³ за НЗ — 0,5 мг/дм³).

Водневий показник(pH) набував значне середовище від слабокислого до слаболужного, де показник цей коливався в межах 6,8–7,6.

* НЗ – Нормативні значення

Таблиця 1. Показники хімічного складу води джерел водопостачання господарства «Ішхан»

Table 1. Chemical composition parameters of water supply sources of fish farm “Ishkhan”

№	Показники якості води / Water quality indicators	Дже- рело 1 / Sour- ce 1	Дже- рело 2 / Sour- ce 2	Дже- рело 3 / Sour- ce 3	Ви- ток / Turn	НЗ води за виращува- ння форелі* / Water standards for trout farming*
01	Водневий показник, pH / Hydrogen ion concentration, pH	6,80	7,60	7,60	6,50	7,00–8,00
02	Вільний аміак, NH ₃ , мгN/л / Uncombined ammonia, NH ₃ , mg N/dm ³	0,001	0,003	0,003	0,001	0,05
03	Перманганатна окислюваність, мгО/л / Permanganate index, mg O/dm ³	0,24	0,60	0,60	0,60	до 10,00
04	Біхроматна окислюваність, мгО/л / Dichromate oxidizability, mg O/dm ³	0,60	1,50	1,50	1,50	до 30,00
05	Амонійний азот, NH ₄ ⁺ , мгN/л / Ammonium nitrogen, NH ₄ ⁺ , mg N/dm ³	0,31	0,39	0,30	0,56	0,50
06	Нітри, NO ₂ ⁻ , мгN /л / Nitrites, NO ₂ ⁻ , mg N /dm ³	0,04	0,05	0,04	0,06	0,10
07	Нітрати, NO ₃ ⁻ , мгN/л / Nitrates, NO ₃ ⁻ , mg N/dm ³	1,20	0,60	0,50	0,20	1,00
08	Мінеральний фосфор, PO ₄ ³⁻ , мгP/л / Inorganic phosphorus, PO ₄ ³⁻ , mg P/dm ³	0,06	0,08	0,07	0,11	0,30
09	Загальне залізо, Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , мгFe/л / Total ferum, Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , mg Fe/dm ³	0,19	0,23	0,20	0,21	0,50
10	Кальцій, Ca ²⁺ , мг/л / Calcium, Ca ²⁺ , mg/dm ³	72,1	60,1	58,1	60,1	40,0
11	Магній, Mg ²⁺ , мг/л / Magnesium, Mg ²⁺ , mg/dm ³	17,0	3,6	15,8	13,4	15,0
12	Натрій + калій, Na ⁺ + K ⁺ , мг/л / Sodium + Potassium, Na ⁺ + K ⁺ , mg/dm ³	5,8	23,3	18,3	17,5	20,0
13	Гідрокарбонати, HCO ₃ ⁻ , мг/л / Hydrocarbonates, HCO ₃ ⁻ , mg/dm ³	280,7	219,7	268,5	256,3	150,0
14	Хлориди, Cl ⁻ , мг/л / Chlorides, Cl ⁻ , mg/dm ³	10,8	10,8	9,4	9,4	50,0
15	Сульфати, SO ₄ ²⁻ , мг/л / Sulfates, SO ₄ ²⁻ , mg/dm ³	16,0	15,6	12,3	16,0	40,0
16	Загальна твердість, мг-екв/л / Total hardness, mg-q/dm ³	5,0	3,3	4,2	4,1	4,0
17	Мінералізація, мг/л / Mineralization, mg/dm ³	402,4	333,1	382,4	372,7	300,0

* нормативний документ: Вода для рибницьких господарств. Загальні вимоги та норми.

* normative document: Water for fish farms. General requirements and norms

Показники розчинених у воді органічних речовин, які визначали за показниками перманганатної та біхроматної окиснюваностей, були незначними й коливались відповідно в межах 0,24–0,60 мг О/дм³ за НЗ до 10,0 мг О/дм³ та 0,6–1,5 мг О/дм³ за НЗ до 30,0 мг О/дм³.

У воді був незначно присутній вільний аміак, кількість якого не може негативно впливати на вирощування форелі.

Основну увагу впродовж досліджень під час отримання міжродових гібридів було акцентовано на підборі варіантів схрещення між лососевими рибами з метою визначення найбільш продуктивного гібриду. Були використані наступні варіанти гібридних схрещень:

- ♂ струмкової форелі × ♀ американської палії;
- ♂ американської палії × ♀ струмкової форелі,
- ♂ американської палії × ♀ райдужної форелі;
- ♂ райдужної форелі × ♀ американської палії;
- ♂ райдужної форелі × ♀ струмкової форелі;
- ♂ струмкової форелі × ♀ райдужної форелі.

Продуктивну та репродуктивну характеристику плідників трьох видів риб з трьох родів, які були використані в 6 варіантах гібридних схрещень, освітлено в наступних таблицях.

Характеристика самиць райдужної форелі показана в таблицях 2, 3.

Репродуктивні показники 4-річних самиць райдужної форелі показані в таблиці 2.

Таблиця 2. Репродуктивна характеристика 4-річних самиць райдужної форелі (n = 16)

Table 2. Reproductive characteristics of age-4 rainbow trout females (n = 16)

№	Маса тіла, г / Body weight, g	Довжина тіла, см L* / Body length, cm	Загальна маса ікри, г / General eggs weight, g	Робоча плідність, ікринок / Working fertility of eggs		Параметри ікри / Parameter of eggs		ГСІ % / GSI	Індекс репродуктивності, г/кг / Reproductive index, g / kg
				General	Відносна / relative	D, мм / D, mm	P, мг / W, mg		
М	3296,8	62,6	543,6	7420	2367	74,1	4,5	17	170,2
m	1304,2	4,6	124,2	1532	475	10,6	0,3	2,2	21,9
δ	326,2	1,1	31,0	383,2	118,9	2,6	0,1	0,5	5,5
Cv	44,8	7,3	22,8	20,6	20,1	14,3	6,2	12,9	12,8

Примітка * — довжина тіла риб за Смітом.

Note * — the body length of fish according to Smith.

Середня маса тіла самиць становила 3296,8 г, довжина за Смітом — 62,6 см. Межі коливань за даними показниками складали 2000–4400 г та 54–70 см

відповідно. Середня робоча плодючість складала 7420 ікринок (межі коливань — 4809–9019), відносна робоча плодючість була 2367 ікринок, за коливання 1457–3499, що було пов'язано з індивідуальною масою самиць, тобто, за зниження індивідуальної маси зростало значення відносної робочої плодючості. Середня маса ікринки становила 74,1 мг та діаметр — 4,5 мм. Середнє значення кількості отриманої ікри від маси складало 17,0%.

Репродуктивні показники 4-річних самиць були досить високими. Статистична обробка отриманих даних засвідчила високий показник мінливості за масою тіла самиць (44,8%), при яких варіабельність за довжиною тіла була низькою (7,3%), що пояснюється значенням індивідуальної робочої плодючості самиць, мінливість якої була помірною та складала 20% та кількістю оваріальної рідини у черевній порожнині самиці.

Продуктивні показники 4-річних самиць райдужної форелі представлені в таблиці 3.

Таблиця 3. Продуктивна характеристика чотирирічних самиць райдужної форелі (n = 16)

Table 3. Productive characteristics of age-4 rainbow trout females (n = 16)

Показ- ники / Indexes	Маса риби, г / Weight, g	Довжина тіла, см L* / Body length, cm	Коефіцієнти / indices				
			Прого- нистості, од. / Exile, units	Вгодо- ваності, од. ** / Fatness, units	Велико- головості од. / Large- headed, units	Обхват, од. / Girth, units	М'ясистості, од. / Fles- hiness units
M	3296,80	62,61	3,90	1,33	21,00	0,62	18,60
m	1304,20	4,56	2,54	0,18	0,94	5,88	3,74
δ	326,22	1,14	0,63	0,02	0,22	1,42	0,90
Cv	44,77	7,29	6,52	7,94	4,48	9,49	20,10

Примітка * — довжина тіла риб за Смітом;

** — коефіцієнт вгодованості визначено за Фультоном;

Note * — the body length of fish according to Smith;

** — the fatness factor is determined by Fulton.

Статистична обробка підтвердила гарний екстер'єр риб — самиці були досить вгодовані — коефіцієнт вгодованості складав 1,33 од., мали високий індекс м'ясистості — 18,6 одиниць, та відрізнялись високоспинністю — коефіцієнт прогонистості становив 3,9 одиниць, коефіцієнт обхвату — 0,62.

Самці райдужної форелі були 3-річного віку з середньою масою тіла 1613 г та середньою довжиною тіла за Смітом 49,8 см. Об'єм еякуляту складав 27,5 мл, рухливість спермійів тривала 62,2 с, що відповідало нормованим показникам для райдужної форелі.

Характеристика плідників струмкової форелі показана в таблицях 4, 5. Досліджувані риби були 3-річного віку, першого нересту. Робоча плодючість самиць струмкової форелі у середньому становила 1540 ікринок, межі коливань складала 745–3918 ікринок. Ікринки були великими — їх діаметр у середньому,

складав 4,9 мм, а маса — 64,9 мг. Варіабельність за показником робочої плодючості була високою — 36,4%, у зв'язку з тим, що вибірка була рендомна та з індивідуальними особливостями досліджуваних самиць. Гонадосоматичний індекс виявився високим та складав 23,7% від маси тіла самиць (табл. 4).

Таблиця 4. Репродуктивна характеристика 3- річних самиць струмкової форелі (n = 25)

Table 4. Reproductive characteristics of age-3 brown trout females (n = 25)

Показники / Indexes	Маса тіла, г / Body weight, g	Маса ікри, г / weight of eggs	Довжи- на тіла, см L* / Body length, cm	Плодючість, ікринок / Fertility, eggs		Параметри ікри / Parameter of eggs		Гонадо- соматич- ний індекс / Gonado- somatic index	Індекс репродук- тивності, г/кг / Reproduc- tive index g/kg
				Робоча / Wor- king	Віднос- на / Re- lative	P, мг / W, mg	D, мм / D, mm		
M	453,70	1140	34,00	1847,00	3971,00	61,50	74,70	23,76	244,40
m	139,40	44,00	3,43	672,40	513,00	5,90	0,20	3,40	33,00
δ	27,99	8,80	0,70	134,50	102,00	1,10	3,90	0,67	6,70
Cv	30,80	38,40	10,00	36,40	129,00	9,60	4,10	14,10	14,20
min	824,00	230,00	41,00	745,00	2949,00	51,00	4,40	16,40	164,00
max	43,00	38,00	27,00	3918,00	4977,00	73,00	5,10	23,70	235,60

Примітка * — довжина тіла риб за Смітом.

Note * — the body length of fish according to Smith.

Репродуктивна характеристика трирічних самців струмкової форелі представлена у таблиці 5. Середня маса 3-річних самців струмкової форелі складала 458 г, довжина тіла — 34 см, з межами коливань 654–164 г та 41–27 см відповідно.

Таблиця 5. Репродуктивна характеристика 3-річних самців струмкової форелі (n = 25)

Table 5. Reproductive characteristics of age-3 brown trout males (n = 25)

Показники / Indexes	Маса тіла, г / Body weight, g n-25	Об'єм еякуляту, / Ejaculate volume, ml n-25	Тривалість рухливості спермій, с / Duration of sperm motility, s n-10
M	458,70	6,80	35,60
m	134,40	2,23	14,10
δ	26,89	0,44	5,30
Cv	29,31	32,60	39,70
Max	654,00	11,20	56,40
Min	164,00	3,50	19,50

Характеристику плідників американської палії представлено в таблицях 6, 7.

Таблиця 6. Репродуктивна характеристика 3-річних самиць американської палії

Table 6. Reproductive characteristics of age-3 brook trout females

Показники / Indexes	n=29		
	M ± m	δ	C.v
Маса, г / Weight, g	809,70±152,80	28,40	18,90
Довжина тіла за Смітом, см / Smith's body length, cm	38,90±2,70	0,50	7,00
Коефіцієнт вгодованості / Fattening factor	1,80±1,20	0,05	10,10
Робоча плодючість, ікринок / Working fertility, of eggs	1732,00±418,00	108,00	14,20
Відносна робоча плодючість, ікринок/кг / Relative working fertility of eggs/kg	2174,00±293,00	75,70	13,50
Діаметр ікринки, мм / Diameter of an egg, mm	4,80±0,10	0,04	2,90
Маса ікринки, мг / Weight of an egg, mg	70,30±6,80	1,80	9,70

Маса самиць складала 809,7 г, за довжини риб (за Смітом) 38,9 см. Робоча плодючість становила 1732 ікринок, відносна плодючість — 2174 ікринок/кг. Якісні характеристики ікринок були наступними: діаметр — 4,8 мм та маса — 70,3 мг.

Рибницько-біологічна характеристика 4-річних самців американської палії показана в таблиці 7. Середня маса самців американської палії становила 1212,8 г, середня довжина тіла — 46,0 см. Межі коливань складали 850–1600 г та 39,5–52,0 см відповідно. Мінливість екстер'єрних показників у 4-річних самців за індивідуальною масою була помірною — 16,72%, за довжиною тіла — невисокою 6,5%. Об'єм еякуляту порівняно із самцями райдужної форелі був невисоким та складав 3,89 см³, рухливість спермійв становила 54,6 с, що свідчило про її доброякісність.

Таблиця 7. Рибницько-біологічні показники 4-річних самців американської палії (n = 25)

Table 7. Piscicultural and biological parameters of age-4 brook trout males (n = 25)

Показники / Indexes	M ± m	δ	C.v
Маса, г / Weight, g	1212,80±203,00	40,50	16,70
Довжина тіла за Смітом, см / Smith's body length, sm	46,00±2,90	0,60	6,40
Довжина тіла без С, см / Body length without C, cm	42,88±2,80	0,60	6,60
Коефіцієнт вгодованості, од. / Fattening factor, units	1,52±0,10	0,02	7,90
Висота тіла максимальна, см / Maximum body height, cm	12,46±1,00	0,20	8,40
Висота тіла мінімальна, см / Body height is minimal, cm	4,58±0,50	0,10	10,40
Обхват тіла максимальний, см / Maximum body girth, cm	26,61±2,00	0,40	7,50
Обхват тіла мінімальний, см / Body girth is minimal, cm	10,65±0,70	0,10	6,30
Об'єм еякуляту / Ejaculate volume, ml	3,89±0,50	0,10	14,50
Рухливість спермійв, с / Duration of sperm motility, s	54,6±8,60	1,70	15,80

Результати запліднення та інкубації міжродових гібридів показані в таблиці 7. Було використано 12 варіантів запліднення: 6 варіантів за природної (8,2°C) температури води та 6 варіантів за дії температурного шоку.

Методика використання високої температури для отримання міжродових гібридів полягала в наступному. Температура води під час запліднення складала 8,2°C. Від початку активації сперміїв ікринки витримували 10 хв за температури води 8,2°C, після чого ікринки переміщували у ємність з водою в якій температура становила 26,5°C та витримували ікринки в означених умовах упродовж 15 хвилин. Після закінчення терміну шоківної температури води, ікринки знову поміщали в інкубаційний апарат з температурою 8,2°C та продовжували інкубацію.

Таблиця 8. Варіанти запліднення ікри за різної температури води та виживання ікринок під час інкубації

Table 8. Variants of egg fertilization at different water temperature and egg survival during incubation

Варіанти схрещень / Options for crossings	t° води, °C, / T of the water, °C	К-сть ікринок у досліді / Number of eggs in the experiment	Вживан- ність ікринок, % / Survival, eggs, pcs. %	t° води, °C / T of the water, °C	К-сть ікринок, у досліді / Number of eggs in the experiment	Вживан- ність ікринок, % / Survival, eggs, pcs. %
♂ струмкової форелі × ♀ американської палії / ♂ brown trout × ♀ brook trout	8,2	2000,0	<u>207,0</u> 10,3	26,5	2000,0	<u>700,0</u> 35,0
♂ Американської па- лії × ♀ струмкової форелі / ♂ brook trout × ♀ brown trout	8,2	2000,0	<u>301,0</u> 15,1	26,5	2000,0	<u>520,0</u> 26,5
♂ Американської палії × ♀ райдужної форелі / ♂ brook trout × ♀ rainbow trout	8,2	2000,0	<u>12,0</u> 0,6	26,5	2000,0	<u>1700,0</u> 85,0
♂ райдужної форелі × ♀ американської палії / ♂ rainbow trout × ♀ brook trout;	8,2	2000,0	<u>0</u> 0	26,5	2000,0	<u>620,0</u> 31,0
♂ райдужної форелі × ♀ струмкової форелі / ♂ rainbow trout × ♀ brown trout.	8,2	2000,0	<u>0</u> 0	26,5	2000,0	<u>553,0</u> 27,65
♂ струмкової форелі × ♀ райдужної фо- релі / ♂ brown trout × ♀ rainbow trout	8,2	2000,0	<u>30</u> 1,5	26,5	2000,0	<u>1620,0</u> 81,0

За даними таблиці, є очевидним, що у природних умовах створення міжродових гібридів є практично неможливим, за виключенням варіантів між струмковою фореллю та американською палією, що пояснюється подібністю їх біології. Однак ефективність даного схрещення є низькою та для виробників економічно недоцільною. За проведення температурного шоку під час запліднення найбільш ефективними виявились гібриди, де особинами жіночої статі були самиці райдужної форелі, а чоловічої – самці американської палії та самці струмкової форелі.

Цьоголіток вирощували в бетонованих басейнах. Результати наведені в таблиці 8.

Таблиця 9. Результати вирощування цьоголіток міжродових гібридів (15 березня — 1 листопада)

Table 9. Result of growing young-of-the-year intergeneric hybrids (March 15 – November 1)

Варіанти схрещень / Options for crossings	t°C води за запл. / T of the water, °C	К-сть личинки, екз. / Number of larvae, ind.	Середня маса, личинки (початкова), мг / Average weight, larvae (initial), mg	Середня маса, цьоголіток (кінцева), г / Average weight, young of the year (final)	Вжива- ність, екз. % / Survival, ind. %
♂ струмкової форелі × ♀ американської палії / ♂ brown trout × ♀ brook trout	26,5	700,0	122,0	12,0	<u>221,0</u> 31,6
♂ американської палії × ♀ струмкової форелі / ♂ brook trout × ♀ brown trout	26,5	520,0	130,0	8,0	<u>270,0</u> 51,9
♂ американської палії × ♀ райдужної форелі / ♂ brook trout × ♀ rainbow trout	26,5	1700,0	140,0	54,0	<u>1611,0</u> 94,8
♂ райдужної форелі × ♀ американської палії / ♂ rainbow trout × ♀ brook trout	26,5	620,0	125,0	22,0	<u>315,0</u> 50,8
♂ райдужної форелі × ♀ струмкової форелі / ♂ rainbow trout × ♀ brown trout	26,5	553,0	132,0	11,0	<u>302,0</u> 54,6
♂ струмкової форелі × ♀ райдужної форелі / ♂ brown trout × ♀ rainbow trout	26,5	1620,0	141,0	42,0	<u>1504,0</u> 92,8

На 1 листопада середня наважка цьоголіток міжродових гібридів становила, в залежності від виду риб, від 8 до 54 г. Найвищі результати було отримано за створення гібридів, де були використані плідники:

♂ американської палії × ♀ райдужної форелі;

♂ струмкової форелі × ♀ райдужної форелі.

В даних варіантах схрещення виживання за термін вирощування становило 94,8 та 92,8% відповідно. Зокрема, вищезначені гібриди за період вирощування не зазнали інфекційних захворювань.

В процесі наступних досліджень буде проведена повторність дослідів у даних варіантах схрещень та проведено пошук оптимальних температур за створення гібридів.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

За природної температури води під час запліднення лососевих риб, міжродові гібриди були отримані в наступних схрещеннях: ♂ американської палії × ♀ струмкової форелі, ♂ струмкової форелі × ♀ американської палії; при цьому вихід ікринок з інкубації склав 15,1 та 10,3% відповідно. У варіантах запліднення — самець американської палії і самиця райдужної форелі та самець струмкової і самиця райдужної форелі запліднення також відбулось, однак отримані показники були дуже низькими — 0,6 та 1,5% відповідно.

За використання температурного шоку під час запліднення (26,5°C) було отримано гібридів у всіх варіантах схрещення, однак найвищий вихід з інкубації та виживання за наступного вирощування отримали за схрещення самиць райдужної форелі з самцями американської палії — 85% та струмкової форелі — 81%.

Перспектива використання триплоїдних міжвидових та міжродових гібридів лососевих риб є незаперечною та широко використовується у світі, завдяки їх високій продуктивності. Зокрема стерильність триплоїдних риб дозволяє використовувати їх для зарибнення природних водойм для підвищення загальної продуктивності, без ризику інвазії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. 268 с.
2. Галасун П. Т., Булатович М. А., Борбат М. О. Технологическая инструкция по производству радужной форели в различных типах хозяйств Украины. Львов, 1987. 17 с.
3. Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. 2-е изд., пер. и доп. Ленинград : Наука, 1987. 520 с.
4. Комплексна технологія відтворення лососевих риб в рибницьких господарств України / Мрук А. І. та ін. Київ : ІРГ НААН, 2015. 27 с.
5. Моніторинг росту струмкової форелі в індустріальних умовах господарства «Ішхан» / Мрук А. І. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2013. № 1. С. 31—38.
6. Мрук А. І. Рибницько-біологічна характеристика райдужної форелі селекційного покоління F2, вирощуваної у ВАТ «Закарпатський

- рибокомбінат» // Рибогосподарська наука України. 2008. № 2. С. 56—60.
7. Молекулярно-генетический анализ гетерогенности пород радужной форели / Сексте Э. А. и др. // Докл. РАСХН. 2008. № 1. С. 43—46.
 8. Оцінка ефективності реалізації складових етапів кріоконсервації сперми струмкової форелі (*Salmo trutta morpha fario* Linne) / Філіппов В. Ю. та ін. // Рибогосподарська наука України 2015. № 1. С. 88—95.
 9. Результаты гибридизации радужной форели (*Parasalmo mykiss*) и черноморской кумжи (*Salmo trutta labrax*) с применением термошока: андрогенез, гиогенез, особи с признаками рода *Oncorhynchus* / Артамонова В. С. и др. // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем : Междунар. научн. конф., 5-8 июня 2007 г. : тезисы докл. Ростов-на-Дону, 2007. С. 32—33.
 10. Филиппов В. Ю., Мрук А. И., Бучацкий Л. П. Воспроизводство радужной форели *Oncorhynchus mykiss* с использованием криоконсервированных половых продуктов // Рибогосподарська наука України. 2009. № 4. С. 82—84.
 11. Effect of induced triploidy on fin regeneration of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* / Alonso M. et al. // J. Exp. Zool. 2000. Vol. 287. P. 493—502.
 12. Distinct temporal patterns of Transaldolase 1 gene expression in future migratory and sedentary brown trout (*Salmo trutta*) / Amstutz U. et al. // Aquaculture. 2006. Vol. 260. P. 326—336.
 13. Chourrout D. Techniques of chromosome manipulation in rainbow trout: a new evaluation with karyology // Theor. Appl. Genet. 1986. Vol. 72. P. 627—632.
 14. Benfey T. J. Triploid Atlantic salmon: current status and future prospects // ICES CM. 2009/Q:11. 10 p.
 15. Welfare Considerations of Triploid Fish / Fraser T. W. K. et al. // Reviews in Fisheries Science. 2012. Vol. 20. P. 192—211.
 16. Frost W. E., Brown M. E. The trout. London : Collins, 1967. 286 p.
 17. Quillet E., Chevassus B., Devaux A. Timing and duration of hatching in gynogenetic, triploid tetraploid and hybrid progenies in rainbow trout // Genet. Sel. Evol. 1988. Vol. 20. P. 199—210.
 18. Giuffra E., Guyomard R., Forneris G. Phylogenetic relationships and introgression patterns between incipient parapatric species of Italian brown trout (*Salmo trutta* L. complex) // Mol. Ecol. 1996. Vol. 5. P. 207—220.

REFERENCES

1. Alekin, O. A. Semenov, A. D., & Skopincev, B. A. (1973). *Rukovodstvo po himicheskomu analizu vod sushi*. Leningrag: Gidrometeoizdat.
2. Galasun, P. T., Bulatovich, M. A., & Borbat, M. O. (1987). *Tehnologicheskaja instrukcija po proizvodstvu raduzhnoj foreli v razlichnyh tipah hozjajstv Ukrainy*. L'vov.
3. Kirpichnikov, V. S. (1987). *Genetika i selekcija ryb*. Leningrad: Nauka.
4. Mruk, A. I., Terterian, L. A., Kurinenko, H. A., Haloian, L. L. (2015). *Kompleksna tekhnologhiia vidtvorennia lososevykh ryb v rybnytskykh hospodarstv Ukrainy*. Kyiv: IRH NAAN.
5. Mruk, A. I., Terterian, L. L., & Khandozhivska, A. I., et al. (2013). *Monitorynh rostu strumkovoi foreli v industrialnykh umovakh hospodarstva «Ishkhan»*. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 31-38.

6. Mruk, A. I. (2008). Rybnytsko-biologichna kharakterystyka raiduzhnoï foreli selektsiinoho pokolinnia F2 vyroshchuvanoi VAT «Zakarpatskyi rybokombinat». *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2, 56-60.
7. Sekste, Je. A., et al. (2008). Molekuljarno-geneticheskij analiz geterogenosti porod raduzhnoj foreli. *Dokl. RASHN*, 1, 43-46.
8. Filippov, V. Ju., et al. (2015). Otsinka efektyvnosti realizatsii skladovykh etapiv kriokonservatsii spermy strumkovoi foreli (*Salmo trutta* morpha *fario* Linne). *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 88-95.
9. Artamonova, V. S., et al. (2007). Rezul'taty gibridizacii raduzhnoj foreli (*Parasalmo mykiss*) i chernomorskoj kumzhi (*Salmo trutta labrax*) s primeneniem termoshoka: androgenez, ginogenez, osobi s priznakami roda *Oncorhynchus*. *Estestvennye i invazijnye processy formirovanija bioraznoobrazija vodnyh i nazemnyh jekosistem. Mezhdunar. nauchn. konf.*, 5-8 ijunja 2007 g.: tez. dokl. Rostov-na-Donu, 32-33.
10. Filippov, V. Ju., Mruk, A. I., & Buchackij, L. P. (2009). Vosproizvodstvo raduzhnoj foreli *Oncorhynchus mykiss* s ispol'zovaniem kriokonservirovannyh polovyh produktov. *Rybohospodars'ka nauka Ukrainy*, 4, 82-84.
11. Alonso, M., Tabata, Y. A., Rigolino, M. G., & Tsukamoto, R. Y. (2000). Effect of induced triploidy on fin regeneration of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J. Exp. Zool.*, 287, 493-502.
12. Amstutz U., Giger T., Champigneulle A., Day P. J. R., & Largiadèr C. R. (2006). Distinct temporal patterns of Transaldolase 1 gene expression in future migratory and sedentary brown trout (*Salmo trutta*). *Aquaculture*, 260, 326-336.
13. Chourrout, D. (1986). Techniques of chromosome manipulation in rainbow trout: a new evaluation with karyology. *Theor. Appl. Genet.*, 72, 627-632.
14. Benfey, T. J. (2009). Triploid Atlantic salmon: current status and future prospects. *ICES CM 2009/Q:11*.
15. Fraser, T. W. K., Fjelldal, P. G., Hansen, T., & Mayer, I. (2012). Welfare Considerations of Triploid Fish. *Reviews in Fisheries Science*, 20, 192-211.
16. Frost, W. E., & Brown, M. E. (1967). *The trout*. London: Collins.
17. Quillet, E., Chevassus, B., & Devaux, A. (1988). Timing and duration of hatching in gynogenetic, triploid tetraploid and hybrid progenies in rainbow trout. *Genet. Sel. Evol.*, 20, 199-210.
18. Giuffra, E., Guyomard, R., & Forneris, G. (1996). Phylogenetic relationships and introgression patterns between incipient parapatric species of Italian brown trout (*Salmo trutta* L. complex). *Mol. Ecol.*, 5, 207-220.

КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 56-71
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.056>
УДК 639.3.043

Received 20.09.2021
Received in revised form 30.09.2021
Accepted 10.10.2021

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГУМАТІВ В АКВАКУЛЬТУРІ (ОГЛЯД)

Н. В. Поліщук, emerald14@ukr.net, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Б. Ю. Коваленко, bogdankovalenko@ukr.net, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

В. О. Коваленко, kovalenko_va_58@i.ua, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Мета. На підставі аналізу джерел науково-технічної інформації і власних експериментальних матеріалів підготувати обґрунтування щодо використання в рибних комбікормах добавки натрієвих і калієвих солей гумінових і фульвокислот (гуматів) як речовин із біологічно активним властивостями.

Результати. Надано комплексну загальну характеристику гумінових речовин, описано механізм біологічно активної дії гуматів на живі організми. Наведено приклади застосування гуматів у рослинництві, медицині, тваринництві та аквакультурі. Представлено результати власних досліджень із використання гуматів в якості кормової добавки для цінних об'єктів рибництва. Окреслено перспективи включення мікродобавок гуматів натрію і калію до складу рибних комбікормів з метою підвищення виживаності риб і засвоюваності кормів.

Наукова новизна. До сьогодні введення гуматів до складу рибних кормів у якості мікродобавок носило експериментальний характер. Аналіз наукових джерел і матеріалів власних досліджень дав підставу для висновку про потребу комплексного детального вивчення механізмів впливу гуматів на риб. Зокрема, викликає інтерес дослідження протекторних властивостей гуматів від накопичення важких металів в організмі риби за використання мікродобавок цих речовин в рибних комбікормах.

Практична значимість. Використання кормової добавки гуматів в аквакультурі сприятиме вирішенню таких актуальних завдань, як запобігання наднормативним втратам біологічного матеріалу об'єктів культивування, зменшення кормових витрат, покращення споживчих характеристик харчової продукції. Гумати, як речовини природного походження із протекторною та імуномодуючою дією, можуть стати заміниками деяких синтетичних лікувально-профілактичних препаратів.

Ключові слова: аквакультура, гумати, комбікорм, кормова добавка, швидкість росту, виживаність, засвоєння корму.

RATIONALE FOR THE USE OF HUMATS IN AQUACULTURE (A REVIEW)

N. Polischuk, emerald14@ukr.net, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

B. Kovalenko, bogdankovalenko@ukr.net, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

© Н. В. Поліщук, Б. Ю. Коваленко, В. О. Коваленко, 2021

V. Kovalenko, kovalenko_va_58@i.ua, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. To prepare a justification for the use of sodium and potassium salts of humic and fulvic acids (humates) as substances with biologically active properties in fish feeds based on the analysis of sources of scientific and technical information and own experimental materials,

Findings. A complex general characteristic of humic substances was provided, the mechanism of biologically active action of humates on living organisms was described. Examples of the use of humates in crop production, medicine, animal husbandry and aquaculture were given. The results of our own studies on the use of humates as a feed additive for valuable objects of aquaculture were presented. Prospects for the inclusion of micro-additives of sodium and potassium humates in the composition of fish feed in order to increase fish survival and digestibility of feed were outlined.

Originality. To date, the introduction of humates into fish feed as micronutrients was experimental. The analysis of scientific sources and materials of own studies gave the basis for the conclusion about the need of complex detailed studying of mechanisms of effects of humates on fish. In particular, it is of interest to study the protective properties of humates from the accumulation of heavy metals in the body of fish for the use of micronutrients of these substances in fish feeds.

Practical value. The use of humate feed additives in aquaculture will help to solve such urgent problems as the prevention of excessive losses of biological material of cultivated objects, reduction of feed costs, improvement of consumer characteristics of food products. Humates, as substances of natural origin with protective and immunomodulatory action, can become substitutes for some synthetic therapeutic and prophylactic drugs.

Key words: aquaculture, humates, compound feed, feed additive, growth rate, survival, feed assimilation.

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМАТОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ (ОБЗОР)

Н. В. Полищук, emerald14@ukr.net, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

Б. Ю. Коваленко, bogdankovalenko@ukr.net, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

В. А. Коваленко, kovalenko_va_58@i.ua, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

Цель. На основании анализа источников научно-технической информации и собственных экспериментальных материалов подготовить обоснование использования в рыбных комбикормах добавки натриевых и калиевых солей гуминовых и фульвокислот (гуматов) как веществ с биологически активными свойствами.

Результаты. Дана комплексная общая характеристика гуминовых веществ, описан механизм биологически активного действия гуматов на живые организмы. Приведены примеры применения гуматов в растениеводстве, медицине, животноводстве и аквакультуре. Представлены результаты собственных исследований использования гуматов в качестве кормовой добавки для ценных объектов рыбоводства. Очерчены перспективы включения микродобавок гуматов натрия и калия в состав рыбных комбикормов с целью повышения выживаемости рыб и усвояемости кормов.

Научная новизна. До сегодняшнего дня введение гуматов в состав рыбных кормов в качестве микродобавок носило экспериментальный характер. Анализ научных источников и материалов собственных исследований дал основание для заключения о целесообразности введения гуматов в состав рыбных комбикормов в промышленных масштабах.

Сделан вывод о необходимости дальнейших исследований протекторных свойств

гуматов в составе рыбных комбикормов, в частности, защиты организма рыб от накопления тяжелых металлов.

Практическая значимость. Использование гуматов в составе комбикормов будет способствовать решению таких актуальных задач аквакультуры, как предотвращение сверхнормативных потерь биологического материала объектов культивирования, уменьшение кормовых затрат, улучшение потребительских характеристик пищевой продукции. Гуматы, как вещества природного происхождения с протекторным и иммуномодулирующим действием, могут стать заменой некоторых синтетических лечебно-профилактических препаратов.

Ключевые слова: аквакультура, гуматы, комбикорм, кормовая добавка, скорость роста, выживаемость, усвоение корма.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Стагнація обсягів світового промислового вилову гідробіонтів як явище, що спостерігається протягом останніх трьох десятиліть [1], зумовлена обмеженістю природних запасів промислових видів водних організмів на тлі стрімких кліматичних змін та значного антропогенного навантаження на природні екосистеми. Постійне зростання попиту на товарну рибу і морепродукти є дієвим стимулом для нарощування обсягів виробництва продукції аквакультури, як єдиної альтернативи промислового способу отримання корисної продукції гідробіонтів.

Вирощування водних організмів у контрольованих умовах має низку безперечних переваг над видобутком гідробіонтів з природних водойм. Технології виробництва продукції аквакультури побудовані на глибоких знаннях біології об'єктів культивування і на сучасних технічних можливостях, які постійно удосконалюються. Одним із найбільш перспективних напрямків досліджень в аквакультурі, зокрема — у рибництві, є удосконалення складу штучних кормів і методів годівлі риб, з метою зменшення рівня кормових витрат і одночасного забезпечення високої якості рибної продукції.

Предметом постійного удосконалення є рецептура рибних комбикормів, задля забезпечення повноцінності і збалансованості їхнього складу. Відомо, що поживні характеристики штучних кормів прямо впливають на продуктивні і якісні характеристики рибної продукції і значною мірою зумовлюють економічний ефект [2].

Одним із шляхів підвищення якості штучних кормів є введення до їхнього складу кормових добавок з біологічно активними властивостями. У рибництві існує багато перевірених часом кормових добавок різного спектру впливу на організм, зокрема — вітаміни, мікроелементи, пробіотики, ферментні препарати, тощо [3]. Для покращення привабливості корму використовують смакові і ароматичні добавки — атрактанти. В окремих випадках, для надання кормам лікувально-профілактичних властивостей, до їх складу вводять кормові антибіотики або інші ветеринарні препарати [4].

Протягом останнього часу в аквакультурі виник інтерес до використання гуматів, як кормових добавок природного походження, що мають біологічно активний вплив на об'єкти культивування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Матеріалом для аналітичного огляду слугували джерела науково-технічної інформації щодо гумінових речовин, можливостей використання біологічно активних властивостей гуматів у різних сферах людської діяльності, зокрема — в аквакультури, а також результати власних досліджень із вивчення рибогосподарського ефекту від годівлі цінних об'єктів рибиництва комбікормами з мікродобавками гуматів.

Методи досліджень — загальнонаукові: аналіз, синтез та узагальнення.

АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ І РЕЗУЛЬТАТІВ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відкриття гумінових речовин. Гумінові речовини (від лат. humus — земля, ґрунт) були відкриті понад двісті років тому. Вперше виділив їх з торфу і описав німецький хімік Франц Карл Ахард у 1786 р. Німецькі дослідники першими ввели і сам термін — «гумінові речовини», а також розробили схеми виділення та класифікації гуматів [5]. Багато уваги гуміновим речовинам приділяв великий шведський хімік Йєнс Якоб Берцеліус, який присвятив цим речовинам кілька розділів у своїй книзі «Підручник хімії» [6].

З часом обсяг інформації про гумати поступово збільшувався, а властивості цих речовин вивчало багато науковців у всьому світі. Через двісті років після відкриття гумінових речовин, у 1981 р., було створено «Міжнародне товариство з вивчення гумінових речовин» (International Humic Substances Society – IHSS), а в 1983 р., за участю провідних вчених різних країн, у Денвері (штат Колорадо, США), була проведена Перша міжнародна конференція цього товариства. Відтоді такі конференції відбуваються регулярно [7].

Загальна характеристика гуматів. Гумати — це водорозчинні натрієві і калієві солі гумінових речовин, які є високомолекулярними органічними сполуками мікробіологічного, вегетативного та тваринного походження, характеризуються високою стійкістю і полідисперсністю [5, 8, 9].

Гумінові кислоти утворюються в результаті мікробіологічного розкладу органічних речовин (гуміфікації). Цей процес починається після відмирання живих організмів і триває довгий час під дією різноманітних чинників навколишнього середовища. Біохімічні реакції, що проходять за участі мікроорганізмів, перетворюють мертву органічну речовину на високополімерні сполуки — гумінові речовини. Існує декілька гіпотез утворення гумінових кислот, серед яких найбільш популярними є полімеризаційна, або конденсаційна, та гіпотеза окиснювального кислотоутворення [5, 8].

Гумінові речовини знаходяться у ґрунті, природній воді і різноманітних наземних та водних середовищах. Їх утворення відбувається в результаті безперервних хімічних реакцій гуміфікації за принципом природного відбору — залишаються найбільш стійкі до біологічного розкладу структури. В результаті виникає випадкова суміш молекул, в якій немає жодної однакової. Таким чином, гумінові сполуки — це складна суміш природних сполук, яких немає в живих організмах [8, 9].

Група гумінових речовин може бути розділена на три компоненти, що

ґрунтуються на їх розчинності: фульвокислоти, гумінові кислоти та гумін. Кислі фульвінові та гумінові кислоти являють собою розчинні луги, а гумусові фрагменти і гумін — нерозчинний залишок [5, 8, 10].

Молекулярна маса гумінових сполук може відрізнятися в десятки і сотні разів. Різноманітність будови цих речовин визначає їхню поліфункціональність. При цьому будова, а відповідно, активність і спрямованість дії гумінових кислот, виділених з різних видів сировини, можуть істотно відрізнятися. Так, у бурому вугіллі містяться в основному високомолекулярні фракції з великим ароматичним каркасом, а в торфі і сапропелі, поряд із високомолекулярними, є велика кількість низькомолекулярних сполук із високою активністю функціональних груп, а також фульвокислоти, деяка кількість амінокислот і низькомолекулярних карбонових кислот [8–11].

Гумінові речовини є органічними макромолекулами зі складною структурою, щодо ступеня складності якої у науковців досі немає одностайної думки, і докладаються великі зусилля, щоби це з'ясувати.

Методи промислового отримання гуматів. Гумінові сполуки (гумінові кислоти, фульвокислоти, гуміни) входять до складу бурого вугілля, торфу, сапропелю і ґрунту. Їх виділяють різними методами. Найбільш поширеним є метод вилучення гуматів з торфу та бурого гумусового вугілля слабкими водними розчинами лугів [12].

Крім екстракції, існує ультразвукова технологія перетворення торфу та іншої органо-мінеральної сировини в акустичних реакторах із газоструменевими генераторами. Цей метод дозволяє проводити фізико-хімічні перетворення органіки на гумінові препарати в ультразвуковому полі з інтенсивністю понад 10 Вт/см² [13].

Синтетичні гумати, або лігногумати, отримують з лігнінвмісних відходів целюлозно-паперового виробництва, з використанням методу рідкофазного окиснення у присутності лужних агентів за температури 170–200°C і тиску 0,5–3,0 МПа. Такі гумати, через підвищений вміст сірки і важких металів, мають меншу активність, у порівнянні з природними гуміновими препаратами [14].

В залежності від сировини і ступеня очищення отримують баластні і безбаластні гумати. Останні, вільні від механічних домішок сировини, використовують в якості стимуляторів росту рослин, кормових добавок у тваринництві, детоксикантів забрудненого ґрунту [5, 9, 10, 15].

Механізм біологічно активного впливу гумінових речовин на живі організми. Гумати, як розчинні похідні гумінових кислот, є багатофункціональними сполуками, що мають різноманітні хімічні та біологічні властивості: імуностимулятора, пребіотика, адсорбента токсинів, стимулятора травлення і росту [5, 9, 10, 15, 16].

На даний час у складі гумінових речовин знайдено більше десяти кисень-, азот- і сірковмісних функціональних груп, які зумовлюють широкий спектр властивостей цих речовин [12, 13]. Відомо, що ці функціональні групи включають карбонові, фенолові, карбонільні, гідроксильні, амінові, амідні та аліфатичні фракції, серед інших. Через таку поліфункціональність гумінові речовини є одними з найпотужніших хелатних агентів серед природних органічних речовин [9, 16].

Крім утворення хелатних сполук з мінералами і мікроелементами, гумати забезпечують зв'язування і виведення з організму багатьох токсичних речовин, а саме: радіонуклідів, важких металів, мікотоксинів, хлорорганічних сполук, пестицидів та нафтових вуглеводнів.

Встановлено, що гумати не здатні накопичуватися в тваринному організмі, не забруднюють навколишнє середовище при виведенні їх з організму, а метаболізуються, впливаючи на процеси формування біопродукції [17, 18]. Однак, деякі дослідники вважають застосування гумінових речовин в інших, ніж у рослинництві, господарсько корисних цілях екзотичним і ризикованим, через велику гетерогенність структури цих речовин і, відповідно, широкий спектр властивостей та неспецифічність дії [8].

Використання гуматів у промисловості. Ще в середині XX ст. гумати широко використовували в різних галузях промисловості, зокрема як стабілізатори глинистих розчинників при бурінні нафтових свердловин, а також в процесі виготовлення барвників для деревини. Гумінові кислоти, завдяки поверхнево активним властивостям, застосовують в акумуляторній промисловості, як розширювачі позитивних пластин акумулятора [12].

Властивість гумінових речовин зв'язувати різноманітні токсиканти успішно використовують при очищенні ґрунтів, прибережних смуг, залізничних шляхів та промислових площадок від важких металів і нафтопродуктів, в якості розчинів-сорбентів на водоочисних спорудах.

Використання гуматів у рослинництві. На сьогодні найбільш масштабне використання гумінових речовин у вигляді розчинних гуматів відбувається у рослинництві. Ці речовини здатні адсорбувати і утримувати на собі поживні речовини, макро- й мікроелементи ґрунту. Адсорбовані гуміновими кислотами поживні речовини не зв'язуються ґрунтовими мінералами і не вимиваються водою, перебуваючи у доступному для рослин стані. Разом із тим, гумінові кислоти позитивно впливають на розмноження мікроорганізмів у ґрунті [10].

Здатність гумінових кислот утворювати хелатні комплекси з мінералами і мікроелементами приводить до поліпшення засвоюваності цих речовин живими організмами, завдяки чому гумінові речовини і похідні від них (гумати) використовують у якості природних добрив та біологічних стимуляторів обмінних процесів у рослинах [19–21].

Найбільш поширеними видами органо-мінеральних добрив є гумати натрію, калію або амонію [15, 20, 21]. Завдяки водорозчинності гумати доступні для кореневої системи рослин, а як біополімери — забезпечують високу ємність катіонного і аніонного обмінів, хелатну здатність, можуть стимулювати ріст і підтримувати азотне та зольне живлення рослин [15, 19, 22].

Використання гуматів в фармації та медицині. Продукти гумінових речовин мають унікальні хімічні властивості, що дозволяють їх застосовувати в біомедицині. Так, в медичній літературі міститься ряд повідомлень про те, що гумінові кислоти та їх солі (гумати) мають комплексоутворюючі та дезінтоксикаційні, протизапальні, антибактеріальні, антиоксидантні властивості та виявляють низки інших потенційно корисних ефектів [23–27].

Однак інформація про фармакологічні властивості гумінових речовин

недостатньо систематизована і не дозволяє обґрунтовано виявити найбільш перспективні джерела, які могли б виступити в якості фармацевтичних субстанцій для розробки нових лікарських препаратів [28].

Використання гуматів у тваринництві. Застосовувати гумінові речовини при виробництві продукції тваринництва розпочали значно пізніше, ніж у рослинництві. Відповідно, науково-технічна інформація про такий напрям використання гуматів порівняно обмежена.

Дослідження вчених різних країн показали, що гумінові речовини в організмі тварин, як і в рослинах, працюють на клітинному та субклітинному рівні. Вони проникають у клітину та беруть участь в обмінних процесах, оптимізуючи їх, полегшують проходження через стінки кишечника неорганічних іонів і сприяють засвоєнню необхідних мінеральних речовин. Тим самим виявляється стимульальний вплив гумінових речовин на окремі системи та організм у цілому [15, 17, 29].

Гумінові препарати, які отримують з різних природних матеріалів, успішно випробовували в різних галузях тваринництва (скотарство, свинарство, птахівництво, звірівництво тощо) [18, 30–33].

Препарати на основі гуматів, завдяки своїй в'язучій, антирезорбційній, протизапальній, антибактеріальній і противірусній дії, добре підходять для терапії захворювань органів травлення і порушень обміну речовин [29, 34, 35].

У тваринництві деяких країн світу використання гуматів доволі поширене. Так, у штаті Техас (США) використання солей гумінових кислот як кормової добавки для великої рогатої худоби протягом від 22 до 42 діб призвело до скорочення витрат кормів на 12%. Гематологічний аналіз показав зростання рівня гемоглобіну і антиоксидантних ензимів в крові [18]. Також встановлено профілактичний ефект від включення гуматів до раціону корів дійного стада: кількість випадків маститу зменшилася з 3–4 на добу до 4 на місяць [32].

За результатами «молочного тесту», проведеного на 500 високопродуктивних коровах, було встановлено: тварини, яким протягом 28-денного періоду згодовували корми з добавкою гуматів, щодня давали додатково по 1,9 фунтів молока. У той же час споживання корму знизилося з 38 до 36 фунтів на добу. Слід відмітити, що після закінчення періоду випробувань рівень споживання кормів повернувся до 38 фунтів. Тобто, перетравлюваність корму зросла, разом з цим збільшивши виробництво молока. Крім того, гумати справляли заспокійливу дію на тварин, знижували агресивність протягом прийому корму та зменшували вплив теплових навантажень, викликаних літньою температурою. Відмічено зменшення запаху аміаку у відходах та обсягів гною, що призводять до меншої кількості проявів хвороб, спричинених комахами [33].

Найбільш перспективним способом використання корисних властивостей гуматів у тваринництві є їхнє введення до складу корму для тварин (до 1 г/кг корму). Завдяки водорозчинності, це просто. Їхня присутність у кормі в мікродозах не викликає побічних негативних наслідків у об'єктів вирощування, а, навпаки, веде до прояву наступних ефектів:

- стимулювання процесів метаболізму в організмі тварин;

- скорочення непродуктивних втрат біологічного матеріалу (смертності);
- збільшення маси тіла;
- зміцнення імунітету;
- підвищення стресостійкості;
- сприяння переносу еритроцитами більшої кількості кисню;
- швидшого відновлення після отриманих травм [17, 18, 30–32].

Лікувально-профілактичні властивості гуматів базуються на їх здатності до активації імунобіологічної реактивності організму, зокрема — до стимулювання клітинного і гуморального імунітету. Використання гуматів у ветеринарній практиці призводить до підвищення опірності до інфекцій, стресів, скорочує відновний період після лікування [36]. Гумати, в основному, не проникають глибоко в організм, а діють в просвіті шлунково-кишкового тракту і на стінці кишечника [30].

Патогістологічним та гістохімічним дослідженнями доведено, що гумати нешкідливі для крові, серцево-судинної і ендокринної систем та інших життєво важливих органів тварин, не викликають алергічних реакцій, анафілаксії (несподіваної реакції) на інші ліки, не мають ембріотоксичних властивостей [30, 36, 37].

Відсутність залишків гумінових кислот в тваринних продуктах багаторазово доводилася сучасними методами аналізу, наприклад, радіоізотопним маркуванням [18, 34].

Використання гуматів в аквакультурі. В аквакультурі, як і у тваринництві, найбільш перспективним вбачається використання гуматів у якості кормових добавок при вирощуванні різних видів риби.

Зустрічаються розрізнені відомості про дослідження впливу добавок гуматів в кормах на організм різних видів риби, які, як правило, не носять системного характеру. Так, єгипетські вчені, при вивченні впливу гумінових кислот на рівень неспецифічного імунітету і опору хворобам у звичайного коропа, дійшли висновку, що використання гуматів викликало посилення специфічних та вроджених імунних реакцій і прискорення швидкості росту риби в експерименті [38].

Дослідженнями біохімічного ефекту від додавання солей гумінових кислот до кормів для райдужної форелі було встановлено зниження вмісту важкого металу кадмію в зябрах і м'язах дослідних риби, в порівнянні з групою контролю. Відмічено, що гумати не знижують токсичного впливу кадмію, але зменшують його концентрацію, завдяки чому зростає якість товарної продукції [39].

Індонезійські вчені досліджували ефект від додавання добавки гумінових речовин до корму для молоді азійського морського окуня *Lates calcarifer*. Встановлено, що добавка гуматів запобігає потраплянню кадмію в печінку, нирки і м'ясо риби та покращує ріст дослідного матеріалу, засвоюваність корму, хімічний склад крові та вміст кальцію у кістках, порівняно з контролем [40].

Українські науковці також зробили певний внесок у дослідження ефекту від

дії гуматів на організм різних видів риб. Так, М. К. Неронін з колегами вивчав вплив різних концентрацій добавки гумату натрію, як в комплексі з сіллю кобальту, так і окремо, на темп росту і ефективність використання корму у канального сома. Найвище зростання продуктивних показників було отримано за концентрації 0,3 г гумату натрію і 3,0 г кобальту в 1 кг корму [41].

Науковці Інституту рибного господарства НААН і Дніпропетровського державного університету ім. Олеся Гончара досліджували вплив кормової добавки «Торфовіт», яка містить гумати, на біохімічний склад тканин канального сома і коропа. У канального сома було встановлено залежність між дозою препарату в кормах і збільшенням сухої речовини у м'язах. У коропа така залежність стала недостовірною лише за високої дози препарату — 2 мл на 1 кг корму. «Торфовіт» достовірно не вплинув на вміст білків і жирів в м'язах коропа. У канального сома вміст білків позитивно корелював з дозою препарату, а вміст жиру мав зворотну залежність [42].

Ці ж науковці займалися дослідженнями впливу гуматів на ікру і личинок при штучному відтворенні канального сома. Після оброблення ікри препаратом «Торфовіт» на 10% зменшився прояв аномалій у розвитку ембріонів і підвищилася виживаність постембріонів. Введення препарату за концентрації 0,1 г/кг корму до раціону личинок сприяло зростанню швидкості їх росту [43].

У дослідженнях Н. В. Свечкової, М. А. Сидорова і А. П. Стадника щодо впливу на плодючість та ріст різновікових груп канального сома кормових добавок гумату натрію і гумату калію у комплексі з препаратом «Вітатон» було встановлено зростання на 16–25% виживаності личинок і на 26–63% — середньодобового приросту маси [44].

Вивчення ефекту від використання кормової добавки гуматів у годівлі цінного об'єкта товарного осетрівництва — стерляді — у 2016 році розпочали науковці Національного університету біоресурсів і природокористування України. Зокрема, Л. В. Гаріян досліджувала можливість використання протектних властивостей мікродобавки гумату калію з метою виведення важких металів з організму дво- і тріліток стерляді при вирощуванні в рибницьких садках. У шкірі і м'язах дослідної групи риб, порівняно із контролем, встановлено зниження вмісту хрому у 8 разів, цинку — у 4 рази, марганцю і заліза — в 2 рази [45].

У дослідженнях В. О. Коваленка і Н. В. Поліщук спостерігали позитивний вплив мікродобавок гумату калію і гумату натрію на виживаність і швидкість росту цьоголіток і тріліток стерляді в садках [46–48].

Враховуючи отримані результати і тенденції розвитку вітчизняного рибництва, дослідники визнали за доцільне — продовжити дослідження ефектів впливу гуматів на ріст та розвиток риб в умовах замкнених рециркуляційних аквасистем, зокрема — на захист від накопичення важких металів в органах і тканинах.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

За результатами аналізу наукових джерел можна констатувати, що гумінові речовини є унікальними природними сполуками з комплексним характером

біологічно активної дії на живі організми. Ці властивості давно і широко використовуються у рослинництві, знаходять застосування у тваринництві та викликають зацікавленість у медиків і фармацевтів.

В аквакультурі інтерес до використання гуматів як біологічно активних речовин поки що низький, у першу чергу, через відсутність достатнього обсягу наукової інформації про їхній вплив на продуктивні показники і якість продукції. Разом із тим, в умовах подальшої «індустріалізації» технологій рибництва, зумовленої зростанням рівня антропогенного навантаження на природні ресурси і потреби у забезпеченні населення якісною харчовою продукцією, актуальність застосування у рибництві імуномодуючих, адсорбуючих і ростостимулюючих властивостей гумінових речовин стає все більш очевидною.

Вбачається перспективним продовжити і поглибити дослідження впливу гуматів на виживаність і швидкість росту об'єктів культивування, засвоюваність штучних кормів та харчову цінність і безпечність рибної продукції, з метою підготовки практичних рекомендацій з використання гумінових речовин в аквакультурі.

ЛІТЕРАТУРА

1. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/The%20State%20of%20World%20Fisheries%20and%20Aquaculture%202020.%20In%20brief.pdf>.
2. Биоэнергетика и рост рыб / ред. Хоар У., Рендолл Д., Бретта Дж. Москва : Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. 408 с.
3. Гамыгин Е. А., Щербина М. А., Передня А. А. Итоги работы по созданию новых кормов для ценных объектов аквакультуры // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та. 2004. № 2 (21). С. 55—60.
4. Молнар Калман, Секели Чаба, Ланг Мария. Практическое руководство по заболеваниям тепловодных рыб в Центральной и Восточной Европе, на Кавказе и в Центральной Азии : информ. бюллетень ФАО ООН по рыболовству и аквакультуре. 2020. № 1182. 113 с.
5. Попов А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / ред. Е. И. Ермакова. Санкт-Петербург : С.-Петерб. ун-т, 2004. 248 с.
6. Ваксман С. А. Гумус. Происхождение, химический состав и значение его в природе. Москва : Сельхозгиз, 1937. 470 с.
7. International Humic Substances Society. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Humic_Substances_Society.
8. Перминова И. В. Гуминовые вещества — вызов химикам XXI века // Химия и жизнь. 2008. № 1. С. 50—55.
9. Schnitzer M., Khan S. U. (1972). Humic Substances in the Environment. New York: Marcel Dekker, Inc., 327 p.
10. Горовая А. И., Орлов Д. С., Щербенко О. В. Гуминовые вещества. Строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль. Киев : Наукова думка, 1995. 302 с.
11. Милановский Е. Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. Москва : ГЕОС, 2009. 188 с.

12. Смольянинова Н. М., Хорошко С. И., Москальчук А. Н. Технология получения растворимых гуматов из торфа // Известия Томского Ордена Трудового Красного Знамени политех. ин-та им. С. М. Кирова. 1969. Т. 178. С. 158—161.
13. Гапон В. В., Аникин В. С. Устройство акустической обработки жидких потоков с органо-минеральными дисперсными системами : пат. Украина № 95269 ; 10.12.2014.
14. Результаты чешско-российских исследований по применению лингогуматов и хелатов в картофелеводстве / Чепл Я. и др. // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 4. С. 36—39.
15. Humic substances – compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine // J. Appl. Biomed. 2005. Vol. 3. 13.24.
16. Veeken A. H. M., Hamelers B. V. M. The Role of Humic Substances in the Ecosystems and in Environmental Protection // PTSH. Wroclaw (Poland). 1997. 779 p.
17. Effects of Humic Acid on Animals and Humans. An Overview of Literature and a Review of Current Research. / USA. URL : https://www.vetservis.sk/media/object/433/effects_of_humic_acid_on_animals_and_humans.pdf
18. Islam K. M. S., Schuhmacher A., Gropp J. M. Humic acid substances in animal agriculture // Pakistan Journal of nutrition. 2005. Vol. 4(3). P. 126—134. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1086.8724&rep=rep1&type=pdf>.
19. Гуминовые кислоты: Связь между поверхностной активностью и стимуляцией роста растений / Вахмистров Д. Б. и др. // Докл. АН СССР. 1987. Т. 293, № 5. С. 1277—1280.
20. Лучник Н. А., Иванов А. Е., Меркулов А. И. Гумати натрію на посівах зернових культур // Хімія в сільському господарстві. 1997. № 2. С. 28—30.
21. Розроблення препаратів на основі гуматів та їх композицій з поверхнево-активними рамноліпідами для рослинництва / Семенюк І. та ін. // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». 2016. Т. 816. С. 222—227.
22. Malik K. A., Azam F. Effect of humic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling growth // Environmental and Experimental Botany. 1985. Vol. 25 (3). P. 245—252.
23. Сухих А. С., Кузнецов П. В. Перспективы применения гуминовых и гуминоподобных кислот в медицине и фармации // Медицина в Кузбассе. 2009. № 1. С. 10—14.
24. Исмагова Р. Р., Зиганшин А. У. Перспективы использования в медицине гумата натрия, выделенного из торфа Томской области // Эфферентная терапия. 2007. Т. 13, № 4. С. 45—47.
25. Аввакумова Н. П., Герчиков А. Я., Хайруллина В. Р. Антиоксидантные свойства гуминовых веществ пелоидов // Химико-фармацевтический журнал. 2011. Т. 45, № 3. С. 50—51.
26. Юбицкая Н. С., Иванов Е. М. Использование гумата натрия в лечении больных остеоартрозом // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2009. Т. 1. С. 25—28.

27. Beer A. M., Sagorchev P., Lukanov J. The influence of the initial humidity of balneological peat on its pharmacological features// Biomed Tech (Berl). 2005. Vol. 50, № 11. P. 366—370.
28. Бузлама А. В. Экспериментальное изучение фармакологических свойств солей гуминовых кислот : дис. ... доктора наук. Москва : Первый Московский гос. мед. университет им. И. М. Сеченова. 2015. 410 с.
29. Степченко Л. М., Грибан В. А. Щодо механізму дії препаратів гумусової природи на організм тварин та птиці // Ветеринарна медицина України. 1997. Вип. 7. С. 34.
30. Безуглова О. С., Зинченко В. Е. Применение гуминовых препаратов в животноводстве (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 89—93.
31. Степченко Л. М. Опыт и перспективы использования препаратов гуминовой природы в птицеводстве // Наукове забезпечення епізоотичного благополуччя тваринництва : VII (XX) наук.-вироб. конф., 5 серпня 2003 р. : матер. Дніпропетровськ, 2003. С. 110—112.
32. Mosley R. Field trials of dairy cattle. Non-published research // Enviromate, Inc. 1996. August.
33. Parker D., Auvermann B., Greene W. Effect of chemical treatments, ration composition and feeding strategies on gaseous emissions and odor potential of cattle feedyards. Pre-publication Texas & Extension Service. 2001. December.
34. Effects of bovipro on performance and serum metabolite concentrations of beef steers / Chirase N. et al. // Amer. Soc. of Animal Sci. Proceedings; West Section. 2000. No. 51. URL : <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=109127>.
35. Гумат натрия в рационах молодняка крупного рогатого скота / Радчикова Г. Н. и др. // Ученые записки УО ВГАВМ. 2015. Т. 51. Вып. 1. Ч. 1. С. 115—119.
36. Ратных О. А. Лечебная эффективность гумата калия при гепатозе лактирующих коров и телят молочного периода : дис. ... канд. вет. наук. Воронеж : ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 2018. 193 с.
37. Самотин А. М., Беляев В. И., Богословский В.Н. Агротехнологии будущего. Книга II. Применение гуминовых препаратов в животноводстве и ветеринарии / ред. Левинский Б. В. Москва : Грин, 2006. 85 с.
38. Effects of Humic Acid as Feed Additive in Improvement of Nonspecific Immune Response and Disease Resistance in Common Carp (*Cyprinus carpio*) // Egyptian Journal for Aquaculture. 2012. Vol. 2, No.1 URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Humic-Acid-as-Feed-Additive-in-of-Immune-Abdel-Wahab-El-Refae/f2360f273afe74d88d496dcf0f28739906e72b92>.
39. Histopathological and Biochemical Effects of Humic Acid Against Cadmium Toxicity in Brown Trout Gills and Muscles / Gonca Alak et al. (2013) // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2013. Vol. 13. P. 315—320.
40. Dietary Supplementation of humic acid in the Feed of juvenile asian seabass, Lates calcarifer to counteract possible negative effects of Cadmium Accumulation on Growth and Fish Well-being when Green Mussel (*Perna viridis*) is used as a Feed ingredient / Rasidi R. et al. // Aquaculture Research. 2021. Vol. 52(6). P. 2550—2568.
41. Способ приготовления корма для рыб : а. с. 1614773 ; № от 12.08.1990.

42. Сидоров Н. А., Сазанова Н. Н., Невеселая О. А. Влияние препарата «Торфовит» на рост и выживаемость личинок канального сома // Рыбогосподарська наука України. 2009. № 1. С. 60—63.
43. Вплив біологічно активної добавки «Торфовіт» на біохімічні показники тканин різних видів риб / Сидоров М. А. та ін. // Рыбогосподарська наука України. 2009. № 3. С. 91—95.
44. Свечкова Н. В., Сидоров М. А., Стадник А. П. Вплив біологічно активних добавок на плодючість канального сома (*Ictalurus punctatus*) // Агроекологічний журнал. 2006. № 3. С. 104—110.
45. Гаріян Л.В. Використання солей гумінових кислот для виведення важких металів з організму риб // Біологія тварин. 2016. Т. 18, № 4. С. 127.
46. Поліщук Н. В., Коваленко В. О. Вплив гумату калію на темп росту і виживаність стерляді // Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище — виробництво продукції — екологічні проблеми : 72 Всеукр. наук.-практ. конф., 3-4 квіт. 2018 р. : зб. матер. Київ : НУБіП України, 2018. С. 79—80.
47. Коваленко В. О., Поліщук Н. В. Вплив гумату калію на темп росту і виживаність стерляді // Наук. вісник НУБіП України. 2018. Вип. 289. С. 95—102. (Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва).
48. Левадний В. Г., Поліщук Н. В., Коваленко В. О. Вплив кормової добавки «гумат натрію» на продуктивні показники цьоголітків стерляді за садкового методу вирощування // Сучасні технології у тваринництві та рибництві. Навколишнє середовище – Виробництво продукції – Екологічні проблеми : 73 Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, 03-04 квіт. 2019 р., НУБіП України, м. Київ : матер. Київ : НУБіП України, 2019. С. 63—64.

REFERENCES

1. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/The%20State%20of%20World%20Fisheries%20and%20Aquaculture%202020.%20In%20brief.pdf>
2. *Bioenergetika i rost ryb* (1983). Hoara, U., Rendolla, D., & Bretta, Dzh. (Eds.). Moskva: Ljogkaja i pishhevaja prom-st'.
3. Gamygin, E. A., Shherbina, M. A., & Perednja, A. A. (2004). Itogi raboty po sozdaniju novyh kormov dlja cennyh ob'ektov akvakul'tury. *Vestnik Astrahanskogo gos. teh. un-ta*, 2 (21), 55-60.
4. Kalman, Molnar, Chaba, Sekeli, & Marija, Lang. (2020). Prakticheskoe rukovodstvo po zabolevanijam teplovodnyh ryb v Central'noj i Vostochnoj Evrope, na Kavkaze i v Central'noj Azii. *Inform. bjulleten' FAO OON po rybolovstvu i akvakul'ture*, 1182.
5. Popov, A. I. (2004). *Guminovye veshhestva: svojstva, stroenie, obrazovanie*. Sankt-Peterburg: S.-Peterb. un-t.
6. Vaksman, S. A. (1937). *Gumus. Proishozhdenie, himicheskij sostav i znachenie ego v prirode*. Moskva: Sel'hozgis.
7. International Humic Substances Society. *en.wikipedia.org*. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Humic_Substances_Society.
8. Perminova, I. V. (2008). Guminovye veshhestva — vyzov himikam XXI veka. *Himija i zhizn*, 1, 50-55.

9. Schnitzer, M., and Khan, S. U. (1972). *Humic Substances in the Environment*. New York: Marcel Dekker, Inc.
10. Gorovaja, A. I., Orlov, D. S., & Shherbenko, O. V. (1995). *Guminovye veshhestva. Stroenie, funkcii, mehanizm dejstviya, protektornye svoystva, jekologicheskaja rol'*. Kiev: Naukova dumka.
11. Milanovskij, E. Ju. (2009). *Gumusovye veshhestva pochv kak prirodnye gidrofobno-gidrofil'nye soedinenija*. Moskva: GEOS.
12. Smol'janinova, N. M., Horoshko, S. I., & Moskal'chuk, A. N. (1969). Tehnologija poluchenija rastvorimyh gumatov iz torfa. *Izvestija Tomskogo Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni politeh. in-ta im. S. M. Kirova*, 178, 158-161.
13. Gapon, V. V., & Anikin, V. S. (2014). Ustrojstvo akusticheskoy obrabotki zhidkih potokov s organo-mineral'nymi dispersnymi sistemami. *Patent of Ukraine*. № 95269.
14. Chepl, Ja., Kasal, P., Korshunov, A., Klimanov, B., Mitjushkin, A., & Rahimov, R. (2011). Rezul'taty cheshsko-rossijskih issledovanij po primeneniju lingogumatov i helatov v kartofelevodstve. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 4, 36-39.
15. Humic substances – compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine (2005). *J. Appl. Biomed.*, 3, 13.24, ISSN 1214-0287.
16. Veeken, A. H. M., & Hamelers, B. V. M. (1997). The Role of Humic Substances in the Ecosystems and in Environmental Protection. *PTSH*. Wroclaw (Poland).
17. Effects of Humic Acid on Animals and Humans. An Overview of Literature and a Review of Current Research. / USA. *vetservis.sk*. Retrieved from: https://www.vetservis.sk/media/object/433/effects_of_humic_acid_on_animals_and_humans.pdf.
18. Islam, K. M. S., Schuhmacher, A., & Gropp, J. M. (2005). Humic acid substances in animal agriculture. *Pakistan Journal of nutrition*, 4(3), 126-134. Retrieved from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1086.8724&rep=rep1&type=pdf>.
19. Vahmistrov, D. B., Zverkova, O. A., Debeec, S. Ju., & Mishustina, N. E. (1987). Guminovye kisloty: Svjaz' mezhdru poverhnostnoj aktivnost'ju i stimuljaciej rosta rastenij. *Dokl. AN SSSR*, 293, 5, 1277-1280.
20. Luchnyk, N. A., Ivanov, A. E., & Merkulov, A. I. (1997). Humaty natriiu na posivakh zernovykh kultur. *Khymiya v selskom khoziaistve*, 2, 28-30.
21. Semeniuk, I., Bania, A., Karpenko, I., Midiana, H., Karpenko, V., & Lubenets, V. (2016). Rozroblennia preparativ na osnovi humativ ta yikh kompozytsii z poverkhnevo-aktyvnymy ramnolipidamy dlia roslynnytstva. *Visnyk Nats. un-tu «Lvivska politehnika»*, 816, 222-227.
22. Malik, K. A., & Azam, F. (1985). Effect of humic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling growth. *Environmental and Experimental Botany*, 25 (3), 245-252.
23. Suhii, A. C., & Kuznecov, P. V. (2009). Perspektivy primenenija guminovykh i guminopodobnykh kislot v medicine i farmacii. *Medicina v Kuzbasse*, 1, 10-14.
24. Ismatova, R. R., & Ziganshin, A. U. (2007). Perspektivy ispol'zovaniya v medicine gumata natrija, vydelennogo iz torfa Tomskoj oblasti, *Jefferentnaja terapija*, 13, 4, 45-47.
25. Avvakumova, N. P., Gerchikov, A. Ja., & Hajrullina, V. R. (2011). Antioksidantnye svoystva guminovykh veshhestv peloidov. *Himiko-farmaceuticheskij zhurnal*, 45, 3, 50-51.

26. Jubickaja, N. S., & Ivanov, E. M. (2009). Ispol'zovanie gumata natrija v lechenii bol'nyh osteoartrozom. *Fizioterapija, bal'neologija i reabilitacija*, 1, 25-28.
27. Beer, A. M., Sagorchev, P., & Lukanov, J. (2005). The influence of the initial humidity of balneological peat on its pharmacological features. *Biomed Tech (Berl)*, 50, 11, 366-370.
28. Buzlama, A. V. (2015). Jeksperimental'noe izuchenie farmakologicheskikh svojstv solej guminovykh kislot. *Doctor's thesis*. Moskva.
29. Stepchenko, L. M., & Hryban, V. A. (1997). Shchodo mekhanizmu dii preparativ humusovoi pryrody na orhanizm tvaryn ta ptytsi. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 7, 34.
30. Bezuglova, O. S., & Zinchenko, V. E. (2016). Primenenie guminovykh preparatov v zhivotnovodstve (obzor). *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 30, 2, 89-93.
31. Stepchenko, L. M. (2003). Opyt i perspektivy ispol'zovaniya preparatov guminovoy pryrody v pticevodstve. *Naukove zabezpechennja epizootichnogo blagopoluchchja tvarinnictva: Materiali VII (HH) nauk.-virob. konf., 5 serpnja 2003*. Dnipropetrovs'k, 110-112.
32. Mosley, R. (1996). Field trials of dairy cattle. *Non-published research. Enviromate, Inc., August*.
33. Parker, D., Auvermann, B., & Greene, W. (2001). *Effect of chemical treatments, ration composition and feeding strategies on gaseous emissions and odor potential of cattle feedyards. Pre-publication Texas A&M Extension Service*. TAMU Ag Research and Extension Ctr. Amarillo, Tx.
34. Chirase, N., et al. (2000). Effects of bovipro on performance and serum metabolite concentrations of beef steers. *Amer. Soc. of Animal Sci. Proceedings; West Section*, 51. Retrieved from: <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=109127>.
35. Radchikova, G. N., Caj, V. P., Kot, A. N., Sapsaleva, T. L., Vozmitel', L. A., & Ljundyshev, V. A. (2015). Gumat natrija v racionah molodnjaka krupnogo rogatogo skota. *Uchenye zapiski UO VGAV*, 51, 1, 115-119.
36. Ratnyh, O. A. (2018). Lechebnaja jeffektivnost' gumata kalija pri gepatoze laktirujushhih korov i teljat molochnogo perioda. *Doctor's thesis*. Voronezh.
37. Samotin, A. M., Beljaev, V. I., & Bogoslovskij, V. N. (2006). *Agrotehnologii budushhego. Kniga II. Primenenie guminovykh preparatov v zhivotnovodstve i veterinarii*. Moskva: RPK Grin.
38. Effects of Humic Acid as Feed Additive in Improvement of Nonspecific Immune Response and Disease Resistance in Common Carp (*Cyprinus carpio*). (2012). *Egyptian Journal for Aquaculture*, 2, 1. [semanticscholar.org](https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Humic-Acid-as-Feed-Additive-in-of-Immune-Abdel-Wahab-El-Refaee/f2360f273afe74d88d496dcf0f28739906e72b92). Retrieved from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Humic-Acid-as-Feed-Additive-in-of-Immune-Abdel-Wahab-El-Refaee/f2360f273afe74d88d496dcf0f28739906e72b92>.
39. Gonca, Alak, Muhammed, Atamanalp, Ahmet Topal, Harun Arslan, Ertan Oruç, Serdar Altun (2013). Histopathological and Biochemical Effects of Humic Acid Against Cadmium Toxicity in Brown Trout Gills and Muscles. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 315-320.
40. Rasidi, R., Jusadi, D., Setiawati, M., Yuhana, M., Zairin Jr, M., & Sugama, K. (2021). Dietary Supplementation of humic acid in the Feed of juvenile asian seabass, *Lates calcarifer* to counteract possible negative effects of Cadmium Accumulation on Growth and Fish Well-being when Green Mussel (*Perna viridis*) is used as a Feed ingredient. *Aquaculture Research*, 52 (6), 2550-2568.

41. Neronin, N. K., Neronina, M. N., Ampilov, V. A., & Kovalenko, V. A. (1990). *Sposob prigotovlenija korma dlja ryb*. Patent of USSR.
42. Sidorov, N. A., Sazanova, N. N., & Neveselaja, O. A. (2009). Vlijanie preparata «Torfovity» na rost i vyzhivaemost' lichinok kanal'nogo soma. *Ribogospodars'ka nauka Ukrainy*, 1, 60-63.
43. Sydorov, M. A., Nevesela, O. O., Sazanova, N. M., & Bezkrivna, N. I. (2009). Vplyv biolohichno aktivnoi dobavky «Torfovity» na biokhimichni pokaznyky tkanyn riznykh vydiv ryb. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 3, 91-95.
44. Svechkova, N. V., Sydorov, M. A., & Stadnyk, A. P. (2006). Vplyv biolohichno aktivnykh dobavok na plodiuchist kanalnoho soma (*Ictalurus punctatus*). *Ahroekolohichni zhurnal*, 3, 104-110.
45. Hariian, L. V. (2016). Vykorystannia solei huminovyykh kyslot dlia vyvedennia vazhkykh metaliv z orhanizmu ryb. *Biolohiia tvaryn*, 18, 4, 127.
46. Polishchuk, N. V., & Kovalenko, V. O. (2018). Vplyv humatu kaliu na temp rostu i vyzhyvanist sterliadi. *Suchasni tekhnologii u tvarynnyystvi ta rybnyystvi: navkolyshnie seredovyshche — vyrobnyystvo produktsii — ekolohichni problem: 72-yi Vseukr. nauk.-prakt. konf.* Kyiv, 79-80.
47. Kovalenko, V. O., & Polishchuk, N. V. (2018). Vplyv humatu kaliu na temp rostu i vyzhyvanist sterliadi. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy: seriia «Tekhnolohiia vyrobnyystva i pererobky produktsii tvarynnyystva»*, 289, 95-102.
48. Levadnii, V. H., Polishchuk, N. V., & Kovalenko, V. O. (2019). Vplyv kormovoi dobavky «humat natriiu» na produktyvni pokaznyky tsoholitkiv sterliadi za sadkovoho metodu vyroshchuvannia. *73-yi Vseukr. nauk.-prakt. konf. z mizhnar. uchastiu «Suchasni tekhnologii u tvarynnyystvi ta rybnyystvi. Navkolyshnie seredovyshche — Vyrobnyystvo produktsii — Ekolohichni problemy»*. Kyiv, 63-64.

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 72-86
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.072>
УДК 556.114:574.5:[597.551.4:639.3.043.2]

Received 30.09.2021
Received in revised form 10.10.2021
Accepted 20.10.2021

ВПЛИВ ЗАЛИШКІВ КОРМІВ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В ОБОРОТНИХ СИСТЕМАХ ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА АФРИКАНСЬКОГО (*CLARIAS GARIEPINUS* (BURCHELL, 1822))

Ю. Г. Крот, yurikrot@ukr.net, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ
Д. В. Медовник, medovnyk@nas.gov.ua, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ
Ю. М. Красюк, j-krasyuk@ukr.net, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ
Д. О. Кудрявцева, kudriavtseva@nas.gov.ua, Інститут гідробіології НАН України,
м. Київ

Мета. Вивчити особливості взаємодії між водним середовищем та залишками екструдованих кормів в оборотних системах вирощування кларієвого сома африканського (*Clarias gariepinus*), зміну концентрації сполук неорганічного азоту та фосфору фосфатів.

Методика. Об'єктом досліджень є якість водного середовища при моделюванні кормового навантаження згідно з нормативами годівлі різних вікових груп *Cl. gariepinus*. Якість води в експериментальних ємностях визначалась загальноприйнятими в гідрохімічних дослідженнях аналітичними методами.

Результати. Встановлено, що надходження до водного середовища неспожитих залишків екструдованих кормів спричиняє погіршення його якості за рахунок зростання концентрації сполук неорганічного азоту та фосфору фосфатів, що може негативно впливати на життєдіяльність *Cl. gariepinus*. За умов достатнього вмісту розчиненого кисню в середовищі активуються процеси нітрифікації. Перевантаження середовища органічною речовиною сприяє перебігу бактеріальних процесів трансформації сполук азоту і фосфору, які характеризуються переважанням амоніфікації та пригніченням окиснювальних процесів.

Наукова новизна. Досліджено вплив кормового навантаження на якість водного середовища в оборотних системах для вирощування *Cl. gariepinus*.

Практична значимість. Результати досліджень можуть бути використані для оптимізації методів вирощування *Cl. gariepinus* в оборотних системах з регульованими параметрами за високої щільності посадки.

Ключові слова: кларієвий сом африканський, якість водного середовища, кормове навантаження, сполуки неорганічного азоту, вміст фосфору фосфатів, регульовані системи замкненого водопостачання.

THE EFFECT OF FEED RESIDUES ON THE QUALITY OF AQUATIC ENVIRONMENT IN CIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS OF AFRICAN CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS* (BURCHELL, 1822))

Yu. Krot, yurikrot@ukr.net, Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv
D. Medovnyk, medovnyk@nas.gov.ua, Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

© Ю. Г. Крот, Д. В. Медовник, Ю. М. Красюк, Д. О. Кудрявцева, 2021

Yu. Krasiuk, j-krasyuk@ukr.net, Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

D. Kudriavtseva, kudriavtseva@nas.gov.ua, Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. To study the peculiarities of relationships between the aquatic environment and the extruded feed residues in the circulating aquaculture systems intended for growing *Clarias gariepinus*, and changes in the concentrations of inorganic nitrogen compounds and phosphorus phosphates.

Methodology. The object of study is the quality of the aquatic environment when modeling the food load in accordance with feeding standards of different age groups of *Cl. gariepinus*. Water quality in experimental tanks was determined by analytical methods.

Findings. It was found that the intake of extruded feed residues into the aquatic environment leads to a deterioration in its quality due to an increase in the concentration of compounds of inorganic nitrogen and phosphorus of phosphates, which negatively affects the vital activity of *Cl. gariepinus*. Nitrification processes are activated under conditions of sufficient dissolved oxygen content in the environment. The overload of the aquatic environment with organic matter promotes the bacterial transformation processes of nitrogen and phosphorus compounds, which are characterized by the predominance of the ammonification process and the suppression of oxidative processes. Upon completion of the mineralization of the excess organic matter, the appearance of a sufficient amount of dissolved oxygen activates ammonium oxidation and intensifies nitrification process. The leading factors in the ammonification and nitrification processes in an environment saturated with organic matter include the dissolved oxygen content, which regulates the activity ratio of anaerobic ammonifying and aerobic nitrifying microflora. Optimum aeration in *Cl. gariepinus* cultivation systems is determined not only by the direct physiological needs of fish, but also by the need to maintain a sufficient content of dissolved oxygen to ensure nitrification processes.

Originality. The study investigated the effect of the food load on the quality of aquatic environment in the circulating aquaculture systems for *Cl. gariepinus* rearing.

Practical value. The study results can be used to optimize *Cl. gariepinus* growing methods in circulating aquaculture systems with adjustable parameters at high stocking densities.

Key words: African catfish, quality of the aquatic environment, food load, inorganic nitrogen compounds, phosphorus phosphate content, circulating adjustable systems.

ВЛИЯНИЕ ОСТАТКОВ КОРМОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ В ОБОРОТНЫХ СИСТЕМАХ ВЫРАЩИВАНИЯ КЛАРИЕВОГО СОМА АФРИКАНСКОГО (*CLARIAS GARIEPINUS* (BURCHELL, 1822))

Ю. Г. Крот, yurikrot@ukr.net, Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Д. В. Медовник, medovnyk@nas.gov.ua, Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Ю. Н. Красюк, j-krasyuk@ukr.net, Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Д. А. Кудрявцева, kudriavtseva@nas.gov.ua, Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Цель. Изучить особенности взаимоотношений между водной средой и остатками экструдированных кормов в оборотных системах выращивания клариевого сома африканского (*Clarias gariepinus*), изменение концентрации соединений неорганического азота и фосфора фосфатов.

Методика. Объектом исследований является качество водной среды при моделировании кормовой нагрузки согласно нормативам кормления различных возрастных

груп *Cl. gariepinus*. *Качество воды в экспериментальных емкостях определялась аналитическими методами.*

Результаты. *Установлено, что поступление в водную среду экструдированных кормов приводит к ухудшению ее качества за счет роста концентрации соединений неорганического азота и фосфора фосфатов, что негативно влияет на жизнедеятельность Cl. gariepinus. В условиях достаточного содержания растворенного кислорода в среде активизируются процессы нитрификации. Перегрузка среды органическим веществом способствует протеканию бактериальных процессов трансформации соединений азота и фосфора, которые характеризуются преобладанием аммонификации и угнетением окислительных процессов.*

Научная новизна. *Исследовано влияние кормовой нагрузки на качество водной среды в оборотных системах выращивания Cl. gariepinus.*

Практическая значимость. *Результаты исследований могут быть использованы для оптимизации методов выращивания Cl. gariepinus в оборотных системах с регулируемыми параметрами при высокой плотности посадки.*

Ключевые слова: *клариевый сом африканский, качество водной среды, кормовая нагрузка, соединения неорганического азота, содержание фосфора фосфатов, оборотные регулируемые системы.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

При промисловому вирощуванні кларієвого сома африканського (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) в оборотних регульованих системах хімічний склад і властивості водного середовища трансформуються під впливом процесів життєдіяльності вирощуваних об'єктів і мікроорганізмів, кількості і якості внесеного корму, а також інших біотичних і абіотичних чинників. Якісно змінюючись, середовище, за принципом зворотного зв'язку, впливає на функціональний стан риби, регулюючи їх темп росту, розвитку і відтворення.

Аналіз доступних літературних даних дозволив виявити, що всі існуючі технології вирощування *Cl. gariepinus* характеризуються досить низькою якістю водного середовища [1, 2]. При цьому біомаса риби, що знаходиться в обмеженому об'ємі, може досягати 500 кг/м³ і вище [3–5].

У більшості робіт, присвячених проблемам масового вирощування *Cl. Gariepinus*, відзначається, що однією з можливих причин пригнічення росту риби є гідрохімічний режим [1, 6–8].

Як відомо, концентрація корму в оборотних системах вирощування риби належить до числа основних чинників, що визначають не лише продукційні показники, але і склад та властивості водного середовища, змінюючи його фізико-хімічні і мікробіологічні характеристики.

Враховуючи те, що оптимальна якість водного середовища є невід'ємною складовою при вирощуванні риби в оборотних системах, а кормове навантаження істотно впливає на її формування, основна увага приділялася особливостям взаємовідносин між цими чинниками, зміні концентрації сполук неорганічного азоту та фосфору фосфатів.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

При штучному вирощуванні *Clarias gariepinus*, серед дослідників та практиків дотепер немає єдиної думки з питань годівлі риб на різних етапах онтогенезу [2, 9, 10]. Зазвичай автори обмежуються приведенням вибірових значень окремих характеристик середовища (величини рН, t°C, O₂, ХСК тощо) без детального аналізу якісного і кількісного складу і властивостей водного середовища, процесів, що відбуваються, та їх взаємозв'язку з біологічним станом риб. Ця обставина викликає певні труднощі в управлінні процесом вирощування *Cl. gariepinus* і висуває необхідність вивчення особливостей формування якості водного середовища під дією кормового навантаження.

Окремої уваги потребує дослідження впливу на середовище дрібної фракції кормів, що виникає під час транспортування та не є доступною для споживання рибами. Надходження до середовища надлишку органічної речовини у складі корму може спричиняти додаткове його забруднення, що здатне негативно вплинути на життєдіяльність риб.

Успішне вирішення даної проблеми вимагає пошуку взаємозалежних параметрів у відносинах «організм ↔ середовище ↔ корми», не руйнуючи складної мережі існуючих взаємодій.

У зв'язку з цим, метою роботи є дослідження особливостей взаємовідносин між водним середовищем та залишками екструдованих кормів в оборотних системах вирощування кларієвого сома африканського (*Cl. gariepinus*).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Моделювання процесу впливу залишків кормів на якість водного середовища здійснювали в оборотних системах з автоматичним регулюванням температурного, газового режимів, освітленості та фотоперіоду, змодельованих з розрахунку їх оптимальних значень при вирощуванні *Cl. gariepinus* в оборотній системі [11]. З метою уникнення контамінації середовища продуктами метаболізму риб, іхтіологічний матеріал у досліді не застосовувався.

Дослідження проводили у ємностях об'ємом 100 дм³ при температурі 26±1,0°C, інтенсивності освітлення 425 люкс, фотоперіоді 12С:12Т. Насичення води киснем здійснювалося за рахунок примусової аерації стиснутим повітрям зі швидкістю 0,2 дм³/хв. Для коректної оцінки впливу внесеної кількості корму на якість середовища механічне та біологічне очищення води не використовувалось.

В якості вихідного середовища використовували водопровідну воду, подача якої в експериментальні ємності здійснювалася з блоку первинної водопідготовки, де вона проходила відстоювання з метою дехлорування, термостабілізації та оптимізації кисневого режиму. Встановлено, що за умов постійної аерації в перший тиждень підготовки води відмічено підвищення концентрації нітритів і величини рН за межі оптимальних значень для кларієвого сома, тому її відстоювання здійснювали протягом двох тижнів без аерації. Подачу стиснутого повітря у ємності здійснювали від початку експерименту. Показники якості вихідної води, а також оптимальні і критичні величини біогенних елементів в середовищі при вирощуванні *Cl. gariepinus* наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Вихідні параметри якості води

Table 1. Initial water quality parameters

Показники / Indicators	Вихідні параметри / Initial parameters	Оптимальні / критичні величини для <i>Cl. gariepinus</i> / Optimal / critical values for <i>Cl. gariepinus</i>	Джерело / Source
Температура, °C / Temperature, °C	26±1,0	25–30 / 14–15	[13, 14]
Величина рН, од. рН / pH value	8,28±0,04	6,0–8,0 / <6,0; >8,0	[13]
Кисень розчинений, мг/дм³ / Dissolved oxygen, mg/dm³	6,95±0,23	5,0–5,5 / 1–2	[12]
БСК ₅ , мг О ₂ /дм³ / BOD ₅ , mg/dm³	0,6±0,06	5–20 / >20	[15]
NH ₄ ⁺ , мг N/дм³ / NH ₄ ⁺ , mg/dm³	0,035±0,003	<10 / 10 мг/дм³	[13]
NO ₂ ⁻ , мг N/дм³ / NO ₂ ⁻ , mg/dm³	0,001±0,01	< 1 / 1 мг/дм³	[13]
NO ₃ ⁻ , мг N/дм³ / NO ₃ ⁻ , mg/dm³	0,021±0,004	< 100 / 100 мг/дм³	[13]
P-PO ₄ ³⁻ , мг/дм³ / P-PO ₄ ³⁻ , mg/dm³	0,003±0,05	0,5 / >0,5	[14]

Відбір проб води з експериментальних ємностей проводили щодоби перед початком внесення корму для визначення гідрохімічних показників: рівень рН, БСК₅, О₂, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻. Як у дослідних, так і в контрольних ємностях заміну води і її поповнення не проводили; кількість корму, що вносилася, корегувалася згідно із залишковим об'ємом води.

Якість води в експериментальних ємностях визначалася аналітичними методами [16, 17].

Для моделювання кормового навантаження використовували спеціалізований екструдований корм «Aller Bona Float» (42% білка, 12 — ліпідів, 28,2 — вуглеводів, 6,8 — золи, 3,0 — волокна, 1,0 — фосфору, з енергетичною цінністю 20 Мдж та засвоюваною енергією 15,8 МДж).

Враховуючи, що соми *Cl. gariepinus* активно споживають екструдовані комбікорми, які практично не встигають розчинитися у воді, для розрахунку кількості їх залишку, що впливає на якість середовища, прийнято дрібнодисперсну фракцію, що утворюється в процесі їх транспортування. Згідно із критеріями для сомових видів риб, кришимість екструдованих кормів становить не більше 3,0 % [18].

Розрахунок маси умовних залишків корму, яку вносили в дослідну ємність, проведено згідно із рекомендованими нормативами годівлі *Cl. gariepinus* за температури 26°C [19]. Кількість корму була розрахована для розмірних груп 50–150 г (щільність посадки — 25 кг/100 дм³, кормовий коефіцієнт — 4,17% від біомаси риби), 150–500 г (25 кг/100 дм³ та 2,67% відповідно) та 500–1500 г (15 кг/100 дм³ та 1,71%) відповідно до рекомендацій виробника.

В якості контролю використовувалася система з аналогічними характеристиками, що не зазнавала кормового навантаження протягом експерименту. Дослідження проводилися у трьох повторах протягом 16 діб.

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали із застосуванням програм *Microsoft Excel* та *Statistica 6.0*.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дію зростаючого режиму кормового навантаження на якість водного середовища в оборотних системах вирощування *Cl. gariepinus* вивчали шляхом внесення корму у модельні ємності відповідно до обраного режиму годівлі різних вікових груп риб.

Кількість корму, відповідно до розрахунків, становила 0,076; 0,196 та 0,312 г/дм³ на добу, сумарне кормове навантаження на систему складало відповідно 0,304; 0,784 та 1,248 г/дм³. Умовним контролем слугувало середовище, яке не підлягало дії корму.

Динаміка гідрохімічних параметрів середовища в дослідних ємностях вказала на значне погіршення його якості під впливом кормового навантаження.

Так, максимальна концентрація N-NH₄⁺ (рис. 1 Б) при сумарному кормовому навантаженні 0,304 г/дм³ (внесення корму протягом 4-х діб), перевищувала фонові показники (0,033±0,003 мг N/дм³) у 205 разів (p < 0,01) вже на 6-у добу експерименту.

При сумарному кормовому навантаженні 0,784 та 1,248 г/дм³ (рис. 2 Б, 3 Б) відмічено перевищення фонових показників з піком на 10-у добу, у 2191 та 1956 разів відповідно (p < 0,01).

У подальшому спостерігалось падіння вмісту N-NH₄⁺ в усіх варіантах досліду, і на 16-у добу його значення перевищували початкові концентрації у 15, 31 та 25 разів (p<0,01). В контролі (див. рис. 1 А) максимальне підвищення N-NH₄⁺ у 22 рази спостерігалось на 9-у добу, з подальшим падінням до значення, що перевищувало вихідне у 12 разів (p < 0,01) на 16-у добу.

Можна припустити, що накопичення N-NH₄⁺ у середовищі за даних умов було зумовлено життєдіяльністю гетеротрофних мікроорганізмів, що розвиваються за рахунок органічної речовини (ОР) внесеного корму.

Період високої активності гетеротрофної мікрофлори в експерименті супроводжувався підвищеною каламутністю води і появою опалесценції на її поверхні, що свідчить про перевантаження системи ОР [20].

При цьому відмічається стрімке зростання рівня БСК₅ до 23,4±0,6 мг O₂/дм³ (8-а доба), падіння до мінімальної (1–2 мг/дм³) для життєдіяльності риб концентрації розчиненого у воді O₂ (12-а доба), поступове підвищення величини рН з 8,28 до 8,74 на 16-у добу (див. рис. 1). У період низького (<2 мг/дм³) рівня розчиненого у воді кисню (11-а доба) вода мала гнилісний запах, що вказує на анаеробну спрямованість деструкційного процесу. У контрольному середовищі при незначному розвитку гетеротрофних мікроорганізмів цей період характеризувався рівнем БСК₅ не більше 0,6±0,05 мг O₂/дм³, вмістом розчиненого O₂ у межах 88–45% насичення, збільшенням величини рН із 8,28 до 8,73.

Пригнічення процесів окиснення у середовищі за дії зростаючого кормового навантаження підтверджує також характер динаміки NO₂⁻ та NO₃⁻. У контрольному середовищі на фоні відсутності NO₂⁻ на початку експерименту відзначено стійку тенденцію до його підвищення з 10-ї по 16-у добу. В досліді спостерігається збільшення концентрації NO₂⁻ до критичних (1 мг/дм³) для риб значень при кормовому навантаженні 0,304 та 0,784 г/дм³ на 11-у, а при 1,248 г/дм³ — на 15-у добу (див. рис. 1–3). При цьому низькі концентрації іонів (<0,029 мг N/дм³) спостерігалися протягом 8–10 діб від початку експерименту.

Рис. 1. Динаміка гідрохімічних параметрів середовища під впливом сумарного кормового навантаження $0,304 \text{ г/дм}^3$ ($M \pm m$, $n=3$)

Примітка. 1 — pH; 2 — O_2 ; 3 — NH_4^+ ; 4 — NO_2^- ; 5 — NO_3^- ; 6 — PO_4^{3-} ; 7 — доза корму;
А — контроль, В — дослід.

Fig. 1. Dynamics of the aquatic environment hydrochemical parameters under the influence of the total food load $0,304 \text{ g/dm}^3$ ($M \pm m$, $n=3$)

Note: 1 — pH; 2 — O_2 ; 3 — NH_4^+ ; 4 — NO_2^- ; 5 — NO_3^- ; 6 — PO_4^{3-} ; 7 — feed dose; A — control, B — experiment.

Рис. 2. Динаміка гідрохімічних параметрів середовища під впливом сумарного кормового навантаження 0,784 г/дм³ ($M \pm m$, $n=3$)

Примітка: 1 — pH; 2 — O_2 ; 3 — NH_4^+ ; 4 — NO_2^- ; 5 — NO_3^- ; 6 — PO_4^{3-} ; 7 — доза корму; А — контроль, В — дослід.

Fig. 2. Dynamics of the aquatic environment hydrochemical parameters under the influence of the total food load 0,784 g/dm³ ($M \pm m$, $n=3$)

Note: 1 — pH; 2 — O_2 ; 3 — NH_4^+ ; 4 — NO_2^- ; 5 — NO_3^- ; 6 — PO_4^{3-} ; 7 — feed dose; A — control, B — experiment.

Рис. 3. Динаміка гідрохімічних параметрів середовища під впливом сумарного кормового навантаження 1,248 г/дм³ ($M \pm m$, $n=3$)

Примітка: 1 — pH; 2 — O_2 ; 3 — NH_4^+ ; 4 — NO_2^- ; 5 — NO_3^- ; 6 — PO_4^{3-} ; 7 — доза корму; А — контроль, В — дослід.

Fig. 3. Dynamics of the aquatic environment hydrochemical parameters under the influence of the total food load 1,248 g/dm³ ($M \pm m$, $n=3$)

Note: 1 — pH; 2 — O_2 ; 3 — NH_4^+ ; 4 — NO_2^- ; 5 — NO_3^- ; 6 — PO_4^{3-} ; 7 — feed dose; A — control, B — experiment.

Активізація нітритоутворення за кормового навантаження 0,304 г/дм³ (див. рис. 1 Б) відбулася після проходження максимуму вмісту $N-NH_4^+$ (6-а доба), тобто після закінчення в середовищі процесу мінералізації надлишку ОР, при середній концентрації розчиненого O_2 $5,6 \pm 0,1$ мг/дм³. У результаті рівень NH_4^+ став знижуватися, а кількість NO_2^- наприкінці дослідів перевищила контрольний рівень у 20 разів ($p < 0,01$).

За умов більш значного кормового навантаження 0,784 та 1,248 г/дм³, (див. рис. 2 Б, 3 Б) при максимумі іонів N-NH₄⁺ в середньому 71,976 мг/дм³ (10-а доба) та зниженні концентрації розчиненого у воді O₂ до 2,21±0,1 мг/дм³ відмічено зростання в середовищі вмісту іонів NO₂⁻, який перевищував контрольні значення відповідно у 16,0 та 3,5 разів.

Хід наступної фази нітрифікації в експериментальному середовищі в умовах дефіциту O₂ характеризувався зростанням вмісту NO₃⁻, при кормовому навантаженні 0,304 і 0,784 мг/дм³ у 2,8 раза (див. рис. 1 Б, 2 Б), при цьому за умов кормового навантаження 1,248 г/дм³ мав однакові з контролем значення (див. рис. 3).

Низькі концентрації NO₃⁻ протягом досліджу, найімовірніше, можуть бути пов'язані з використанням їх гетеротрофною мікрофлорою, що розвивається в середовищі. Встановлено, що для нормальної життєдіяльності гетеротрофним бактеріям, крім органічних сполук, необхідна також достатня кількість мінерального азоту [21]. В умовах надлишку легкодоступної ОР у середовищі ці потреби зростають [22]. Тому в процесі розвитку асоціації гетеротрофів у насиченому ОР середовищі найважливішим джерелом неорганічного азоту стають NO₃⁻, тобто відбувається асиміляційна денітрифікація [21]. Можна припустити, що низький рівень NO₃⁻ у досліджуваній системі істотно знижувався під впливом денітрифікувальної мікрофлори за умов кисневого голодування.

Отже, отримані дані свідчать про гальмування процесу нітратоутворення в експериментальній системі під впливом зростаючого кормового навантаження.

Необхідно відмітити, що характер динаміки NO₂⁻ і NO₃⁻, будучи показником функціонування в середовищі процесів бактеріальної трансформації сполук азоту, безпосередньо пов'язаний з особливостями біології нітрифікуючих бактерій. Відомо [23, 24], що на повне бактеріальне окиснення 1 мг N-NH₄⁺ витрачається 4,6 мг O₂, тобто процес нітрифікації є кисневим. У зв'язку з цим, всі автотрофні нітрифікатори, як аероби, дуже чутливі до ступеня аерації водного середовища. За біохімічного очищення забруднених вод лімітувальна концентрація розчиненого кисню для нітрифікації коливається від 0,5 до 2,5 мг/дм³, збільшуючись до 4,0 мг/дм³ при змінних навантаженнях [25]. Беручи до уваги той факт, що представлена експериментальна система функціонувала в режимі збільшення кормового навантаження, отримані результати добре узгоджуються з вищенаведеними літературними даними.

Вміст фосфору фосфатів у водному середовищі при кормовому навантаженні 0,304; 0,784; 1,248 мг/дм³, поступово підвищуючись, досягав піку на 11-ту добу, перевищуючи вихідні значення відповідно у 124, 166, 151 раз із подальшим зниженням на 16-у добу досліджу майже у 2 рази (рис. 1–3). У контролі вміст P-PO₄³⁻ підвищився з 0,001 до 0,008 мг/дм³.

Таким чином, проведені дослідження виявили особливості перебігу мікробіологічних процесів трансформації корму, що не засвоюється кларієвим сомом африканським, та їх роль у формуванні якості водного середовища в умовах зростаючого кормового навантаження протягом розвитку риб. Встановлено, що найважливішим чинником, що регулює хід перетворень сполук неорганічного азоту і характер становлення відповідних груп амоніфікувальних і нітрифікувальних мікроорганізмів у насиченому ОР середовищі, є вміст

розчиненого O_2 .

Порівняльний статистичний аналіз отриманих даних за допомогою коефіцієнта лінійної кореляції Пірсона (r_p) [26] підтвердив істотний зв'язок між діючим кормовим навантаженням та гідрохімічними параметрами середовища.

Так, відзначено значний позитивний зв'язок вмісту в середовищі амонійного азоту і фосфору фосфатів з кількістю внесеного корму (0,96 і 0,98 відповідно), що може бути пов'язано безпосередньо з розкладанням органічної речовини (корму) гетеротрофною мікрофлорою. Крім того, слід відзначити позитивну кореляцію між вмістом амонійного азоту та фосфору фосфатів (0,91–0,92), що надходили до водного середовища з внесеним кормом. Разом з тим, відмічено значний негативний зв'язок між рівнем рН та вмістом розчиненого у воді кисню з кількістю внесеного корму (–0,88 та –0,91 відповідно), що може бути спричинено проходженням процесів нітрифікації. На користь цього припущення свідчить негативний зв'язок між концентрацією розчиненого кисню та вмістом нітритного (–0,72 — –0,80) і нітратного (–0,84 — –0,94) азоту та позитивний зв'язок між вмістом вказаних форм азоту з величиною рН (0,71–0,77 і 0,83–0,93 відповідно), що може бути пов'язано з окинленням іонів амонію в процесі нітрифікації. Також встановлено позитивну кореляцію між вмістом в середовищі нітритного та нітратного азоту (0,74–0,95), однак їх взаємозв'язків з кількістю внесеного корму та концентрацією амонійного азоту не відмічено.

Таким чином, на підставі отриманих даних можна припустити, що провідну роль в комплексі одержаних залежностей відіграють параметри, що характеризують кормове навантаження, динаміку БСК₅ і NH_4^+ . Важливою особливістю даного комплексу є слабо виражені взаємозв'язки динаміки NO_2^- і, особливо, NO_3^- з іншими параметрами середовища, окрім кисневого режиму й водневого показника. Вказані ефекти можуть бути наслідком того, що в середовищі під дією зростаючого КН переважає процес амоніфікації і відбувається гальмування киснезалежного процесу нітрифікації.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Залишки кормів, що надходять у середовище вирощування кларієвого сома африканського (*Clarias gariepinus*), чинять значний негативний вплив на якість першого, сприяючи підвищенню концентрації сполук неорганічного азоту та фосфору фосфатів.

У водному середовищі, що характеризується низьким рівнем мікробіологічних процесів, при надходженні значної кількості органічної речовини відбувається розвиток насамперед угруповання сапрофітних бактерій, яким притаманна більша швидкість росту порівняно з автотрофними нітрифікаторами, що підтверджується динамікою якості водного середовища.

При одночасній присутності іонів $N-NH_4^+$ і надлишку біохімічно нестійкої органічної речовини спочатку відбувається окиснення ОР гетеротрофними бактеріями (амоніфікація) і використання ними ж амонійних і нітратних іонів як джерела мінерального азоту.

Дефіцит O_2 , що виникає у водному середовищі, пригнічує утилізацію $N-NH_4^+$ нітрифікуювальними бактеріями, що призводить до його накопичення в оборотній системі.

Поява достатньої кількості розчиненого кисню після закінчення мінералізації

надлишкової органічної речовини активує процес окиснення амонію та посилює перебіг процесів нітрифікації.

До провідних чинників при проходженні процесів амоніфікації та нітрифікації в середовищі, насиченому органічною речовиною, можна віднести вміст розчиненого кисню, що регулює співвідношення активності анаеробної амоніфікуючої та аеробної нітрифікуючої мікрофлори.

Оптимальний рівень аерації ($>4 \text{ мг/дм}^3$) в системах вирощування *Cl. gariepinus* визначається не лише безпосередніми фізіологічними потребами риб, але і необхідністю підтримання достатнього вмісту розчиненого кисню для забезпечення процесів нітрифікації.

Провідну роль в оцінці якості водного середовища відіграють показники БСК₅ і NH_4^+ , що характеризують ступінь кормового навантаження, та взаємозв'язки динаміки NO_2^- і NO_3^- з іншими параметрами середовища, що відображають інтенсивність трансформації сполук неорганічного азоту.

ЛІТЕРАТУРА

1. The impact of elevated water ammonia concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish (*Clarias gariepinus*) / Schram E. et al. // Aquaculture. 2010. Vol. 306. P. 108—115.
2. Fish welfare in aquaponic systems: its relation to water quality with an emphasis on feed and faeces – A Review / Yildiz Y. H. et al. // Water. 2017. Vol. 9 (1). P. 13.
3. Bovendeur J., Eding E. H., Henken A. M. Design and performance of a water recirculation system for high-density culture of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) // Aquaculture. 1987. Vol. 63. P. 329—353.
4. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell / Van de Nieuwegiessen P. G. et al. // Applied Animal Behaviour Science. 2008. Vol. 115. P. 233—243.
5. Effects of age and stocking density on the welfare of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell / Van de Nieuwegiessen P. G. et al. // Aquaculture. 2009. Vol. 288 (1). P. 69—75.
6. Defences against ammonia toxicity in tropical air-breathing fishes exposed to high concentrations of environmental ammonia: a review / Ip Y. K. et al. // The Journal of Comparative Physiology B. 2004. Vol. 174 (7). P. 565—575.
7. African Sharptooth Catfish *Clarias gariepinus* Does Not Detoxify Ammonia to Urea or Amino Acids but Actively Excretes Ammonia during Exposure to Environmental Ammonia / Ip Y. K. et al. // Physiological and Biochemical Zoology. 2004. Vol. 77 (2). P. 242—254.
8. Кононцев С. В. Біотехнологія очищення води при вирощуванні кларієвого сома в УЗВ. // Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. 2016. № 3 (20). С. 57—64.
9. Chandroo K. P., Duncan I. J. H., Moccia R. D. Can Fish Suffer? Perspectives on Sentience, Pain, Fear and Stress // Applied Animal Behaviour Science. 2004. Vol. 86. P. 225—250.
10. Braithwaite V. A., Boulcott P. Can fish suffer? // Fish Welfare. Oxford : Blackwell Publishing Ltd., 2008. P. 78—92.
11. Baßmann B., Brenner M., Palm H. W. Stress and welfare of African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) in a coupled aquaponic system // Water. 2017. Vol. 9. P. 504.

12. Власов В. А. Результаты выращивания африканского сома при различных условиях кормления и содержания // Известия ТСХА. 2009. Вып. 3. С. 136—146.
13. Артеменков Д. В. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в УЗВ на комбикормах с добавками пробиотика «Субтилис»: дисс. ... кандидата с.-х. наук : 06.04.01. Москва : РГАУ, 2013. 139 с.
14. Романова Е. М., Любомирова В. Н., Мухитова М. Э. Биологический контроль фертильности самок клариевого сома в бассейновой аквакультуре // Вестник Ульяновской ГСА. 2016. № 3 (35). С. 78—84.
15. Bregnballe J. A Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. Rome : FAO and EUROFISH, 2015.
16. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. Москва : Химия, 1973. 376 с.
17. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. Москва : Химия, 1984. 448 с.
18. Власов В. А. Какие комбикорма лучше усваивает клариевый сом // Комбикорма. 2012. № 5. С. 67—69.
19. Fish feed for aquaculture. Highest quality by Aller Aqua. URL: <https://www.aller-aqua.com/> (дата звернення : 22.09.2020).
20. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации / Склярова М. К. и др. Москва : Стройиздат, 1977. 299 с.
21. Кузнецов С. И., Орлов А. И., Назин Т. Н. Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах. Москва : Наука, 1985. 216 с.
22. Яковлев С. В., Карюхина Т. А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. Москва : Стройиздат, 1980. 199 с.
23. Готтшалк Г. Метаболизм бактерий. Москва : Мир, 1982. 470 с.
24. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Ленинград : Наука, 1974. 193 с.
25. Stenstrom M. K. Effects of oxygen transport limitation on nitrification in the activated sludge process // Research Journal of the Water Pollution Control Federation. 1991. Vol. 63 (3). P. 244—248.
26. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва : Высшая школа, 1980. 293 с.

REFERENCES

1. Schram, E., Roques, J. A., Abbink, W., Spanings, T., De Vries, P., Bierman, S., van de Vis, H., & Flik, G. (2010). The impact of elevated water ammonia concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 306, 108-115.
2. Yildiz, Y. H., Robaina, L., Pirhonen, J., Mente, E., Domínguez, D., & Parisi, G. (2017). Fish welfare in aquaponic systems: its relation to water quality with an emphasis on feed and faeces – A Review. *Water*, 9 (1), 13.
3. Bovendeur, J., Eding, E. H., & Henken, A. M. (1987). Design and performance of a water recirculation system for high-density culture of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture*, 63, 329-353.
4. Van de Nieuwegiessen P. G., Boerlage F. S., Verreth J. A. J., & Schrama J. W. (2008). Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare

- indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Applied Animal Behaviour Science*, 115, 233-243.
5. Van de Nieuwegiessen, P. G., Olwo, J., Khong, S., Verreth, J. A., & Schrama, J. W. (2009). Effects of age and stocking density on the welfare of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Aquaculture*, 288 (1), 69-75.
6. Ip, Y. K., Chew, S. F.; Wilson, J. M., & Randall, D. J. (2004). Defences against ammonia toxicity in tropical air-breathing fishes exposed to high concentrations of environmental ammonia: a review. *The Journal of Comparative Physiology B*, 174 (7), 565-575.
7. Ip, Y. K., Zubaidah, R. M., Liew, P. C., Loong, A. M., Hiong, K. C., Wong, W. P., & Chew, S. F. (2004). African Sharptooth Catfish *Clarias gariepinus* Does Not Detoxify Ammonia to Urea or Amino Acids but Actively Excretes Ammonia during Exposure to Environmental Ammonia. *Physiological and Biochemical Zoology*, 77 (2), 242-254.
8. Konontsev, S. V. (2016) Biotekhnolohiia ochyshchennia vody pry vyroshchuvanni klariiivoho soma v UZV. *Voda i vodoochysni tekhnolohii. Naukovo-tekhnichni visti*, 3 (20), 57-64.
9. Chandroo, K. P., Duncan, I. J. H., & Moccia, R. D. (2004). Can Fish Suffer? Perspectives on Sentience, Pain, Fear and Stress. *Applied Animal Behaviour Science*, 86, 225-250.
10. Braithwaite, V. A., & Boulcott, P. (2008) Can fish suffer? *Fish Welfare*. Oxford : Blackwell Publishing Ltd., 78-92.
11. Baßmann, B., Brenner, M., & Palm, H. W. (2017) Stress and welfare of African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) in a coupled aquaponic system. *Water*, 9, 504.
12. Vlasov, V. A. (2009). Rezul'taty vyrashhivaniya afrikanskogo soma pri razlichnykh usloviyakh kormleniya i soderzhanija. *Izvestiya TSHA*, 3, 136-146.
13. Artemenkov, D. V. (2013). Vyrashhivanie klarievogo soma (*Clarias gariepinus*) v UZV na kombikormah s dobavkami probiotika «Subtilis». *Candidate's thesis*. Moskva: RGAU.
14. Romanova, E. M., Ljubomirova, V. N., & Muhitova, M. Je. (2016). Biologicheskij kontrol' fertil'nosti samok klarievogo soma v bassejnovoj akvakul'ture. *Vestnik Ul'janovskoj GSA*, 3 (35), 78-84.
15. Bregnballe, J. (2015). *A Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems*. Rome: FAO and EUROFISH.
16. Lur'e, Ju. Ju. (1973). *Unificirovannye metody analiza vod*. Moskva: Himija.
17. Lur'e, Ju. Ju. (1984). *Analiticheskaja himija promyshlennykh stochnykh vod*. Moskva: Himija.
18. Vlasov, V. A. (2012). Kakie kombikorma luchshe usvaivaet klarievyy som. *Kombikorma*, 5, 67-69.
19. Fish feed for aquaculture. Highest quality by Aller Aqua. *aller-aqua.com*. Retrieved from <https://www.aller-aqua.com/>.
20. Sklyarova, M. K., Kupriyanova, I. S., Sarantseva, T. G., Luk'yanov, V. M., Tsikhankova, Yu. L., Kudryavtseva, E. N., & Bykova, V. A. (1977). *Metodika tehnologicheskogo kontrolja raboty ochistnykh sooruzhenij gorodskoj kanalizacii*. Moskva: Strojizdat.
21. Kuznecov, S. I., Oplov, A. I., & Nazin, T. N. (1985). *Mikrobiologicheskie processy kpgovorota ugleroda i azota v ozjorah*. Moskva: Nauka.

22. Jakovlev, S. V., & Karjuhina, T. A. (1980). *Biohimicheskie processy v ochistke stochnyh vod*. Moskva: Strojizdat.
23. Gottshalk, G. (1982). *Metabolizm bakterij*. Moskva: Mir.
24. Romanenko, V. I., & Kuznecov, S. I. (1974). *Jekologija mikroorganizmov presnyh vodoemov*. Leningrad: Nauka.
25. Stenstrom, M. K. (1991). Effects of oxygen transport limitation on nitrification in the activated sludge process. *Research Journal of the Water Pollution Control Federation*. 63 (3), 244-248.
26. Lakin, G. F. (1980). *Biometrija*. Moskva: Vysshaja shkola.

Ribogospod. nauka Ukr., 2021; 4(58): 87-100
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.087>
УДК [639.3.043.13:636.087.73]:639.371.52

Received 15.10.2021
Received in revised form 25.10.2021
Accepted 05.11.2021

ЗАСТОСУВАННЯ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА В ГОДІВЛІ ПЛЕМІННИХ ДВОЛІТОК КОРОПА ЯК ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ ОРГАНІЗМУ РИБ

Н. Ю. Сироватка, nataliasyrovatka@gmail.com, Інститут рибного господарства
НААН, м. Київ

І. І. Грициняк, info.iforgua@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН, м.
Київ

Д. А. Сироватка, denyska1117@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

Мета. Дослідити доцільність та встановити ефективність застосування голозерного вівса на заміщення злакових компонентів корму з огляду на якісні та кількісні показники ремонтно-маточного матеріалу коропа.

Методика. У дослідженнях використовували ремонтний молодняк любінського внутрішньопородного типу української лускатої породи коропа, який утримували в ставових умовах ДП «ДГ Львівської дослідної станції ІРГ НААН». Щільність посадки риб — 1000 екз./га. Експеримент сформовано на 4 дослідних групах. Коропам першої дослідної групи впродовж всього вегетаційного періоду згодовували кормосуміш з добавкою голозерного вівса в кількості 10%, а коропам другої групи — 30%. Третя дослідна група в червні–липні отримувала кормосуміш, а у серпні — голозерний овес. Контрольній групі коропів згодовували кормосуміш впродовж всього періоду вирощування. Рибницькі дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик. Відбір проб для хімічного аналізу води та їхню обробку в лабораторії проводили за методикою О. О. Альокіна згідно з Стандартом Мінагрополітики України.

Вміст гемоглобіну в крові коропів визначали гемоглобін-ціанідним методом. Кількість еритроцитів у крові коропів підраховували в камері Горяєва. Чисельність та біомасу природних кормів у ставах виявляли за загальноприйнятими методиками І. А. Кисельова, В. І. Жадіна. Біомасу зоопланктону визначали за таблицями індивідуальних мас організмів Ф. Д. Мордухай-Болтовського. Аналітичну обробку матеріалу проводили за допомогою програми «Microsoft Excel». Критеріями аналізу показників були їхні середня величина (М) та середнє відхилення (m).

Результати. Вивчено особливості росту, розвитку коропа та ефективності використання кормів з додаванням голозерного вівса на фоні аналогічних задовільних умов вирощування. Встановлено, що ефективним є додаткове згодовування голозерного вівса в кількості 30%. Зокрема, за додавання частки до основного раціону відбувається зростання показника індивідуальної маси на 31,1% та виживаності на 2,33%, в порівнянні з контролем. Дослідження фізіологічних функцій організму піддослідних риб протягом вегетаційного періоду за згодовування в складі основного раціону голозерного вівса надали можливість рекомендувати його застосування в годівлі племінних дволіток коропа з метою підвищення рибопродуктивності.

Наукова новизна. Вперше в Україні досліджено перспективи використання голозерного вівса в годівлі ремонтного молодняку коропа. Здійснено аналіз продуктивних, фізіологічних та економічних показників.

© Н. Ю. Сироватка, І. І. Грициняк, Д. А. Сироватка, 2021

Практична значимість. Результати комплексної оцінки рибицко-біологічних показників дозволять надати рекомендації щодо використання голозерного вівса в годівлі ремонтного молодняка коропа.

Ключові слова: короп, голозерний овес, ремонтний молодняк, кормосуміш, кормова добавка, фізіологічні потреби організму, рибопродуктивність, витрати корму.

USE OF HULLESS OATS IN FEEDING OF PEDIGREE 1+ CARP AS AN EFFECTIVE METHOD FOR ENSURING THE PHYSIOLOGICAL NEEDS OF FISH

N. Syrovatka, nataliasyrovatka@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

I. Hrytsyniak, info.iforgua@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

D. Syrovatka, denyska1117@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To study the effect of addition of hulless oats during the growing period on the qualitative and quantitative indicators of replacement-brood stock of carp.

Methodology. The replacement-brood stock of Lubin intra-breed type of Ukrainian scaly carp strain, which were kept in ponds of State Enterprise Experimental Fish Farm of Lviv Research Station of the Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (IFNAASU) was used for the study. The stocking density was 1000 fish/ha. The experiment was based on four experimental groups. Carps of the first experimental group were fed during the entire growing period with a feed mixture with the addition of hulless oats in the amount of 10 %, while carps of the second group were fed with a feed with the addition of 30% of hulless oats. The third experimental group received a feed mixture in June – July, and hulless oats in August. The control group of carp was fed with the feed mixture throughout the entire growing period. The stocking density of fish was 1000 fish/ha. Piscicultural studies were conducted in accordance with current methods. Sampling of water for chemical analysis and its processing in the laboratory was carried out according to O. Alok in according to the Standard of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine.

Haemoglobin content was determined by the haemoglobin-cyanide method. Blood erythrocytes were counted in a Goryaev chamber. Abundance and weight of natural feeds in ponds were determined according to I.A. Kyseliyov, V.I. Zhadin. Zooplankton biomass was determined using tables of individual weights of F.D. Mordukhai-Boltovskoi. Analytical processing of the material was performed using MS Excel. The criteria for the analysis of indicators were their mean (M) and mean deviation (m).

Findings. Peculiarities of growth, development of carp and efficiency of feed usage with the addition of hulless oats on the background of similar satisfactory growing conditions were studied. It was found that additional feeding of carp with hulless oats at an amount of 30% was effective. In particular, its addition resulted in an increase in individual weight by 31.1% and survival rate by 2.33%. Studies of the physiological functions of the body of experimental fish during the growing period after adding the hulless oats into the main diet provided an opportunity to recommend its use in the feeding process of age-1+carp in order to increase fish productivity.

Originality. The advisability of using hulless oats in the feeding of replacement-brood stock of juvenile carp was studied in Ukraine for the first time. The analysis of productive, physiological and economic indicators has been carried out.

Practical value. The results of a comprehensive assessment of pisciculture; and biological parameters provide recommendations for the use of hulless oats in the feeding of replacement-brood stock of juvenile carp.

Key words: carp, replacement-brood juvenile stock, feed, feed additives, normalized feeding, physiological needs, fish productivity, feed costs, natural food supply.

ПРИМЕНЕНИЕ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА В КОРМЛЕНИИ ПЛЕМЕННЫХ ДВУХЛЕТКОВ КАРПА КАК ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА РЫБ

Н. Ю. Сыроватка, nataliasyrovatka@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

И. И. Грициняк, info.iforgua@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Д. А. Сыроватка, denyska1117@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Исследовать целесообразность и установить эффективность применения голозерного овса на замещение злаковых компонентов корма с учетом качественных и количественных показателей ремонтно-маточного материала карпа.

Методика. В исследованиях использовали ремонтный молодняк любеньского внутривидового типа украинской чешуйчатой породы карпа, которых содержали в прудовых условиях ГП «ОХ Львовской опытной станции ИРХГ НААН». Плотность посадки рыб — 1000 экз./га. Эксперимент сформирован на 4 опытных группах. Карпам первой опытной группы в течение всего вегетационного периода скармливали кормосмесь с добавкой голозерного овса в количестве 10%, а карпам второй группы — 30%. Третья опытная группа в июне-июле получала кормосмесь, а в августе — голозерный овес. Контрольной группе карпов скармливали кормосмесь в течение всего периода выращивания. Рыбоводные исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Отбор проб для химического анализа воды и их обработку в лаборатории проводили по методике О. А. Алекина согласно Стандарту Минагрополитики Украины.

Содержание гемоглобина в крови карпов определяли гемоглобинцианидным методом. Количество эритроцитов в крови карпов подсчитывали в камере Горяева. Численность и биомассу природных кормов в прудах определяли по общепринятым методикам И. А. Киселева, В.И. Жади́на; биомассу зоопланктона определяли по таблицам индивидуальных масс организмов Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Аналитическую обработку материала проводили с помощью программы «Microsoft Excel». Критериями анализа показателей выступали их средняя величина (M) и среднее отклонение (m).

Результаты. Изучены особенности роста, развития карпа и эффективность использования кормов с добавлением голозерного овса на фоне аналогичных удовлетворительных условий выращивания. Установлено, что эффективно дополнительное скармливание голозерного овса в количестве 30%. В частности, при введении в состав основного рациона происходит рост показателя индивидуальной массы на 31,1% и выживаемости на 2,33% по сравнению с контролем. Исследования физиологических функций организма испытываемых рыб в течение вегетационного периода при скармливании в составе основного рациона голозерного овса дали возможность рекомендовать его применение в кормлении племенных двухлетков карпа с целью повышения рыбопродуктивности.

Научная новизна. Впервые в Украине исследованы перспективы использования голозерного овса в кормлении ремонтного молодняка карпа. Проведен анализ продуктивных, физиологических и экономических показателей.

Практическая значимость. Результаты комплексной оценки рыбоводно-биологических показателей позволят дать рекомендации по использованию голозерного овса в кормлении ремонтного молодняка карпа.

Ключевые слова: карп, голозерный овес, ремонтный молодняк, кормосмесь, кормовая добавка, физиологические потребности организма, рыбопродуктивность, расход корма.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Формування та утримання маточного стада коропа є одним із головних та найбільш відповідальних процесів в селекційно-племінній роботі, адже продуктивні характеристики зумовлені генетичним потенціалом. Разом з тим, особливої уваги потребує процес годівлі та утримання ремонтного матеріалу коропа у віці двох–трьох років, оскільки в даний період відбувається формування статевих продуктів. Наслідком годівлі, незбалансованої за поживними речовинами, амінокислотним та вітамінно-мінеральним складом, є порушення функціонального стану органів і систем організму риб [1].

В умовах сьогодення актуальним є пошук нетрадиційних кормових компонентів, які здатні забезпечувати енергетичні потреби організму коропа. Відомо, що основними кормовими компонентами при товарному вирощуванні коропа та його старших вікових груп є зернові культури, зокрема звичайний овес. Саме поживність 1 кг вівса вважається стандартом у категорії концентрованих кормів і називається 1 кормовою одиницею [2]. Однак його введення до раціону, як основного компоненту лімітоване вмістом клітковини [3]. Перспективним у даному контексті є голозерний овес. За показником енергетичною поживності він прирівнюється до кукурудзи, а за вмістом протеїну та жиру перевищує показники усіх традиційних зернових культур. Низький рівень клітковини, а також високий вміст фосфору, лізину та сірковмісних амінокислот у хімічному складі голозерного вівса [4], дозволяє використовувати його як повноцінну альтернативу півкового вівса та окремі злакові компоненти в складі штучних кормів для годівлі старших вікових груп коропа.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Голозерний овес для кормовиробництва України — культура порівняно нова. Слід зазначити, що плівчастий овес вводять до складу кормів, проте у кількості не більше 10%. Це зумовлено наявністю важкоперетравної плівки. Відповідно, перспективним є використання голозерного вівса у годівлі тварин, оскільки у нього відсутня тверда плівка. Крім того, вирощування та переробка даної культури є економічно обґрунтованими з огляду на невибагливість до умов вирощування та стабільний врожай. Тому голозерний овес частково витісняє злакові у посівах. Витрати на переробку вівса голозерного значно зменшилися, а отже, відповідно, зріс і попит на нього у виробників [5].

Встановлено перспективи та ефективність використання голозерного вівса у тваринництві. Зокрема, розмелене зерно голозерного вівса (вівсянка) використовують в якості основного компонента концкормів у годівлі телят, також як компонент у складі зерноsumішей для молодняку різних видів тварин. Даний компонент здатний стимулювати активність роботи травного тракту тварин, тому старшим віковим групам його згодовують цілим, подрібненим або плющеним у кількості до 30% [6].

Покращення показника коефіцієнта конверсії комбікормів (ККК) з додаванням голозерного вівса досягається за рахунок збільшення перетравності поживних речовин у харчування курчат-бройлерів, що забезпечує збільшення

показників добового приросту їх живої маси [7]. Порівняно з іншими зерновими культурами, голозерний овес характеризується високим вмістом вітамінів групи В, що позитивно впливає на здоров'я птиці [2].

Доведено, що використання голозерного вівса у годівлі молодняку свиней сприяє збільшенню інтенсивності приросту живої маси, зниженню витрат протеїну на 1 кг приросту живої маси та вартості комбікорму [8, 9].

У науковій фаховій літературі практично відсутні дані щодо застосування голозерного вівса в Україні у годівлі риби, зокрема коропа. Є фрагментарні дослідження ефективності використання голозерного вівса з метою отримання товарної продукції. Вперше в Україні голозерний овес у складі кормосумішей для годівлі дволіток коропа почали використовувати у ФГ «Нектар» Рівненської області у різних співвідношеннях на заміщення пшениці, в результаті чого отримано підвищення рибопродуктивності на 15,4–20,9%. Отримані результати довели перевагу кормосуміші з голозерним вівсом над кормами із традиційними компонентами [10].

Відомостей щодо використання голозерного вівса в годівлі ремонтно-маточних стад і статевозрілих плідників коропа немає. Тому питання визначення ефективності та розроблення норм і методів використання голозерного вівса в якості компонента штучних кормів для ремонтного молодняку коропа є актуальним і потребує наукового обґрунтування шляхом проведення комплексних ґрунтовних досліджень.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліди проведено у ДП «ДГ Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН», розташованому в смт Великий Любінь Городоцького району Львівської області. Господарство знаходиться в центрі Львівської області в зоні Лісостепу. Джерелом водопостачання ставів є поверхневі води, що формуються з атмосферних опадів та води річки Верещиця, які потрапляють самопливом [11].

Об'єктом дослідження слугував ремонтно-маточний матеріал дволіток любінського внутрішньопородного типу коропа. Експеримент сформовано 4 дослідними групами. Коропам першої дослідної групи (Дослід I) впродовж всього вегетаційного періоду згодовували кормосуміш з добавкою голозерного вівса в кількості 10%, коропам другої групи (Дослід II) — з добавкою голозерного вівса в кількості 30%. Третя дослідна група (Дослід III) в червні–липні отримувала кормосуміш, а в серпні — лише голозерний овес. Контрольній групі коропів (Контроль) згодовували кормосуміш впродовж всього періоду вирощування. Щільність посадки риби складала 1000 екз./га (табл. 1). Тривалість годівлі становила 83 доби.

Кормосуміш, яку використовували для годівлі риби, виготовляли на господарстві, її склад залежав від мети дослідів. В процесі вирощування застосовували схеми нормованої годівлі коропа [12]. Кормосуміш згодовували риbam на кормових місцях один раз на добу в ранковий час. Добова кількість кормосуміші становила 2–8% від маси риби з урахуванням темпів росту риби, рівня розвитку природної кормової бази в ставах та гідрохімічного режиму.

Таблиця 1. Схема експериментальних досліджень

Table 1. Scheme of experimental research

Група риб / Fish group	Щільність посадки, екз./га / Planting density, specimens / ha	Схема годівлі / Scheme of feeding
Контроль / Control	1000	Вирощування дволіток коропа з використанням в годівлі кормосуміші / Cultivation two-year-old carps with mixed feed
Дослід I / Experiment I	1000	Вирощування дволіток коропа з використанням в годівлі кормосуміші та 10% голозерного вівса / Cultivation two-year-old carps with mixed feed and 10% of naked oats.
Дослід II/ Experiment II	1000	Вирощування дволіток коропа з використанням в годівлі кормосуміші та 30% голозерного вівса / Cultivation two-year-old carps with mixed feed and 30% of naked oats.
Дослід III/ Experiment III	1000	Вирощування дволіток коропа з використанням в годівлі кормосуміші, а в серпні — голозерного вівса / Cultivation two-year-old carps with mixed feed and only with naked oats in august

Визначення темпів росту риб, проведення контрольних зважувань і огляду зовнішнього покриву та внутрішніх органів риб здійснювали перед початком досліду та під час контрольних ловів. Після закінчення досліду визначали загальну і середню масу риб, рівень виживання, рибопродуктивність ставів і витрати корму на кілограм приросту.

Відбір проб для хімічного аналізу води та їх обробку в лабораторії проводили за загальноприйнятими методиками [13]. Якість води оцінювали згідно із загальними вимогами та нормами у рибористві [14].

Перед зарибненням в стави внесено перегній з розрахунку 2 т/га для забезпечення розвитку природної кормової бази на початку сезону вирощування [15].

У процесі гідробіологічних досліджень визначили вид, чисельність та біомасу природних кормів у ставах за загальноприйнятими методиками І. А. Кисельова, В. І. Жадіна. Якісний склад зоопланктону встановлювали з допомогою визначників Є. Ф. Мануйлової, Л. О. Кутикової, В. І. Монченка. Біомасу зоопланктонних безхребетних визначали за таблицями індивідуальних мас організмів Ф. Д. Мордухай-Болтовського [16, 17].

Проводили відбір матеріалу для визначення кількості еритроцитів в крові та вмісту гемоглобіну. Кількість еритроцитів у крові коропів підраховували в камері Горяєва [18]. Вміст гемоглобіну визначали гемоглобін-ціанідним методом [19].

Одержані цифрові результати опрацьовували статистично за допомогою стандартного пакету статистичних програм «Microsoft EXCEL». Обчислювали середні арифметичні величини (М), середню квадратичну помилку (m) і вірогідність різниць (Р) між досліджуваними середньоарифметичними величинами [20].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Упродовж вегетаційного сезону екологічні умови ставів відповідали нормативним значення (НЗ) зони Лісостеп та сприяли фізіологічному розвитку риб. Температурні показники води коливались в межах 18–28°C. Найвищі значення зафіксовано в кінці червня і на початку липня, а також на початку серпня.

Гідрохімічний режим в дослідних ставах майже не відрізнявся, тому що, в основному, залежав від хімічного складу води єдиного для них джерела водопостачання — річки Верещиця. рН води відповідало слаболужному (6,74–7,20), або лужному (7,8–8,86) середовищу (табл. 2). Коливання показників перманганатної окиснюваності в дослідних ставах були незначні протягом всього періоду вирощування: 11,2–14,8 мг О/дм³.

В кінці червня – на початку липня, коли температура води у водоймах в середньому становила 27°C, в усіх ставах концентрація кисню опускалась нижче нормативних значень аж до 0,91–1,14 мг/дм³. У даних випадках посилювали проточність у воді і проводили вапнування, тому заморних явищ задухи при цьому не відбувалося і вміст кисню вдавалось стабілізувати.

Вода не була забруднена нітритами, присутніми в незначних кількостях, а в середині літа відсутніми. Це ж можна сказати і про нітратний азот. Вміст амонійного азоту коливався в межах 0,09–0,32 мг N/дм³. Мінеральний фосфор утримувався в межах від 0,045 до 0,53 мг P/дм³. Твердість води і, відповідно, кількість кальцію були високими, що позитивно впливає на санітарний стан водойми та ріст риби. Слід відмітити високі концентрації сульфатів, які перевищували НЗ, але це є закономірним для води ставів, в які надходить вода з річки Верещиця. Серед аніонів переважали гідрокарбонати, вміст яких хоч і був високим та становив в середньому 261,1–274,7 мг/дм³, але перебував у межах НЗ, а серед катіонів мав перевагу кальцій, який теж дещо виходив за межі НЗ.

Отже, за період досліджень хімічний склад води дещо змінювався, але істотної різниці в показниках дослідних і контрольного ставів не зафіксовано, що пов'язано з одним джерелом водопостачання.

Зоопланктон даних ставів був представлений організмами трьох систематичних груп: тип нижчі черви Rotifera, ракоподібні підряду Cladocera та ряду Соперода. Впродовж періоду вирощування у дослідних ставах показники розвитку зоопланктону змінювались в межах: 148,38–449,80 тис. екз./м³ за чисельністю та 3,55–6,30 г/м³ за біомасою, а в контрольному — 257,88–466,61 тис. екз./м³ за чисельністю та 3,25–4,27 г/м³ за біомасою. Усереднені показники за період вирощування склали: у дослідних ставах 292,70–439,57 тис. екз./м³ за чисельністю і 4,30–4,93 г/м³ за біомасою та у контрольному ставу – 389,62 тис. екз./м³ за чисельністю і 3,60 г/м³ за біомасою (табл. 3).

Щодо аналізу рибогосподарських показників, варто зауважити, що найнижчий показник виживаності риб був у Досліді I — 84%, а найвищий — у Досліді II — 88% (табл. 4).

Таблиця 2. Результати хімічних аналізів води дослідних ставів, мінімальне-максимальне/середнє

Table 2. The results of chemical analyzes of water of the experimental ponds, min-max/average

Досліджувані показники / Researched indicators	Контроль / Control	Дослід I / Experiment I	Дослід II/ Experiment II	Дослід III/ Experiment III	НЗ / Normative value [14]
рН середовища / pH of the medium	<u>6,74–8,82</u> 8,04	<u>7,19–8,82</u> 8,11	<u>7,20–8,85</u> 8,14	<u>6,74–8,86</u> 8,05	7,0–8,5
Перманганатна окислю- ваність, мг О/л / Perma- nganate oxidation, mg O/dm ³	<u>11,2–14,1</u> 13,2	<u>11,7–16,6</u> 16,1	<u>12,3–14,8</u> 13,4	<u>11,2–14,1</u> 13,1	15
Гідрокарбонати, мг/дм ³ / Hydrocarbonates, HCO ₃ ⁻ , mg/dm ³	<u>241,0–298,2</u> 274,7	<u>234,7–285,5</u> 261,1	<u>234,7–285,5</u> 268,6	<u>241,0–298,2</u> 274,7	300,0–400,0
Нітри, NO ₃ ⁻ мг N/дм ³ / Nitrites, NO ₃ ⁻ , mg N/dm ³	<u>0,0–0,014</u> 0,007	<u>0,0–0,010</u> 0,005	<u>0,0–0,010</u> 0,006	<u>0,00–0,014</u> 0,007	0,1
Амонійний азот NH ₄ ⁺ , / Am- monium nitrogen, NH ₄ ⁺ , mg N/dm ³	<u>0,09–0,29</u> 1,15	<u>0,09–0,26</u> 0,17	<u>0,11–0,31</u> 0,18	<u>0,10–0,32</u> 0,19	2,0
Нітратний азот, NO ₃ ⁻ / Nitra- te nitrogen, NO ₃ ⁻ , mg N/dm ³	<u>0,0–0,29</u> 0,10	<u>0,0–0,10</u> 0,07	<u>0,0–0,08</u> 0,03	<u>0,0–0,12</u> 0,04	≤2,0
Мінеральний фосфор, PO ₄ ³⁻ , мг P/дм ³ / Mineral phosphorus, PO ₄ ³⁻ , mg P/dm ³	<u>0,26–0,54</u> 0,38	<u>0,08–0,45</u> 0,28	<u>0,05–0,48</u> 0,27	<u>0,05–0,53</u> 0,28	0,7
Загальне залізо, Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , мг Fe/л / Total ferum, Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , mg Fe/dm ³	<u>0,26–0,54</u> 0,38	<u>0,38–0,42</u> 0,40	<u>0,35–0,50</u> 0,41	<u>0,29–0,50</u> 0,38	1,0
Загальна твердість, мг-екв/л / Total hardness, mg-q/dm ³	<u>4,7–6,1</u> 5,3	<u>4,6–6,0</u> 5,2	<u>4,6–6,0</u> 5,2	<u>4,7–6,1</u> 5,3	3,0 – 7,0
Кальцій, Ca ²⁺ , мг/л / Calcium, Ca ²⁺ , mg/dm ³	<u>75,8–104,4</u> 91,9	<u>70,2–104,4</u> 88,2	<u>72,0–106,2</u> 89,4	<u>75,8–104,4</u> 91,9	50,0–70,0
Магній, Mg ²⁺ , мг/л / Magnesium, Mg ²⁺ , mg/dm ³	<u>4,9–11,2</u> 9,0	<u>6,1–13,3</u> 9,7	<u>6,1–13,2</u> 8,9	<u>3,6 – 10,9</u> 8,2	30,0
Хлориди, Cl ⁻ , мг/л / Chlorides, Cl ⁻ , mg/dm ³	<u>20,9–22,6</u> 21,5	<u>17,4–22,6</u> 20,3	<u>17,4–22,6</u> 20,3	<u>17,4–22,6</u> 20,3	50,0–70,0
Сульфати, SO ₄ ²⁻ , мг/л / Sulfates, SO ₄ ²⁻ , mg/dm ³	<u>62,8–106,4</u> 85,5	<u>65,2–108,8</u> 84,7	<u>64,0–108,0</u> 83,5	<u>63,2–107,0</u> 83,6	50,0–70,0
Σ K ⁺ , Na ⁺ , мг/дм ³ / mg/dm ³	<u>30,0–55,0</u> 39,9	<u>31,3–43,5</u> 37,8	<u>30,5–45,3</u> 37,9	<u>30,3–48,8</u> 38,2	50,0
Мінералізація, мг/л / Mineralization, mg/dm ³	<u>443,4–562,9</u> 522,1	<u>437,3–567,8</u> 507,1	<u>436,0–567,1</u> 508,6	<u>442,9–564,6</u> 516,9	1000,0
Розчинений у воді кисень, мг О ₂ /дм ³ / Dissolved oxygen, mg О ₂ /дм ³	<u>1,06–4,56</u> 2,77	<u>0,91–4,41</u> 2,0	<u>1,14–4,26</u> 2,47	<u>0,91–4,71</u> 2,48	≥5,0

Таблиця 3. Динаміка розвитку зоопланктону ставів, N/B*

Table 3. Dynamics of zooplankton development in experimental ponds, thousand specimen/m³ / g/m³)

Групи організмів / Groups of organisms	червень / June	липень / July	серпень / August	Середні значення / Average values	%
Контроль / Control					
<i>Rotifera</i>	<u>11,76</u> 0,01	<u>0,00</u> 0,00	<u>64,21</u> 0,17	<u>25,32</u> 0,06	<u>6,50</u> 1,67
<i>Cladocera</i>	<u>192,36</u> 3,13	<u>308,28</u> 3,20	<u>215,04</u> 1,66	<u>238,56</u> 2,66	<u>61,23</u> 73,91
<i>Сopepoda</i>	<u>53,76</u> 0,20	<u>136,08</u> 1,02	<u>187,36</u> 1,42	<u>125,73</u> 0,88	<u>32,27</u> 24,42
Всього / Total (N)	<u>257,88</u>	<u>444,36</u>	<u>466,61</u>	<u>389,62</u>	<u>100,00</u>
Всього / Total (B)	3,34	4,22	3,25	3,60	100,00
Дослід I / Experiment I					
<i>Rotifera</i>	<u>3,88</u> 0,01	<u>17,99</u> 0,04	<u>109,20</u> 0,69	<u>43,69</u> 0,25	<u>13,17</u> 5,00
<i>Cladocera</i>	<u>318,16</u> 3,35	<u>93,72</u> 4,51	<u>208,87</u> 5,28	<u>206,92</u> 4,38	<u>62,37</u> 88,78
<i>Сopepoda</i>	<u>42,68</u> 0,19	<u>69,11</u> 0,4	<u>131,73</u> 0,33	<u>81,17</u> 0,31	<u>24,47</u> 6,22
Всього / Total (N)	<u>364,72</u>	<u>180,82</u>	<u>449,80</u>	<u>331,78</u>	<u>100,00</u>
Всього / Total (B)	3,55	4,95	6,30	4,93	100,00
Дослід II/ Experiment II					
<i>Rotifera</i>	<u>15,57</u> 0,01	<u>11,79</u> 0,06	<u>144,84</u> 0,78	<u>57,40</u> 0,28	<u>19,61</u> 6,11
<i>Cladocera</i>	<u>367,92</u> 3,74	<u>80,43</u> 4,12	<u>34,59</u> 3,64	<u>160,98</u> 3,83	<u>55,00</u> 82,61
<i>Сopepoda</i>	<u>40,88</u> 0,13	<u>56,16</u> 0,36	<u>125,91</u> 1,08	<u>74,32</u> 0,52	<u>25,39</u> 11,28
Всього / Total (N)	<u>424,37</u>	<u>148,38</u>	<u>305,34</u>	<u>292,70</u>	<u>100,00</u>
Всього / Total (B)	3,88	4,54	5,50	4,64	100,00
Дослід III/ Experiment III					
<i>Rotifera</i>	<u>26,13</u> 0,01	<u>19,79</u> 0,07	<u>120,96</u> 0,80	<u>55,63</u> 0,30	<u>12,65</u> 6,87
<i>Cladocera</i>	<u>280,93</u> 3,61	<u>145,57</u> 4,04	<u>343,84</u> 2,57	<u>256,78</u> 3,41	<u>58,42</u> 79,29
<i>Сopepoda</i>	<u>90,53</u> 0,37	<u>63,60</u> 0,27	<u>227,36</u> 1,14	<u>127,16</u> 0,59	<u>28,93</u> 13,84
Всього / Total (N)	<u>397,59</u>	<u>228,96</u>	<u>692,16</u>	<u>439,57</u>	<u>100,00</u>
Всього / Total (B)	3,99	4,38	4,51	4,30	100,00

Примітк. * N – чисельність кормових організмів зоопланктону, тис. екз./м³; B – біомаса кормових організмів зоопланктону, г/м³.

Notes. *N – number of forage organisms in zooplankton, thousands spc. / m³; B – biomass of forage organisms in zooplankton, g/m³.

При вилові середня маса коропів, яким згодовували голозерний овес в кількості 30% в складі раціону, була найвищою і становила 653 г, що на 31,1% вище показників в Контролі і на 18,7% більше, ніж при використанні в годівлі голозерного вівса в кількості 10%. Відповідно до показника виживаності та середньої маси риб, при вилові отримано рибопродуктивність ставів, яка в Досліді I становила 471 кг/га, в Досліді II — 575 кг/га, в Досліді III — 453 кг/га і в контролі — 430 кг/га.

У результаті проведення експериментальних робіт отримано також економію у витраті кормів. Зокрема, у варіанті досліду, де коропа отримували додатково до основного раціону 30% голозерного вівса витрати були найнижчими (3,5 од.), а в Контролі — найбільшими (6,3 од.). У двох інших варіантах досліду даний показник був практично на однаковому рівні — 5,8 і 5,7 од. відповідно, що на 7,9 та 9,5% менше, ніж у Контролі (табл. 4).

Таблиця 4. Результати вирощування племінних дволіток коропа з додаванням до основного раціону голозерного вівса

Table 4. The results of growing of two-year-old carp with the addition to the main diet of naked oats

Група риб / Fish group	Пло- ща, га / Area of the pond, ha	Посаджено / Stock with fish			Виловлено / Fish capture				Рибо- прод., кг/га / Standing crop of the fish per unit area in a body water, kg/ha	Коефі- цієнт кон- версії корму, од. / feed conver- sion factor, units
		Щільність посадки, екз./га / Planting density, speci- mens / ha	Всьо- го, екз. / Total, num- ber of indi- viduals	Сер. маса, г / Total mass, g	Ви- жи- ва- ність, % / Survival, %	Всьо- го, екз. / Total, num- ber of indi- viduals	Сер. маса, г / Total mass, g	Зар. маса, кг / Total mass, kg		
Контроль / Control	0,20	1000	200	80	86	172	498	86	430	6,3
Дослід I / Experiment I	0,17	1000	170	80	84	143	560	80	471	5,8
Дослід II / Experiment II	0,16	1000	160	80	88	141	653	92	575	3,5
Дослід III / Experiment III	0,19	1000	190	80	87	165	521	86	453	5,7

Відомо, що у риб кров є чутливим та інформативним індикатором стану організму, який швидко реагує на вплив екзогенних та ендогенних чинників. Тому вивчення показників загального та біохімічного аналізу крові є важливим як при дослідженні риб різного генезису, так і при оцінці впливу різних чинників на функціональний стан організму.

У забезпеченні нормального функціонування організму риб важливу біологічну роль відіграє гемвісний білок гемоглобін, який відображає

фізіологічну картину організму в заданих умовах середовища вирощування. Відомо, що гемоглобін — це дихальний пігмент крові, який бере активну участь у процесах зв'язування та транспорту кисню, вуглекислого газу, іонів водню, електронів та в багатьох інших біохімічних реакціях, необхідних для нормального функціонування організму [21]. В еритроцитах гемоглобін знаходиться у вільному стані і у вигляді біохімічних комплексів з білками або фосфатидами, вони становлять близько 40% від об'єму крові. Гематокрит є одним із показників загального аналізу організму і являє собою співвідношення обсягу еритроцитів до обсягу плазми крові.

Аналіз гематологічних показників свідчить, що вміст еритроцитів в крові мав тенденцію до зниження залежно від частки голозерного вівса в годівлі. Проте достовірних різниць щодо вмісту гемоглобіну і кількості еритроцитів в крові усіх дослідних груп не виявлено, що свідчить про доцільність проведення повторних досліджень (табл. 5).

Таблиця 5. Гематологічні показники досліджуваних груп коропа ($M \pm m$, $n = 3$)

Table 5. Hematological parameters of the studied groups of carp ($M \pm m$, $n = 3$)

Група риб / Fish group	Вміст гемоглобіну, г% / Hemoglobin, g%	Кількість еритроцитів, млн/мкл / Number of red blood cells, M/mcl
Контроль / Control	11,13±0,333	1,14±0,139
Дослід I / Experiment I	11,33±0,371	1,16±0,067
Дослід II/ Experiment II	10,63±0,426	1,22±0,025
Дослід III/ Experiment III	10,80±0,231	1,15±0,027

Вартість корму, витраченого на вирощування коропа, була найвищою при застосуванні в годівлі голозерного вівса в серпні (Дослід III), проте економічна ефективність зросла за рахунок зменшення витрат корму і збільшення приросту риби (табл. 6).

Найнижчі витрати на вирощування кілограма продукції отримано в Досліді II — 5,8 грн, що на 33,3% менше, ніж при використанні в годівлі голозерного вівса в кількості 10%. Враховуючи вартість посадкового матеріалу і витрачених на вирощування кормів, одержали найвищу економічну ефективність від вирощування коропів Досліді II, що відносно Досліді I більше у 1,7 раза, відносно Досліді III — у 1,8 раза і відносно Контролю — в 1,8 раза.

Варіант досліді із згодовуванням голозерного вівса в серпні замість кормосуміші (Дослід III) не справив високого економічного ефекту, оскільки вартість вівса була вищою, а середня маса коропа при вилові була, хоч і вищою, ніж в Контролі, проте нижчою, ніж у двох інших дослідних групах.

Загалом встановлено, що введення до складу кормосуміші при годівлі племінних дволіток коропа голозерного вівса в кількості 30% є найбільш ефективним не лише з огляду на отримання максимальних показників рибопродуктивності ставу, а й забезпечення енергетичних та фізіологічних потреб ремонтного молодяку.

Таблиця 6. Економічні показники вирощування племінних дволіток коропа з додаванням до раціону голозерного вівса

Table 6. Economic indicators of growing of two-year-old carp with the addition to the diet of naked oats

Група риб / Fish group	Кон- троль / Control	Дослід I / Experi- ment I	Дослід II / Experi- ment II	Дослід III / Experi- ment III
Площа ставу, га / Area of the pond, ha	0,20	0,17	0,16	0,19
Вирощено коропа, кг / Fish capture, kg	86	80	92	86
Витрати на корм, кормосуміш / feed mixture	751	592	351	448
грн * / Feed costs, голозерний овес / naked oats	-	103	178	350
УАН*	751	695	529	798
Витрати корму на 1 кг вирощеної продукції, грн / Feed costs per 1 kg of grown products, UAH.	8,7	8,7	5,8	9,3
Витрати на посадковий матеріал, грн / The cost of carp stocking material, UAH	480	408	384	456
Додаткові витрати, грн / Additional costs, UAH	464	464	464	464
Загальні витрати на виробництво рибної продукції, грн. / Total costs for the production of fish products, UAH	1695	1567	1377	1718
Ринкова вартість, грн / 1 кг риби / 1 kg of fish	26	26	26	26
Market price, UAH вирощеної продукції / grown products	2236	2080	2392	2236
Собівартість, грн./кг / Cost, UAH/kg	19,7	19,6	15,0	20,0
Прибуток загальний (ринкова вартість – загальні ви- трати), грн / Total profit (market value - total costs), UAH	541	513	1015	518
Прибуток, грн./га / Profit, UAH/ha	2705	3018	6346	2726
Рентабельність ((прибуток загальний / ринкова вартість) x 100), % / Profitability ((total profit / market value) x 100), %	24,2	24,7	42,4	23,2
Додатковий прибуток відносно Контролю, % / Additional profit relative to Control, %		+0,5	+18,2	-1,0

Примітка: * – ціна кормосуміші — 1,71 грн/кг; голозерного вівса — 2,5 грн/кг, посадкового матеріалу коропа — 30 грн/кг; товарного коропа — 26 грн/кг.

Notes: * the cost of feed mixture — 1,71 UAH/kg; the cost of naked oats — 2,5 UAH/kg, the cost of carp stocking material — 30 UAH/kg; the cost of marketable carp stocking material — 26 UAH/kg.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

У результаті проведених досліджень встановлено, що додавання до кормів голозерного вівса позитивно впливає на кількісні і якісні показники продуктивних ознак ремонтно-маточного матеріалу коропа. Встановлено, що ефективним є додаткове згодовування голозерного вівса в кількості 30% упродовж всього періоду годівлі. Зокрема, зросли показники приросту маси та виживаності у порівнянні з контрольним варіантом.

Годівля племінних дволіток коропа штучними кормами з додаванням голозерного вівса створює передумови для отримання якісного племінного матеріалу, також зниження собівартості вирощеної продукції, що є важливим для ведення фермерського господарства в умовах сьогодення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грициняк І. І. Науково-практичні основи раціональної годівлі риб. Київ : Рибка моя, 2007. 306 с.
2. Амінокислотний склад білків зерна різних сортів вівса / Мукоїд Р. М. та ін. // Харчова промисловість 2009. № 8. С 14—16.
3. Годівля риб : підручник / Шерман І. М. та ін. Київ : Вища освіта, 2001. 269 с.
4. Матрос О. П., Кекух В. Ф., Кобила І. О. Голозерний овес. Перспективний напрям селекції культури // Насінництво. 2009. № 1. С. 7—9.
5. Буранова С. В. Технологічні властивості голозерного вівса та методи його зберігання : автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. Одеса, 2010. 22 с.
6. Petit H. V., Alary S. Milk yield and composition of dairy cows fed concentrate based on naked oats // J Dairy Sci. 1999. Vol. 82(5). P. 1004—1007. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(99)75320-8.
7. Яночкин И. В., Наумчик А. В., Макаровец И. В. Использование комбикормов с вводом голозерного и низкопленчатого овса при кормлении цыплят-бройлеров // Таврический научный обозреватель. 2016. № 5(10). С. 284—289.
8. Кононенко С. И. Нетрадиционные зерновые компоненты в рационах свиней // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 79 (05).
9. Кононенко С. И., Кретинина А. Г. Использование голозерного овса в составе полнорационных комбикормов // Проблемы увеличения производства продуктов животноводства и пути их решения. – Дубровицы. 2008. С. 333—335.
10. Грициняк І. І., Желтов Ю. О., Тучапська А. Я. Голозерний овес у складі рибних кормів при вирощуванні товарного коропа // Рибогосподарська наука України. 2010. № 2. С. 111—115.
11. Грициняк І. І. Природно-економічні умови для розвитку рибного господарства Львівської області // Рибне господарство. 2001. Вип. 59–60. С. 6—11.
12. Желтов Ю. А. Организация кормления разновозрастного карпа в фермерских рыбных хозяйствах. Киев : ИНКОС, 2006. 282 с.
13. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Ленинград. : Гидрометеиздат, 1970. 412с.
14. СОУ 05.01–37–385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України. 2006. 15 с. (Стандарт Мінагрополітики України).
15. Методи підвищення природної рибопродуктивності ставів / Андрющенко А.І. та ін. ; ред. Гринжевський М. В. Київ, 1998. 124 с.
16. Киселев И. А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. Ч. 1, т. IV. Москва ; Ленинград : АН СССР, 1956. С. 183—265.
17. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм. Київ : Олді-плюс, 2009. 299 с.
18. Иванова Н. Т. Методика некоторых гематологических показателей у рыб // Типовые методики исследований продуктивности видов рыб в пределах их ареалов : сб. научн. тр. Вильнюс, 1974. С. 83—90.
19. Дервиз Г. В., Воробьев А. И. Количественное определение гемоглобина крови посредством аппарата ФЭК // Лабораторное дело. 1969. № 4. С. 2—8.

20. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 256 с.
21. Житенева Л. Д. Экологические закономерности ихтиогематологии. Ростов на-Дону : АзНИИРХ, 2000. 56 с.

REFERENCES

1. Hrytsyniak, I. I. (2007). *Scientific and practical bases of rational feeding of fish*. Kyiv: Rybka moja.
2. Mukoid, R. M., et al. (2009). Aminokyslotnyi sklad bilkiv zerna riznykh sortiv vivsa. *Kharchova promyslovist*, 8, 14-16.
3. Sherman, I. M., et al. (2001). *Hodivlya ryb*. Kyiv: Vyshcha osvita.
4. Matros, O. P., Kekukh, V. F., & Kobyla, I. O. (2009). Holozernyi oves. Perspektivnyi napriam selektsii kultury. *Nasinnystvo*, 1, 7-9.
5. Buranova, S. V. (2010). Tekhnolohichni vlastyvoli holozernoho vivsa ta metody yoho zberihannia. *Extended abstract of candidate's thesis*. Odesa.
6. Petit, H. V., & Alary S. (1999). Milk yield and composition of dairy cows fed concentrate based on naked oats. *J Dairy Sci*, 82(5).
7. Ianochkyn, Y. V., Naumchyk, A. V., & Makarovets, Y. V. (2016). Ispolzovanie kombikormov s vvodom holozernoho i nizkoplenchatoho ovsa pri kormlenii tsypliat-broilerov. *Tavrisheskyi nauchnyi obozrevatel*, 5(10), 284-289.
8. Kononenko, S. Y. (2012). Netradytsyonnye zernovye komponenty v ratsionakh svinei. *Nauchnyi zhurnal KubHAU*, 79 (05).
9. Kononenko, S. Y., & Kretynyna, A. H. (2008). Ispolzovanye holozernoho ovsa v sostave polnoratsionnykh kombikormov. *Problemu uvelycheniya proyzvodstva produktov zhyvotnovodstva i put ih resheniya*. Dubrovtsy, 333-335.
10. Hrytsyniak, I. I., Zheltov, Yu. O., & Tuchapska, A. Ya. (2010). Holozernyi oves u skladi rybnikh kormiv pry vyroshchuvanni tovarnoho koropa. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2, 111-115.
11. Hrytsyniak, I. I. (2001). Pryrodno-ekonomichni umovy dlia rozvytku rybnoho hospodarstva Lvivskoi oblasti. *Rybne hospodarstvo*, 59-60, 6-11.
12. Zheltov, Yu. A. (2006). *Organizatsiya kormleniya raznovozrastnogo karpa v fermerskikh rybnikh khazyaystvakh*. Kiev: INKOS.
13. Alekin, O. A. (1970). *Osnovy gidrohimii*. Leningrad: Gidrometeoizdat.
14. Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy. (2006). *SOU 05.01-37-385:2006*. Kyiv: Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy.
15. Andriushchenko, A. I., et al. (1998). *Metody pidvyshchennia pryrodnoi ryboproduktyvnosti staviv*. Kyiv.
16. Kyselev, Y. A. (1956). *Metody issledovaniya planktona. Zhyzn presnykh vod SSSR*. Ch. 1, t. IV. Moskva, Leningrad: AN SSSR, 183-265.
17. Krazhan, S. A., & Khyzhniak, M. I. (2009). *Pryrodna kormova baza rybohospodarskykh vodoim*. Kyiv: Olderplus.
18. Ivanova, N. T. (1974). Metodika nekotorykh gematologicheskikh pokazatelej u ryb. *Tipovue metodiki issledovaniy produkivnosti vidov ryb v predelah ih arealov: sb. nauchn. tr.* Vilnius, 83-90.
19. Derviz, G. V., & Vorob'ev, A. I. (1969). Kolichestvennoe opredelenie gemoglobina krovi posredstvom apparata FJeK. *Laboratornoe delo*, 4, 2-8.
20. Plohinskij, H. A. (1969). Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov. Moskva: Kolos.
21. Zhiteneva, L. D. (2000). Ekologicheskie zakonomernosti ihtiogematologii. Rostov na-Donu: AzNIIRH.

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЙНО-КОМПЕНСАТОРНИХ ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗМУ ГІДРОБІОНТІВ ПІД ВПЛИВОМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

О. В. Гончарова, anelsatori@gmail.com, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

O. Sekiou, omar.sekiou@univ-annaba.org, Environmental Research Center (C.R.E), Campus, Sidi Amar, Annaba, Algeria

П. С. Кутіщев, kutishev_p@ukr.net, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Мета. Дослідити функціональний статус організму коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) зокрема, антиоксидантної системи, активності каталази за умов додаткової підгодовілі біологічно активними речовинами у складі кормосуміші в якості адаптогену та коректора обмінних процесів.

Методика. Науково-практичну частину досліджень було виконано на базі науково-дослідних лабораторій «Перспективи аквакультури», «Фізіолого-біохімічні дослідження», «Екологічний і хімічний аналіз та моніторинг води» ХДАЕУ та у лабораторії ДУ «Херсонський виробничо-експериментальний завод з розведення молоді частикових риб». Експериментальна частина тривала 30 діб; упродовж цього періоду здійснювали візуальне спостереження за рибою, відбір біологічного матеріалу для досліджень у відповідності до діючих методик у рибництві. Цитологічні дослідження крові проводили на мазках; використовували камеру-окуляр «Micromed MDC-500-5Мп», також стабілізовану кров та сироватку. Для транспортування біологічного матеріалу до лабораторії використовували обладнання ThermoMix. Гідрохімічні параметри в резервуарах рециркуляційної аквакультуральної системи (РАС) досліджували експрес-методами (тестами) з відповідною фіксацією у робочому журналі. Реакцію та етологію коропа *Cyprinus carpio* на світло проводили з використанням цифрового обладнання та тесту LDT.

Результати. Отримані результати демонструють позитивний вплив кормового чинника в якості адаптогену та стимулятора росту — на перерозподіл метаболічної енергії в організмі коропа, що, в свою чергу, чинить стимулювальну дію на темпи розвитку та поліпшує загальний функціональний статус організму об'єкта науково-експериментального дослідження. Представлено результати досліджень морфо-функціональних, біохімічних параметрів крові *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в онтогенезі при вирощуванні в рециркуляційних аквакультуральних системах на фоні впровадження елементів вдосконалення технологічних аспектів при поліпшенні адаптаційних можливостей організму риб. Встановлено, що суміш біологічно активних речовин природного походження до загальногосподарського раціону сприяє збільшенню середньої маси тіла *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в дослідній групі, поліпшує параметри гомеостатичної рівноваги в порівнянні з рибою в контрольній групі. Отримано позитивні результати науково-експериментального дослідження щодо використання в якості адаптогену добавки, що було вивчено з метою активації захисних

© О. В. Гончарова, О. Sekiou, П. С. Кутіщев, 2021

механізмів, метаболічних процесів гідробіонтів при постійному або систематичному впливі стрес-чинників технологічного характеру. У результаті науково-експериментального дослідження встановлено, що в дослідній групі *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) маса тіла, вихід, загальна кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну, загальний білок, рівень активності каталази перевищували параметри в контрольній групі. Отримані результати надають можливість відмітити активацію антиоксидантної системи, перебудову фізіолого-біохімічних процесів, систем мобілізації в організмі коропа в дослідній групі.

Наукова новизна. Встановлено корегуючу дію суміші біологічно активних речовин при введенні до загальногосподарського раціону щодо метаболічних процесів, адаптаційної здатності організму риб, а також підвищення резистентності організму в цілому. За умов впровадження до технологічної схеми вирощування в якості адаптогену кормового чинника природного походження на тлі впливу технологічних стрес-чинників зафіксовано кореляційний зв'язок морфо-функціональних, біохімічних параметрів крові коропа та стрес-маркерів. У результаті введення до загальногосподарського раціону коропа біологічно активних речовин природного походження з вираженою адаптаційною та корегуючою фізіолого-біохімічними параметрами дією, відбувається поліпшення адаптаційної здатності, активація антиоксидантної системи на тлі дії технологічних чинників.

Практична значимість. Представлено результати науково-експериментальних досліджень функціонального статусу організму коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічних чинників. Вивчено параметри розвитку коропа в онтогенезі при вирощуванні в рециркуляційних аквакультуральних системах на фоні впровадження різномісних елементів вдосконалення технологічних аспектів. Результати демонструють позитивний вплив біологічно активних речовин, що входять до складу кормосуміші, зокрема, активацію швидкості росту, підвищення маси тіла, виходу.

Ключові слова: функціональний стан організму коропа, адаптаційно-компенсаторні параметри, швидкість розвитку, рециркуляційні системи, технологічні чинники.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF ADAPTATION- COMPENSATORY PROCESSES OF HYDROBIONTS UNDER THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL FACTORS

O. Honcharova, anelsatori@gmail.com, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson

O. Sekiou, omar.sekiou@univ-annaba.org, Environmental Research Center (C.R.E), Campus, Sidi Amar, Annaba, Algeria

P. Kutishchev, kutishev_p@ukr.net, Kherson State Agrarian-Economic University, Kherson

Purpose. To study the functional status in the body of the common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) after the addition of biologically active substances in feed composition as an adaptogene and corrector of metabolic processes including the antioxidant system, catalase activity in carp body.

Methodology. The experimental part of the study was performed at the laboratory of the Scientific and Research Laboratory "Aquaculture Perspectives", Scientific and Research Laboratory of "S. Pentelyuk Physiological and Biochemical Studies", Scientific and Research Laboratory of Ecological and Chemical Analysis and Water Monitoring of the State Education Institution "Kherson State Agrarian and Economical University" and at the laboratory of the "Kherson Production and Experimental Hatchery of Ordinary Fish Breeding". The duration of the experimental part was 30 days. During this period, visual observation of the fish was carried out, biological material was collected for the study in accordance with the current methods in fish farming. Cytological studies of blood were carried out on smears using Micromed MDC-500-5MP eyepiece camera. ThermoMix

equipment was used to transport biological material to the laboratory. The hydrochemical parameters in tanks of the recirculating aquaculture system (RAS) were investigated by express methods (tests) with the corresponding recording of results in the work journal. The reaction and ethology of the common carp *Cyprinus carpio* to the light was carried out using digital equipment and a LDT test.

Findings. The obtained results demonstrated the positive effect of the feed factor as an adaptogene and growth stimulator on the redistribution of metabolic energy in the carp body, which in turn had a stimulating effect on the development rate and improved the general functional status of the fish body. The paper presents the results of morpho-functional, biochemical parameters of carp blood in ontogenesis when grown in recirculating aquaculture systems against the background of the application of elements to improve technological aspects while improving the adaptive capabilities of the fish body. It was found that the feed factor, when introduced into the general economic ration, promoted an increase in the average carp body weight in the experimental group, improved the parameters of homeostatic equilibrium in comparison with fish in the control group. Positive results of a scientific and experimental study on the use of the additive as an adaptogene were obtained; it was studied with the aim of activating protective mechanisms, metabolic processes of aquatic organisms under constant or systematic exposure to stress factors of a technological nature. The study showed that the body weight, yield, total number of erythrocytes, hemoglobin content, total protein, and the level of catalase activity in the experimental groups of fish exceeded these parameters in the control group. The results obtained allowed noting the activation of the antioxidant system, the restructuring of physiological and biochemical processes, mobilization systems in the carp body in the experimental group.

Originality. We found a correcting effect of the feed factor on metabolic processes, the adaptive capacity of the fish organism, as well as an increase in the resistance of the body as a whole. After implementing the technological scheme of cultivation of a feed factor of natural origin as an adaptogene against the background of the influence of technological stress factors, we found a correlation between the morpho-functional, biochemical parameters of carp blood and stress markers. Addition of biologically active substances of natural origin with a pronounced adaptive and correcting physiological and biochemical parameters into the general diet of carp improved the adaptive capacity. The antioxidant system was activated against the background of the action of technological factors.

Practical value. The results of scientific and experimental studies of the functional status of carp body under the influence of technological factors were presented. Parameters of the development of carp in ontogenesis when growing in recirculating aquaculture systems against the background of the introduction of multilevel elements to improve technological aspects were studied. The results demonstrated the positive effect of biologically active substances involved in the feed mixture, in particular, activation of the growth rate, increase in body weight, and yield.

Key words: functional state of the carp body, adaptive and compensatory parameters, development rate, recirculation systems, technological factors.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИОННО-КОМПЕНСАТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗМА ГИДРОБИОНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Е. В. Гончарова, anelsatori@gmail.com, Херсонский государственный аграрно-экономический университет, г. Херсон

О. Sekiou, omar.sekiou@univ-annaba.org, Environmental Research Center (C.R.E), Campus, Sidi Amar, Annaba, Algeria

П. С. Кутищев, kutishev_p@ukr.net, Херсонский государственный аграрно-экономический университет, г. Херсон

Цель. Изучить функциональный статус организма карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) при условии дополнительного подкорма биологически активными веществами. Кормосмесь вводили в общий рацион в качестве адаптогена и корректора обменных процессов, в частности, антиоксидантной системы, активности каталазы.

Методика. Научно-практическая часть исследований была выполнено на базе научно-исследовательских лабораторий «Перспективы аквакультуры», «Физиолого-биохимические исследования», «Экологический и химический анализ и мониторинг воды» ХГАЕУ и в лаборатории ГУ «Херсонский производственно-экспериментальный завод по разведению молоди частиковых рыб». Продолжительность экспериментальной части составила 30 суток; в течение этого периода осуществляли визуальное наблюдение за рыбой, производили отбор биологического материала для исследований в соответствии с действующими методиками в рыбоводстве. Цитологические исследования крови проводили на мазках; использовали камеру-окуляр «Micromed MDC-500-5Мп», а также стабилизированную кровь и сыворотку. Для транспортировки биологического материала в лабораторию использовали оборудование ThermoMix. Гидрохимические параметры в резервуарах рециркуляционной аквакультуральной системы (РАС) исследовали экспресс-методами (тестами) с соответствующей фиксацией в рабочем журнале. Реакцию и этологию карпа *Cyprinus carpio* на свет проводили с использованием цифрового оборудования и теста LDT.

Результаты. Полученные результаты демонстрируют положительное влияние смеси биологически активных веществ при введении в основной рацион в качестве адаптогена и стимулятора роста на перераспределение метаболической энергии в организме карпа, что, в свою очередь, оказывает стимулирующее действие на темпы развития и улучшает общее функциональное состояние организма объекта научно-экспериментального исследования. Представлены результаты морфо-функциональных, биохимических параметров крови *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в онтогенезе при выращивании в рециркуляционных аквакультуральных системах на фоне внедрения элементов совершенствования технологических аспектов при улучшении адаптационных возможностей организма рыб. Установлено, что смесь биологически активных веществ природного происхождения в условиях введения в общехозяйственный рацион способствует увеличению средней массы тела *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в опытной группе, улучшает параметры гомеостатического равновесия по сравнению с рыбой в контрольной группе. Получены положительные результаты научно-экспериментального исследования по использованию в качестве адаптогена добавки, что было изучено с целью активации защитных механизмов, метаболических процессов гидробиионтов при постоянном или систематическом воздействии стресс-факторов технологического характера. В результате научно-экспериментального исследования установлено, что в опытной группе *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) масса тела, выход, общее количество эритроцитов, содержание гемоглобина, общий белок, уровень активности каталазы превышали параметры в контрольной группе. Полученные результаты дают возможность отметить активацию антиоксидантной системы, перестройку физиолого-биохимических процессов, систем мобилизации в организме карпа в исследовательской группе.

Научная новизна. Установлено корректирующее смеси биологических веществ при введении в общехозяйственный рацион на метаболические процессы, адаптационную способность организма рыб, а также повышение резистентности организма в целом. В условиях внедрения в технологическую схему выращивания в качестве адаптогена кормового фактора естественного происхождения на фоне влияния технологических стресс-факторов зафиксирована корреляционная связь морфо-функциональных, биохимических параметров крови карпа и стресс-маркеров. В результате введения в общехозяйственный рациона карпа биологически активных веществ природного происхождения с выраженным адаптационным и корректирующим физиолого-биохимические параметры действием, происходит улучшение адаптационной способности, активация антиоксидантной системы на фоне действия технологических факторов.

Практическая значимость. Представлены результаты научно-экспериментальных

*исследований функционального статуса организма карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в условиях влияния технологических факторов. Изучены параметры развития карпа в онтогенезе при выращивании в рециркуляционных аквакультуральных системах на фоне внедрения разноразмерных элементов совершенствования технологических аспектов. Результаты демонстрируют положительное влияние биологически активных веществ, входящих в состав кормосмеси, в частности, активацию скорости роста, повышение массы тела, выхода.*

Ключевые слова: функциональное состояние организма карпа, адаптационно-компенсаторные параметры, скорость развития, рециркуляционные системы, технологические факторы.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В аквакультурі стрімкий розвиток інтенсивних технологій сприяє відповідному формуванню адаптаційно-компенсаторних регуляторних механізмів в організмі гідробіонтів при їх адаптації до певних умов вирощування та розведення. Від організації нейрогуморальної регуляції в їх організмі залежить формування продуктивних властивостей, якість біологічної продукції, темп розвитку тощо [1, 12]. Безумовно, константи гомеостатичної рівноваги формуються на рівні специфічної відповіді впливу чималої кількості чинників різної природи: при інтенсивному вирощуванні гідробіонтів, зменшенні кормового коефіцієнту, прискоренні темпів росту, стимулюванні їх продуктивності, поліпшенні біохімічних якостей продукції, що надходить, наприкінці, до споживача. Послідовні процеси в такому циклі передбачають вплив постійних чинників, що за рівнем порогової дії можуть сприяти виникненню стресу у гідробіонтів (за умов відсутності оптимальних механізмів регуляції адаптаційних механізмів).

Транспортування, бонітування, контрольні зважування, технологічні маніпуляції підміни води, контролю експлуатації обладнання, корекція гідрохімічного режиму, підбір оптимального загальногосподарського раціону, введення нових компонентів, профілактичні прийоми та чимало інших заходів опосередковано впливають на всі процеси в організмі гідробіонтів, в тому числі, і резистентність, параметри гомеостатичної рівноваги тощо. Причому, важливим є той факт, що абіотичні та біотичні чинники є визначальними для гідробіонтів в даному контексті як при вирощуванні у рециркуляційних аквакультуральних системах, садках, так і природних акваторіях [2]. Крім того, актуальним є підрощення молоді риб з метою подальшого зариблення водойм різного призначення та цільового використання (комбінований спосіб).

Одним із важливих аспектів у вирішенні окресленого кола завдань може бути впровадження до технологічної схеми вирощування та підрощення на активних етапах розвитку біологічно активних речовин, що здатні сприяти перебудові метаболічних процесів на різних рівнях клітинної організації, поліпшувати функціональний стан органів та систем, чинити імуномодуючу, протекторну, адаптаційну дію. Провідним маркером є і активність протеолітичних ферментів та комплексів, стан антиоксидантної системи в організмі гідробіонтів.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

У доступних літературних джерелах чимало авторів демонструють результати науково-експериментальних, камеральних досліджень щодо удосконалення та створення нових способів поліпшення резистентності організму об'єктів вирощування до впливу різних чинників, що неможливо уникнути при промисловому вирощуванні. При цьому біологічні добавки, елементи, що входять до складу, значною мірою корегують не лише обмінні процеси, а й якість отриманої продукції наприкінці етапу вирощування [6, 9, 11].

Корекція неспецифічної реакції організму на вплив чинників різної природи, перебудова захисних механізмів, балансування констант гомеостатичної рівноваги: всі способи залежать від рівня адаптаційних можливостей організму. За відсутності грамотного підходу гідробіонти будуть зазнавати систематичного або постійного стресу, що може призвести до летального випадку (Selye, 1950). Загалом, за умов наявності подразника, що зумовлює стресову реакцію організму гідробіонтів, важливо ідентифікувати тип, фазу цього процесу. Фізіологічний стрес, або еустрес, та патологічний, або дистрес [7, 13]. Від кожного типу в онтогенезі в організмі гідробіонтів достатньо з реактивної реакцією може відбуватися адаптація до певного чинника. В такому випадку використання адаптогенів надасть можливість лабільно скорегувати перебіг обмінних процесів, активувати або виступити інгібітором.

У наукових працях відмічено позитивні результати введення неагресивних речовин, природного походження до загальногосподарського раціону об'єктів вирощування. В такому випадку зберігаються і якісні характеристики продукції, що вже наприкінці надходить до споживача. Досвід практичного використання біологічно активних речовин має позитивні результати щодо стабілізації імунологічної реакції організму, активації білкового, вуглеводного обмінів, що відображається на високих показниках росту, середньодобових приростів, виходу молоді тощо. Безумовно, поліпшення функціонального стану організму знаходиться в кореляції з переліченими параметрами [4, 10]. Більшість результатів досліджень відображають такий зв'язок параметрів, а організм розглядається як цілісна система, нейрогуморальна регуляція якої адаптується в залежності від «стимулу» впливу (подразника, технологічного чинника тощо) [3, 8]. Саме на таких основах формується схема підгодовлі щодо застосування пробіотичних, гормональних добавок, фітопрепаратів, профілактичних заходів. Важливим аспектом, що окреслюють більшість науковців, практиків — здатність адаптації організму в цілому до мінливих умов існування гідробіонтів. Безумовно при підборі біологічно активних добавок, кормосуміші фахівець має враховувати індивідуальну чутливість об'єкта до таких компонентів, його пластичність, рівень нейрогуморальної регуляції процесів в організмі риб, що проявляють певну реакцію за певних умов. У цьому аспекті тематика роботи набуває актуальності. Новизна отриманих науково-експериментальних результатів досліджень даної роботи полягає в тому, що вперше вивчено та встановлено позитивну комплексну дію біологічно активних складових кормосуміші природного походження при підгодовлі коропа у відсотковому співвідношенні: ефірна олія суцвіть *Lavandula hybrida* Rev. (10%) : *Spirulina Platensis* (73%) : *Artemia salina* (15 %) : наночастинки оксиду заліза (2%). У відповідності до тематики досліджень, було

сформовано мету та логічно-послідовні завдання: дослідити вплив суміші біологічно активних речовин природного походження при введенні до загальногосподарського раціону коропа на показники розвитку коропа, середню масу тіла, коефіцієнт вгодованості; проаналізувати фізіолого-біохімічні параметри, зокрема, морфо-функціональні, біохімічні показники крові в організмі коропа за умов підгодівлі кормосумішю.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Експериментальна частина роботи реалізувалась в лабораторії ДУ «Херсонський виробничо-експериментальний завод по розведенню молоді частикових риб» та НДЛ ХДАЕУ «Перспективи аквакультури», НДЛ «Фізіолого-біохімічних досліджень ім. Пентелюка С.І.», НДЛ з екологічного і хімічного аналізу та моніторингу води ХДАЕУ. В результаті був сформований план здійснення експериментальних досліджень, обробка, порівняльний аналіз доступної літератури, монтаж (РАС). Рибу було розподілено за принципом груп-аналогів у рибницькі басейни РАС: перший — контрольний, другий — дослідний загальним об'ємом 500 м³, по 200 екз. цього літока коропа в кожний. Експериментальна частина тривала 30 діб та складалася з розділених умовно трьох етапів (перший — тиждень), другий — два тижні, третій — тиждень), упродовж яких здійснювали відбір біологічного матеріалу, дослідження в умовах лабораторії з дотриманням загальноприйнятих нормативів, вимог у рибництві при постановці експериментальної частини [5]. Кров із серця та хвостової вени отримували за допомогою пастерівської голки та гепаринізованого шприца. Методики аналізу відповідали загальним вимогам. Активність каталази визначали спектрофотометричним методом, на основі здатності перекису водню утворювати стійке забарвлення з реагентом. Біохімічний аналіз активності аланінамінотрансфераза (АЛТ), аспартатамінотрансфераза (АСТ), концентрації глюкози, вмісту загального білка здійснювали в умовах лабораторії на аналізаторі «Humalyzer 3000» з використанням уніфікованих наборів Human GmbH. Додаткове дослідження щодо етології коропа та реакції на світло проводили з використанням цифрового обладнання та тесту LDT (light dark test) з параметрами освітлення 350 лк, 3 хвилини адаптації об'єкта, 5 хвилин — змінною дією освітлення з використанням ламп JBLSolar Ultra Color T5, ЛЛТ5 в умовах лабораторії кафедри. Цитологічні дослідження лейкоцитарної формули проводили на мазках крові, забарвлених за методом Романовського-Гімза при збільшенні об'єктиву 40^x з використанням камери-окуляр «Micromed MDC-500-5Мп». Використовували також ThermoMix, ULAB 102. Гідрохімічний моніторинг РАС проводили систематично експрес-методами та за потребою у лабораторних умовах з фіксацією результатів у робочому журналі. Темп розвитку коропа вивчали шляхом контрольних зважувань, систематичних спостережень з відповідною фіксацією у робочому журналі та обробкою отриманих даних. В якості чинника, що сприяв активації адаптаційних механізмів в організмі коропа був обраний температурний режим середня температура у басейнах складала 23,2°C (мінімальне значення 22,8°C, максимальне — 23,6°C) та рівень води у кожному басейні РАС по 250 м³. Кормосуміш природного походження, яку додавали до загальногосподарського раціону коропа дослідної групи мала наступний склад: ефірна олія суцвіть *Lavandula hybrida* Rev. (10%), *Spirulina platensis* (73%), *Artemia salina* (15%), наночастинки оксиду заліза (2%). На фоні

загальногосподарського раціону для коропа вводили кормову суміш з розрахунку 200 мг/кг маси тіла риби тричі впродовж дня, після тижня двічі (8:00 та 13:00). На основі рекомендацій з постановки експериментальних досліджень, у відповідності до розробленої схеми здійснювали коливання температури води (знижуючи значення показника шляхом регулювання фіксованого значення обігрівача з 23,2 до 19,5°C) та змінювали рівень води при здійсненні її підміни у резервуарах на 1/3 від загального об'єму. При цьому було сформовано контрольну та дослідну групи, з однаковою кількістю риби (200 екз. цього літока коропа середньої масою на початку експерименту першого етапу 27,9 г) за принципом груп-аналогів. Упродовж періодичного використання окреслених технологічних чинників в якості подразників дослідній групі додатково було введено до загальногосподарського раціону розроблену та апробовану у підготовчий етап біологічно активну кормову добавку. Всі технологічні вимоги було дотримано у відповідності до стандартів та нормативних рекомендацій годівлі гідробіонтів.

Отриманні результати було оброблено у програмі Microsoft Excel з використанням Statistica. Всі маніпуляції з об'єктом науково-експериментального дослідження проводили з дотриманням правил «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Експериментальним шляхом були отримані результати щодо впливу кормосуміші з біологічно активних речовин природного походження як адаптогену, коректора метаболічних процесів в організмі коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) при вирощуванні у рециркуляційних аквакультуральних системах (РАС) на фоні впливу різних чинників технологічного характеру. В таблиці 1 представлено результати середніх значень гідрохімічного стану резервуарів РАС при проведенні експериментального дослідження.

Таблиця 1. Умови гідрохімічного режиму РАС при проведенні експериментальної частини дослідження

Table 1. Conditions of the hydrochemical regime of the RAS during the experimental follow-up

Параметри / Parameters	Фактичне значення / Actual value
Температура води, °C / Water temperature, °C	23,2±0,41
pH / pH	7,1±0,12
Концентрація кисню, мг/дм ³ / Oxygen concentration, mg/l	3,9±0,14
Амоній NH ⁴⁺ , мг/дм ³ / Amonium NH ⁴⁺ , mg/dm ³ l	0,12±0,311
Нітрати NO ³⁻ , мг/дм ³ / Nitrates NO ³⁻ , mg/dm ³ l	0,15±0,241
Нітриди NO ²⁻ , мг/дм ³ / Nitrites NO ²⁻ , mg/dm ³ l	0,03±0,04
Окисненність, мг О/дм ³ / Oxidation, mg O/dm ³	13,5

Інтегральним показником функціонального стану організму об'єкта дослідження є вивчення морфо-функціонального, біохімічного стану крові. За

основними параметрами було проаналізовано синтетичну функцію білкового обміну, кровотворної функції в організмі коропа (табл. 2). Морфо-функціональний стан крові коропа під час використання стрес-чинника (зменшення температури та рівня води у басейнах РАС) мав різну клінічну картину в контрольній групі та в групі, де риба додатково отримувала при підгодівлі кормосуміш в якості адаптогену. Ймовірно, що синтетичні процеси кровотворних органів в організмі дослідної риби відбувалися більш активно, параметри відповідали фізіологічним рекомендаціям для коропа. Організм коропа з дослідної групи мобілізувався, забезпечуючи активну роботу систем щодо підтримки гомеостатичної рівноваги. Загальна кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну в крові риби дослідної групи перевищували значення в контрольній на 36,8% та на 13,8 відповідно ($p \leq 0,05$).

Таблиця 2. Функціональний стан організму коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічних чинників при вирощуванні у РАС ($M \pm m$, $n=30$)

Table 2. Functional state in the body of carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) under the influence of technological factors when grown in RAS ($M \pm m$, $n = 30$)

Параметри / Parameters	Група / Group	
	Контрольна / Control	Дослідна / Experiment
Кількість еритроцитів, Т/л / Erythrocytes (RBC) (T/l)	1,9 $\pm$ 0,17	2,6 $\pm$ 0,12*
Вміст гемоглобіну, г/л / Hemoglobin, g/100ml	70,1 $\pm$ 2,87	79,8 $\pm$ 1,12*
Гематокрит, % / Hematocrits (Packed cell volume), %	45,4 $\pm$ 0,10	46,9 $\pm$ 0,21
Загальний білок, г/л / Total protein, g/l	38,4 $\pm$ 0,11	46,7 $\pm$ 0,07*
Глюкоза, ммоль/л / Concentration of glucose, mol/l	16,32 $\pm$ 1,20	27,2 $\pm$ 1,11
COE, мм/год. / ESR, mm/h.	3,5	4

Примітка. * – $p \leq 0,05$ відносно показників контрольної групи.

Note. * – the difference between the indices is probable, $p \leq 0.05$.

Нижчі за фактичним значенням параметри в крові коропа з контрольної групи, зокрема, вміст гемоглобіну, можуть відбуватися шляхом блокування ферментативного комплексу, що забезпечує синтетичні процеси цього пігменту за умов впливу стрес-чинників. У результаті, відбувається зниження транспорту кисню на клітинному рівні, що відображено на інших параметрах. У дослідній групі тенденція є позитивною, що надає підстави відмітити ефективність адаптогену та його корегуючий вплив. Дослідження рівня каталази показало вищі значення на 12% ($p \leq 0,05$), ніж в контрольній групі. Слід відмітити, що впродовж всього науково-експериментального дослідження, в другому та третьому періоді вивчення вмісту даного параметру показало, що концентрація в контрольній групі (2,3 та 2,5 мкмоль/хв. $\times$ мг білка) була меншою, ніж в дослідній. Ймовірно, що каталаза здебільшого, накопичується в еритроцитах, тому її концентрація перевищувала контрольні значення з кореляційним зв'язком кількості еритроцитів (табл. 2, рис. 1). Концентрація загального білка, білкових фракцій є маркерними параметрами антиоксидантної системи: більшість параметрів чинять корелятивний вплив на темпи розвитку гідробіонтів (середня маса тіла,

коефіцієнт вгодованості, вихід тощо).

Дослідження вмісту білка та перерозподіл білкових фракцій надає комплексності дослідженням. Так, вміст білка в дослідній групі перевищував контрольні значення на 21,6% ($p < 0,05$). Оскільки білок є основою структурності клітин та тканин, мембран, комплексів імунного захисту, параметр є важливим та інформативним. Результати досліджень демонструють активніші синтетичні процеси, прискорення метаболічних процесів в дослідній групі. Технологічний чинник сприяє меншій активності перебігу білкового обміну, значному зниженню вмісту альбумінів у крові коропа. Додаткове згодування кормосуміші сприяє кращим адаптаційним можливостям організму риби, корекції метаболічних процесів.

Дослідження наступних параметрів функціонального статусу організму коропа продемонструвало різні фактичні значення в контрольній та дослідній групі, а, отже, і наявність впливу кормосуміші природного походження при стрес-реакціях організму гідробіонтів. Так, аланінамінотрансфераза (АЛТ) надає можливість вивчити рівень функціональності печінки, активність синтетичних процесів амінокислотного складу. Значення в сироватці крові АЛТ в дослідній групі ($1,92 \text{ ммоль/л} \times \text{г}$) перевищувало контрольні значення на 8,3%, що свідчить про активацію метаболічних процесів, синтетичних процесів в організмі риб. Наступний індикатор фізіологічного стану організму, параметр аспартатамінотрансфераза (АСТ) відображає рівень білкового обміну, його фактичне значення в дослідній групі було менше на 2,4% порівняно з контрольними — та складало $1,3 \text{ ммоль/л} \times \text{г}$). Якщо проаналізувати відсоткове співвідношення амінотрансфераз, то отримаємо коефіцієнт Рітиса, який знаходиться у гранично допустимих фізіологічних межах — 1,5, та є інформативним параметром щодо функціональної активності, насамперед, печінки, серцево-судинної системи, процесів вивільнення амінотрансфераз.

Виходячи з результатів, представлених в таблиці 2, доповнити уявлення щодо впливу адаптогену на функціональний статус організму коропа за умов дії технологічних чинників, здатна концентрація глюкози в крові. Рівень вивільнення енергії та доступних депо в організмі коропа дослідної групи був вищим, ніж в контрольній. Відносно лейкоцитарної формули крові коропа, відмітимо, що контрольній та дослідній групах значення відповідали фізіологічній нормі. Втім, в дослідній групі була відмічена тенденція збільшення моноцитів, що може бути пов'язано з активацією моноцитарно-макрофагальної системи та мобілізації захисних сил організму риби.

Резистентність організму коропа до впливу чинників різної природи та можливість адаптуватися до них було досліджено за рівнем каталази, що відображало стан антиоксидантної системи в організмі. Результати додаткового введення компонентів кормосуміші до загального раціону коропа при створенні технологічного стресу продемонстрували позитивний вплив на перебіг метаболічних процесів у печінці, зокрема, на інтенсивність синтетичних реакцій трансформації компонентів при обміні речовин. Активність ферментативного комплексу за одним із маркерних параметрів — каталази печінки — дослідній групі була вищою, ніж в контрольній (рис. 1).

Рис. 1. Аналіз активності каталази печінки коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічного чинника, ($M \pm m$, $n=15$)

Fig. 1. Analysis of the activity of liver catalase of carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) under the influence of technological factors, ($M \pm m$, $n = 15$)

Такі позитивні зміни сприяють і формуванню стану окисдавної системи при стресі різної природи та зумовлюють швидкість реакції системи антиоксидантного захисту організму коропа.

Додаткове дослідження етології коропа за умов світлової реакції LDT (light dark test) продемонструвало кращу адаптацію компенсаторних механізмів організму коропа в дослідній групі. Порівняльна характеристика швидкості рухової активності риби при світловому «стимулі» була найкраща в дослідній групі.

Результати дослідження темпу розвитку в онтогенезі коропа представлено на наступному рисунку 2.

Рис. 2. Порівняльний аналіз темпів розвитку в онтогенезі коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічного чинника, ($M \pm m$, $n = 30$)

Fig. 2. Comparative analysis of the rate of development in the ontogenesis of the carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) under the influence of technological factors ($M \pm m$, $n = 30$)

Виходячи з отриманих результатів порівняння показника росту в контрольній (29,7±1,32 г) та дослідній групах (30,2±1,09 г), відмітимо, що на другому етапі розвитку різниця між групами за параметром, що вивчався становила 1,6%. Наприкінці додаткового згодування кормосуміші в дослідній групі коропа мав вищі показники швидкості росту (34,3±0,98 г): різниця між контрольними значеннями дорівнювала 8% ($p \leq 0,05$).

Абсолютний приріст маси тіла та відсоток виживання коропа були вищими в дослідній групі (6,4 г та 95% відповідно) в порівнянні з контрольними значеннями (4 г та 90,5% відповідно). При порівнянні коефіцієнта вгодованості також була відмічена позитивна динаміка в дослідній групі: наприкінці дослідження цей важливий в риборівництві параметр дорівнював 2,5 од., що перевищувало значення в контрольній групі. Крім того, візуальне спостереження за рибою продемонструвало більш згруповану поведінку коропа в дослідній групі, при захопленні корму риба була більш активною.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Використання кормосуміші до загальногосподарського раціону продемонструвало позитивні результати відносно темпів розвитку коропа, приростів, коефіцієнта вгодованості, виходу. Біологічно активні речовини, що входять до складу кормосуміші, чинять адаптаційну дію на комплекси різнорівневих синтетичних процесів, антиоксидантної системи в організмі коропа. Встановлено, що на тлі впливу стрес-чинників, що виникають при технологічних операціях, маніпуляції запланованого характеру при вирощуванні та розведенні риб, кормовий чинник сприяє поліпшенню адаптаційних можливостей організму та зміцненню резистентності коропа. Штучно створені умови стресової ситуації для нього (зміна температурного режиму, об'єму води у басейнах РАС) сприяють активації адаптаційно-компенсаторних механізмів у риб, що відображається на морфо-функціональних, біохімічних параметрах крові. Додаткове введення до ЗГР кормосуміші у співвідношенні: ефірна олія суцвіт'я *Lavandula hybrida* Rev. (10%) : *Spirulina platensis* (73%) : *Artemia salina* (15 %) : наночастинки оксиду заліза (2%) сприяє поліпшенню загального функціонального статусу організму коропа, що відображається на показниках розвитку.

Заплановано дослідження біохімічного складу м'язової частини, гістологічних особливостей травного каналу, печінки коропа за умов підгодівлі кормосумішшю природного походження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарова О. В., Тушницька Н. Й. Фізіологічне обґрунтування використання нетрадиційного методу обробки сировини в аквакультурі // Риборівництво України. 2018. № 1. С. 54—64.
2. Гончарова О. В., Параняк Р. П., Гутий Б. В. Функціональний стан організму прісноводних риб за умов впливу абіотичних чинників // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. 2019. Т. 21, № 90. С. 82—87. (Серія : Сільськогосподарські науки).
3. Дудкин С. И., Колесникова Л. В., Цема Н. И. Окислительный стресс и проблемы эмбриональной смертности ихтиофауны: неучтенный фактор

- ущерба естественному воспроизводству природных популяций в условиях хронического загрязнения водных экосистем // Междунар. науч. конф., Ростов-на-Дону : матер. Ростов-на-Дону, 2004. С. 49—51.
4. Золотарьова О. К., Шнюкова Є. І. Перспективи використання мікрроводоростей у біотехнології. Київ : Альтерпрес, 2008. 234 с.
 5. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос. 1969. 256 с.
 6. Ткачева И. В. Экономическая целесообразность применения пробиотиков при выращивании карпа // Эффективное животноводство. 2017. № 4 (134). С. 24—26.
 7. Яковлев Г. М., Новиков В. С., Хавинсон В. Х. Резистентность, стресс, регуляция / отв. ред. Медведев В. И. Ленинград : Наука, 1990. 238 с.
 8. Plasmatic levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress / Barcellos L. J. et al. // Aquaculture Research. 1999. Vol. 30 (6). P. 437—444.
 9. Pivovarov A. A., Mykolenko S. Yu., Honcharova O. V. Biotesting of plasma-chemically activated water with the use of hydrobionts // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 4, № 10 (88). P. 44—50.
 10. The adaptogenic and neuroprotective properties of lithium ascorbate / Pronin A. V. et al. // Neuroscience and Behavioral Physiology. 2018. Vol. 48, № 4. P. 409—415.
 11. Honcharova O., Kutishchev P., Korzhov, Y. A Method to Increase the Viability of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) Stocking of the Aquatories Under the Influence Advanced Biotechnologies // Aquaculture Studies. 2021. P. 139—148. http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_4_01.
 12. Honcharova O. V. et al. Biological substantiation of improvement of biotechnological map of production of aquaculture products "eco - direction" // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10, № 1. P. 261—266.
 13. Vinogradov E. V., Simonov V. M., Recoubratsky A. V. Selection for Stress Resistance at Early Stages of Development in Common Carp. Aquacultural and Biological Characteristics of Offspring. Our Future Growing from Water. Berlin, Germany, october 7-10 // Aquaculture Europe. 2019. P. 1593—1594/

REFERENCES

1. Honcharova, O. V., & Tushnytska, N. I. (2018). Fiziologichne obhruntuvannya vykorystannia netradytsiinoho metodu obrobky syrovyny v akvakulturi. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 54-64.
2. Honcharova, O. V., Paraniak, R. P., Hutyi, B. V. (2019). Funktsionalnyi stan orhanizmu prysnovodnykh ryb za umov vplyvu abiotychnykh chynnykiv. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotekhnologii im. S.Z. Gzhytskoho: Seriya: Silskohospodarski nauky*, 21, 90, 82-87.
3. Dudkin, S. I., Kolesnikova, L. V., & Tsema, N. I. (2004). Okislitel'nyy stress i problemy embrional'noy smertnosti ikhtiofauny: neuchtenyy faktor ushcherba estestvennomu vosproizvodstvu prirodnnykh populyatsiy v usloviyakh khronicheskogo zagryazneniya vodnykh ekosistem. *Mezhdunar. nauch. konf., Rostov-na-Donu: mater.* Rostov-na-Donu, 49-51.
4. Zolotarova, O. K., & Shniukova, Ye. I. (2008). *Perspektyvy vykorystannia mikrovodorostei u biotekhnologii*. Kyiv: Alterpres.

5. Plokhynskyi, N. A. (1969). *Rukovodstvo po byometryi dlia zootekhnykov*. Moscow: Kolos.
6. Tkacheva, I. V. (2017). Ekonomicheskaya tselesoobraznost' primeneniya probiotikov pri vyrashchivanii karpa. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 4 (134), 24-26.
7. Yakovlev, G. M., Novikov, V. S., & Khavinson, V. Kh. (1990). *Rezistentnost', stress, regulyatsiya*. Leningrad: Nauka.
8. Barcellos, L. J., Nicolaiewsky, S., De Souza, S. M. G., & Lulhier, F. (1999). Plasmatic levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress. *Aquaculture Research*, 30 (6), 437-444.
9. Pivovarov, A. A., Mykolenko, S. Yu., & Honcharova, O. V. (2017). Of plasma-chemically activated water with the use of hydrobionts. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4, 44-50.
10. Pronin, A. V., et al. (2018). The adaptogenic and neuroprotective properties of lithium ascorbate. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 48, 4, 409-415.
11. Honcharova, O., Kutishchev, P., & Korzhov, Y. A. (2020). Method to Increase the Viability of *Cyprinus Carpio* (Linnaeus, 1758) Stocking of the Aquatories Under the Influence Advanced Biotechnologies. *Aquaculture Studies*, 21, 139-148. http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_4_01.
12. Honcharova, O. V., Paranjak, R. P., Rudenko, O. P., & Lytvyn, N. A. (2021). Biological substantiation of improvement of biotechnological map of production of aquaculture products "eco - direction". *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 261-266.
13. Vinogradov, E. V., Simonov, V. M., & Recoubratsky, A. V. (2019). Selection for Stress Resistance at Early Stages of Development in Common Carp. Aquacultural and Biological Characteristics of Offspring, october 7-10 Berlin, Germany. Our Future Growing from Water. *Aquaculture Europe*, 1593-1594.

СЕЛЕКЦІЯ, ЯК ОСНОВНИЙ НАПРЯМОК НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОСНОВНІ ЕТАПИ СЕЛЕКЦІЙНО-ПЛЕМІННОЇ РОБОТИ В УКРАЇНІ (ОГЛЯД)

О. В. Краснопольська, ole4ka2702@gmail.com, ТОВ «Карпатський водограй»,
м. Пустомити

Мета. Впродовж довготривалого часу селекція як наука займається створенням сортів і гібридів сільськогосподарських рослин, порід тварин, штамів мікроорганізмів і вивчає методи створення всього вищеперерахованого. В той же час, як і будь-яка складова науки, вона має свої напрямки розвитку та вдосконалює їх з плином часу. Тому метою даної роботи було дослідження історичного розвитку селекції як науки, аналіз сучасного стану, та характеристика застосування основних селекційних методів в аквакультурі України.

Результати. Автором роботи було опрацьовано та проаналізовано фахову наукову літературу, щодо розвитку селекції як одного з методів наукових досліджень. Зокрема, розглянуто історичні аспекти розвитку селекції у рослинництві та тваринництві, у тому числі й у рибництві, та висвітлено основні її напрямки. Описано метод перспективного розвитку синтетичної селекції — реципрокне схрещування, та описано сучасний стан селекційно-племінної роботи у рибництві.

Практична значимість. Проведений огляд літературних джерел може бути корисним для підготовки лекційного матеріалу під час навчального процесу з підготовки фахівців за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура», зокрема для фахівців з іхтіології, ветеринарної медицини, зоології.

Ключові слова: селекція, генетика, коропівництво, порода, внутрішньопородний тип.

SELECTION AS THE MAIN DIRECTION OF SCIENTIFIC STUDIES AND MAIN STEPS OF SELECTION AND BREEDING WORK IN UKRAINE (A REVIEW)

O. Krasnopol'ska, ole4ka2702@gmail.com, «Karpatskiy vodograi» LLC, Pustomyty

Objective. For a long time, selection, as a science, has been dealing with the creation of varieties and hybrids of agricultural plants, animal breeds, microorganism strains and studying the methods of all of the above. At the same time, like any component of science, it has its own directions of development, and improves them in time. Therefore, the purpose of this work was to investigate the historical development of selection as a science, to analyze the current state, and to characterize the application of basic breeding methods in aquaculture in Ukraine.

Findings. The author of the work reviewed and analyzed professional scientific literature on the development of selection as one of the methods of scientific studies. In particular, the historical aspects of the development of selection in crop production and animal husbandry, including fish

© О. В. Краснопольська, 2021

farming, have been considered, and its main directions have been highlighted. A promising method for the development of synthetic selection was proposed: reciprocal crossing, and the current state of selection and breeding work in fish farming was described.

Practical value. *The review of literature sources can be useful for the preparation of lecture material during the training process for training specialists in the specialty 207 "Aquatic Bioresources and Aquaculture", including specialists in ichthyology, veterinary medicine, zoology.*

Key words: *breeding, genetics, breeding, breed, intrabreed type.*

СЕЛЕКЦИЯ КАК ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ В УКРАИНЕ (ОБЗОР)

О. В. Краснопольська, ole4ka2702@gmail.com, ТОВ «Карпатський водограй»,
г. Пустомыты

Цель. На протяжении длительного времени селекция как наука занимается созданием сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, пород животных, штаммов микроорганизмов и изучает методы создания всего вышеперечисленного. В то же время, как и любая составляющая науки, она имеет свои направления развития и совершенствует их со временем. Поэтому целью данной работы было исследование исторического развития селекции как науки, анализ современного состояния и характеристика применения основных селекционных методов в аквакультуре Украины.

Результаты. Автором работы была обработана и проанализирована профессиональная научная литература, по развитию селекции как одного из методов научных исследований. В частности, рассмотрены исторические аспекты развития селекции в растениеводстве и животноводстве, в том числе и в рыбоводстве, и освещены основные ее направления. Предложен перспективный метод развития синтетической селекции — реципрокное скрещивание, и описано современное состояние селекционно-племенной работы в рыбоводстве.

Практическая значимость. Данный обзор литературных источников может быть полезным для подготовки лекционного материала во время учебного процесса по подготовке специалистов по специальности 207 «Водные биоресурсы и аквакультура», в частности для специалистов по ихтиологии, ветеринарной медицине, зоологии.

Ключевые слова: селекция, генетика, карповодство, порода, внутривидовой тип.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

За допомогою методів селекції розробляються способи впливу на ознаки та особливості рослини й тварин. Це відбувається з метою зміни їхніх спадкових якостей у потрібному для людини напрямку. Селекція стала однією з форм еволюції рослинного й тваринного світу. Вона підпорядкована тим самим законам, що й еволюція видів у природі, однак природний добір тут частково замінений штучним [38].

Рибництво — молодша галузь в порівнянні з тваринництвом і рослинництвом, оскільки перші культурні породи коропа були виведені близько чотирьох століть тому в Західній Європі, а пізніше почали розводити райдужну форель, сріблястого карася, ліна та інших риб.

Тому, основною метою даної роботи було дослідження історичного розвитку селекції як науки, аналіз сучасного стану, та характеристика застосуванню основних селекційних методів в аквакультурі України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНОЇ РАНІШЕ ЧАСТИНИ ПРОБЛЕМИ. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У XVIII столітті Стефан Людвиг Якобі — німецький рибовод-практик — зробив важливий внесок в дослідження розмноження і створення методів штучного розведення риб. Йому вдалося розробити так званий мокрий спосіб запліднення ікри. А також він досліджував штучне розведення форелей і лососів, що допомогло йому створити конструкцію інкубаційного апарату і запровадити біотехнологію відтворення, яку використовують дотепер. Істотний внесок у середині XIX століття зробив французький ембріолог Ж. Коста, який істотно оптимізував біотехнологію штучного розведення риб, зробивши її більш придатною для практики [38, 42].

Не менш важливий вплив на розвиток рибництва мали дослідження російських вчених. Так, А. Т. Болотов досліджував принципи рибогосподарської меліорації та подав ідею про удобрення ставів і годівлю риб. Російський, або «сухий», спосіб запліднення ікри розробив В. П. Враський в XIX ст. За його ініціативи були написані унікальні роботи з гібридизації риб [38]. Академік Р. В. Овсянников вперше у світовій практиці виконав успішні досліді зі штучного запліднення ікри стерляді, які лягли в основу сучасного осетрівництва [32, 40].

Професор Н. І. Ніколюкін у 1952 р. отримав перший міжвидовий гібрид білуги і стерляді — бестер, який виростили в тепловодному риборозпліднику Саратовської області. В умовах сьогодення інтенсивно ведуться роботи з осетрівництва науковцями ІРГ НААН. Дослідні роботи спрямовані не лише на удосконалення існуючих технологій відтворення і вирощування, а й розроблення технологій ікряного виробництва та альтернативних замінників кормів на ранніх етапах вирощування [35, 37].

Не можна оминати увагою і форелівництво. На даний час дана галузь в Україні більш розвинена в областях, де є джерела води, яка підходить для вирощування риби (гірські води та теплі скидні води для вирощування в зимовий період). Тому найбільше форель вирощують у Закарпатській, Львівській, Івано-Франківській, Чернівецькій, Волинській та Донецькій областях. Однак, необхідно зазначити, що історично склалося так, що форелівництво на території України бере свій початок в Українських Карпатах. Саме там в 1894–1896 рр. був побудований перший форелевий завод. Упродовж наступних 50-ти років відбувався інтенсивний розвиток. Так, в 1941 р. їх нараховувалося більше 10 [34, 41]. Ікру райдужної форелі завозили з Австрії, Угорщини, Чехословаччини; щорічна потужність даних заводів складала 12–15 млн мальків [3]

У подальшому з метою відтворення райдужної форелі були реконструйовані в повносистемні господарства такі рибницькі заводи як «Шипіт» та «Свалява», а з 70-х рр. XX ст. у даних господарствах були розпочаті роботи з акліматизації американської палії та севанської форелі гегаркуні [14, 15].

Після здобуття Україною незалежності, у форелівництві, як і в аквакультурі в

цілому, спостерігався значний спад виробництва товарної продукції. Дане явище пояснювалося скрутними соціальними та економічними чинниками, що склалися в той період. Однак, в умовах сьогодення, з постійним збільшенням попиту на продукти харчування та індустріалізацією суспільства, стан сучасного форелівництва починає відроджуватися та набирати обсягів. Освоюються нові технології вирощування риби на базі більш розвинутих в цьому сенсі країн, таких як Норвегія, Фінляндія, Угорщина, США [12, 13, 37].

Як відомо, представники родини лососевих, в тому числі і райдужна форель, характеризуються за господарськими якостями не лише товарною продукцією м'язових тканин, але і продукуванням червоної ікри. Беручи до уваги біологічні особливості даного виду, ікру отримували один раз на рік. Але завдяки проведенню селекційно-племінних робіт, науковцями було виведено нові породи, що характеризуються кількаразовим нерестом. Перша порода з дворазовим нерестом «Таякама» була зареєстрована в Японії на форелевій фермі «Нікко». Породу отримано шляхом тривалої селекції з використанням комбінованого відбору та штучної зміни тривалості світлового дня. Вихідною формою породи була веснянонерестуюча форель, завезена зі штату Колорадо (США). Необхідно зазначити, що дані самиці відрізняються досить високою плодючістю, однак повторно продукована ікра поступається за індивідуальними показниками та має нижчий показник виживання в період ембріогенезу [33, 43].

Сучасні дослідження, проведені на репродукторі «Адлер» (Росія), показали, що серед самиць різного генезису при культивуванні в стабільних температурних умовах зустрічається від 3 до 15% особин, які нерестують двічі на рік. Селекційний відбір показав, що серед риб першого селекційного покоління кількість самиць збільшується вдвоє. Створення породи з означеними властивостями сприяє використанню у господарствах різних типів, що збільшить виробництво товарної ікри в 1,5 раза [4, 23].

Необхідно також відмітити, що з метою вдосконалення товарного форелівництва, завдяки проведенню селекційних робіт, впроваджуються нові напрямки, які дозволяють отримати товарну продукцію поліпшеної якості за коротший термін.

Значних досягнень селекція отримала в галузі коропівництва. Надзвичайно велике значення мали проведені в ХХ ст. дослідження з генетики лускатого покриття у коропа В. С. Кірпи́чником, К. А. Головінською і Є. І. Балкашиновим. Отримані в цих дослідженнях дані відразу ж знайшли практичне застосування в селекційно-племінній роботі. У 30–40-і рр. ХХ ст. в Україні під керівництвом А. І. Кузьоми почалася селекційна робота з коропом, що завершилася згодом створенням українських порід коропа. У довоєнний період за ініціативою В. С. Кірпи́чникова була розпочата робота з гібридизації коропа з сазаном, яка підтвердила ефективність промислового схрещування в риби́встві. Кінець 40–х — початок 50–х років ХХ століття пов'язаний з організацією робіт з селекції ропшинського, білоруського і парського коропів (ці роботи очолювали

В. С. Кірпічніков, Д. П. Поліксені, К. А. Головінська). [2, 16]

Вже до середини 60-х рр. XX ст. стала очевидною невідповідність між запитами промисловості і станом селекційно-племінної справи у галузі. Ставові господарства потребували великих за чисельністю маточних стад коропа, укомплектованих високопродуктивними плідниками. У цей період питання селекції і племінної роботи почали інтенсивно розробляти галузеві інститути.

Розвитку селекційних робіт сприяли успіхи у вивченні генетичних особливостей об'єктів розведення. На основі загальних принципів селекції та з урахуванням даних з генетики риб в 50–60-х рр. XX ст. були розроблені перші рекомендації щодо методів селекції та системи організації племінної роботи в рибництві. До цього часу остаточно склалися уявлення про необхідність створення в галузі спеціалізованих селекційно-племінних господарств та впровадження дволінійного розведення, що дозволяє використовувати ефект гетерозису. У 60–70-х рр. XX ст. намітилися помітні успіхи в розробці генетичних методів селекції риб — індукованого гіногенезу і мутагенезу [11].

Дослідження у племінній справі протягом тривалого часу були спрямовані насамперед на розробку біотехніки утримання ремонту та плідників коропа, способів проведення, бонітування маточних стад в промислових господарствах. Починаючи з 1960-х рр., поряд з подальшим розвитком цих робіт, виникла необхідність проведення досліджень, пов'язаних з впровадженням нової технології і нових форм товарного рибництва (зокрема, заводського методу відтворення, полікультури, господарств індустріального типу та ін.) [22].

Узагальнення великого фактичного матеріалу, отриманого при вирощуванні гібридів коропа і амурського сазана, показує наступне. Гібриди характеризуються сильним гетерозисом за ростом. У мальковий період вони переважають батьківські форми за швидкістю росту на 50% і більше. Ці відмінності помітно посилюються при зниженій температурі, а також при нестачі їжі. З віком ефект гетерозису знижується (затухає), але при осінньому облові цьоголітки-гібриди, як правило, виявляються більшими, ніж коропа на 10–40%. У дволіток відмінності між гібридами та коропами згладжуються. Однак за несприятливих умов (низької температури, нестачі їжі, ураження хворобами тощо) перевага гібридів в рості може зберегтися і в дволіток. Так, при сильній епізоотії краснухи приріст дволіток у гібридів був на 30–50% вищим, ніж у коропа [5, 18, 30].

Найважливішою особливістю гібридів є їх підвищена життєздатність, яка чітко проявляється вже на ембріональних стадіях. Вихід гібридних личинок (від закладеної на інкубацію ікри) зазвичай на 10–15%, а цьоголіток — на 15–20% вище, ніж у коропа. Перевага гібридів з виживаності (особливо при несприятливих умовах) зберігається і в старшому віці.

Особливо цінною властивістю гібридів коропа і амурського сазана є їх підвищена зимостійкість, що успадковується ними від сазана. Так, в рибницьких північно-західних господарствах, де культурний короп в суворі зими практично не виживав, вихід однорічок-гібридів сягав до 70–75% і більше. У центральній

зоні (а в деяких випадках і в більш південних районах) використання гібридів підвищує вихід із зимівлі на 20–30% [6].

Впровадження промислової гібридизації коропа з амурським сазаном в 40–50-ті роки відіграло важливу роль у розвитку ставового рибиництва; воно дозволило, зокрема, просунути коропівництво в більш північні райони СРСР.

Останнім часом все більшого поширення набуває гібридизація коропа і амурського сазана в рибиницьких господарствах України. Дослідження з промислової гібридизації з амурським сазаном включені в програму робіт з білоруським, середньоросійським, парським і деякими іншими породами коропа.

Незважаючи на високі рибогосподарські якості коропо-сазанових гібридів, прагнення до їх повсюдного використання (особливо в районах з сприятливими кліматичними умовами) навряд чи можна розцінювати як прогресивне явище. Вирощування гібридів слід розглядати більше як вимушений захід, який компенсує вплив несприятливих чинників середовища (неблагополуччя господарств за низкою захворювань, забруднення вододжерел промисловими і побутовими стоками, неповноцінна годівля риб за надзвичайно щільної посадки тощо), на тлі яких «напівдикі» гібриди виявляються більш пристосованими, ніж культурні коропи. У міру поліпшення умов вирощування господарське значення коропо-сазанових гібридів, мабуть, буде знижуватися, а роль «чистого» культурного коропа збільшуватися [5, 12].

З розвитком селекційних робіт з коропом все більшого значення набуває міжпорідне і внутрішньопорідне промислове схрещування.

Сильний гетерозис за темпом росту і життєздатності виявлений, наприклад, при схрещуванні українського і ропшинського коропів. При спільному вирощуванні з українським рамчатим коропом цьоголітки гібриди показали перевагу за ростом на 25%. Досить ефективним виявилось схрещування ропшинського коропа з білоруським. Хороші результати отримані при схрещуванні відселекціонованих порід з безпорідними коропами місцевих стад рибиницьких господарств.

Ефект гетерозису встановлений і при внутріпорідних схрещуваннях. Так, у гібридів, отриманих при схрещуванні різних відводок середньоросійського коропа, виживання протягом першого року життя виявлялося на 30–40% вище, ніж у коропів батьківських форм. Гетерозис встановлений також при схрещуванні ранніх внутрішньопорідних і екологічних типів українських коропів, а також при схрещуванні ліній ропшинського коропа [1].

Великі перспективи у рибицтві має також віддалена гібридизація. Цінні гібриди отримані при гібридизації різних видів коропових, сигових, лососевих та осетрових риб. Так, при схрещуванні білого і строкатого товстолобиків нащадки (міжродові гібриди F1) успадковують проміжну будову зябрового апарату, завдяки чому вони краще використовують кормову базу і добре ростуть. Ці переваги особливо чітко виявляються у ставах із зниженою годівлею [19].

Гетерозис із росту і виживаності виявлений при схрещуванні сталевоголового лосося і райдужної форелі. У деяких південних країнах широко застосовують гібридизацію тилапії. Міжвидова промислова гібридизація широко використовується також при товарному вирощуванні американських сомиків, вухатих окунів, буффало, американських шук [2].

Серед міжродових гібридів дуже цінними у практичному відношенні виявилися гібрид F1 від схрещування білуги і стерляді — бестер. Є відомості про високу господарську цінність гібридів шипа і стерляді, шипа і севрюги та деяких інших осетрових.

Необхідно пам'ятати, однак, можливі негативні наслідки віддаленої гібридизації. Навіть у випадку високої господарської цінності гібридів рекомендаціям до їх впровадження у виробництво повинен передувати глибокий аналіз наслідків масового отримання гібридів. Потрапляння плідних гібридів у природні водойми спричинить генетичне засмічення батьківських видів, і тим самим завдасть непоправної шкоди. У рибництві (як ні в якій іншій галузі тваринництва) надзвичайно гостро стоїть проблема забезпечення надійного контролю промислової гібридизації, що повністю виключає можливість засмічення гібридами батьківських форм. Велику допомогу у вирішенні цієї проблеми повинно надати залучення різних генетичних методів контролю, зокрема використання біохімічних маркерів.

Молекулярно-генетичні маркери дозволяють одержувати інформацію щодо поліморфізму — генів і досліджувати, які варіанти окремих генів і генних комплексів несуть бажаний набір ознак організму у конкретних умовах середовища. На основі такої інформації можна спрямовано формувати генофонди з необхідними генними поєднаннями.

Першими молекулярними маркерами були маркери на основі білкового поліморфізму, алозими — спадкові форми ферментних білків, поліморфізм яких виявляється за допомогою електрофоретичного розділення. Незважаючи на розвиток методів аналізу ДНК, ізоферменти є корисними генетичними маркерами, оскільки з їхньою допомогою можна отримати повну генетичну інформацію за короткий час і при порівняно невеликих витратах матеріальних ресурсів.

Характеристика культивованих видів риб методами біохімічної генетики дозволяє виявляти шляхи їхнього походження, визначати ступені генетичної подібності та інбридингу, а також відкриває перспективу вивчення еволюційно-генетичних закономірностей та механізмів процесу domestикації риб [26].

На даний час, у зв'язку зі стрімким розвитком ДНК-технологій, біохімічні маркери було практично витіснено з генетики популяції вивченням поліморфізму на рівні ДНК. Але, незважаючи на швидкий розвиток методів аналізу мінливості ДНК, ізоферментні генні маркери залишаються корисними маркерами у вивченні популяційної структури, внутрішньо- і міжвидової диференціації об'єктів рибництва, оскільки допомагають отримати генетичну інформацію за короткий

час і при порівняно невеликих витратах матеріальних ресурсів [8].

Вихідним матеріалом для створення селекції українських порід коропа послужило місцеве стадо антонінського держрибозаповідника. В подальшому були використані коропи з інших рибгоспів України. Селекційні роботи з українськими породами коропів почали проводитися Українським науково-дослідним інститутом рибного господарства (тепер Інститут рибного господарства НААН України) у 1930 р. під керівництвом О.І. Кузьоми [7, 17].

В селекційній роботі з рибами необхідно вирішувати зазвичай дві основні задачі: поліпшення продуктивних якостей об'єкта розведення та створення порід, пристосованих до конкретних умов культивування. Розмежування цих двох завдань умовне, оскільки в будь-якому випадку мова йде про поліпшення продуктивності і товарних якостей на тлі конкретних умов вирощування. Можливі різні шляхи підвищення продуктивності. Основними є прискорення темпу росту за рахунок більш повного використання природної кормової бази і штучного корму на приріст, підвищення життєздатності риб, у тому числі підвищення їх стійкості до несприятливих умов середовища і хвороб. Сюди ж відноситься і ряд ознак, що характеризують якість товарної продукції (індекс м'ясистості, жирність, костистість тощо).

Поліпшення ознак продуктивності, і в першу чергу підвищення темпу росту, є провідним напрямком селекції в роботах з більшістю об'єктів розведення. Не менш важливе значення має вирішення другого завдання — створення комплексу спеціалізованих порід, пристосованих до різних умов розведення. При ставовому вирощуванні особливе значення має пристосованість риб до певних температурно-кліматичних умов різних районів. Так, у північних районах рибництва (і частково в помірній зоні) головним завданням є підвищення загальної холодостійкості і особливо зимостійкості. При розведенні в південних районах виникає необхідність підвищення стійкості риб до високих температур. Зональні відмінності стосуються і таких важливих екологічних факторів, як гідробіологічний і гідрохімічний режими ставків, особливості токсикологічної обстановки та епізоотологічної ситуації. При селекції ставкових риб в специфічних умовах індустріальних господарств на перший план виноситься завдання підвищення стресостійкості, пристосованості до надзвичайно високої щільності посадки порівняно в невеликих ємностях при живленні майже виключно штучними кормами [10, 25].

У роботах з порівняно новими об'єктами товарного рибництва (рослинодні, сигові, осетрові тощо) провідним напрямком є підвищення пристосованості до чинників доместикації. Важливе значення при цьому має здатність риб нормально рости і розмножуватися в нових екологічних умовах, які можуть істотно відрізнятися від природного середовища існування освоюваного виду [26].

У роботах з деякими видами риб велика увага приділяється поліпшенню репродуктивних ознак, пов'язаних з відтворювальною здатністю. Селекція за іншими ознаками — екстер'єрними та за деякими фізіологічними показниками

має допоміжне значення і спрямована в основному на вирішення зазначених вище завдань [24].

Отримання потомства від плідників, що відносяться до різних племінних груп (пород, внутрішньопорідних груп, відвода і т. п.), називають схрещуванням.

Схрещування приводить до об'єднання спадкових задатків генетично різних особин. Одержуване потомство характеризується збагаченою спадковістю, що відкриває широкі можливості для селекції. Схрещування є одним з прийомів, що використовується для поліпшення існуючих порід (перетворювальне схрещування).

Відтворювальне схрещування — одноразове схрещування плідників різного походження. Отриманих гібридів надалі відтворюють «в собі»; в ряду поколінь проводять інтенсивний відбір в напрямку, що відповідає завданню селекції. На початку селекції іноді послідовно схрещують три (і більше) групи тварин (складне відтворювальне схрещування). При цьому прагнуть, щоб кожна з вихідних груп характеризувалася якимись цінними властивостями, об'єднання яких було б бажаним в створюваній породі. Такий метод створення порід називають синтетичною селекцією. Відтворювальне схрещування і його різновид — синтетична селекція — отримали дуже широке застосування в рибористві. Цей метод використаний в селекційних роботах з ропшинським, білоруським і парським коропами. На основі синтетичної селекції ведеться створення породи середньоросійського коропа. Особливий інтерес являє синтетична селекція з використанням віддаленої гібридизації (наприклад, при схрещуванні різних видів осетрових, товстолобиків, деяких лососевих риб, тиляпія), що дозволяє створювати нові форми, відсутні в природі [20, 28].

Синтетична селекція — це селекція, заснована на використанні для добору вихідного матеріалу, що створюється шляхом гібридизації (синтезу) різних сортів і форм. Синтетична селекція здійснюється шляхом перекомбінації і трансгресії.

За комбінаційної синтетичної селекції в одному гібридному (гібриді) поєднуються ознаки і властивості двох або більше батьківських форм. Завдання селекціонера — відібрати і генетично стабілізувати гібридні організми, які найбільш повно поєднують ці ознаки і властивості. Трансгресивна синтетична селекція заснована на відборі особин з позитивними ознаками, вираженими більшою мірою, ніж у кращого з батьків. При трансгресивній синтетичній селекції успіх роботи залежить від пошуку батьківських форм, здатних при схрещуванні давати трансгресії. На основі синтетичної селекції і створено більшість нових видів [24].

Типи схрещувань, які застосовують в селекції, поділяють на дві групи: одноразові і багаторазові. У першому випадку відбір проводять за нащадками від однієї комбінації схрещування; в другому гібриди повторно схрещують з одним із батьків, із третім сортом або іншим гібридом, тобто здійснюють певну систему схрещувань.

Реципрокною називають таку пару схрещувань, в якій організми з домінантними і рецесивними ознаками використовуються і як материнські, так і як батьківські. Проте схрещування сприяє більш глибокому аналізу механізму успадкування і прояву явища гетерозису при формуванні кількісної ознаки. У реципрокних схрещуваннях розрізняють пряме, наприклад, якщо ♀AA x ♂aa і зворотне, якщо ♀aa x ♂AA. Широке використання реципрокного схрещування пов'язане з перевагами його над методами гібридизації інбредних ліній і топ кросів, оскільки дає можливість повністю використати гетерозис на основі виявлення найкращих поєднань батьківських пар і не потребує тих величезних витрат, які необхідні для ведення інбредної селекції [24].

Основним методом селекції українських короїв був масовий відбір з високою інтенсивністю на молодших вікових групах риб. На плем'я зберігали, як правило, не більше 3% цьоголіток. Відбір проводили також на дволітках (25%), трілітках (50%) і при переведенні в стадо плідників (25%) [21].

Найважливішими ознаками при відборі слугували маса тіла і «міцність» конституції. На плем'я відбирали більших риб з лускатим покривом, відповідним прийнятому стандарту, високоспинною формою тіла, відсутністю будь-яких дефектів і ознак захворювань. При відборі самиць особливу увагу звертали на вираженість вторинних статевих ознак (форму черевця).

Селекцію українських короїв спочатку вели у двох різних напрямках, в основу був покладений лускатий покрив і особливості годівлі. Лускаті корої призначалися для екстенсивного нагульного рибництва в неспускних водоймах і великих руслових ставах. Основним напрямком селекції був розвиток пошукової здатності у риб. Тому вирощування племінних риб прагнули проводити в основному на природній кормовій базі при стандартній щільності посадки. Підгодовування риб концентрованими кормами допускалося лише в окремі періоди при виснаженні природної кормової бази. Селекцію рамчатого коропа вели в напрямку ефективнішого використання штучних кормів при ущільненій посадці [21, 27].

Надалі в міру розвитку інтенсифікації ставкового рибництва напрями селекції лускатого і рамчатого короїв зблизилися, що призвело в кінцевому підсумку до зменшення відмінностей між цими двома групами; пізніше обидві групи українського коропа стали вирощувати на кормових сумішах при ущільненій посадці.

Селекцію українських порід коропа здійснювали в основному в закритому типу із застосуванням внутрішньопорідного схрещування досить великої кількості риб (20–30 плідників). Залучення плідників з інших (кращих) аборигенних стад рибних господарств України допускали лише у виняткових випадках з метою збільшення генетичної гетерогенності селекційного матеріалу.

На завершальному етапі на додаток до інтенсивного масового відбору проводили (в невеликому обсязі) оцінку плідників за якістю нащадків і сімейний відбір.

У 1954–1956 рр. українські лускаті і рамчаті коропа були визнані першими вітчизняними породами коропа. Український лускатий короп має суцільний лускатий покрив, утворений правильними рядами луски (як у сазана). У порівнянні з рамчатим, лускатий короп характеризується вищою пошуковою здатністю і повніше використовує природну їжу. У зв'язку з цим лускатий короп спочатку був рекомендований для умов екстенсивного рибництва. Однак вирощування лускатого українського коропа давало добрі результати і при інтенсивних умовах, завдяки чому він отримав широке розповсюдження [9, 19].

У порівнянні з аборигенними галицькими коропами лускаті коропа мають переваги за темпом росту (на 17%), виходом дволіток (на 24%) і ефективністю використання природної кормової бази (на 46%). При вирощуванні в сприятливих умовах середня маса українських лускатих коропів може досягати до 3 кг (у тріліток) [23, 29].

Український рамчатий короп за особливостями лускатого покриття відноситься до малолускатого типу розкиданого коропа (генотип ssnn). Назва «рамчастий» він отримав завдяки характерному розташуванню великих дзеркальних лусок на тілі: останні облямовують тулуб уздовж спини, навколо зябрової кришки, по кілю черевця і на хвостовому стеблі, утворюючи своєрідну рамку. Групи лусочок розташовані також біля основи парних плавців. Бічна частина тіла, як правило, повністю вільна від луски, іноді зустрічаються окремі редуковані лусочки. Характер лускатого покриття стійко передається у спадок. Вищеплення в потомстві нетипових особин (з різними варіаціями розкиданого типу) не перевищує 7%, причому такі риби звичайно дещо відстають за ростом. Український рамчатий короп, як і лускатий, відрізняється високим темпом росту і красивою високоспинною формою тіла [21, 39].

У дослідях із дволітками українського рамчатого коропа при п'ятикратній щільності посадки вони проявили перевагу перед галицьким коропом за темпом росту на 15%, за виживаністю в нагульних ставках — на 11%, за виходом рибпродукції з 1 га площі нагульних ставів — на 25% і витратами корму на одиницю приросту — на 21% [36].

За сприятливих умов самиці українських лускатих і рамчатих коропів дозрівають в чотири, іноді — трирічному, а самці — в три- або дворічному віці. Обидві породи українських коропів характеризуються високою плодючістю. У провідних господарствах від одного гнізда плідників одержують при природному нересті від 200 до 500 тис. три- і п'ятиденних личинок. Українські породи коропа включають кілька внутрішньопорідних типів: антонінсько-зозуленецький, любінський, нивківський, ведуться роботи з галицьким та несвицьким коропом [22, 31].

Антонінсько-зозуленецький внутрішньопорідний тип коропа. За основу цього типу взяті коропа, племенні стада яких були створені протягом 1922–1953 рр. Вони представлені двома формами: лускатою і рамкатою. Цей тип, завдяки своєму масиву та виходячи з історії створення, є ядром українських порід, їх

еталоном. У своїй спадковій основі коропа антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу мають 50% спадкових задатків аборигенних лускатих та 50% дзеркальних галицьких коропів. Основні роботи зі створення цього типу були проведені під керівництвом О. І. Кузьми.

Несвицький внутрішньопорідний тип коропа. Цей тип коропа створено в 50-60 рр. XX століття методом складного відтворювального схрещування дзеркальних галицьких коропів з українськими рамчатими та лускатими коропами антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу на базі рибгоспу «Несвич» Волинського облрибкомбінату. В своїй спадковій основі вони мають 75% спадкових ознак дзеркальних галицьких та 25% ознак антонінсько-зозуленецьких лускатих коропів. Представлені рамчатими та лускатими формами, а за продуктивністю на 9-10% кращі від галицького.

Нивківський внутрішньопорідний тип коропа. Створення нового племінного стада здійснювалося з 1959 р. на базі дослідного господарства «Нивка» шляхом ввідного схрещування антонінсько-зозуленецького внутрішньопорідного типу та ропшинської порідної групи. У спадковій основі коропів нового племінного стада закладено 43,75% задатків дзеркальних галицьких, 37,5% задатків аборигенного антонінсько-зозуленецького лускатого коропа, а також 18,75% ознак амурського сазана. Темпом росту, виживаністю, високою плодючістю та раннім дозріванням завдячують своїй спадковості.

Любінський внутрішньопородний тип коропа. Представлений лускатою та рамчатою формами. Селекція здійснювалася у Львівському відділенні Інституту рибного господарства Української академії аграрних наук з 1963 року шляхом складного відтворювального схрещування плідників городецького племстада несвицького внутрішньопородного типу з коропами ропшинської порідної групи. Спадкова основа коропів нового племінного стада має 51,56% спадкових ознак дзеркального галицького, 34,38% — ознак антонінсько-зозуленецького лускатих коропів і 14,06% — спадкових ознак амурського сазана. На 15–20% любінські коропа забезпечують вищу рибопроодуктивність, ніж несвицькі [21].

Короп є одним з основних об'єктів вирощування в рибних господарствах України, більшість продукції яких являє саме лускатий короп. В країнах Східної та Центральної Європи більшим попитом користується малолускатий короп і ціна на нього є вищою на 15–18%, ніж на лускату форму. Тому з початку 1990-х рр. Інститут рибного господарства НААН розпочав роботи з виведення нового типу українського малолускатого коропа. Новий тип коропа створювався методом ввідного схрещування на базі малолускатих коропів української рамчастої породи та румунської рамчастої породи фресинет. Завдяки зворотним реципрокним схрещуванням новостворені коропа поєднують у собі продуктивні якості, притаманні вихідним формам, завдяки чому закладено структурні основи малолускатого коропа нового типу в розрізі двох гетерогенних відгалужень [5–7].

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Отже, селекція — це безперервний процес удосконалення та виведення нових

сортів рослин та порід тварин. У зв'язку з розвитком генетики, селекція вийшла і стану комплексу практичних заходів для виведення і поліпшення сортів рослин, порід свійських тварин і риб та перетворилася на точну науку, базовану на експерименті.

Розвитку селекційних робіт сприяли успіхи у вивченні генетичних особливостей об'єктів розведення. Дослідження у рибництві племінної справи протягом тривалого часу були спрямовані насамперед на розробку біотехніки утримання ремонту та плідників коропа, способів проведення, бонітування маточних стад в промислових господарствах.

Промислове схрещування в рибництві має велике практичне значення. Значний досвід використання промислових гібридів (особливо гібридів коропа з амурським сазаном) накопичений в коропівництві. Найважливішою особливістю гібридів є їх підвищена життєздатність. У селекційній роботі з рибами доводиться вирішувати зазвичай дві основні задачі: поліпшення продуктивних якостей об'єкта розведення та створення порід, пристосованих до конкретних умов культивування. Схрещування приводить до об'єднання спадкових задатків генетично різних особин. Одержуване потомство характеризується збагаченою спадковістю, що відкриває широкі можливості для селекції.

Синтетична селекція — це селекція, заснована на використанні для добору вихідного матеріалу, що створюється шляхом гібридизації (синтезу) різних сортів і форм. Типи схрещувань, які застосовують в селекції, поділяють на дві групи: одноразові і багаторазові. Різновидом простих схрещувань є реципрокні схрещування.

Реципрокним називають таку пару схрещувань, в якій організми з домінантними і рецесивними ознаками використовуються і як материнські, і як батьківські.

Найважливішими ознаками при відборі слугувала маса тіла і «міцність» конституції. На плем'я відбирали більших за розміром риб з лускатим покривом, відповідним прийнятому стандарту, красивою високоспинною формою тіла, відсутністю будь-яких вад і ознак захворювань.

Селекційні роботи тривають і далі, та спрямовані на удосконалення та виведення нових сортів рослин, порід тварин та риб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аквакультура / Козлов В. И. и др. Москва : МГУТУ, 2004. 433 с.
2. Алимов С. І. Рибне господарство України. Стан і перспективи. Київ: Вища освіта, 2003. – 238с.
3. Розведення форелі на Україні / Алтухов К. О. та ін. Київ : Урожай, 1967. 80 с.
4. Бабий В. А. Использование биологических и технологических особенностей коллекции пород радужной форели племзавода «Адлер» для комплектования маточных стад рыбхозов : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук : 06.02.01 — разведение, селекция, генетика и воспроизводство сельскохозяйственных животных. Краснодар, 1998.
5. Бех В. В., Грициняк І. І. Малолускатий короп — аналіз основних результатів досліджень та селекційної роботи // Рибогосподарська наука України. 2011. № 4. С. 94—98.
6. Бех В. В., Грициняк І. І., Олексієнко О. О. Малолускатий внутрішньопородний тип української рамчастої породи коропа // Аграрна

- наука — виробництву. 2011. № 3. С. 26.
7. Бех В. В., Грициняк І. І. Малочешуйчатий карп — новое селекционное достижение в рыбоводстве Украины // Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества : Междунар. науч.-практ. конф., Улан-Удэ, 1-7 авг. 2011 : матер. Тюмень : Госрыбцентр, 2011. С. 14—15.
 8. Бех В. В. Проблеми в селекційно-племінній роботі в рибництві // Рибогосподарська наука України. 2008. № 1. С. 27—29.
 9. Биологические основы рыбоводства. Проблемы генетики и селекции / ред. Кирпичников В. С. Ленинград : Наука, 1983. 335 с.
 10. Биохимическая и популяционная генетика рыб / ред. Кирпичникова В.С. Ленинград : Ин-т цитологии АН СССР, 1979. 183 с.
 11. Бургаз М. І., Романенко К. І. Селекція риб : Конспект лекцій. Одеса, 2014. 92 с.
 12. Владовская С. А. Современное состояние и перспективы развития морского товарного лососеводства в Европейских странах // Рыбное хозяйство. Пастбищное и товарное лососеводство. 1991. Вып. 1. С. 1—11.
 13. Владовская С. А. Тенденции развития лососеводства в некоторых странах // Рыбное хозяйство. Лососевые: разведение и выращивание. 1992. Вып. 2. С. 1—22.
 14. Галасун П. Т. Состояние и перспективы форелевого хозяйства на Украине // Рыбное хозяйство. 1968. Вып. 6. С. 14—28.
 15. Розведення форелі на Україні / Алтухтов К. О. та ін. Київ : Урожай, 1967. 80 с.
 16. Генетика в аквакультурі / Кирпичникова В.С. Ленинград : Наука, 1989. 120 с.
 17. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Москва : Мир, 2002. 589 с.
 18. Гринжевський М. В. Аквакультура України. Львів : Вільна Україна, 1998. 264 с.
 19. Основи фермерського рибного господарства / Гринжевський М. В. та ін. Київ : Світ, 2000. 40 с.
 20. Гринжевський М. В., Пекарський А. В. Оптимізація виробництва продукції аквакультури. Київ : Поліграфконсалтинг, 2004. 328 с.
 21. Організація селекційно-племінної роботи в рибництві / Гринжевський М. В. та ін. Київ : Рибка моя, 2006. 352 с.
 22. Рибогосподарська оцінка цьоголіток малолускатого коропа четвертого селекційного покоління / Грициняк І. І. та ін. Рибогосподарська наука України. 2014. № 3. С. 67—73.
 23. Фермерське рибництво / Грициняк І.І. та ін. Київ : Герб, 2008. 560 с.
 24. Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции. Москва: Высшая школа. 1989. 591 с.
 25. Катасонов В. Я., Гомельский Б. И. Селекция рыб с основами генетики. Москва : Агропромиздат, 1991. 194 с.
 26. Катасонов В. Я. Научные и практические аспекты развития селекционно-племенной работы в рыбоводстве // Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. Москва : Агропромиздат, 1983. С. 113—120.
 27. Катасонов В. Я., Черфас Н. Б. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. Москва : Агропромиздат, 1986. 180 с.
 28. Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. Ленинград : Наука, 1987. 208 с.
 29. Кирпичников В. С. Генетические основы селекции рыб. Ленинград : Наука, 1979. 391 с.
 30. Кирпичников В. С. Значение гетерозиготности и гетерозиса в эволюции и селекции животных // Вестник с.-х. науки. 1967. № 3. С. 65—69.

31. Кузема А. И. Украинские породы карпа // Рыбоводство и рыболовство. 1966. № 1. 16 с.
32. Використання безперервно поліпшуваного відбору в селекції українських короїв / Олексієнко О. О. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2012. № 1. С. 78—87.
33. Привезенцев Ю. А., Власов В. А. Рыбоводство. Москва : Мир, 2004. 456 с.
34. Протасов А. А. Ручьевая и радужная форель в прикарпатских районах УССР // Труды научно-исследовательского института озерно-речного рыбного хозяйства. 1949. № 6. С. 111—123.
35. Симон М. Ю. Основні гематологічні показники осетрових видів риб (*Acipenseridae*) (огляд) // Рибогосподарська наука України. 2017. № 1. С. 92—117.
36. Проблемы и перспективы фермерского рыбководства в Украине / Третьяк А. М. и др. // Актуальні проблеми аквакультури та раціонального використання водних біоресурсів междунар. науч. конф. : матер. Київ : ІРГ УААН, 2005. 276 с.
37. Шевцова Э. Е. Тенденции развития товарного лососеводства в некоторых зарубежных странах // Рыбное хозяйство. Пастбищное и товарное лососеводство. 1991. Вып. 2. С. 1—6.
38. Шерман І. І., Гринжевський М. В., Грициняк І. І. Розведення і селекція риб : навчальний посібник. Київ : БМТ, 1999.
39. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 484 с.
40. Шерман І. М., Рилов В. Г. Технологія виробництва продукції рибництва. Київ : Вища освіта, 2005. 351 с.
41. Applications of electrophoretic genetic markers to fish breeding. I. Advantages and methods / Moav R. et al. // Aquaculture. 1976. Vol. 9, № 3. P. 217—228.
42. Hunter R. L., Markert C. L. Histochemical demonstration of enzymes separated by zone electrophoresis in starch gels // Science. 1957. Vol. 125, № 3261. P. 1294—1295.
43. Kato T. Selective breeding of rainbow trout with regard to reproduction characteristics // Aquaculture : 7th Jap. Sov. Joint. Symp. : proceed. Tokyo, 1979. P. 137—144.

REFERENCES

1. Kozlov, V. I., et al. (2004) *Akvakul'tura*. Moskva: MGUTU.
2. Alymov, S. I. (2003). *Rybne hospodarstvo Ukrainy: Stan i perspektyvy*. Kyiv: Vyshcha osvita.
3. Altukhtov, K. O., et al. (1967) *Rozvedennia foreli na Ukraini*. Kyiv: Urozhai.
4. Babiy, V. A. (1998). Ispol'zovanie biologicheskikh i tekhnologicheskikh osobennostey kolleksii porod raduzhnoy foreli plemzavoda «Adler» dlya kompletovaniya matochnykh stad rybkhozov. *Extended abstract of candidate's thesis*. Krasnodar.
5. Bekh, V. V., & Hrytsyniak, I. I. (2011). Maloluskatyi korop — analiz osnovnykh rezultatov doslidzhen ta selektsiinoi roboty. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4, 94-98.
6. Bekh, V. V., Hrytsyniak, I. I., & Oleksiienko, O. O. (2011). Maloluskatyi vnutrishnoporodnyi typ ukrainskoi ramchastoi porody koropa. *Ahrarna nauka* —

- vyrobnytstvu, 6, 26.
7. Bekh, V. V., & Gritsinyak, I. I. (2011). Malocheshuychatyy karp — novoe selektsionnoe dostizhenie v rybovodstve Ukrainy. *Akvakul'tura Evropy i Azii: realii i perspektivy razvitiya i sotrudnichestva: Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: mater.* Tyumen': Gosrybtsentr, 14-15.
 8. Bekh, V. V. (2008). Problemy v selektsiino-pleminnoi roboty v rybnytstvi. *Rybohospodarska nauka Ukrainy.*
 9. Kirpichnikov, V. S. (Ed.) (1983). *Biologicheskie osnovy rybovodstva. Problemy genetiki i selekcii.* Leningrad: Nauka.
 10. Kirpichnikov, V. S. (Ed.) (1979). *Biohimicheskaja i populjacionnaja genetika ryb.* Leningrad: In-ta citologii AN SSSR.
 11. Burhaz, M. I., & Romanenko, K. I. (2014) *Selektsiia ryb: Konspekt leksii.* Odesa.
 12. Vladovskaya, S. A. (1991). Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya morskogo tovarного lososevodstva v Evropeyskikh stranakh. *Rybnoe khozyaystvo. Pastbishchnoe i tovarное lososevodstvo, 1*, 1-11.
 13. Vladovskaya, S. A. (1992). Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya morskogo tovarного lososevodstva v Evropeyskikh stranakh. *Rybnoe khozyaystvo. Pastbishchnoe i tovarное lososevodstvo, 2*, 1-22.
 14. Galasun, P. T. (1968). *Sostoyanie i perspektivy forelevogo khozyaystva na Ukraine.* *Rybnoe khozyaystvo, 6*, 14-28.
 15. Altukhtov, K. O., et al. (1967) *Rozvedennya foreli na Ukraini.* Kyiv: Urozhay.
 16. Kirpichnikov, V. S. (Ed.). (1989). *Henetyka v akvakulture.* Leningrad.: Nauka.
 17. Glik, B., & Pasternak, Dzh. (2002). *Molekulyarnaya biotekhnologiya. Printsipy i primenenie.* Moskva: Mir.
 18. Hrynzhhevskiy, M. V. (1998). *Akvakultura Ukrainy.* Lviv: Vilna Ukraina.
 19. Hrynzhhevskiy, M. V., Andriushchenko A. I., Tretiak O. M., & Hrytsyniak I. I. (2000). *Osnovy fermerskoho rybnogo hospodarstva.* Kyiv: Svit.
 20. Hrynzhhevskiy, M. V., & Pekarskiy, A. V. (2004) *Optymizatsiia vyrobnytstva produktsii akvakultury.* Kyiv: Polihrafkonsal'tynh.
 21. Hrynzhhevskiy, M. V., Sherman, I. I., Hrytsyniak, I. I., Vasylets, S. V., Tretiak, O. M., Tomilenko, V. H., Oleksiienko, O. O., & Mruk, A. I. (2006). *Orhanizatsiia selektsiino-pleminnoi roboty v rybnytstvi.* Kyiv: Rybka moja.
 22. Hrytsyniak, I. I., Osipenko, M. I., Bekh, V. V., Oleksiienko, O. O., & Tretiakova, T. V. (2014). Rybohospodarska otsinka tshoholitok maloluskatoho koropa chetvertogo selektsiinoho pokolinnia. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 2, 3*, 67-73.
 23. Hrytsyniak, I. I., Hrynzhhevskiy, M. V., Tretiak, O. M., Kiva, M. S., & Mruk, A. I. (2008). *Fermerske rybnytstvo.* Kyiv: Herb.
 24. Inge-Vechtormov, S. G. (1989). *Genetika s osnovami selekcii.* Moskva: Vysshaja shkola.
 25. Katasonov, V. Ja., & Gmel'skij, B. I. (1991). *Selekcija ryb s osnovami genetiki.* Moskva: Agropromizdat.
 26. Katasonov, V. Ja. (1983). Nauchnye i prakticheskie aspekty razvitija selekcionno-plemennoj raboty v rybovodstve. *Biologicheskie osnovy rybovodstva: problemy genetiki i selekcii.* Moskva: Agropromizdat.
 27. Katasonov, V. Ja., & Cherfas, N. B. (1986) *Selekcija i plemennoe delo v rybovodstve.* Moskva: Agropromizdat.
 28. Kirpichnikov, V. S. (1987). *Genetika i selekcija ryb.* Leningrad: Nauka.
 29. Kirpichnikov, V. S. (1979). *Geneticheskie osnovy selekcii ryb.* Leningrad: Nauka.

30. Kirpichnikov, V. S. (1967). Znachenie geterozigotnosti i geterozisa v evolyutsii i selektsii zhivotnykh. *Vestnik s.-kh. nauki*, 3, 65-69.
31. Kuzema, A. I. (1966). Ukrainskie породы карпа. *Rybovodstvo i rybolovstvo*, 1.
32. Oleksienko, O. O., Bekh, V. V., Hrytsyniak, I. I., Pavlishchenko, V. M., & Osipenko, M. I. (2012). Vykorystannia bezperervno polipshuvanooho vidboru v selektsii ukrainskykh koropiv. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 78-87.
33. Privezencev, Ju. A., & Vlasov, V. A. (2004). *Rybovodstvo*. Moskva: Mir.
34. Protasov, A. A. (1949). Ruch'evaya i raduzhnaya forel' v prikarpatskikh rayonakh USSR. *Trudy nauchno-issledovatel'skogo instituta ozerno-rechnogo rybnogo khozyaystva*, 6, 111-123.
35. Symon, M. Yu. (2017). Osnovni hematolohichni pokaznyky osetrovykh vydiv ryb. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 92-117.
36. Tretjak, A. M., Dubrovs'kij, Ju. V., & Smirnjuk, N. I., et al. (2005) Problemy i perspektivy fermerskogo rybovodstva v Ukraine *Aktualni problemy akvakultury ta ratsionalnoho vykorystannia vodnykh bioresursiv*. Kyiv: IRG UAAN.
37. Shevtsova, E. E. (1991). Tendentsii razvitiya tovarnogo lososevodstva v nekotorykh zarubezhnykh stranakh. *Rybnoe khozyaystvo. Pastbishchnoe i tovarnoe lososevodstvo*, 2, 1-6.
38. Sherman, I. I., Hrynzhewskyi, M. V., & Hrytsyniak, I. I. (1999). *Rozvedennia i selektsiia ryb. Navchalnyi posibnyk*. Kyiv: BMT.
39. Sherman, I. M., & Yevtushenko, M. Iu. (2012). *Teoretychni osnovy rybnytstva: pidruchnyk*. Kyiv: Fitosotsiotsentr.
40. Sherman, I. M., & Rylov, V. H. (2005). *Tykhnolohiia vyrobnytstva produktii rybnytstva*. Kyiv: Vyshcha osvita.
41. Moav, R., et al. (1976). Applications of electrophoretic genetic markers to fish breeding. *I. Advantages and methods*
42. Hunter, R. L. & Markert, C. L. (1957). Histochemical demonstration of enzymes separated by zone electrophoresis in starch gels. *Science*, 125, 3261, 1294-1295.
43. Kato, T. (1979). Selective breeding of rainbow trout with regard to reproduction characteristics. *Aquaculture: 7th Jap. Sov. Joint.: Symp. proceed*. Tokyo.

**З НОВИМ РОКОМ
ТА РІЗДВОМ ХРИСТОВИМ !**

*Хай Новий рік з добром до вас прийде,
Здоров'я, сміх і радість принесе,
Різдво із Колядою завітає —
І щастям хай вас Бог благословляє!*

*Головний редактор,
доктор біологічних наук, с.н.с.,
зав. відділу іхтіопатології
Матвієнко Наталія Миколаївна*

*Заступник головного редактора,
директор Інституту рибного господарства НААН,
доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України,
Грициняк Ігор Іванович*

FISHERIES SCIENCE OF UKRAINE

“Fisheries Science of Ukraine” — a scientific journal, has been published in Ukraine since 2007. “Fisheries Science of Ukraine” included in the List of Specialized Publications of Ukraine, which can be used for publishing results of doctor’s and candidate’s thesis (biological and agricultural subject specialism – 091, 207), recertification of 17.03.2020 (decision of Ministry of Education and Science of Ukraine №409)

Founder and publisher of the journal — Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

State registration certificate KB № 20934-10734 PR of 18.08.2014

EDITOR-IN-CHIEF

Natalia Matvienko, Doctor of Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Department of Ichthyopathology, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

Ihor Hrytsyniak, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the NAAS of Ukraine, Director, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Natalia Kolesnyk, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Laboratory of International Scientific and Technical Cooperation and Intellectual Property, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

EDITORIAL BOARD

BIOLOGY

Daniel Patrick, Doctor of Biological Sciences, Head of Biology Department Laboratories of the Pyrenees and Landes, FRENCH REPUBLIC

Ihor Buzevych, Doctor of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Department of Study Reservoirs Bioresources, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Leonid Buchatskyi, Doctor of Biological Sciences, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Leading Research Scientist of the Laboratory of Biotechnologies in Aquaculture, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Oleksandr Didenko, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Department of Study Reservoirs Bioresources, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Vasyl Sondak, Doctor of Biological Sciences, Head of the Water Bioresources Department, National University of Water and Environmental Engineering, UKRAINE

Yuriy Rud’, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Laboratory of Bio-technology in Aquaculture, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Oleksandr Potrokhov, Doctor of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Laboratory of Biology of reproduction of fish, Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine, UKRAINE

Pavlo Kutishchev, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kherson State Agricultural University, UKRAINE

Liudmyla Dragan, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Laboratory of Ecological Studies Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Kruzhilina Svetlana, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Head of the section of Study Reservoirs Bioresources, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Oleh Marenkov, Candidate of Biological Sciences, Head of Department of General Biology and Water Bioresources, Oles Honchar Dnipro National University, UKRAINE

AQUATIC BIORESOURCES & AQUACULTURE

Boris Gomelsky, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kentucky State University, UNITED STATES OF AMERICA

XU Pao, Doctor, Professor, Director of Freshwater Fisheries Research Center, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Jedrzej Krupinski, Doctor of Sciences, Foreign Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Director, National Research Institute of Animal Production, POLAND

Gautam V. Zodape, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Zoology of Shivaji University Kolhapur, REPUBLIC OF INDIA

Oleksandr Tretiak, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, Deputy Director in scientific works, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Vitaliy Bekh, Doctor of Agricultural Sciences, Aquaculture Department, National University of Life and Environmental Sciences, UKRAINE

Oleksandr Kostenko, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Veterinary Medicine and Zootechnics Department, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, UKRAINE

Tetiana Sharamok, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant professor in the Department of General Biology and Water Bioresources, Oles Honchar Dnipro National University, UKRAINE

Liudmyla Chepil, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant professor in the Department of Animal Biology, National University of Life and Environmental Sciences, UKRAINE

Zsigmond Jeney, Doctor of Sciences, Honorary Professor of Pannon University, HUNGARY

Denys Breus, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant professor in the Department of Ecology and Sustainable Development named after Professor Yu.V. Pilipenko, Kherson State Agrarian University, UKRAINE

SCIENTIFIC EDITORS OF SECTIONS

are staff employees of the Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine: **Natalia Tushnytska**, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Research Scientist, Scientific Secretary of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Yaroslav Tuchapskyi**, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Carp Breeding Laboratory of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Yuriy Zabytivskyi**, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist of Section of Sturgeon of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Antonina Mruk**, Head of the Laboratory Salmonids Culture of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Tetiana Hryhorenko**, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Hydrobiology and Technology of Invertebrates Cultivation of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Hanna Kurinenko**, PhD of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Department of Fish Selection.

Editorial board of the Journal “Fisheries Science of Ukraine”: Institute of Fisheries NAAS, 135, Obukhivska St, Kiev-164, Ukraine, 03164; tel.: +38 097 700 77 25. <http://fsu.ua>, info@fsu.ua

Layout design: Natalia Kolesnik, Serhiy Shinkar, Yevheniy Arkhanhelskyi, Oleksandr Bezusyi; **Making-up:** Yevheniy Arkhanhelskyi, Maria Simon;

Literature editing: Tetiana Shvets; **Corrector:** Hanna Kovalchuk

Postal address:

Editorial board of the Journal "Fisheries Science of Ukraine",
Institute of Fisheries NAAS,
135, Obukhivska St, Kiev-164, Ukraine, 03164

Phone mobile: +38(094) 827-01-86

Web-site: <http://fsu.ua>

E-mail: fsu.journal@gmail.com