ISSN 2312-9581 (Online)

ISSN 2075-1508 (Print)

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА

РИБОГОСПОДАРСЬКА НАУКА УКРАЇНИ

3 / 2015

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 науки), переатестація від 06.11.2014 (наказ Міністерства освіти і науки України №1279)

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

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 20934-10734 ПР від 18.08.2014

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

ГРИЦІНЯК ІГОР ІВАНОВИЧ, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, директор Інституту рибного господарства НААН

ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

ТРЕТЯК Олександр Михайлович, доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи, Інститут рибного господарства НААН

КОЛЕСНИК Наталія Леонідівна, кандидат с.-г. наук, завідувач відділу міжнародного науково-технічного співробітництва та інтелектуальної власності, Інститут рибного господарства НААН

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

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

Литвиненко Олександр Іванович, доктор біол. наук, іноземний член Національної академії аграрних наук України, генеральний директор, Федеральне державне унітарне підприємство «Госрыбцентр», Росія

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

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

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

Соломатіна Валентина Дмитрівна, доктор біол. наук, с.н.с., провідний науковий співробітник відділу кормів та годівлі риб, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

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

Єфименко Михайло Якович, доктор с.-г. наук, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України, головний науковий співробітник, Інститут розведення і генетики тварин НААН, УКРАЇНА

Тарасюк Сергій Іванович, доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН України, заст. директора, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Кольман Ришард, доктор наук, професор, зав. відділу іхтіології, Інститут прісноводного рибного господарства ім. Станіслава Саковича, ПОЛЬЩА

Бех Віталій Валерійович, доктор с.-г. наук, с.н.с., зав. відділу селекції риб, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

Шерман Ісаак Михайлович, доктор с.-г. наук, професор, зав. кафедри рибництва, Херсонський державний аграрний університет, УКРАЇНА

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

НАУКОВІ РЕДАКТОРИ РОЗДІЛІВ

є штатними працівниками Інституту рибного господарства НААН України: **Тушницька Наталія Йосифівна**, канд. ветерин. наук, с.н.с., вчений секретар ІРГ НААН; **Дерень Ольга Володимирівна**, кандидат с.-г. наук, с.н.с., зав. відділу кормів і годівлі риб ІРГ НААН; **Тучапський Ярослав Васильович**, канд. с.-г. наук, зав. лабораторії розведення коропа ІРГ НААН; **Залойло Ольга Василівна**, канд. біол. наук, с.н.с., зав. відділу молекулярно-генетичних досліджень ІРГ НААН; **Забитівський Юрій Михайлович**, канд. біол. наук, заст. директора Львівської дослідної станції ІРГ НААН; **Мельник Анатолій Пилипович**, канд. хім. наук, с.н.с., зав. лабораторії екологічних досліджень ІРГ НААН; **Мрук Антоніна Іванівна**, зав. лабораторії лососівництва та відтворення зникаючих видів риб ІРГ НААН; **Григоренко Тетяна Володимирівна**, кандидат с.-г. наук, завідувач лабораторії гідробіології та технологій культивування цінних безхребетних ІРГ НААН; **Рудь Юрій Петрович**, канд. біол. наук, с.н.с., зав. лабораторії біотехнологій в рибництві ІРГ НААН; **Матвієнко Наталія Миколаївна**, доктор біол. наук, с.н.с., зав. відділу іхтіопатології ІРГ НААН; **Діденко Олександр Володимирович**, канд. біол. наук, с.н.с., старший науковий співробітник відділу вивчення біоресурсів водосховищ; **Чернік Віктор Васильович**, зав. лабораторії менеджменту в рибництві ІРГ НААН

Редакція журналу «Рибогосподарська наука України», вул. Обухівська, 135, м. Київ-164, 03164

тел.: +38 (044) 223-84-34, тел./факс: +38 (044) 423-74-62

<http://fsu.ua>, info@fsu.ua

Підписано до друку 14.09.2015 р. Формат 70x108/16. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 7,1. Наклад 500 прим.

Журнал друкується за рішенням вченої ради Інституту рибного господарства НААН (Протокол від 15.09.2015 р. № 6)

Дизайн макету: Колесник Н. Л., Шинкар С. В., Безусий О. Л. **Верстка:** Симон М. Ю., Архангельський Є. Ю. **Літературне редагування:** Олексієнко О. О., Швець Т. М. **Коректори:** Люткевич І. С. **Комп'ютерний набір:** Ковальчук Г. В.

Друкарня «Спектр Друку», вул. М. Раскової, 23 А, Київ-002, 02002, тел.: +38 (044) 331-14-38

РИБОГОСПОДАРСЬКА НАУКА УКРАЇНИ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

3/2015(33)

Заснований у 2007 р.
Виходить 4 рази на рік

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 1-116
DOI: 10.15407/fsu2015.03

З М І С Т

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 5-17
DOI: 10.15407/fsu2015.03.005

С. М. Снігирьов, С. Г. Бушуєв

Перспективи рибогосподарського використання Хаджибейського лиману 5

БІОРЕСУРСИ ТА ЕКОЛОГІЯ ВОДОЙМ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 18-33
DOI: 10.15407/fsu2015.03.018

І. І. Грициняк, Д. О. Янович, В. В. Бех

Вплив неесенціальних елементів (ртуть, миш'як) на організм лососевих
(*Salmonidae*) риб (огляд) 18

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 34-45
DOI: 10.15407/fsu2015.03.034

Б. О. Грішин, С. А. Кражан, Н. П. Чужма

Оцінка розвитку природної кормової бази ставів рибного господарства
«Меркурій» при вирощуванні рибопосадкового матеріалу коропа
(*Syrpinus carpio carpio*) 34

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 46-54
DOI: 10.15407/fsu2015.03.046

Ю. М. Ситник, М. Г. Мардаревич, Т. О. Берсан

Хлорорганічні пестициди у рибах Кілійської дельти Дунаю
(2003–2005 рр.) 46

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 55-66
DOI: 10.15407/fsu2015.03.055

М. Л. Максименко

Структура любительських уловів та їх частка в загальному вилові риби
на Каховському водосховищі 55

© Інститут рибного господарства НААН України, 2015

ТЕХНОЛОГІЇ В АКВАКУЛЬТУРІ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 67-76

DOI: 10.15407/fsu2015.03.067

Ю. М. Лошкова, В. Ю. Шевченко

Прогнозування результатів вирощування рибопосадкового матеріалу
коропових риб (*Cyprinidae*) для вселення у водойми пониззя Дніпра 67

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 77-90

DOI: 10.15407/fsu2015.03.077

В. О. Коваленко, О. С. Поплавська, В. М. Шумова, М. Ю. Симон

Оцінка ефективності використання різних стимуляторів
нерестового стану в умовах штучного відтворення стерляді
(*Acipenser ruthenus* L.) 77

КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 91-98

DOI: 10.15407/fsu2015.03.091

А. В. Ващенко, Н. М. Матвієнко

Вплив згодовування кормових добавок NUPRO® і BIO-MOS® на
результати вирощування дволіток коропа (*Cyprinus carpio carpio*) 91

ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 99-106

DOI: 10.15407/fsu2015.03.099

Л. П. Драган, М. І. Майстренко, Г. А. Любченко, Ю. П. Рудь,

Л. П. Бучацький

Активність амінотрансфераз у печінці райдужної форелі (*Oncorhynchus
mykiss*) під впливом вірусної інфекції 99

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 107-115

DOI: 10.15407/fsu2015.03.107

І. І. Грициняк, Й. Ф. Рівіс, М. Б. Малетич

Вміст та жирнокислотний склад етерифікованого холестеролу печінки
та відтворна здатність плідників коропа (*Cyprinus carpio carpio*) за різного
рівня вітаміну А в комбікормі 107

СОДЕРЖАНИЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 5-17

DOI: 10.15407/fsu2015.03.005

С. М. Снигирев, С. Г. Бушнев

Перспективы рыбохозяйственного использования Хаджибейского лимана..... 5

БИОРЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 18-33

DOI: 10.15407/fsu2015.03.018

И. И. Грициняк, Д. А. Янович, В. В. Бех

Влияние неэссенциальных элементов (ртуть, мышьяк) на организм лососевых (Salmonidae) рыб (обзор)..... 18

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 34-45

DOI: 10.15407/fsu2015.03.034

Б. О. Гришин, С. А. Кражан, Н. П. Чужма

Оценка развития естественной кормовой базы прудов рыбного хозяйства «Меркурий» при выращивании рыбопосадочного материала карпа (*Cyprinus carpio carpio*)..... 34

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 46-54

DOI: 10.15407/fsu2015.03.046

Ю. М. Сытник, М. Г. Мардаревич, Т. А. Берсан

Хлорорганические пестициды в рыбах Килийской дельты Дуная (2003–2005 гг.)..... 46

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 55-66

DOI: 10.15407/fsu2015.03.055

М. Л. Максименко

Структура любительских уловов и их часть в общем вылове рыбы на Каховском водохранилище..... 55

ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 67-76

DOI: 10.15407/fsu2015.03.067

Ю. Н. Лошковая, В. Ю. Шевченко

Прогнозирование результатов выращивания рыбопосадочного материала карповых рыб (*Cyprinidae*) для вселения в водоемы низовья Днепра..... 67

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 77-90

DOI: 10.15407/fsu2015.03.077

В. А. Коваленко, Е. С. Поплавская, В. Н. Шумова, М. Ю. Симон

Оценка эффективности использования разных стимуляторов нерестового состояния при искусственном воспроизводстве стерляди (*Acipenser ruthenus* L.)..... 77

КОРМА И КОРМЛЕНИЕ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 91-98

DOI: 10.15407/fsu2015.03.091

А. В. Ващенко, Н. Н. Матвиенко

Влияние скармливания кормовых добавок NUPRO® и BIO-MOS® на результаты выращивания двухлеток карпа (*Cyprinus carpio carpio*)..... 91

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 99-106

DOI: 10.15407/fsu2015.03.099

Л. П. Драган, М. И. Майстренко, А. А. Любченко, Ю. П. Рудь, Л. П. Бучацкий

Активность аминотрансфераз в печени радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) под влиянием вирусной инфекции..... 99

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 107-115

DOI: 10.15407/fsu2015.03.107

И. И. Грициняк, И. Ф. Ривис, М. Б. Малетич

Содержание и жирнокислотный состав этерифицированного холестерина печени и воспроизводительная способность карпов-производителей (*Cyprinus carpio carpio*) при разных уровнях витамина А в комбикорме..... 107

CONTENTS

ACTUAL PROBLEMS AND PROSPECTS

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 5-17

DOI: 10.15407/fsu2015.03.005

S. Snigirov, S. Bushuev

The perspectives of commercial fishery use of Khadzhybey lagoon 5

BIORESOURCES AND ECOLOGY OF WATER BODIES

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 18-33

DOI: 10.15407/fsu2015.03.018

I. Hrytsyniak, D. Yanovych, V. Bekh

Effect of non-essential elements (mercury, arsenic) on salmonids (*Salmonidae*) (review)..... 18

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 34-45

DOI: 10.15407/fsu2015.03.034

B. Grishin, S. Krazhan, N. Chuzhma

Assessment of the development of pond forage base when rearing carp fish (*Cyprinus carpio carpio*) seeds at fish farm «Merkuriy» 34

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 46-54

DOI: 10.15407/fsu2015.03.046

Yu. Sytnik, M. Mardarevych, T. Bersan

Organochlorine pesticides in fish of the Kiliya delta of the Danube (2003–2005) 46

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 55-66

DOI: 10.15407/fsu2015.03.055

M. Maksimenko

The structure of anglers' catches and their part in total fish catch on the Kakhovka reservoir .. 55

TECHNOLOGIES IN AQUACULTURE

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 67-76

DOI: 10.15407/fsu2015.03.067

Yu. Loshkova, V. Shevchenko

Prediction of the results of cyprinid fish (*Cyprinidae*) seed cultivation for stocking in the lower Dnieper reservoirs..... 67

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 77-90

DOI: 10.15407/fsu2015.03.077

V. Kovalenko, O. Poplavska, V. Shumova, M. Simon

Efficiency evaluation of using different spawning inducers in the conditions of artificial reproduction of sterlet (*Acipenser ruthenus L.*) 77

FEEDS AND FEEDING

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 91-98

DOI: 10.15407/fsu2015.03.091

A. Vaschenko, N. Matvienko

The effect of fish feeding with additives NUPRO® and BIO-MOS® on the results of the rearing of age-1+ carp (*Cyprinus carpio carpio*) 91

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 99-106

DOI: 10.15407/fsu2015.03.099

L. Dragan, M. Maistrenko, G. Lyubchenko, Yu. Rud, L. Buchatsky

Aminotransferase activity in the liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under viral infection 99

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 107-115

DOI: 10.15407/fsu2015.03.107

I. Hrytsyniak, J. Rivis, M. Maletich

Content and fatty acid composition of esterified cholesterol of liver and reproduction ability of brood carp (*Cyprinus carpio carpio*) with different levels of vitamin A in formulated feed 107

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 5-17

DOI: 10.15407/fsu2015.03.005

УДК 597.593.4:639.3.037

ПЕРСПЕКТИВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХАДЖИБЕЙСКОГО ЛИМАНА

С. М. Снигирев, snigirev@te.net.ua, Одесский национальный университет имени
И. И. Мечникова, г. Одесса

С. Г. Бушуев, jugnir@meta.ua, Одесский центр Южного НИИ морского рыбного
хозяйства и океанографии, г. Одесса

Цель. Дать рекомендации дальнейшего оптимального устойчивого использования всей акватории Хаджибейского лимана в качестве рыбохозяйственного водоема.

Методика. Отбор гидрологических и ихтиологических проб производили, используя стандартные методики. Для лова рыбы использовали промысловые орудия: жаберные сети с размером ячеи от 25 до 110 мм, близнецовый трал с ячеей в кутце 30–40 мм. При оценке запасов рыб использовали методические указания «Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилову риби з великих водосховищ і лиманів України» (К., 1998) и «Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах» (М.: ВНИИПРХ, 1990).

Результаты. В работе представлены данные о состоянии кормовой базы Хаджибейского лимана, динамике и современном состоянии промысловой ихтиофауны в связи с изменениями солёности воды. Показано, что ежегодный вылов рыбы в Хаджибейском лимане в 2007–2014 гг. составлял от 302,4 т до 1119,0 т. В уловах доминировал пиленгас (149,7–905,1 т), растительноядные рыбы (56,5–282,3 т) и карась (10,1–171,7 т). Запас пиленгаса и судака в лимане зависит от эффективности их нереста, а также от интенсивности промысла. Запас пресноводных рыб — толстолобиков и карпа — полностью зависит от искусственного зарыбления водоема этими видами рыб. Показано, что в последние годы прослеживается тенденция постепенного повышения солёности водоема в условиях зарегулирования стока впадающих в него рек, потери постоянной связи лимана с морем, климатических изменений. Дальнейшее повышение солёности приведет к значительному снижению рыбопродуктивности водоема. Показана необходимость проведения работ, направленных на улучшение гидрологического режима вод Хаджибейского лимана и Палиевского залива.

Научная новизна. Впервые представлены рекомендации оптимального устойчивого использования всей акватории Хаджибейского лимана в качестве рыбохозяйственного водоема. Показано современное состояние промысловой ихтиофауны.

Практическая значимость. Предлагается два варианта (направления) рыбохозяйственного использования Хаджибейского лимана и Палиевского залива как единого водоема в условиях повышения солёности. Интродуцированный представитель кефалевых — пиленгас (*Liza haematocheila* Temminck et Schlegel, 1845), как вид наиболее адаптированный к современным условиям водоема, выступает основным промысловым объектом в обоих вариантах предлагаемого использования лимана.

Ключевые слова: Хаджибейский лиман, промысловая ихтиофауна, устойчивое использование, рыбопродуктивность.

© С. М. Снигирев, С. Г. Бушуев, 2015

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Хаджибейский лиман, расположенный к северо-западу от г. Одессы (Украина), полностью отделен от Черного моря песчаной пересыпью шириной 4,5 км, относится к водоемам закрытого типа с переменной соленостью. В вершину лимана впадает пересыхающая р. Малый Куяльник. С запада к лиману примыкает Палиевский залив, в который впадает также пересыхающая р. Свиная. По результатам исследований Одесского центра Южного НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ОдЦ ЮгНИРО) соленость вод собственно лимана в последние годы изменяется в достаточно широких пределах — от 2,5 до 7,0‰ [7]. В Палиевском заливе Хаджибейского лимана, который утратил свое естественное состояние при сооружении дамбы-автодороги Одесса-Киев, а также зарегулировании впадающей в залив р. Свиная в районе с. Егоровка, и последующем разделении залива дамбами (выше с. Хоминка; между селами Отрадово и Болгарка; ниже с. Палиевка при создании Палиевского рыбопроизводного хозяйства), соленость воды колеблется в еще более значительных пределах, и составляет от 8,0 до 30,0‰ [7]. В таких условиях, при возникновении частых сукцессий гидробиоценозов, ихтиофауна Хаджибейского лимана, и особенно Палиевского залива, как и некоторых других лиманов северо-западного Причерноморья, не отличается биоразнообразием. Видовой состав включает около 20 видов рыб, из которых все виды, имеющие промысловое значение, являются либо самовселенцами, либо искусственно интродуцированы в водоем [2, 3, 7, 12]. Основу промысла составляют пиленгас, судак, карась, окунь, толстолобики, карп и бычки [2, 7, 11, 12].

ВЫДЕЛЕНИЕ НЕРЕШЕННЫХ РАНЕЕ ЧАСТЕЙ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Учитывая, что для пресноводных видов рыб, таких как карп, карась, толстолобики, соленость воды свыше 5,0‰ является запредельной для нереста, их запас пополняется в лимане только за счет искусственного зарыбления [7]. Вероятно, что при дальнейшем повышении солености воды в лимане способность к нересту утратят окунь и судак, а способность к самовоспроизводству сохранят только эвригалинные виды — бычки и пиленгас, что приведет к существенному снижению рыбохозяйственного значения водоема [7]. В таких условиях возникает острая необходимость рассмотреть перспективы и дать рекомендации дальнейшего оптимального устойчивого использования всей акватории Хаджибейского лимана, что и явилось целью настоящей работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материала для исследований в Хаджибейском лимане осуществляли в ходе комплексных ихтиологических работ в 2007–2014 гг., а также в зимний и весенний период 2015 г. Для анализа динамики уловов промысловой ихтиофауны были использованы архивные и литературные данные, а также статистические материалы, предоставленные Бассейновым управлением «Запчеррыбоохрана». Соленость воды определяли с помощью экспресс-солемера «Atago» в полевых условиях (*in situ*), а также, более точно, с помощью кондуктометра MC 226 (Toledo 44M) в лабораторных условиях согласно методическим указаниям [6, 9, 10]. pH воды определяли с помощью pH-метра HydruS 300. Для отбора

гидробиологических проб использовали модифицированную сеть Джеди, газ № 53. Для научно-исследовательского лова рыбы использовали промысловые орудия лова: жаберные сети с размером ячеи от 25 до 110 мм, волокушу на механической тяге с ячеей в кутце 30–40 мм. Параметры волокуши в 2005–2007 и 2014 гг. составляли: длина подборы — 26–27 м, ячея 32 мм; расчетное горизонтальное раскрытие — 15 м; параметры волокуши 2008–2012 гг.: длина подборы — 40–45 м, ячея 32 мм, расчетное горизонтальное раскрытие — 25 м.

Координаты ихтиологических станций, а также скорость для расчетов расстояния, пройденного с активными орудиями лова (волокуша), определяли навигационным прибором Garmin GPS-12. Отбор ихтиологических проб производили, используя стандартные методики [6, 8]. При оценке запасов рыб использовали методические указания «Методика збору і обробки їхтиологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України» (К., 1998) [4] и «Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах» (М.: ВНИИПРХ, 1990) [5]. Для расчетов запаса рыб использовали следующие коэффициенты уловистости: пиленгас — 0,2; толстолобик — 0,2; судак — 0,3; карась — 0,3 [7]. Расчет запаса производили на площадь 5000 га.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно результатам последних исследований 2007–2014 гг. соленость воды в более глубоких средней и нижней частях Хаджибейского лимана составляет 5,0–7,0‰ и в настоящее время зависит от объемов атмосферных осадков, а также стока дренажных пресных вод (рис. 1).

Рис. 1. Средние показатели солености (‰) и pH воды (ед. pH) в Хаджибейском лимане в 2005–2015 гг.

До недавнего времени на величину солености воды в лимане существенное влияние оказывал сброс городских сточных пресных вод со станции биологической очистки (СБО) «Северная». Однако, после реализации постройки 4-км-го дюкера для сброса сточных вод в море, подача пресной воды с очистной станции в лиман почти полностью прекратилась. В результате за последние 4 года соленость воды по всей акватории лимана незначительно повысилась — в среднем на 1,2‰. В засушливый период летом 2014 года она достигла максимальных величин — 7,4‰, при среднегодовом значении 6,4‰ (рис. 1). Зимой 2015 г. после обильных осадков соленость поверхностных вод лимана снизилась до уровня 5,8‰, но уже к весне текущего года, после активной конвекции, уровень солености воды снова повысился до 6,2‰. Уровень рН воды Хаджибейского лимана составлял 7,8–8,6 ед. рН (рис. 1) и в целом соответствовал показателям наблюдений предшествующих лет, не выходя за рамки многолетних колебаний.

Колебания солености воды мелководного Палиевского залива Хаджибейского лимана в период с 2007 по 2014 гг. были более существенны (8,0–30,0‰). В маловодные годы при недостаточном количестве осадков и в случае отсутствия или слабого водообмена с лиманом через гидросооружения в дамбах, залив превращается в гиперсоленый водоем (соленость свыше 36,0‰), непригодный для обитания большинства представителей гидрофауны лимана.

Динамика средних значений солености (рис. 1), в период исследований, показывает тенденцию к постепенному повышению этого показателя, что не противоречит современной гипотезе осолонения причерноморских водоемов в условиях изменения климата [1]. Исходя из этого [1], при реализации наихудшего сценария, в течение последующих 5–10 лет соленость воды в Хаджибейском лимане, вероятно, может повыситься до уровня 16,0‰, что в результате приведет к значительному снижению рыбопродуктивности водоема. Для рыбохозяйственного использования лимана такое развитие событий представляется крайне нежелательным.

Таким образом, в современной фазе постепенного осолонения причерноморских лиманов, обусловленного, в первую очередь, зарегулированием стока рек, потерей постоянной связи с морем, климатическими изменениями, ожидать снижения солености Хаджибейского лимана и Палиевского залива не приходится. В связи с этим, единственная в настоящее время возможность обеспечить приемлемый уровень солености воды в лимане (до 6,0‰) заключается в постоянной подаче пресной сточной воды СБО «Северная». Более того, благодаря сточным водам в лиман поступает значительное количество биогенных веществ, необходимых для развития кормовой базы обитающих в лимане рыб — фито- и зоопланктона. Очевидно, что качество поступающей с очистных станций воды необходимо постоянно контролировать, и не допускать излишнего поступления биогенов в лиман, которое может привести к эвтрофикации, в итоге став причиной возникновения и распространения заморных явлений.

Для восстановления оптимального гидрологического режима воды Палиевского залива, в первую очередь, снижения и стабилизации уровня солености целесообразно увеличить водообмен Палиевского залива и Хаджибейского лимана путем частичного разрушения или разрыва существующих дамб выше с. Хоминка, между селами Отрадово и Болгарка ниже с. Палиевка, которые были возведены при создании Палиевского рыбообразного

хозяйства. Такие мероприятия приведут водоем в состояние более близкое к естественному, снизят вероятность возникновения заморных явлений в акватории залива, будут способствовать восстановлению миграционных путей молоди пелагических и придонных рыб, позволят увеличить нагульные и нерестовые площади Хаджибейского лимана. Однако, следует учитывать, что увеличение водообмена между заливом и лиманом может привести и к определенным негативным последствиям. Палиевский залив продолжительное время был изолирован. Поступившие в водоем и накопленные в этот период загрязняющие вещества могут явиться дополнительным источником загрязнения вод Хаджибейского лимана.

Согласно исследованиям, на величину кормности лимана большое влияние оказывали сбрасываемые в него сточные воды. Опреснение лимана и значительное эвтрофирование, в связи со сбросом в лиман сточных вод, способствовало развитию пресноводного фитопланктона. По имеющимся данным [12], средние показатели биомассы фитопланктона изменялись в широких пределах — от 0,3 до 22,4 г/м³, и в последнее время достигали значительных величин — 18,6 г/м³, что является достаточно высоким показателем кормности для рыбохозяйственных водоемов [7, 12]. В сообществе кормового зоопланктона лимана в период 2006–2009 гг., доминировал морской копепоидный комплекс, с преобладанием рачка *Acartia clausi*. В последующие годы, при распреснении лимана сточными водами СБО «Северная» наблюдалась тенденция увеличения пресноводного зоопланктона. Состояние кормовой базы заметно улучшилось. В 2013–2014 гг. биомасса кормового зоопланктона в сравнении с исследованиями предыдущих лет, была высокой. Доля ценных для питания рыб веслоногих рачков (*Cyclopoida*), относящихся к пресноводной группе организмов, заметно выросла, и они заняли доминирующее положение в сообществе зоопланктона. Их биомасса в весенне-летний период 2013 г. достигла значительной величины — 4,3 г/м³. В 2013–2014 гг. в пробах зоопланктона преобладали рачки *Ceriodaphnia reticulata* – 74,0%. На долю веслоногих рачков приходилось 26,0% от всей биомассы [7]. Высокая продуктивность кормового зоопланктона Хаджибейского лимана определяет возможность использования его в качестве рыбохозяйственного водоема с основными промысловыми объектами — рыбами-зоопланктонофагами [7, 12, 13]. Следует отметить, что повышение солености воды в лимане негативно отразится на состоянии кормовой базы водоема, что может привести к сокращению его рыбопродуктивности [7, 13]. Макрозообентос Хаджибейского лимана, по результатам, был представлен организмами из 10 таксонов [12]. Средняя биомасса макрозообентоса составляла 11,0–20,0 г/м². Наиболее низкая биомасса (0,02 г/м²) или даже полное отсутствие бентоса наблюдались на черных илах с запахом сероводорода на больших глубинах в южной части лимана. Максимальные показатели биомассы (выше 100,0 г/м²) отмечали в верховье лимана и на прибрежных мелководьях средней и южной частей [12]. Значительные колебания солености воды в Хаджибейском лимане обусловили формирование специфического ихтиокомплекса, имеющего относительно недавнюю историю, и представленного эвригалными или мезогалинными видами рыб [2, 12]. «Аборигенными» видами водоема (вернее, обитающими в водоеме наиболее длительное время — около века) являются исключительно представители семейства бычковых *Gobiidae*. Остальные виды рыб, обитающие в лимане, являются или самовселенцами (окунь, судак, карась), заселившими лиман

около 35 лет назад, или искусственно интродуцированными видами (растительноядные, карп — в 1980-е гг., пиленгас — в 1990-е гг.; табл. 1) [2, 12].

Таблица 1. Динамика вылова промысловых рыб в Хаджибейском лимане (т)

Вид рыб	Период исследований							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Карась	103,0	19,9	65,5	149,3	135,8	137,5	121,5	171,7
Окунь	31,7	25,2	27,9	115,7	43,4	79,0	16,3	30,7
Судак	73,6	46,5	92,7	68,1	43,4	22,1	15,6	15,1
Толстолобики	282,3	68,3	142,1	146,1	78,7	73,0	56,5	79,8
Карп	6,7	0,2	2,4	3,4	8,3	7,6	2,9	24,8
Пиленгас	306,5	323,5	475,3	164,9	400,4	534,3	905,1	561,0
Бычки	2,9	1,6	2,7	4,7	1,5	2,8	0,8	0,2
Всего:	806,7	485,2	808,6	652,2	711,4	856,3	1118,7	883,3

По данным промысловой статистики, ежегодный вылов рыбы в Хаджибейском лимане с 2007 по 2014 гг. колебался от 302,4 т до 1119,0 т. Основу промысловых уловов всех использованных орудий лова, включая ставные сети и волокушу на механической тяге, составляли пиленгас, растительноядные рыбы (белый толстолобик, гибрид белого и пестрого толстолобиков) и карась. В 2014 г. от 63,0 до 80,0% общей массы выловленной рыбы составлял пиленгас. Расчетные данные запасов основных промысловых видов рыб лимана по итогам осенних траловых съемок 2014 г. с использованием волокуши на механической тяге также свидетельствуют о преобладании в водоеме пиленгаса (рис. 2). По данным научно-исследовательских ловов, основу промысла пиленгаса в 2014 гг. составили особи в возрасте 2–3 года урожайных поколений 2010–2012 гг. Средняя длина выловленных особей пиленгаса составила 25,0 см (при минимальной 18,1 см и максимальной 39,0 см). Средняя масса выловленных особей составила 220,5 г (при минимальной 101 г и максимальной 900 г).

Прилов молоди (особи размером менее 22 см) в сетях с шагом ячеи 30–32 мм составлял более 20%, в сетях 50–55 мм не превышал допустимого значения — 8,0%. Как и в предыдущие годы в 2013–2014 гг. в уловах в Хаджибейском лимане доля пиленгаса старших возрастных групп была невысокой, что, наиболее вероятно, является результатом интенсивного промысла. Низкая численность в водоеме пиленгаса старших возрастных групп (более 3 лет), т.е. зрелых производителей, вызванная интенсивным выловом, является главной причиной низкой эффективности нереста этого вида рыб. Наиболее вероятно, что интенсивный вылов производителей в 2008–2009 гг. в лимане привел к сокращению запасов пилегаса. Снижение интенсивности промысла, обусловленное резким сокращением уловов в 2010–2012 гг., позволило пиленгасу, обладающему очень высокой плодовитостью, быстро восстановить свою численность. Урожайные поколения 2010–2012 гг. в значительной мере пополнили запас пиленгаса в Хаджибейском лимане (рис. 2). Толстолобики (белый и гибрид белого с пестрым толстолобиком) в уловах 2014 г. были представлены особями, средняя длина и масса которых составляли 35,4 см и 0,8 кг соответственно. Динамика запасов толстолобиков в лимане зависит от объемов зарыбления. Карась и судак в промысловых уловах волокуши в 2014 г. встречались единично, карп в уловах в этот период не отмечен.

Рис. 2. Промысловый запас (т) рыб в Хаджибейском лимане, рассчитанный в осенние периоды 2006–2014 гг.

Так как вылов толстолобиков, карася и карпа полностью зависит от искусственного зарыбления водоема этими видами рыб, следует учитывать рентабельность их выращивания. Несмотря на то, что объемы зарыбления лимана этими видами рыб в последнее время были достаточно велики (в 2012 г. объем зарыбления водоема карасем, карпом и толстолобиком составил 4,35, 0,7 и 0,3 млн. экз. соответственно; в 2013 г. — 4,35, 0,3 и 0,3 млн. экз. соответственно), их уловы, согласно промысловой статистике, всего лишь незначительно (не более 25,0%) превышали массу вселяемого зарыбка, а промвозврат карпа был даже ниже этого уровня. Таким образом, в целом деятельность по зарыблению лимана пресноводными видами рыб можно считать относительно малоэффективной и низкорентабельной.

В отличие от карповых рыб, вылов судака и пиленгаса определяется эффективностью нереста этих видов рыб и интенсивностью промысловой нагрузки. Результат интродукции пиленгаса в Хаджибейский лиман в 1990-х гг. следует считать весьма успешным [7, 13]. В настоящее время в замкнутом Хаджибейском лимане сформировалась уникальная обособленная многочисленная самовоспроизводящаяся популяция пиленгаса, отличающаяся высокой экологической пластичностью [7, 13].

По официальным сведениям, вылов судака с 2012 г. в лимане существенно снизился — в 5–6 раз. Однозначной оценке причин этого снижения препятствует низкая достоверность данных промысловой статистики. Наиболее вероятно, падение запаса может быть результатом чрезмерной промысловой нагрузки — интенсивного вылова как производителей, так и молоди этого вида рыбы при

использовании мелкочаеистых жаберных сетей (шаг ячеи 32–50 мм) из мононити. Возможно, также оно связано со снижением эффективности нереста, обусловленным дефицитом нерестовых субстратов и повышением солености воды в лимане. Состояние популяции судака может быть улучшено путем создания условий его воспроизводства на искусственных нерестилищах и принятия действенных мер ограничения применения мелкочаеистых жаберных сетей на водоеме. Однако, очевидно, что в случае дальнейшего повышения солености воды в лимане, даже полномасштабное проведение этих мероприятий не приведет к восстановлению численности судака.

Рыбопродуктивность Палиевского залива в условиях резких колебаний солености воды и ограниченного водообмена в настоящее время относительно низкая. Вылов рыбы в водоеме Палиевского рыбучастка (ГП РИЭК) незначителен, и не превышает 10 т. В уловах доминирует пиленгас (преимущественно особи в возрасте 2 года). Рыбохозяйственная ценность водоема Палиевского рыбучастка может существенно увеличиться в случае восстановления его эффективной связи с Хаджибейским лиманом.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

С целью рациональной деятельности, предлагаются два варианта (направления) рыбохозяйственного использования Хаджибейского лимана и Палиевского залива как единого водоема. В обоих вариантах основным промысловым объектом выступает пиленгас *Liza haematocheila* (Temminck et Schlegel, 1845) как вид наиболее адаптированный к современным условиям водоема. Его запасы формируются целиком за счет естественного воспроизводства, необходимость в искусственном зарыблении лимана пиленгасом отсутствует. Более того, в определенные годы здесь возможно проведение отлова сеголеток пиленгаса для зарыбления других водоемов.

Вариант 1-й (с искусственным зарыблением пресноводными промысловыми видами рыб)

Основное направление — эксплуатация стада пиленгаса с искусственным поддержанием в лимане пресноводной составляющей части ихтиокомплекса (продолжение работ по зарыблению водоема растительноядными рыбами, карасем и карпом, несмотря на относительно низкий промвозврат этих видов рыб). Аргументы в пользу продолжения зарыбления лимана пресноводными рыбами следующие:

– толстолобик, карась и карп в условиях существующей солености в Хаджибейском лимане (в случае успешной адаптации к условиям водоема) растут быстрее, чем в других, более пресных водоемах Одесской области. Например, особи карася в возрасте 3+ и 4+, выловленные в Хаджибейском лимане осенью 2014 г. имели такую же длину и массу, как особи карася в возрасте 5 и 6 лет из Днестровского лимана [7];

– зарыбление водоема пресноводными видами позволяет получить дополнительную рыбную продукцию (в среднем до 235 т);

– карась и, особенно, карп являются важными объектами любительского лова рыбы на акватории Хаджибейского лимана.

При этом рекомендуется особое внимание уделить качеству посадочного материала толстолобика. Зоопланктонофага гибрида белого и пестрого толстолобиков, являющегося в определенной мере пищевым конкурентом молоди других видов промысловых рыб, следует заменить на чистопородного белого толстолобика, основной пищей которого является фитопланктон. Достаточные объемы ежегодного зарыбления: толстолобика — около 2,0 млн. экз., карася и карпа — не более 2,0 и 0,2 млн. экз. соответственно. Зарыбление целесообразно осуществлять годовиками в весенний период, непосредственно перед началом весеннего запрета на промысловый лов.

Прогнозируемые объемы ежегодного вылова в этом случае — около 1 тыс. т.

В этом варианте рыбохозяйственное использование водоема может осуществляться в условиях специального товарного рыбного хозяйства (СТРХ) в соответствии с требованиями Инструкции Минагрополитики Украины № 4 (2008).

Вариант 2-й («естественный»)

Основное направление — регулируемая эксплуатация естественно сформировавшегося, сбалансированного ихтиокомплекса, состоящего из видов рыб, способных к воспроизводству в условиях солоноводного лимана: пиленгаса, судака, бычков и окуня. Этот вариант предусматривает отказ от работ по зарыблению водоема растительными рыбами, карасем и карпом в связи с недостаточно высоким их промысловым возвратом. С экономической точки зрения, недополучение определенной доли рыбопродукции будет компенсировано значительным сокращением затрат на рыбоводные мероприятия. Вместе с тем, это направление предусматривает проведение работ, направленных на увеличение численности популяции наиболее ценного промыслового объекта — судака — путем повышения эффективности его нереста на искусственных нерестилищах — «гнездах».

В случае восстановления Палиевского залива как части Хаджибейского лимана, вопросами воспроизводства судака будет целесообразно заниматься на этой акватории. Нефункциональный в настоящее время пиленгасовый рыбопитомник, расположенный в с. Палиево, может быть реконструирован для нужд искусственного выращивания молоди судака.

Кроме рыбоводно-мелиоративных работ по воспроизводству судака в Хаджибейском лимане, необходимо уделить внимание и рыбоохранным мероприятиям:

- повысить промысловую меру на вылавливаемого пиленгаса (до 28–30 см) и судака (до 38–40 см);
- запретить применение для вылова рыбы в водоеме мелкочейстых сетей (шаг ячеи менее 60 мм) из мононити, что будет способствовать сохранению молоди рыбы;
- сократить число тралов на водоеме (до 5) и ограничить сроки их использования (не более 6 месяцев в год).

Прогнозируемые объемы ежегодного вылова рыбы в этом варианте — около 800 т.

При таком использовании водоема промысловое изъятие водных биоресурсов в лимане должно осуществляться на тех же основаниях, что и в других

естественных водоемах общегосударственного значения, с установлением соответствующих лимитов и прогнозов вылова.

Учитывая тенденцию постепенного повышения солености вод Хаджибейского лимана в современных условиях изменения климата, второй вариант представляется более приемлемым для развития устойчивого использования рыбных ресурсов этого уникального водоема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья : коллективная монография / [ред. Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко]. — Одесса : Одесский государственный экологический университет, 2011. — 223 с.
2. Воля Е. Г. Характеристика современного состояния ихтиофауны Хаджибейского лимана / Е. Г. Воля, А. И. Дручин, Г. Б. Черников // Академику Л.С. Бергу — 130 лет: сборник научных статей. — Бендеры : Есо-TIRAS, 2006. — С. 62—65.
3. Малаховский В. А. Изменение ихтиоцены Хаджибейского лимана (1979–1992 гг.) и дальнейшее его развитие / В. А. Малаховский // Фауна и экология животных : научн. тр. Зоол. музея ОГУ. Т. 1. — Одесса, 1992. — С. 40—46.
4. Методики збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України (№ 166: Затв. наказом Держкомрибгоспу України 15.12.98). — К. : ІПГ УААН, 1998. — 47 с.
5. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах / [сост. Ю. Т. Сечин; Науч.-произв. об-ние по рыбоводству, ВНИИ прудового рыб. хоз-ва]. — М. : ВНИИПРХ, 1990. — 50 с.
6. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [ред. В. Д. Романенко; НАН України. Ін-т гідробіології]. — К. : ЛОГОС, 2006. — 408 с.
7. Оценить состояние промысловых объектов во внутренних водоемах Северо-западного Причерноморья и на прилежащем шельфе Черного моря, изучить динамику их численности для определения возможных лимитов изъятия и регулирования рыболовства, разработать долгосрочные прогнозы промысловой обстановки: отчет о научно-исследовательской работе / ОдЦ ЮгНИРО; [ред. С. Г. Бушуев]. — Одесса, 2013. — 147 с.
8. Пряхин Ю. В. Методы рыбохозяйственных исследований / Ю. В. Пряхин, В. А. Шкицкий. — Ростов-н/Д : Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. — 256 с.
9. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / [ред. В. А. Абакумов]. — Л. : Гидрометеиздат, 1983. — 239 с.
10. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / [ред. А. В. Цыбань]. — Л. : Гидрометеиздат, 1980. — 190 с.
11. Снигирев С. М. Современное состояние промысловой ихтиофауны Хаджибейского лимана / С. М. Снигирев, А. Л. Финогенов // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології : Міжнар. наук.-практ. конф.,

- 9–11 жовтня 2013 р., Тернопіль : збірн. наук. статей. — Тернопіль : Вектор, 2013. — С. 256—258.
12. Старушенко Л. И. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование / Л. И. Старушенко, С. Г. Бушуев. — Одесса : Астропринт, 2001. — С. 87—99.
 13. Шерман І. М. Основи екології і технології рибництва в умовах астатичної мінералізації : монографія / І. М. Шерман, С. В. Кутішев. — К. : Вища освіта, 2007. — 143 с.

REFERENCES

1. Tuchkovenko, Ju. S., & Gopchenko, E. D. (Eds.) (2011). *Aktualnye problemy limanov severo-zapadnogo Prichernomor'ja: kollektivnaja monografija*. Odessa : Odesskij gosudarstvenniiy ekologicheskiiy universitet.
2. Volja, E. G., Druchin, A. I., & Chernikov, G. B. (2006). Charakteristika sovremennogo sostojanija ihtiofauny Hadzhibejskogo limana. *Akademiku L. S. Bergu — 130 let: Sbornik nauchnyh statej*, 62-65.
3. Malahovskij, V. A. (1992). Izmenenie ihtiocena Hadzhibejskogo limana (1979–1992 gg.) i dalnejshee ego razvitie. *Fauna i jekologija zhivotnyh: nauchn. tr. Zool. Muzeja OGU*, 40-46.
4. *Metodiki zboru i obrobki ihtiologicalichnih i gidrobiologichnih materialiv z metodu viznachennja limitiv promislovogo viluchennja rib z velikih vodoshovishh i limaniv Ukrainy* (1998). Kyiv : Derzhkomrybgosp Ukrainy.
5. Sechin, Ju. T. (Ed.). (1990). *Metodicheskie ukazaniya po ocenke chislennosti ryb v presnovodnyh vodoemah*. Moskva : VNIIPRH.
6. Romanenko, V. D. (Ed.). (2006). *Metody gidroekologichnyh doslidzen' poverhnevnyh vod*. Kyiv : LOGOS.
7. Bushuev, S. G. (Ed.). (2013). *Ocenit sostojanie promyslovyh ob'ektov vo vnutrennih vodojomah Severo-zapadnogo Prichernomor'ja i na prilezhashhem shelfe Chjornogo morja, izuchit dinamiku ih chislennosti dlja opredelenija vozmoznyh limitov iz'jatija i regulirovanija rybolovstva, razrabotat dolgosrochnye prognozy promyslovoj obstanovki: otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote*. Odessa, UGNIRO.
8. Prjabin, Ju. V., & Shkickij, V. A. (2008). *Metody rybohozajstvennyh issledovanij*. Rostov-na-Donu : JuNC RAN.
9. Abakumov, V. A. (Ed.). (1983). *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnyh vod i donnyh otlozhenij*. Leningrad : Gidrometeoizdat.
10. Cyban, A. V. (Ed.). (1980). *Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoy vody i donnyh otlozhenij*. Leningrad : Gidrometeoizdat.
11. Snigirev, S. M., & Finogenov, A. L. (2013). Sovremennoe sostojanie promyslovoj ihtiofauny Hadzhibejskogo limana. *IV Mizhnarodna naukovu-praktichna konferenciya Suchasni problemi teoretichnoi ta praktichnoi ihtologii: z-b nauk. st., Ternopil' : Vektor*, 256-258.
12. Starushenko, L. I., & Bushuev, S. G. (2001). *Prichernomorskie limany Odesshiny i ih rybohozajstvennoe ispolzovanie*. Odessa : Astroprint.
13. Sherman, I. M., & Kutishhev, S. V. (2007). *Osnovy ekologii i tehnologii rybnyctva v umovah astatychnoyi mineralizaciyi*. Kyiv : Vyscha osvita.

ПЕРСПЕКТИВИ РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ

С. М. Снігирьов, snigirev@te.net.ua, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса

С. Г. Бушуєв, jugniro@meta.ua, Одеський центр Південного НДІ морського рибного господарства та океанографії, м. Одеса

Мета. Дати рекомендації щодо подальшого сталого використання Хаджибейського лиману як рибогосподарської водойми.

Методика. Відбір гідрологічних та іхтіологічних проб здійснювали, використовуючи стандартні методи. Для лову риби використовували промислові знаряддя: зяброві сітки з розміром вічка від 25 до 110 мм, близнюковий трал з вічком у куці 30–40 мм. Оцінку запасів здійснювали за методичними вказівками «Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України» (К., 1998) та «Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах» (М.: ВНИИПРХ, 1990).

Результати. У роботі наведено інформацію про сучасний стан кормової бази, динаміку та сучасний стан промислової іхтіофауни Хаджибейського лиману в зв'язку зі змінами солоності води. Показано, що щорічний вилов риби в Хаджибейському лимані в 2007–2014 рр. становив від 302,4 до 1119,0 т. В уловах домінував піленгас (149,7–905,1 т), рослиноїдні риби (56,5–282,3 т) і карась (10,1–171,7 т). Запас піленгаса та судака в лимані залежить від ефективності їх нересту, а також від інтенсивності промислу. Запас прісноводних риб — товстолобиків та коропа — повністю залежить від штучного зарибнення водойми цими видами риб. В останні роки простежується тенденція поступового підвищення солоності водойми в умовах зарегулювання стоку річок, що впадають у лиман, втрати постійного зв'язку лиману з морем, кліматичних змін. Подальше підвищення солоності призведе до значного зниження рибопродуктивності водойми. Показано необхідність проведення робіт, спрямованих на поліпшення гідрологічного режиму вод Хаджибейського лиману і Паліївської затоки.

Наукова новизна. Вперше представлені рекомендації щодо оптимального сталого використання всієї акваторії Хаджибейського лиману в якості рибогосподарської водойми. Показано сучасний стан промислової іхтіофауни.

Практична значимість. Пропонується два варіанти (напрями) рибогосподарського використання Хаджибейського лиману і Паліївської затоки як єдиної водойми. Представник кефалевих — піленгас (*Liza haematocheila* Temminck et Schlegel, 1845), як вид найбільш адаптований до сучасних умов водойми, виступає основним промисловим об'єктом в обох варіантах використання лиману.

Ключові слова: Хаджибейський лиман, промислова іхтіофауна, стале використання, рибопродуктивність.

THE PERSPECTIVES OF COMMERCIAL FISHERY USE OF THE KHADZHIBEY LAGOON

S. Snigirov, snigirev@te.net.ua, Odessa National I.I. Mechnikov University, Odessa

S. Bushuev, jugniro@meta.ua, Southern Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Odessa Centre, Odessa

Purpose. To provide recommendations on further optimum sustainable use of all water area of the Khadzhibey lagoon as a fisheries water body.

Methodology. Hydrological and ichthyological samples have been collected according to standard methods. Fish were caught using gill net with mesh size from 25 to 110 mm and twin trawl

with mesh size of 30–40 mm in cod-end. The methodical guidelines «Metodiki zboru i obrobki ihtiologichnih i gidrobiologichnih materialiv z metoju viznachennja limitiv promislovogo viluchennja rib z velikih vodoshovishh i limaniv Ukrainy» (K., 1998) and «Metodicheskie ukazaniya po ocenke chislennosti ryb v presnovodnyh vodoemah» (M.: VNIIPRH, 1990) were used for fish stock assessment.

Findings. The paper presents the data on the state of food base of the Khadzhybei lagoon, the dynamics and current state of commercial fish fauna associated with water salinity changes. It was demonstrated that the annual commercial catch of fish in the Khadzhybey lagoon in 2007–2014 ranged from 302.4 to 1,119.0 tons. The catches were dominated by red lip mullet (haarder) (149.7–905.1 tons), Chinese carps (56,5–282,3 tons) and Prussian carp (10,1–171,7 tons). The stock of haarder and pikeperch in the Khadzhybey lagoon depends on the efficiency of their spawning as well as on the intensity of fish harvest. The stocks of freshwater fish — silver carp, bighead carp, and common carp completely depend on artificial stocking with these species. It was shown that there is a tendency of the gradual increase in salinity of the water body in the condition of the regulated inflow of rivers, loss of the permanent connection of the lagoon with the sea, and climate change. Further increase in the salinity will result in significant reduction in fish productivity of the water body. A necessity for performing works aimed at improving the hydrological regimen of waters of the Khadzhybey lagoon and Paliev bay was shown.

Originality. The recommendations on the optimum sustainable use of the total area of the Khadzhybey lagoon as a fisheries water body are provided for the first time. Current state of commercial fish fauna is presented.

Practical value. Two variants (trends) of fisheries use of the Khadzhibey lagoon and Paliev Bay as a single water body were proposed. The introduced red lip mullet (*Liza haematocheila* Temminck et Schlegel, 1845) as the species the most adapted to the current regime of high salinity in the lagoon serves as the major commercial species in the both cases of the proposed exploitation of the lagoon.

Keywords: Khadzhybey lagoon, commercial fish fauna, sustainable use, fish productivity.

БІОРЕСУРСИ ТА ЕКОЛОГІЯ ВОДОЙМ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 18-33

DOI: 10.15407/fsu2015.03.018

УДК [597-1.05:597.553.2]:[546.19+546.49]

ВПЛИВ НЕЕСЕНЦІАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (РТУТЬ, МИШ'ЯК) НА ОРГАНІЗМ ЛОСОСЕВИХ (*SALMONIDAE*) РИБ (ОГЛЯД)

І. І. Грициняк, hrytsyniak@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Д. О. Янович, yandeni@yandex.ru, Львівський національний університет
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, м. Львів

В. В. Бех, bekh@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Проблема забруднення водних екосистем важкими металами впродовж останніх років набула значної актуальності як внаслідок значного поширення їх в навколишньому середовищі, так і за широкого спектру їхньої токсичної дії на організм риб. В сучасній науковій літературі питанню впливу важких металів, зокрема ртуті та миш'яку, на організм риб, приділяється багато уваги. Разом з тим, дослідження у вказаному напрямі проводяться в основному на коропових рибах, в той час як фізіолого-біохімічні механізми впливу важких металів на організм лососевих риб вивчені меншою мірою. У зв'язку з цим, важливе науково-практичне значення мають роботи, що висвітлюють джерела надходження важких металів у водні екосистеми, особливості їхньої дії в організмі лососевих риб на субклітинному, клітинному, та органо-тканинному рівнях, а також вікові та видові особливості їхнього впливу. Метою даної роботи було узагальнення згаданих вище питань.

Результати. У роботі висвітлено вплив ртуті та миш'яку на організм лососевих риб на молекулярно-генетичному, клітинному та органо-тканинному рівнях. Стаття містить характеристику умов, за яких в експерименті було досягнуто токсичної або летальної дії вказаних ксенобіотиків на різні види лососевих риб.

Наукова новизна. В статті узагальнено наявні у літературі дані стосовно впливу ртуті і миш'яку на організм лососевих риб. Акцентовано увагу на джерелах потрапляння вказаних політантів у поверхневі води, фізіолого-біохімічних механізмах їхнього впливу на організм лососевих риб, а також чинниках, що визначають ступінь їхньої токсичності. Наведено летальні концентрації ртуті та миш'яку для лососевих риб залежно від тривалості досліду, видових та вікових особливостей.

Практична значимість. Представлені в огляді дані можуть бути використані для розкриття та пояснення фізіолого-біохімічних механізмів адаптації лососевих риб до забруднення водойм важкими металами, діагностики патології лососевих риб, обумовленої токсичним впливом ртуті і миш'яку, а також комплексної оцінки чинників, що впливають на ступінь токсичності вказаних політантів у природних умовах.

Ключові слова: водні екосистеми, ртуть, миш'як, лососеві риби, токсичність, біомагніфікація, метаболізм.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У переліку ксенобіотиків, які можуть надходити з навколишнього середовища в організм гідробіонтів, одними з найнебезпечніших є важкі метали.

© І. І. Грициняк, Д. О. Янович, В. В. Бех, 2015

Серед 84 металів перелік важких, за різними критеріями, становить понад 40. Окремі з них, такі як хром, цинк, мідь та залізо, у фізіологічних концентраціях є життєво необхідними для здійснення регуляторних функцій в організмі риб, передусім як складові елементи ферментів [1, 2]. Загалом, близько 25 елементів визначені як есенціальні, тобто необхідні для нормального перебігу фізіолого-біохімічних процесів. Разом з тим, перелік важких металів включає в себе елементи, біологічна роль яких для живих організмів не встановлена, і які здійснюють токсичний вплив на організм навіть у незначних концентраціях. Сюди належать: кадмій, ртуть, срібло і свинець — високотоксичні метали, що відносяться до неесенціальних елементів. Група неесенціальних елементів включає також миш'як та алюміній.

Ртуть

Загальна характеристика. Перехідний метал, який у природних водах присутній у вигляді елементарного Hg^0 , Hg^+ і Hg^{2+} , утворює сполуки з неорганічними і органічними лігандами, комплексні сполуки з хлором і гідроксидом, сильні ковалентні комплекси з сірковмісними амінокислотами та оксикарбоновими кислотами, а також інтенсивно зв'язується з твердими завислими частинками. Ртуть входить до складу специфічних металоорганічних сполук, проявляючи амфільні та ліпофільні властивості. У водні екосистеми забруднювач надходить переважно у формі метилртуті [3–5].

Джерела надходження ртуті у водне середовище. Серед природних джерел надходження ртуті в атмосферне повітря переважаюча роль належить процесам дегазації у земній корі (зокрема в зонах ртутної мінералізації) і випаровування з океанів. Дещо менше значення мають вулканічна діяльність, вітрова ерозія ґрунтів або утворення летких сполук в різних середовищах за дії мікроорганізмів. З атмосферним повітрям ртуть може мігрувати на значні відстані, потрапляючи у водойми з атмосферними опадами. Крім того, в прісній водоймі ртуть надходить з материнських порід, внаслідок вилугування з ґрунтів, розкладання рослинності і водних організмів, що її містять, а також зі стічними водами різних підприємств [4, 6, 7].

Вплив ртуті на організм лососевих риб. Ртуть є небезпечною як через свій прямий токсичний вплив, так і внаслідок здатності акумулюватися в живих організмах у значних концентраціях, які зростають у трофічному ланцюзі, а також через віддалені гонадо-, нейротоксичні і канцерогенні наслідки [4, 8–10]. У водному середовищі Hg^{2+} трансформується мікроорганізмами у високотоксичну метилртуть ($\text{Hg}(\text{CHO}_2)$), яка, потрапляючи в організм риб аліментарним шляхом та через зябра під час дихання, інтенсивно поглинається тканинами і накопичується в жирових клітинах. Крім того, метилювання неорганічної ртуті може відбуватися у печінці та кишківнику риб. Водночас, лише 6% неорганічної ртуті, що міститься в кормі, може бути абсорбовано рибою [11].

Понад 90% токсиканта міститься в організмі риб у формі метилртуті [10, 12]. Період напіввиведення метилртуті з організму риб є найбільш тривалим серед усіх відомих металів; крім того, риба є чи не єдиним джерелом надходження метилртуті в організм людини [4].

Надійшовши в організм риб у складі розчинних сполук, ртуть проникає через цитоплазматичні мембрани і розподіляється по субклітинних структурах, акумулюючись у мембранах, матриксі і клітинній рідині. У крові токсикант циркулює в комплексі з амінокислотами та жирними кислотами, внаслідок чого знижується кількість еритроцитів, лейкоцитів та рівень гемоглобіну [5, 11–13].

Розподіл неорганічної ртуті у органах і тканинах риб не залежить від їх виду і характеризується наступною залежністю (у міру зменшення концентрації): м'язи – печінка – кишківник – селезінка – мозок – гонади [12]; метилртуті: селезінка – печінка – нирки – кишківник – зябра – м'язи – мозок (за концентрації токсиканта в кормах 0,031 мг/г, маси риби 3–6 г, температури води 12°C і тривалості досліду 14 діб) [14], або: задній відділ кишківника – нирки – кров – селезінка – печінка – м'язи – мозок – зябра (за надходження токсиканта з кормом у кількості 0,0087 мг/добу, маси риби 40 г, температури води 10°C і тривалості досліду 30 діб) [15].

Поведінкові зміни риб на фоні ртутного отруєння включають в себе розосередження зграй та опускання риб на дно. Початкові клінічні ознаки ртутної інтоксикації виражаються у збільшенні інтенсивності дихання і розвитку фази збудження, що передує пригніченню. Пізніше спостерігаються втрата рівноваги та різке пригнічення частоти дихання. В подальшому розвивається асфіксія та настає загибель риб внаслідок руйнування респіраторного епітелію зябер. Тіло риб покривається білуватим нальотом [5].

За аліментарного надходження токсиканта спостерігаються регургітація і ушкодження шлунково-кишкового тракту, набрякання епітелію навколо гломерулярної капсули і підвищення активності меланомакрофагів у нирках. Разом з тим, значного ураження зябер і підвищеного слизовиділення не спостерігається, що показали досліди з райдужною фореллю, якій згодовували токсикант у кількості 10 г/кг сухої маси корму протягом 42 діб [11].

Накопичення ртуті в організмі лососевих риб порушує перебіг біохімічних процесів, внаслідок витіснення мікроелементів з активних центрів ферментів або блокування їх SH-груп [5, 16].

На субклітинному рівні токсикант пригнічує активність ферментів і їх синтез у печінці, нирках і головному мозку, спричинює незворотні структурні зміни білків та нуклеїнових кислот, індукує вільнорадикальне і перекисне окиснення ліпідів за одночасного зниження активності ферментів антиоксидантного захисту, внаслідок чого змінюється швидкість метаболічних процесів, виникають мутації [5, 12, 13, 20, 21].

Крім того, хронічний вплив ртуті та її сполук негативно позначається на здатності риб до виживання і відтворення, внаслідок погіршення зору, нюху, дихання, осморегуляції, зміни епідермального слизу риб, пригнічення життєздатності сперматозоїдів, порушення ембріогенезу і зниження показника виживання мальків другого покоління [4].

У водному середовищі концентрація ртуті 0,005–0,010 мг/дм³ і вище призводить до виникнення патологій у риб на ранніх стадіях розвитку, зниження

швидкості їхнього росту, порушення клітинного дихання в зябрах і пригнічення ферментативної активності печінки [10].

Летальні концентрації токсиканта для деяких видів лососевих риб наведені в таблиці 1 [16, 17–19].

Таблиця 1. Летальні концентрації (LC₅₀) неорганічної та органічної ртуті для лососевих риб

Вид риби: стадія розвитку	Розмір риби, мм, або вік	Концентрація ртуті, мг/дм ³	Тривалість досліду, год.	Температура, °С
<i>Неорганічна ртуть (HgCl₂)</i>				
Райдужна форель:				
сформована молодь	40–60	0,9	24	10
ембріони–личинки	–	0,047 (статичний тест)	672	12–14
ембріони–личинки	–	менше 0,0001 (тест у потоці)	672	13–14
молодь	80	0,3	168	14–16
<i>Органічна ртуть (MeHgCl)</i>				
Райдужна форель:				
мальки	2–7 доба після вильову	0,024 (статичний тест-24)	96	10
сформована молодь	40–60	0,042 (статичний тест-24)	96	10
Американська палія:				
молодь	–	0,084 (тест у потоці)	96	12
однорічки	–	0,065 (тест у потоці)	96	12

На генетичному рівні під впливом метилртуті в концентраціях, подібних до тих, що мають місце в природних умовах, спостерігаються зміни експресії генів, пов'язаних з мітохондріальним метаболізмом, зокрема, гену цитохромоксидази. Також відмічалися зміни активності генів, які мають відношення до синтезу білку, запобігання оксидативному стресу, регуляції мітозу і клітинного метаболізму, здійснення процесів детоксикації, а також регуляції апоптозу. Крім того, зафіксовано супресію генів, що відповідають за імунну реакцію [16, 22]. У гострому досліді найбільші зміни стосувалися експресії генів, пов'язаних з синтезом білку в печінці [16].

Причиною збоїв в ендокринній системі за ртутного токсикозу виявилися генетичні зміни, що спричинили порушення синтезу гонадотропіну і функціонування гіпоталамо-гіпофізарної і гонадної систем [16, 22].

Чинники, що впливають на накопичення і ступінь токсичності ртуті:

1. Форма токсиканта. Органічні сполуки ртуті більш токсичні для риб, ніж неорганічні. Наприклад, LC_{50} (24 год.) хлориду метилртуті для мальків райдужної форелі становила $0,084 \text{ мг/дм}^3$, а хлориду ртуті — $0,90 \text{ мг/дм}^3$ [9, 10].

2. Вік, тип живлення риби, належність до певної екологічної групи. LC_{50} неорганічної ртуті для личинок нерки знаходилася на рівні $0,004 \text{ мг/дм}^3$, в той час як для мальків і смолтів цей показник становив $0,18\text{--}0,22 \text{ мг/дм}^3$. Ікра, що розвивається, менш чутлива, ніж личинки [5, 12, 23].

3. Пристосувальні реакції. За даними Кочаряна А. Г. та ін., слабші ікра та личинки кети і кижуча гинули за умов підвищених концентрацій ртуті у воді, однак у особин, які вижили, спостерігалася підвищена опірність до токсиканта [12]. За високого вмісту ртуті у риб спрацьовує механізм уникнення локально високих її концентрацій.

4. Умови навколишнього середовища — температура, присутність розчиненої органічної речовини, активна реакція середовища, гідрохімічний режим. Доведено, зокрема, що селен перешкоджає накопиченню ртуті [12]. Присутність у воді хелатів, здатних утворювати міцні комплексні сполуки з металами, різко знижує накопичення токсиканта в організмі [5]. Водночас, кисле середовище сприяє підвищенню акумулювання ртуті у тканинах риб [12]. Присутність у воді невисоких концентрацій металів (кадмію) і поверхнево-активних речовин може посилити гостротоксичну дію ртуті, а за її спільної дії з міддю спостерігається адитивний ефект [24]. Наявність хлористого натрію у воді, забрудненій ртуттю, підвищуючи клітинну проникність, прискорює загибель риб [25].

Деяка частина токсиканта, що надійшла з їжею, виходить з жовчю. Ймовірно, цей шлях екскреції є основним, оскільки еманация ртуті нирками обмежена з огляду на виникнення їх патологій на фоні ртутної інтоксикації. Спостереження за райдужною фореллю за аліментарного надходження ртуті дали підстави припустити також існування механізму бранхіальної детоксикації, оскільки зафіксоване накопичення політанта в зябрах не провокувало виникнення патологічних змін у зазначеному органі. Ще одним шляхом детоксикації є виведення металу зі слизом [11].

Основним механізмом захисту організму риб від дії ртуті є синтез металотіонеїнів — білків, здатних зв'язувати токсикант [16, 26].

Миш'як

Загальна характеристика. Напівметал, сполуки якого у природних водах знаходяться в розчиненому і завислому станах, співвідношення між якими визначається хімічним складом і значеннями рН води. У розчиненому вигляді миш'як трапляється в три- і п'ятивалентній формах (H_2AsO_3 , H_3AsO_4), головним чином аніонній, у вигляді солей — арсенітів і арсенатів, а також у зв'язаній з органічними лігандами формі.

Джерела надходження миш'яку у водне середовище. Джерела забруднення водного середовища миш'яком включають в себе стічні води збагачувальних фабрик, шкіряних заводів, підприємств, що виробляють пестициди, відходи металургійних підприємств, скиди рудницьких відходів, а також змиви з сільськогосподарських угідь, на яких застосовуються пестициди. Співвідношення природних і техногенних джерел забруднення цим елементом складають 1 : 3 [4, 10, 27].

Поглинання рибами миш'яку з води здійснюється через зябра і кишківник [28].

Вплив миш'яку на організм лососевих риб. Миш'як — отрута резорбтивної дії. Гостра токсичність його сполук є меншою, у порівнянні з іншими металами. Виявляється вона порівняно повільно: вплив медіанної летальної концентрації на американську палію спостерігається лише на 11 добу експозиції [29–31]. Значення LC_{50} тривалентного миш'яку для різних видів лососевих наведено в таблиці 2 [4, 28, 30–33].

Таблиця 2. Медіанні летальні концентрації миш'яку (III) для лососевих риб (LC_{50} за 96-годинної експозиції)

Вид риб	Концентрація миш'яку, мг/дм ³
Американська палія	25,8
Арктичний харіус	13,7
Глибоководний сиг	17,0
Райдужна форель	16,0–23,0
Чавича	25,1

Піддані дії токсиканта риби стають апатичними; загибелі передуює стан підвищеної збудженості, що супроводжується сильними судомами [25].

Ефективна концентрація розчиненого у воді неорганічного тривалентного токсиканта для молоді райдужної форелі становить 4,9 мг/дм³ [34]. За вмісту As^{3+} на рівні 1,0 мг/дм³ спостерігається скорочення темпу росту райдужної форелі через 21 добу [35]. Токсикант провокує зниження апетиту у лососевих риб вже в першу добу після надходження в організм. Крім того, в результаті тривалих експозицій, у багатьох риб спостерігалися значні ерозійні ураження в щелепній і нюховій зонах, що, імовірно, призводило до порушення хеморецепції. Зниження росту риб за впливу 18 мг/дм³ п'ятивалентного миш'яку супроводжувалося також значним виснаженням запасів глікогену в печінці райдужної форелі, негативно позначаючись на енергетичному статусі риб [36]. Механізм та симптоми токсичного впливу миш'яку на ріст лососевих риб за його надходження з кормом та з водою є подібними. Згодовування молоді райдужної форелі арсеніту натрію в кількості 10–20 мг/кг сирової маси корму протягом 8 тижнів призводило до 25%-вого пригнічення темпу росту риб [37].

За споживання молоддю райдужної форелі протягом 12–24 тижнів арсенату натрію гептагідрату, в якому миш'як набуває п'ятивалентної форми, з кормом, ознаки токсичної дії — 13%-ве скорочення темпу росту — спостерігалися за

вмісту полютанта на рівні 33 мг/кг сирової маси корму; та ж сполука в кількості 44 мг/кг викликала 42%-ве зниження темпу росту і зменшення споживання їжі. Подібні результати були отримані в дослідях з озерним сигом [28, 38–40].

Забруднення водного середовища неорганічним водорозчинним миш'яком значною мірою впливає на плодючість риб. Це проявляється, зокрема, у зниженні кількості викиданої ікри і скороченні чисельності пар плідників, яких використовують у нересті. За впливу токсиканта в 1,5 рази знижується рівень транскрипторів печінкового вітелогеніну, відбуваються порушення функціонування гіпоталамо-гіпофізарної системи та проліферації спермій [28, 41].

Токсикант пригнічує експресію генів, які мають відношення до функціонування імунної системи, внаслідок чого знижується опірність організму риб до дії патогенів [28]. Експериментально встановлена можливість переносу токсиканта від материнського організму до молоді райдужної форелі, вирощеної протягом 6 місяців після однієї мікроін'єкції з дозою в 0,2 мг/кг миш'яку в жовтковий мішок. У результаті в молоді форелі спостерігалась імуносупресія, відмічалися гістопатологічні зміни в печінці і нирках, зниження загального числа лімфоцитів і лейкоцитів, поява атипових лейкоцитів [42]. Крім того, за дії токсиканта у риб розвивається оксидативний стрес [28].

Хронічний ефект дії токсиканта пов'язаний з його накопиченням в тканинах риб. Для молоді райдужної форелі прояв токсичної дії три- і п'ятивалентного миш'яку спостерігається за акумуляції його в тканинах на рівні 2–4 і 4–6 мг/кг сирової маси відповідно. Оцінка критичних для функціонування організму риб рівнів токсиканта проводиться за його вмістом в печінці та нирках — органах, найбільш тісно пов'язаних з аліментарним надходженням миш'яку [28, 43–45].

Ступінь акумулювання елемента в організмі риб залежить від його концентрації та форми знаходження у водному середовищі, трофічного рівня, виду риб і споживаної їжі. Зокрема, у морських риб він є вищим. Пряме поглинання водорозчинного неорганічного миш'яку зябрами призводить до його додозалежного акумулювання (у порядку зменшення) в печінці, нирках, зябрах і м'язах [28, 43]. В тілі риб миш'як зазвичай не накопичується в значних кількостях. Крім того, токсичні неорганічні сполуки миш'яку швидко переходять в органічні, які є малотоксичними і швидко виводяться з організму. Введення радіоактивного миш'яку в тіло райдужної форелі показувало накопичення його в різних тканинах у високих концентраціях, після чого спостерігалось поступове зниження його вмісту [46].

Явище біомагніфікації елемента у водних екосистемах не спостерігається. Разом з тим, має місце біодимінуція — зменшення концентрації токсиканта з підвищенням трофічного рівня [28, 43–45].

Токсичність миш'яку залежить від віку риб: молодь на ранніх етапах розвитку більш чутлива до впливу неорганічної форми токсиканта, ніж та, що знаходиться на стадії ендогенного живлення. Велике значення має також форма перебування елемента у воді. Так, отруйність тривалентного миш'яку є в 7 разів

вищою, ніж п'ятивалентного, який швидше виводиться з організму риб. У свою чергу, неорганічні сполуки більш токсичні в порівнянні з органічними (метильованими). На відміну від деяких металів, на токсичність миш'яку не чинять впливу гідрохімічні чинники середовища — твердість води, водневий показник, вміст розчиненої органічної речовини. Вплив температури простежувався лише у випадку з As^{5+} : середня LC_{50} полютанта у результаті 144-годинного витримування молоді форелі за 5°C була майже вдвічі меншою, ніж за температури 15°C — 114 і 58 мг/дм³ відповідно [10, 28, 30, 31, 47]. Разом з тим, сполуки миш'яку виявляють антагоністичний характер дії стосовно неорганічних селенвмісних солей, значно знижуючи їхню токсичність [48].

Екскреція миш'яку проходить повільно — менше ніж 0,2% дози за годину через 48 год. після закінчення експозиції. Уринарний і жовчний шляхи відіграють другорядну роль, в порівнянні із зябрами, які, ймовірно, є основним органом еманції токсиканта. Виняток становлять риби, які живуть у солоній воді (наприклад, атлантичний лосось), що споживають миш'як з їжею, і виводять його з сечею [46, 49, 50].

Як повідомляють деякі автори, механізм детоксикації миш'яку в організмі лососевих риб включає індукцію синтезу металотіонеїнів і активних молекулярних сполук. Pedlar R. M. із співавторами показали збільшення As-індукованих металотіонеїнів в печінці озерного сига під впливом згодованого токсиканта в кількості 1–10 мг/кг [39].

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Таким чином, токсичний вплив ртуті та миш'яку на організм лососевих риб проявляється на різних рівнях організації живої речовини — від молекулярно-генетичного до популяційного, та залежить як від форми сполук у водних екосистемах та її концентрацій, так і від дії чинників водного середовища, віку та виду риб. Узагальнення даних щодо впливу ксенобіотиків на організм риб дозволяє розширити та систематизувати уявлення стосовно фізіолого-біохімічних механізмів їх адаптації до дії несприятливих чинників, та конкретизувати особливості токсичної та летальної дії ртуті та миш'яку залежно від умов середовища, вікових та видових особливостей риб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Воробьев В. И. Биогеохимия и рыбоводство / Воробьев В. И. — Саратов : Литера, 1993. — 224 с.
2. Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб / Остроумова И. Н. — [2 изд., испр. и доп.]. — СПб. : ГосНИОРХ, 2012. — 564 с.
3. Комаровский Ф. Я. Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде: миграции, накопление, токсичность для гидробионтов (Обзор) / Ф. Я. Комаровский, Л. Р. Полищук // Гидробиологический журнал. — 1981. — № 5. — С. 71—82.
4. Мур Дж. Тяжелые металлы в природных водах / Дж. Мур, В. Рамамурти. — М., 1987. — 285 с.
5. Коновалов Ю. Д. Ртуть в организме рыб (Обзор) / Ю. Д. Коновалов // Гидробиологический журнал. — 1999. — № 2. — С. 74—89.

6. Сухенко С. А. Ртуть в водохранилищах: новый аспект антропогенного загрязнения биосферы : анализ. обзор / Сухенко С. А. ; СО РАН. Институт водных и экологических проблем. — Новосибирск, 1995. — 59 с. — (Серия : Экология ; вып. 36).
7. Перевозников М. А. Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах / М. А. Перевозников, Е. А. Богданова. — СПб., 1999. — 228 с.
8. Hendricks J. D. Adventitious toxins / J. D. Hendricks // Fish nutrition / [eds. J. E. Halver, R. W. Hardy]. — [3-rd edn.]. — San Diego : Academic Press, 2002. — P. 601—649.
9. Gochfeld M. Case of mercury exposure, bioavailability and absorption / M. Gochfeld // Ecotoxicology of Environment Safety. — 2003. — Vol. 56. — P. 174—179.
10. Моисеенко Т. И. Водная экотоксикология. Теоретические и прикладные аспекты / Моисеенко Т. И. ; Институт водных проблем РАН. — М. : Наука, 2009. — 400 с.
11. Handy R. D. Dietary exposure to toxic metals in fish / R. D. Handy // Toxicology of aquatic pollution: physiological, molecular and cellular approaches / [ed. E. W. Taylor]. — Cambridge : Cambridge University Press, 2009. — P. 29—60.
12. Немова Н. Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб / Немова Н. Н. — М. : Наука, 2005. — 168 с.
13. Заботкина Е. А. Влияние ртути, содержащейся в кормах, на состояние периферической крови рыб / Е. А. Заботкина, В. Т. Комов, И. К. Степанова // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре : науч.-практ. конф. : тезисы. — М. : Россельхозакадемия, 2000. — С. 59—60.
14. Baatrup E. Cytochemical demonstration of mercury deposits in trout liver and kidney following methyl mercury intoxication — differentiation of 2 mercury pools by selenium / E. Baatrup, G. Danscher // Ecotoxicology and Environment Safety. — 1987. — Vol. 14. — P. 129—141.
15. Boudou A. Experimental study of trophic contamination of *Salmo gairdneri* by 2 mercury-compounds — HgCl_2 and CH_3HgCl — analysis at the organism and organ levels / A. Boudou, F. Ribeyre // Water Air Soil Pollution. — 1985. — Vol. 26. — P. 137—148.
16. Kidd K. Mercury / K. Kidd, Batchelar K. // Homeostasis and toxicology of non-essential metals / [eds. Wood C. M., Farrell A. P., Brauner C. J.]. — London ; Waltham ; San Diego : Academic Press, 2012. — P. 237—295.
17. Wobeser G. Acute toxicity of methylmercury chloride and mercuric chloride for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fry and fingerlings / G. Wobeser // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. — 1975. — Vol. 32. — P. 2005—2013.
18. Long-term effects of methylmercuric chloride on three generations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*): toxicity, accumulation, distribution, and elimination / J. M. McKim, G. F. Olson, G. W. Holcombe [et al.] // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. — 1976. — Vol. 33. — P. 2726—2739.
19. The effects of mercury on reproduction of fish and amphibians / W. J. Birge, J. A. Black, A. G. Westerman [et al.] // The Biogeochemistry of Mercury in the Environment. Vol. 3 / [ed. J.O Nriagu]. — Amsterdam : Elsevier, 1979. — P. 629—655. — (Environmental Health Series).

20. Быкова А. В. Влияние загрязнения водоемов соединениями ртути на гидробионтов / А. В. Быкова // Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов : обзорная информация. — М. : ЦНИИТЭИРХ, 1974. — 22 с.
21. Gill T. S. Use of the fish enzyme system in monitoring water quality: effects of mercury on tissue enzymes / T. S. Gill, H. Tewari, J. Pande // Comparative Biochemistry and Physiology. — 1990. — Vol. 97C. — P. 287—292.
22. Tissue contaminants and associated transcriptional response in trout liver from high elevation lakes of Washington / P. W. Moran, N. Aluru, R. W. Black [et al.] // Environmental Science and Technology. — 2007. — Vol. 41. — P. 6591—6597.
23. Servizi J. A. Effects of selected heavy metals on early life of sockeye and pink salmon / J. A. Servizi, D. W. Martens // Progress report of International Pacific Salmon Fisheries Commission, № 39. — New Westminster, Canada, 1978.
24. Алабастер Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб / Дж. Алабастер, Р. Ллойд ; [пер. с англ. Ерофеева М. П., Кожин С. В., Кузнецов В. В., Цвылев О. П.]. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 344 с.
25. Метелев В. В. Водная токсикология / Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. — М. : Колос, 1971. — 248 с.
26. Коновалов Ю. Д. Связывание кадмия и ртути белками и низкомолекулярными тиоловыми соединениями рыб / Ю. Д. Коновалов // Гидробиологический журнал. — 1993. — № 1. — С. 42—51.
27. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / [ред. Т. В. Гусева]. — М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2007. — 192 с.
28. McIntyre D. O. Arsenic / D. O. McIntyre, T. K. Linton // Homeostasis and toxicology of essential metals / [eds. Wood C. M., Farrell A. P., Brauner C. J.]. — London ; Waltham ; San Diego : Academic Press, 2012. — P. 298—348.
29. Spehar R. L. Acute and chronic effects of water quality criteria-based metal mixtures on three aquatic species / R. L. Spehar, J. T. Fiandt // Environ. Toxicol. Chem. — 1986. — Vol. 5. — P. 917—931.
30. Buhl K. J. Comparative toxicity of inorganic contaminants released by placer mining to early life stages of salmonids / K. J. Buhl, S. J. Hamilton // Ecotoxicol. and Environ. Saf. — 1990. — Vol. 20. — P. 325—342.
31. Buhl K. J. Relative sensitivity of early life stages of Arctic grayling, coho salmon, and rainbow trout to nine inorganics / K. J. Buhl, S. J. Hamilton // Ecotoxicol. and Environ. Saf. — 1991. — Vol. 22. — P. 184—197.
32. Acute toxicity of selected toxicants to six species of fish / R. D. Cardwell, D. G. Foreman, T. R. Payne [et al.]. — Duluth, MN : United States environmental protection agency, 1976. — (EPA-600/3-76-008).
33. Mayer F. L. J. Manual of acute toxicity: interpretation and data base for 410 chemicals and 66 species of freshwater animals / F. L. J. Mayer, M. R. Ellersieck. — Washington, DC : United States Department of the Interior, 1986. — (Resource Publication ; № 160).
34. Rankin M. G. Acute and chronic toxicity of waterborne arsenite to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / M. G. Rankin, D. G. Dixon // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1994. — Vol. 51. — P. 372—380.
35. Speyer K. R. Some effects of combined chronic arsenic and cyanide poisoning on the physiology of rainbow trout : MS thesis / K. R. Speyer. — Montreal : Concordia University, 1974.

36. McGeachy S. M. Effect of temperature on the chronic toxicity of arsenate to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / S. M. McGeachy, D. G. Dixon // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1990. — Vol. 47. — P. 2228—2234.
37. Oladimeji A. A. Long-term effects of arsenic accumulation in rainbow trout, *Salmo gairdneri* / A. A. Oladimeji, S. U. Qadri, A. S. W. DeFreitas // Bull. Environ. Contam. Toxicol. — 1984. — Vol. 32. — P. 732—741.
38. Cockell K. A. Chronic toxicity of dietary disodium arsenate heptahydrate to juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / K. A. Cockell, J. W. Hilton, W. J. Bettger // Arch. Environ. Contam. Toxicol. — 1991. — Vol. 21. — P. 518—527.
39. Pedlar R. M. Accumulation and distribution of dietary arsenic in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) / R. M. Pedlar, J. F. Klaverkamp // Aquat. Toxicol. — 2002. — Vol. 57. — P. 153—166.
40. Toxicological effects of dietary arsenic exposure in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) / R. M. Pedlar, M. D. Ptashynski, R. Evans [et al.]. // Aquat. Toxicol. — 2002. — Vol. 57. — P. 167—189.
41. Arsenic as an endocrine disruptor: effects of arsenic on estrogen mediated gene expression *in vivo* and in cell culture / J. C. Davey, J. E. Bodwell, J. A. Gosse [et al.] // Toxicol. Sci. — 2007. — Vol. 98. — P. 75—86.
42. Kotsanis N. Changes in selected haematological parameters at early stages of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, subjected to metal toxicants: arsenic, cadmium and mercury / N. Kotsanis, J. Iliopoulou-Georgudaki, K. Kapata-Zoumbos // J. Appl. Ichthyol. — 2000. — Vol. 16. — P. 276—278.
43. Arsenic speciation in the River Zenne, Belgium / W. Baeyens, A. De Brauwere, N. Brion [et al.] // Sci. Total Environ. — 2007. — Vol. 38. — P. 409—419.
44. Biomagnification of trace elements in the aquatic food web in the Mekong Delta, South Vietnam using stable carbon and nitrogen isotope analysis / T. Ikemoto, Phuc Cam T. N., N. Okuda [et al.] // Arch. Environ. Contam. Toxicol. — 2008. — Vol. 54. — P. 504—515.
45. Trophic transfer of arsenic and antimony in a freshwater ecosystem: A field study / J.-L. Culioli, A. Fouquoire, S. Calendini [et al.] // Aquat. Toxicol. — 2009. — Vol. 94. — P. 286—293.
46. Metabolism of inorganic arsenic to organoarsenicals in rainbow trout / A. A. Oladimeji, S. U. Quadri, G. K. H. Tam [et al.] // Ecotoxicology and environmental safety. — 1979. — Vol. 3. — P. 394—400.
47. McGeachy S. M. The impact of temperature on the acute toxicity of arsenate and arsenite to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / S. M. McGeachy, D. G. Dixon // Ecotoxicol. Environ. Saf. — 1989. — Vol. 17. — P. 86—93.
48. Gailer J. Arsenic-selenium and mercury-selenium bonds in biology / J. Gailer // Coord. Chem. Rev. — 2007. — Vol. 251. — P. 234—254.
49. Disposition of arsenobetaine in two marine fish species following administration of a single oral dose of [¹⁴C]arsenobetaine / H. Amlund, K. Ingebrigsten, K. Hylland [et al.] // Comp. Biochem. Physiol. — 2006. — Vol. C 143. — P. 171—178.
50. Accumulation and elimination of dietary arsenobetaine in two species of fish, Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) / H. Amlund, K. A. Francesconi, C. Bethune [et al.] // Environ. Toxicol. Chem. — 2006. — Vol. 25. — P. 1787—1794.

REFERENCES

1. Vorob'ev, V. I. (1993). *Biogeokhimiya i rybovodstvo*. Saratov : Litera.
2. Ostroumova, I. N. (2012). *Biologicheskie osnovy kormleniya ryb*. Sankt-Peterburg : GosNIORKh.
3. Komarovskiy, F. Ya., & Polishchuk, L. R. (1981). Rtut' i drugie tyazhelye metally v vodnoy srede: migratsii, nakoplenie, toksichnost' dlya gidrobiontov (Obzor). *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 5, 71-82.
4. Mur, Dzh., & Ramamurti, V. (1987). *Tyazhelye metally v prirodnykh vodakh*. Moskva : Mir.
5. Konovalov, Yu. D. (1999). Rtut' v organizme ryb (Obzor). *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 2, 74-89.
6. Sukhenko, S. A. (1995). *Rtut' v vodokhranilishchakh: novyy aspekt antropogennogo zagryazneniya biosfery : analit. obzor*. SO RAN. Institut vodnykh i ekologicheskikh problem.
7. Perevoznikov, M. A., & Bogdanova, E. A. (1999). *Tyazhelye metally v presnovodnykh ekosistemakh*. Sankt-Peterburg : GosNIORKh.
8. Hendricks, J. D. (2002). Adventitious toxins. *Fish nutrition*. San Diego : Academic Press, 601-649.
9. Gochfeld, M. (2003). Case of mercury exposure, bioavailability and absorption. *Ecotoxicology of Environment Safety*, 56, 174-179.
10. Moiseenko, T. I. (2009). *Vodnaya ekotoksikologiya. Teoreticheskie i prikladnye aspekty*. Moskva : Nauka.
11. Handy, R. D. (2009). Dietary exposure to toxic metals in fish. *Toxicology of aquatic pollution: physiological, molecular and cellular approaches*. Cambridge : Cambridge University Press, 29-60.
12. Nemova, N. N. (2005). *Biokhimicheskie efekty nakopleniya rtuti u ryb*. Moskva : Nauka.
13. Zabotkina, E. A., Komov, V. T., & Stepanova, I. K. (2000). Vliyanie rtuti, soderzhashchey v kormakh, na sostoyanie perifericheskoy krovi ryb. *Problemy okhrany zdorov'ya ryb v akvakul'ture: nauchno-prakticheskaya konferentsiya: tezisy*. Moskva : Rossel'khozakademiya, 59-60.
14. Baatrup, E., & Danscher, G. (1987). Cytochemical demonstration of mercury deposits in trout liver and kidney following methyl mercury intoxication – differentiation of 2 mercury pools by selenium. *Ecotoxicology of Environment Safety*, 14, 129-141.
15. Boudou, A., & Ribeyre, F. (1985). Experimental study of trophic contamination of *Salmo gairdneri* by 2 mercury-compounds – $HgCl_2$ and CH_3HgCl – analysis at the organism and organ levels. *Water Air Soil Pollution*, 26, 137-148.
16. Kidd, K., & Batchelar, K. (2012). Mercury. *Homeostasis and toxicology of non-essential metals*. London ; Waltham ; San Diego : Academic Press, 237-295.
17. Wobeser, G. (1975). Acute toxicity of methylmercury chloride and mercuric chloride for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fry and fingerlings. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32, 2005-2013.
18. McKim, J. M., Olson, G. F., & Holcombe, G. W., et al. (1976). Long-term effects of methylmercuric chloride on three generations of brook trout (*Salvelinus*

- fontinalis*): toxicity, accumulation, distribution, and elimination. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 33, 2726-2739.
19. Birge, W. T., Black, J. A., & Westerman, A. G., et al. (1979). The effects of mercury on reproduction of fish and amphibians. *The Biogeochemistry of Mercury in the Environment*. Amsterdam : Elsevier, 629-655.
 20. Bykova, A. V. (1974). *Vliyanie zagryazneniya vodoemov soedineniyami rtuti na gidrobiontov*. Moskva : TsNIITEIRKh.
 21. Gill, T. S., Tewari, H., & Pande, J. (1990). Use of the fish enzyme system in monitoring water quality: effects of mercury on tissue enzymes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 97C, 287-292.
 22. Moran, P. W., Aluru, N., & Black, R. W., et al. (2007). Tissue contaminants and associated transcriptional response in trout liver from high elevation lakes of Washington. *Environmental Science and Technology*, 41, 6591-6597.
 23. Servizi, J. A., & Martens, D. W. (1978). Effects of selected heavy metals on early life of sockeye and pink salmon. *Progress report of International Pacific Salmon Fisheries Commission*, № 39. New Westminster, Canada.
 24. Alabaster, Dzh., & Lloyd, R. (1984). *Kriterii kachestva vody dlya presnovodnykh ryb* (Erofeeva, M. P., Kozhin, S. V., Kuznetsov, V. V., & Tsvylev, O. P., Trans.). Moskva : Legkaya i pishchevaya promyshlennost'.
 25. Metelev, V. V., Kanaev, A. I., & Dzasokhova, N. G. (1971). *Vodnaya toksikologiya*. Moskva : Kolos.
 26. Konovalov, Yu. D. (1993). Svyazyvanie kadmiya i rtuti belkami i nizkomolekulyarnymi tiolovymi soedineniyami ryb. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, 1, 42-51.
 27. Guseva, T. V. (Ed.). (2007). *Gidrokhimicheskie pokazateli sostoyaniya okruzhayushchey sredy: spravochnye materialy*. Moskva : FORUM ; INFRA-M.
 28. McIntyre, D. O., & Linton, T. K. (2012). Arsenic. *Homeostasis and toxicology of essential metals*. London ; Waltham ; San Diego : Academic Press, 298-348.
 29. Spehar R. L., & Fiandt, J. T. (1986). Acute and chronic effects of water quality criteria-based metal mixtures on three aquatic species. *Environ. Toxicol. Chem.*, 5, 917-931.
 30. Buhl, K. J., & Hamilton, S. J. (1990). Comparative toxicity of inorganic contaminants released by placer mining to early life stages of salmonids. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 20, 325-342.
 31. Buhl, K. J., & Hamilton, S. J. (1991). Relative sensitivity of early life stages of Arctic grayling, coho salmon, and rainbow trout to nine inorganics. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 22, 184-197.
 32. Cardwell, R. D., Foreman, D. G., & Payne, T. R., et al. (1976). *Acute toxicity of selected toxicants to six species of fish*. Duluth, MN : United States environmental protection agency.
 33. Mayer, F. L. J., & Ellersieck, M. R. (1986). *Manual of acute toxicity: interpretation and data base for 410 chemicals and 66 species of freshwater animals*. Washington, DC : United States Department of the Interior.
 34. Rankin, M. G., & Dixon, D. G. (1994) Acute and chronic toxicity of waterborne arsenite to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci*, 51, 372-380.

35. Speyer, K. R. (1974). Some effects of combined chronic arsenic and cyanide poisoning on the physiology of rainbow trout : *MS thesis*. Montreal : Concordia University.
36. McGeachy, S. M., & Dixon, D. G. (1990). Effect of temperature on the chronic toxicity of arsenate to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47, 2228-2234.
37. Oladimeji, A. A., Qadri, S. U., & DeFreitas, A. S. W. (1984). Long-term effects of arsenic accumulation in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 32, 732-741.
38. Cockell, K. A., Hilton, J. W., & Bettger, W. J. (1991). Chronic toxicity of dietary disodium arsenate heptahydrate to juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 21, 518-527.
39. Pedlar, R. M., & Klaverkamp, J. F. (2002). Accumulation and distribution of dietary arsenic in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). *Aquat. Toxicol.*, 57, 153-166.
40. Pedlar, R. M., Ptashynski, M. D., & Evans R., et al. (2002). Toxicological effects of dietary arsenic exposure in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). *Aquat. Toxicol.*, 57, 167-189.
41. Davey, J. C., Bodwell, J. E., & Gosse, J. A., et al. (2007). Arsenic as an endocrine disruptor: effects of arsenic on estrogen mediated gene expression *in vivo* and in cell culture. *Toxicol. Sci.*, 98, 75-86.
42. Kotsanis, N., Iliopoulou-Georgudaki, J., & Kapata-Zoumbos, K. (2000). Changes in selected haematological parameters at early stages of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, subjected to metal toxicants: arsenic, cadmium and mercury. *J. Appl. Ichthyol.*, 16, 276-278.
43. Baeyens, W., De Brauwere, A., & Brion, N., et al. (2007). Arsenic speciation in the River Zenne, Belgium. *Sci. Total Environ.*, 38, 409-419.
44. Ikemoto, T., Phuc Cam, T. N., & Okuda, N., et al. (2008). Biomagnification of trace elements in the aquatic food web in the Mekong Delta, South Vietnam using stable carbon and nitrogen isotope analysis. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 54, 504-515.
45. Culioli, J.-L., Fouquiere, A., & Calendini, S., et al. (2009). Trophic transfer of arsenic and antimony in a freshwater ecosystem: A field study. *Aquat. Toxicol.*, 94, 286-293.
46. Oladimeji, A. A., Quadri, S. U., & Tam, G. K. H., et al. (1979). Metabolism of inorganic arsenic to organoarsenicals in rainbow trout. *Ecotoxicology and environmental safety*, 3, 394-400.
47. McGeachy, S. M., & Dixon, D. G. (1989). The impact of temperature on the acute toxicity of arsenate and arsenite to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 17, 86-93.
48. Gailer, J. (2007). Arsenic-selenium and mercury-selenium bonds in biology. *Coord. Chem. Rev.*, 251, 234-254.
49. Amlund, H., Ingebrigsten, K., & Hylland, K., et al. (2006). Disposition of arsenobetaine in two marine fish species following administration of a single oral dose of [¹⁴C]arsenobetaine. *Comp. Biochem. Physiol.*, C 143, 171-178.
50. Amlund, H., Francesconi, K. A., & Bethune, C., et al. Accumulation and elimination of dietary arsenobetaine in two species of fish, Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Environ. Toxicol. Chem.*, 25, 1787-1794.

ВЛИЯНИЕ НЕЭСSENЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (РТУТЬ, МЫШЬЯК) НА ОРГАНИЗМ ЛОСОСЕВЫХ (*SALMONIDAE*) РЫБ (ОБЗОР)

И. И. Грициняк, hrytsyniak@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Д. А. Янович, yandeni@yandex.ru, Львовский национальный университет
ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого, г. Львов

В. В. Бех, bekh@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Проблема загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами на протяжении последних лет приобрела значительную актуальность как вследствие их значительного распространения в окружающей среде, так и в результате широкого спектра их токсического действия на организм рыб. В современной научной литературе вопросам влияния тяжелых металлов, в том числе ртути и мышьяка, на организм рыб уделяется много внимания. Вместе с этим, исследования в указанном направлении проводятся в основном на карповых рыбах, в то время как физиолого-биохимические механизмы влияния тяжелых металлов на организм лососевых рыб изучены в меньшей степени. В связи с этим, важное научно-практическое значение имеют работы, освещающие источники поступления тяжелых металлов в водные экосистемы, особенности их действия в организме лососевых рыб на субклеточном, клеточном и органо-тканевом уровне, а также возрастные и видовые особенности их влияния. Целью данной работы было обобщение указанных вопросов.

Результаты. В работе охарактеризовано влияние ртути и мышьяка на организм лососевых рыб на молекулярно-генетическом, клеточном и органо-тканевом уровнях. Статья содержит характеристику условий, при которых в эксперименте наблюдалось токсическое либо летальное действие указанных ксенобиотиков на разные виды лососевых рыб.

Научная новизна. В статье обобщены доступные в литературе данные касательно влияния ртути и мышьяка на организм лососевых рыб. Акцентируется внимание на источниках попадания указанных загрязнителей в поверхностные водоемы, физиолого-биохимических механизмах их влияния на организм лососевых рыб, а также факторах, определяющих степень их токсичности. Приведены летальные концентрации ртути и мышьяка для лососевых рыб в зависимости от длительности эксперимента, видовых и возрастных особенностей.

Практическая значимость. Представленные в обзоре данные могут быть использованы для раскрытия и объяснения физиолого-биохимических механизмов адаптации лососевых рыб к загрязнению водоемов тяжелыми металлами, диагностики патологий лососевых рыб, обусловленной токсическим влиянием ртути и мышьяка, и комплексной оценки факторов, влияющих на степень токсичности указанных загрязнителей в естественных условиях.

Ключевые слова: водные экосистемы, ртуть, мышьяк, лососевые рыбы, токсичность, биомагнификация, метаболизм.

EFFECT OF NON-ESSENTIAL ELEMENTS (MERCURY. ARSENIC) ON SALMONIDS (*SALMONIDAE*) (REVIEW)

I. Hrytsyniak, hrytsyniak@if.org.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

D. Yanovych, yandeni@yandex.ru, Lviv National University of Veterinary Medicine and
Biotechnologies named after S. Z. Gzhytskyj, Lviv

V. Bekh, bekh@if.org.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. The problem of water ecosystem pollution with heavy metals achieved great actuality during recent years, both because of their significant distribution in environment, and wide spectrum of their toxic effects on fish organism. Much attention in modern scientific literature is given to the problem of the effects of heavy metals, including mercury and arsenic, on fish organism. However, investigations in this field are conducted mainly on cyprinids, while physiological and biochemical mechanisms of the effects of heavy metals on salmonids are less studied. According to this, the studies of the sources of heavy metals in water ecosystems, peculiarities of their action in salmonid organism on subcellular, cellular, tissue and organ levels, species and age-related peculiarities of the effects of heavy metals are of great scientific and practical importance. The purpose of this work is to review the mentioned problems.

Findings. The work characterizes the effects of mercury and arsenic on salmonids on subcellular, cellular, tissue and organ levels. The article contains characteristic of conditions, under which toxic or lethal action of the mentioned xenobiotics on different species of salmonids was observed.

Originality. The paper summarizes literature data concerning the effect of mercury and arsenic on salmonids. Attention is accented on the sources of the mentioned pollutants in surface waters, physiological and biochemical mechanisms of their effects on salmonids, and on factors, which determine the level of their toxicity. Lethal concentrations of mercury and arsenic to salmonids, depending on experiment duration, species and age-related peculiarities are presented.

Practical value. Data presented in the review can be used for the explanation of physiological and biochemical mechanisms of the adaptation of salmonids to surface water pollution with heavy metals, diagnostics of fish pathologies caused by toxic effects of mercury and arsenic, and complex assessment of factors, which influence the toxicity level of the mentioned pollutants in environment.

Keywords: water ecosystems, mercury, arsenic, salmonids, toxicity, biomagnification, metabolism.

БІОРЕСУРСИ ТА ЕКОЛОГІЯ ВОДОЙМ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 34-45

DOI: 10.15407/fsu2015.03.034

УДК [639.311.043.2:574.5]:639.371.52

ОЦІНКА РОЗВИТКУ ПРИРОДНОЇ КОРМОВОЇ БАЗИ СТАВІВ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА «МЕРКУРІЙ» ПРИ ВИРОЩУВАННІ РИБОПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ КОРОПА

Б. О. Грішин, Grinya_b@mail.ru, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

С. А. Кражан, stalina_krazan@mail.ru, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Н. П. Чужма, n_chuzma@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Оцінка розвитку основних ланок природної кормової бази вирощувальних ставів в період вирощування рибопосадкового матеріалу коропа в монокультурі.

Методика. Гідробіологічні (бактеріопланктон, фітопланктон, зоопланктон, зообентос) та гідрохімічні проби відбирали та опрацьовували за загальноприйнятими методиками.

Результати. Визначено показники гідрохімічного режиму експериментальних ставів рибного господарства «Меркурій» при вирощуванні в монокультурі (50 тис. екз/га) цьоголіток любінського і антонінсько-зозуленецького рамчастих коропів та їх реципронних помісей. Загальна мінералізація води ставів була на рівні 292,7-315,7 мг/дм³, і за класифікацією О.О. Альокіна відносилася до гідрокарбонатного класу групи кальцію. Водневий показник (рН) води перебував у межах 7,4–7,5. Величини перманганатної окислюваності коливалися від 12,5 до 14,9 мгО/дм³. В середньому вміст амонійного, нітритного та нітратного азоту, мінерального фосфору, загального заліза не перевищували нормативних значень. Вивчено якісні та кількісні показники розвитку фіто-, бактеріо-, зоопланктону та зообентосу вирощувальних ставів. Середньосезонна біомаса фітопланктону знаходилася на рівні 15,96–20,88 мг/дм³ з домінуванням у флористичному спектрі хлорококових водоростей. Біомаса бактеріопланктону була у межах 5,08–5,81 мг/дм³. В зоопланктоні превалював кладоцерно-копеподний комплекс при середньосезонних показниках 5,27–17,20 г/м³. Зообентос формували личинки двокрилих з родин Chironomidae та Chaoboridae з середньосезонними величинами біомас 0,51–1,8 г/м². За сапробіологічними показниками вода ставів відносилася до β-мезосапробної зони і відповідала II класу якості води (категорія «досить чиста»).

Рибопродуктивність вирощувальних ставів перебувала в межах 617,2–815,2 кг/га; вихід цьоголіток коропа був на рівні 39,82–43,56%, середня маса складала 31,0–39,3 г.

Наукова новизна. Вперше проведено комплексну оцінку стану природної кормової бази вирощувальних ставів за період вирощування рибопосадкового матеріалу коропа в монокультурі в умовах лісостепової зони Вінницької області на базі рибного господарства «Меркурій».

Практична значимість. Отримані данні свідчать про можливість вирощувати високоякісних цьоголіток любінського і антонінсько-зозуленецького рамчастих коропів та їх реципронних помісей, в умовах рибного господарства «Меркурій».

Ключові слова: фітопланктон, бактеріопланктон, зоопланктон, зообентос, сапробність, цьоголітки коропа.

© Б. О. Грішин, С. А. Кражан, Н. П. Чужма, 2015

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На ріст та виживання коропа впливають не тільки його генетичні особливості, а і умови вирощування, зокрема, температурний, гідрохімічний режими та розвиток природної кормової бази. Також на результати вирощування значною мірою визначаються густотою посадки риб, яку в свою чергу лімітують розвиток природної кормової бази та якість води, що зумовлює вихід риб, їх масу та рибопродуктивність [1, 2].

В рибних господарствах при вирощуванні цьоголіток не завжди звертають увагу на розвиток природної кормової бази та її стимулювання, що особливо важливо на початку періоду вирощування.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

В теперішній час у коропівництві актуальним залишається питання створення сприятливих умов для вирощування рибопосадкового матеріалу, що передбачає не тільки наявність достатньої кількості плідників і ремонтного матеріалу, а й застосування інтенсивних технологій, які включають методи підвищення розвитку природної кормової бази та ведення систематичного контролю гідрохімічних та гідробіологічних показників. Тому метою представленої роботи була оцінка показників розвитку основних ланок екосистеми вирощувальних ставів при вирощуванні цьоголіток коропа в монокультурі в умовах лісостепової зони Вінницької області.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

В основу роботи покладені результати досліджень, проведених у чотирьох вирощувальних ставах площею від 1,62 до 4,39 га, глибиною 1,5 м, з кінця травня по вересень 2013 р. у рибному господарстві «Меркурій» Вінницької області.

Зарибнення ставів триденними личинками коропа, отриманими заводським методом, проводили в кінці травня за густоти посадки 50 тис. екз./га. Цьоголіток вирощували в монокультурі. З метою стимулювання розвитку природної кормової бази для риб у стави вносили перегній великої рогатої худоби (ВРХ) з розрахунку 1,0 т/га.

Годівлю риби штучними кормами розпочали з середини серпня подрібненим зерном (пшениця, ячмінь, соя, кукурудза) та шротом соняшниковим різних розмірних фракцій, за досягнення вмістом білка рівня 14%. Дослідження гідрохімічного стану, розвитку природної кормової бази (фіто-, бактеріо-, зоопланктон, зообентос) ставів, а також збір та опрацювання матеріалів здійснювали за загальноприйнятими в гідрохімії, гідробіології, рибництві методиками [3–9].

Об'єктами досліджень були хімічні показники води, фіто-, бактеріо-, зоопланктон, зообентос, цьоголітки коропа.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Температура води у вирощувальних ставках упродовж вегетаційного періоду коливалася від 9,0 до 25,0°C. Середньодобова температура води в ставках у червні знаходилася на рівні 21,0–23,5°C, липні — 20,5–24,0°C, серпні — 20,0–25,0°C, вересні — 9,0–13,0°C. Максимальні показники температури води (24,5–25,0°C) спостерігались у першій декаді серпня, а зниження до 9,0°C — у третій декаді вересня.

Гідрохімічний режим експериментальних вирощувальних ставків був задовільним. Вміст розчиненого у воді кисню в середньому знаходився у межах 5,54–6,07 мгО₂/дм³. Загальна мінералізація води ставків була середньою з сумою іонів на рівні 292,7–315,7 мг/дм³. Відповідно до класифікації О. О. Альокіна вода ставків відносилась до гідрокарбонатного класу групи кальцію. Концентрація основного аніону (гідрокарбонатів НСО₃⁻) перебувала у межах норми і коливалася від 158,7 до 244,1 мг/дм³ (за середніх значень 195,3–214,8 мг/дм³). Переважаючим катіоном був кальцій, концентрації якого, в середньому, у воді вирощувальних ставків становили 47,1–53,4 мг/дм³ (табл. 1).

Водневий показник (рН) води знаходився на рівні 7,4–7,5, тобто середовище було слаболужним. Показники перманганатної окислюваності становили 12,5–14,9 мг О/дм³ і не виходили за межі нормативних значень (НЗ). Біогенні елементи у воді були присутні упродовж усього вегетаційного сезону. Вміст амонійного азоту, в середньому, знаходився на рівні 0,69–0,76 мг N/дм³, нітритного азоту — 0,06 мг N/дм³, нітратного азоту — 0,29–0,31 мг N/дм³, мінерального фосфору — 0,33–0,36 мг P/дм³ та загального заліза — 0,73–0,81 мг Fe/дм³. Середні значення магнію (Mg²⁺) та натрію+калію (Na⁺+K⁺) становили відповідно 12,6–16,3 мг/дм³ та 5,6–11,0 мг/дм³. Вміст хлоридів (Cl⁻) та сульфатів (SO₄²⁻) у воді вирощувальних ставків був невисоким. Загальна твердість становила 3,7 мг-екв./дм³ (табл. 1).

Таблиця 1. Гідрохімічні показники вирощувальних ставків рибного господарства «Меркурій» (M±m, n=8), 2013 р.

№ з/п	Показники	Стави		НЗ для ставової води
		№ 4	№ 5	
1	Водневий показник (рН)	<u>7,1-8,1</u> 7,5±0,2	<u>6,4-8,2</u> 7,4±0,4	6,5-8,5
2	Вільний аміак, NH ₃ , мгN/дм ³	<u>0,003-0,02</u> 0,01±0,00	<u>0,00-0,03</u> 0,01±0,00	до 0,05
3	Перманганатна окислюваність, мгО/дм ³	<u>8,7-17,7</u> 12,5±1,5	<u>10,3-26,4</u> 14,9±2,9	до 15,0
4	Біхроматна окислюваність, мгО/дм ³	<u>21,8-44,3</u> 31,3±3,8	<u>25,7-66,0</u> 37,4±7,3	до 50,0
5	Амонійний азот, NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³	<u>0,58-0,85</u> 0,76±0,05	<u>0,55-0,76</u> 0,69±0,04	до 1,0
6	Нітрити, NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	<u>0,04-0,09</u> 0,06±0,01	<u>0,04-0,09</u> 0,06±0,01	до 0,1
7	Нітрати, NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	<u>0,10-0,60</u> 0,29±0,09	<u>0,10-0,82</u> 0,31±0,13	до 2,0
8	Мінеральний фосфор, PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³	<u>0,19-0,47</u> 0,36±0,05	<u>0,01-0,51</u> 0,33±0,09	до 0,5

№ з/п	Показники	Стави		НЗ для ставової води
		№ 4	№ 5	
9	Загальне залізо, $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$, мг/дм ³	<u>0,56-0,90</u> 0,73±0,06	<u>0,60-1,24</u> 0,81±0,12	до 1,0
10	Кальцій, Ca^{2+} , мг/дм ³	<u>41,7-62,5</u> 53,4±4,0	<u>39,6-56,3</u> 47,1±3,1	до 70,0
11	Магній, Mg^{2+} , мг/дм ³	<u>4,9-20,7</u> 12,6±3,1	<u>14,6-18,2</u> 16,3±0,6	до 30,0
12	Натрій+Калій, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, мг/дм ³	<u>4,0-22,5</u> 11,0±4,2	<u>2,8-7,8</u> 5,6±1,0	до 50,0
13	Гідрокарбонати, HCO_3^- , мг/дм ³	<u>183,1-244,1</u> 214,8±11,3	<u>158,7-219,7</u> 195,3±10,9	до 300,0
14	Хлориди, Cl^- , мг/дм ³	<u>13,8-20,6</u> 16,5±1,2	<u>16,5-20,6</u> 18,4±0,8	до 70,0
15	Сульфати, SO_4^{2-} , мг/дм ³	<u>4,1-13,2</u> 7,4±1,6	<u>6,2-14,4</u> 9,8±1,5	до 60,0
16	Загальна твердість, мг-екв./дм ³	<u>3,3-4,6</u> 3,7±0,2	<u>3,2-4,1</u> 3,7±0,2	5,0-7,0
17	Мінералізація, мг/дм ³	<u>272,8-354,3</u> 315,7±16,5	<u>428,9-589,4</u> 292,7±14,1	до 1000

В цілому, гідрохімічний режим був сприятливим для розвитку природної кормової бази та вирощування рибопосадкового матеріалу коропа, всі хімічні показники води ставів знаходилися у межах нормативних значень.

Протягом вегетаційного сезону було досліджено розвиток основних компонентів природної кормової бази. Продуцентом органічної речовини є фітопланктон, від розвитку якого залежало формування наступних ланок — бактеріо- і зоопланктону.

Фітопланктон експериментальних ставів №№ 3, 4, 5, 6 був представлений відповідно 103, 111, 99, 116 видами та внутрішньовидовими таксонами, які належать до 6 відділів водоростей: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* та *Chryzophyta*. Загалом у всіх ставах було визначено 152 таксони.

Основу флористичного спектру вирощувальних ставів складали зелені водорості, в основному хлорококові. До складу домінуючого комплексу входили види родів *Scenedesmus*, *Dictyosphaerium*, *Pediastrum*, *Coelastrum*. На початку дослідного періоду у всіх ставах головний внесок у формуванні біомаси фітопланктону належав зеленим водоростям. Так, їх біомаса у цей час у ставах коливалася від 52 до 78% від загальної біомаси фітопланктону, де основою її були хлорококові водорості. Решту біомаси формували представники інших систематичних груп водоростей. Початкова біомаса водоростей у ставу № 6 (8,14 мг/дм³) була найнижчою, в порівнянні з рештою дослідних ставів, де спостерігались вищі величини біомас фітопланктону (11,14 мг/дм³–14,85 мг/дм³) (табл. 2).

Таблиця 2. Сезонна динаміка розвитку фітопланктону вирощувальних ставів рибного господарства «Меркурій», 2013 р., $\frac{\text{млн. кл./дм}^3}{\text{мг/дм}^3}$

Стави, №	Дата відбору проб							Середнє за вегетаційний сезон
	24.05	10.06	24.06	07.07	24.07	09.08	27.08	
3	<u>69,1</u>	<u>5,9</u>	<u>612,1</u>	<u>329,9</u>	<u>508,2</u>	<u>53,3</u>	<u>59,6</u>	<u>234,0±213,7</u>
	12,16	1,60	70,20	45,16	50,60	15,21	28,10	31,86±20,1
4	<u>83,2</u>	<u>157,1</u>	<u>93,4</u>	<u>46,7</u>	<u>36,6</u>	<u>47,8</u>	<u>42,5</u>	<u>72,5±33,2</u>
	14,85	28,11	19,73	18,83	21,93	8,22	9,44	17,30±5,5
5	<u>68,2</u>	<u>36,1</u>	<u>69,0</u>	<u>10,7</u>	<u>20,7</u>	<u>17,2</u>	<u>20,5</u>	<u>34,6 ±19,8</u>
	11,14	6,48	19,27	3,07	7,88	73,96	24,38	20,88±16,2
6	<u>41,1</u>	<u>29,4</u>	<u>39,1</u>	<u>20,4</u>	<u>141,4</u>	<u>79,0</u>	<u>54,7</u>	<u>57,9±29,9</u>
	8,14	4,97	6,41	11,75	35,20	24,10	21,14	15,96±9,3

На початку червня в ставах №№ 3, 5, 6 спостерігалось суттєве зменшення біомаси водоростей, а в ставу № 4, навпаки, відбувалося збільшення біомаси фітопланктону вдвічі за рахунок розвитку зелених та синьо-зелених водоростей, біомаса яких становила відповідно 11,78 мг/дм³ та 11,33 мг/дм³. Саме в цей період у ставу № 4 значення чисельності і біомаси фітопланктону досягали своїх максимальних сезонних величин — 157,1 млн. кл./дм³ і 28 мг/дм³. Після цього протягом вегетаційного періоду відбувалося поступове зниження даних показників.

У другій половині червня відбулося зростання показників розвитку фітопланктону в ставах №№ 3, 5, 6 (табл. 2). Пік вегетації фітопланктону в ставах спостерігався в різні періоди вегетаційного сезону. Так, у ставу № 5 на початку серпня чисельність та біомаса фітопланктону становили, відповідно, 17,2 млн. кл./дм³ і 73,96 мг/дм³. Домінуюче положення займав вид роду *Ceratium*. Характерною особливістю цього ставу було те, що протягом сезону біомасу фітопланктону значною мірою (48%) формували динофітові водорості.

У ставу № 3 в другій половині червня спостерігалось «цвітіння» води, за рахунок розвитку синьо-зелених водоростей, загальна чисельність яких становила 612,1 млн. кл./дм³, біомаса — 70,20 мг/дм³. Особливість цього ставу полягала в тому, що основна роль у формуванні чисельності (88%) та біомаси (65%) в середньому за сезон належала синьозеленим водоростям. Домінуюче положення займали представники роду *Anabaena*.

У ставу № 6 пік розвитку водоростей спостерігався в кінці липня (141,4 млн. кл./дм³; 35,20 мг/дм³) з домінуючим видом зелених водоростей *Scenedesmus quadricauda* Bréb. f. typicus West. Протягом дослідного періоду, в порівнянні з іншими ставами, розвиток фітопланктону в даному ставу був найнижчим. У середньому, протягом сезону, чисельність на 64% і біомаса на 46% були сформовані зеленими водоростями.

Порівнюючи середньосезонні показники чисельності і біомаси планктонних водоростей у дослідних ставах, можна відзначити, що їх ріст протягом дослідного періоду у ставу № 3 (234,0 млн. кл./дм³ за біомаси 31,86 мг/дм³) був майже вдвічі продуктивнішим, ніж у решті ставів. Середньосезонні кількісні показники розвитку фітопланктону у ставах № 4 і № 6 були близькими — 72,5 і 57,9 млн. кл./дм³ за чисельністю та 17,30 і 15,96 мг/дм³ за біомасою відповідно. Дещо відмінною від решти ставів була ситуація у ставу № 5, в якому особливості флористичного спектру планктонних водоростей, як зазначалось, полягали у переважанні крупних форм фітопланктону, які за мінімальної чисельності (34,6 млн. кл./дм³) продукували значну біомасу фітопланктону — 20,88 мг/дм³ (табл. 2).

Сапробіологічну характеристику води дослідних вирощувальних ставів рибного господарства «Меркурій» проводили за індикаторними видами фітопланктону. Індекси сапробності у вирощувальних ставах впродовж вегетаційного періоду знаходилися на рівні 1,91–1,99.

Отже, за індексами сапробності вода дослідних ставів за видами індикаторами представників водоростей відносилася до β-мезосапробної зони (табл. 3).

Таблиця 3. Кількість індикаторних видів фітопланктону за зонами сапробності вирощувальних ставів рибного господарства «Меркурій», 2013 р.

Стави, №	β	β-α	β-ο	α	ο-β	ο	ρ-α	ρ	Всього
3	28	3	3	4	2	-	-	-	40
4	34	2	2	2	3	1	1	-	45
5	33	2	2	2	2	1	1	-	43
6	35	4	2	2	2	1	1	1	48

Бактеріопланктон вирощувальних ставів був представлений коковими та паличковидними формами*.

Чисельність бактеріопланктону впродовж вегетаційного періоду у ставу № 3 змінювалася від 4,96 до 8,89 млн.кл./дм³, біомаса — від 4,26 до 7,12 мг/дм³; у ставу № 4 — відповідно від 3,86 до 9,13 млн.кл./дм³ та від 3,09 до 7,30 мг/дм³; у ставу № 5 — від 3,97 до 8,13 млн. кл./дм³ та від 3,17 до 6,51 мг/дм³; у ставу № 6 — від 5,91 до 9,37 млн. кл./дм³ та від 4,73 до 7,49 мг/дм³ (табл. 4).

Показники вегетації бактеріопланктону у всіх ставах почали зростати на початку вегетаційного сезону, досягаючи піку розвитку в кінці червня, але вже на початку липня відбулось поступове їх зниження, і на кінець місяця чисельність та біомаса бактеріопланктону були найнижчими за весь вегетаційний сезон. З початку серпня вони знову сягнули високих позначок, поступово знижуючись до осені. Тобто, динаміка розвитку бактерій була одноковою у всіх ставах з ідентичними у часі піками та спадами показників чисельності та біомаси. Протягом сезону розвиток бактеріопланктону був сприятливим для розвитку зоопланктону та риборозведення.

*За даними проведених досліджень Москаленко Н. М.

Таблиця 4. Сезонна динаміка бактеріопланктону вирощувальних ставів
рибного господарства «Меркурій», 2013 р., $\frac{\text{млн.кл./мл}^3}{\text{мг/дм}^3}$

Стави, №	Дата відбору проб								Середнє за вегетаційний сезон
	24.05	10.06	24.06	7.07	24.07	9.08	27.08	29.09	
3	<u>5,32</u>	<u>5,52</u>	<u>8,89</u>	<u>5,75</u>	<u>4,96</u>	<u>7,33</u>	<u>7,35</u>	<u>6,30</u>	<u>6,43±0,47</u>
	4,26	4,42	7,12	4,6	3,97	5,86	5,88	5,05	5,15±0,38
4	<u>6,29</u>	<u>7,32</u>	<u>9,13</u>	<u>5,78</u>	<u>3,86</u>	<u>7,96</u>	<u>6,17</u>	<u>5,60</u>	<u>6,51±0,57</u>
	5,04	5,78	7,30	4,62	3,09	6,37	4,93	4,45	5,20±0,45
5	<u>7,03</u>	<u>8,13</u>	<u>7,69</u>	<u>4,90</u>	<u>3,97</u>	<u>6,55</u>	<u>7,09</u>	<u>5,60</u>	<u>6,37±0,51</u>
	5,64	6,51	6,15	3,92	3,17	5,24	5,67	4,32	5,08±0,41
6	<u>5,91</u>	<u>8,08</u>	<u>7,09</u>	<u>6,50</u>	<u>5,98</u>	<u>7,93</u>	<u>9,37</u>	<u>7,32</u>	<u>7,27±0,41</u>
	4,73	6,47	5,67	5,20	4,78	6,35	7,49	5,76	5,81±0,33

Зоопланктон дослідних вирощувальних ставів був представлений основними таксономічними групами — *Rotifera*, *Copepoda*, *Cladocera*, що притаманно всім прісноводним водоймам. У якісному складі відмічено 8 видів коловерток, з яких за чисельністю домінували *Brachionus calyciflorus* Pallas, *Br. diversicornis* (Daday, 1883), *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850); в деяких ставах восени розвивались *Synchaeta sp.*, *Keratella quadrata* (Müller, 1786). Гіллястовусі ракоподібні були представлені видами *Daphnia longispina* (O.F. Müller, 1785), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785), *Moina rectirostris* (Leydig, 1860); рідше траплялися *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785), *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller, 1785), *Leptodora kindtii* (Focke, 1844), *Alona affinis* (Leydig, 1860). Група веслоногих, як і гіллястовусих ракоподібних, була багаточисельною, їх кількісний склад отримували різновікові особини. У всіх зоопланктонних пробах протягом вегетаційного періоду веслоногі ракоподібні представлені, головним чином, циклопами. Якщо масовий розвиток коловерток припадав на весняно-осінній період у більшості дослідних ставів, то літній зоопланктон формувався здебільшого за рахунок розвитку гіллястовусих та веслоногих ракоподібних. До таких організмів у цей період належали *Bosmina longirostris* та *Cyclops sp.*, які траплялися в 75,0% зоопланктонних проб. Кількісний розвиток зоопланктону в кожному ставу мав свою динаміку.

У ставах № 3 та № 6 протягом вегетаційного сезону чітко відмічався спад розвитку зоопланктерів на початку липня, коли біомаса зоопланктону знизилася до 1,06–1,85 г/м³, а в ставу № 5 у кінці червня — до 1,72 г/м³. У ставу № 4 таких спадів у розвитку зоопланктону не спостерігалось.

Розвиток зоопланктону в середньому за вегетаційний сезон у ставу № 3 становив 8,16 г/м³ за біомасою та 297,1 тис. екз./м³, у ставу № 4 — 17,20 г/м³ та 953,6 тис. екз./м³; у ставу № 5 — 13,82 г/м³ та 693,8 тис. екз./м³; у ставу № 6 — 5,27 г/м³ та 281,5 тис. екз./м³ відповідно (табл. 5). В цілому, рівень розвитку зоопланктону в ставах був задовільним за винятком окремих місяців. Більш продуктивними виявилися стави №№ 4, 5, 3, де біомаса зоопланктону знаходилася у межах 8,16–17,19 г/м³, у ставу № 6 вона була найнижчою — 5,27 г/м³.

Загалом, у всіх ставках в зоопланктоні превалював кладоцерно-копеподний комплекс, чисельність якого досягала 30,4–70,4%, а біомаса — 15,9–56,2% за рахунок розвитку гіллястовусих ракоподібних, та відповідно 20,4–57,9% і 41,0–79,5% за рахунок розвитку веслоногих ракоподібних.

Таблиця 5. Сезонна динаміка зоопланктону вирощувальних ставів
рибного господарства «Меркурій», 2013 р., $\frac{\text{тис. екз./м}^3}{\text{г/м}^3}$

Стави	Дата відбору проб								Середнє за вегетаційний сезон
	25.05	10.06	24.06	07.07	24.07	09.08	22.08	29.09	
3	<u>295,0</u>	<u>481,0</u>	<u>488,0</u>	<u>135,0</u>	<u>498,0</u>	<u>270,0</u>	<u>34,0</u>	<u>176,0</u>	<u>297,1±143,9</u>
	4,09	11,29	20,25	1,85	12,45	8,97	1,025	5,37	8,16±5,08
4	<u>241,0</u>	<u>1454,0</u>	<u>673,0</u>	<u>2216,0</u>	<u>765,0</u>	<u>1609,5</u>	<u>200,0</u>	<u>470,0</u>	<u>953,6±604,7</u>
	4,02	29,32	20,08	32,28	11,21	26,92	5,83	7,90	17,20±9,96
5	<u>129,0</u>	<u>984,0</u>	<u>56,0</u>	<u>934,0</u>	<u>526,0</u>	<u>379,0</u>	<u>1520,0</u>	<u>1022,0</u>	<u>693,8±421,3</u>
	5,09	19,97	1,72	12,19	9,67	9,96	35,26	16,68	13,82±7,61
6	<u>430,0</u>	<u>792,0</u>	<u>532,0</u>	<u>36,0</u>	<u>75,0</u>	<u>74,0</u>	<u>154,0</u>	<u>159,0</u>	<u>281,5±227,4</u>
	4,75	13,18	12,52	1,061	1,597	2,28	4,484	2,29	5,27±3,79

Зообентос вирощувальних ставів був представлений личинками двокрилих, які відносяться до родин *Chironomidae* та *Chaoboridae*. Родина *Chironomidae* була представлена видами пелофільного та літофільного комплексу — *Chironomus plumosus* Linne, *Chironomus dorsalis* Meigen, *Cryptochironomus ex. gr. defectus* Kieffer, *Limnochironomus nervosus* Staegen; родина *Chaoboridae* — *Chaoborus sp.*

Кількісний розвиток зообентосу вирощувальних ставів в цілому був незначним. Найбільш високі його показники спостерігались у травні–червні, особливо в першій половині червня (до 9,63–10,07 г/м²) (табл. 6).

Таблиця 6. Сезонна динаміка зообентосу вирощувальних ставів
господарства «Меркурій», 2013 р., $\frac{\text{екз./м}^2}{\text{г/м}^2}$

Стави, №	Дата відбору проб								Середнє за вегетаційний сезон
	25.05	10.06	24.06	07.07	24.07	09.08	22.08	29.09	
3	<u>266,7</u>	<u>500,0</u>	<u>50,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>102,1</u>
	0,83	2,93	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,51
4	<u>66,7</u>	<u>1233,3</u>	<u>250,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>193,8</u>
	0,2	9,63	1,55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,42
5	<u>933,0</u>	<u>1400,0</u>	<u>100,0</u>	<u>0,0</u>	<u>100,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>316,7</u>
	3,33	10,02	0,25	0,0	0,30	0,0	0,0	0,0	1,76
6	<u>166,7</u>	<u>1200,0</u>	<u>650,0</u>	<u>66,7</u>	<u>50,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>266,7</u>
	0,5	10,07	2,7	1,13	0,10	0,0	0,0	0,0	1,81

Крім цього, спостерігався виліт імагінальних форм хірономід, а, починаючи з липня, в більшості ставів зообентос активно виїдався молоддю коропа. Середні за сезон показники зообентосу були на рівні 102,1–316,7 екз./м² за чисельністю та 0,51–1,76 г/м² за біомасою.

Розрахунок продукційних можливостей основних компонентів природної кормової бази вирощувальних ставів показав, що у вирощувальних ставах продукція фітопланктону за сезон становила 38304,0–76464,0 кг/га, зоопланктону — 1686,4–5500,8 кг/га, кормового зообентосу — 30,6–108,6 кг/га (табл. 7).

Таблиця 7. Продукційні характеристики основних компонентів природної кормової бази вирощувальних ставів рибного господарства «Меркурій», 2013 р.

Стави, №	Фітопланктон		Зоопланктон		Зообентос	
	В, мг/дм ³ *	Р, кг/га**	В, г/м ³	Р, кг/га	В, г/м ²	Р, кг/га
3	31,86	76464,0	7,96	2547,2	0,51	30,6
4	17,30	41520,0	17,19	5500,8	1,42	85,2
5	20,88	50112,0	13,82	4422,4	1,76	105,6
6	15,96	38304,0	5,27	1686,4	1,81	108,6

Примітка *В — біомаса, **Р — продукція

Зважаючи на те, що тільки 50% угруповань кормових організмів може споживатися рибою та приймаючи кормові коефіцієнти: для фітопланктону — 50, зоопланктону — 7 та зообентосу — 5, за рахунок продукції природної кормової бази можна отримати від 514,36 до 949,64 кг/га потенційної рибопродуктивності (табл. 8).

Таблиця 8. Потенційна рибопродуктивність вирощувальних ставів рибного господарства «Меркурій», 2013 р.

Стави	Потенційна рибопродуктивність (кг/га) за рахунок споживання:			
	фітопланктону	зоопланктону	зообентосу	всього
3	764,64	181,94	3,06	949,64
4	415,20	392,91	8,52	816,63
5	501,12	315,89	10,56	827,57
6	383,04	120,46	10,86	514,36

Враховуючи те, що фітопланктон практично не споживався коропом, а годівля штучними кормами відбувалася в кінці вегетаційного періоду, фактично отримана рибопродуктивність вирощувальних ставів знаходилася в межах 617,2–815,2 кг/га за виходу цього літок від 39,82 до 43,56%, та середньої маси 31,0–39,3 г.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Гідрохімічний та гідробіологічний режими дослідних ставів знаходилися в межах рибогосподарських норм і були придатні для вирощування цього літка коропа.

Основу флористичного спектру фітопланктону ставів складали зелені водорості (здебільшого хлорококові) з середньосезонними показниками на рівні 15,96±9,3–31,86±20,1 мг/дм³.

Розвиток бактеріопланктону був сприятливим для розвитку зоопланктону та вирощування риби, і знаходився в межах $5,08 \pm 0,41 - 5,81 \pm 0,33$ мг/дм³.

В зоопланктоні превалював кладоцерно-копеподний комплекс за середньосезонних показників $5,27 \pm 3,79 - 17,20 \pm 9,96$ г/м³.

Зообентос ставів формували личинки двокрилих (родина *Chironomidae* та *Chaoboridae*) за середньосезонних значень $0,51 - 1,8$ г/м².

За сапробіологічними показниками фітопланктону вода ставів відноситься до β -мезосапробної зони і відповідає II класу якості води, що відноситься до категорії «досить чиста».

Рибопродуктивність вирощувальних ставів була в межах 617,2–815,2 кг/га; вихід цьоголіток коропа від непідрослених личинок був на рівні 39,82–43,56%; середня маса цьоголіток складала 31,0–39,3 г.

Перспективним напрямом подальших досліджень є вивчення природної кормової бази ставів при вирощуванні коропа в полікультурі з рослинніми рибами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Харитонов Н. Н. Биологические основы интенсификации прудового рыбоводства / Харитонов Н. Н. — К. : Наук. думка, 1984. — 196 с.
2. Шмакова З. И. Влияние уровня развития естественной кормовой базы на результаты выращивания племенных сеголетков карпа / З. И. Шмакова, Н. А. Тагирова, И. Ю. Бадаева // Рыбное хозяйство. — 2009. — № 1. — С. 70—73.
3. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / Алекин О. А., Семенов А. Ф., Скопинцев В. А. — Л. : Гидрометиздат, 1973. — 353 с.
4. Кузнецов С. И. Методы изучения водных микроорганизмов / С. И. Кузнецов, Г. А. Дубинина. — М. : Наука, 1989. — 285 с.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М. та ін.; за ред. В. Д. Романенка; НАН України, Ін-т гідробіології]. — К. : Логос, 2006. — 408 с.
6. Унифицированные методы исследования качества воды. Атлас сапробных организмов. — Минск, 1977. — 227 с.
7. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми : СОУ-05.01.-37-385:2006 : Стандарт Мінагрополітики України. — К. : Міністерство аграрної політики України, 2006. — 7 с.
8. Pantle R. Die biologische Oberwachung der Gewassr und die darstellung der Ergebnisse / R. Pantle, H. Buck // Gas und Wasserfach. — 1955. — Vol. 96, № 18. — 604 p.
9. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view / V. Sladeczek // Ergebnisse der Limnologie. — 1973. — Vol. 7, № 1. — P. 1—128.

REFERENCES

1. Kharitonova, N. N. (1984). *Biologicheskije osnovy intensifikatsii prudovogo rybovodstva*. Kiev : Nauk. dumka.
2. Shmakova, Z. I., Tagirova, N. A., & Badaeva, I. Yu. (2009). Vliyanie urovnya razvitiya estestvennoy kormovoy bazy na rezul'taty vyrashchivaniya plemennykh sегоletkov karpa. *Rybnое khozyaystvo*, 1, 70-73.

3. Alekin, O. A., Semenov, A. F., & Skopintsev, V. A. (1973). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi*. Leningrad : Gidrometizdat.
4. Kuznetsov, S. I., & Dubinina, G. A. (1989). *Metody izucheniya vodnykh mikroorganizmov*. Moskva : Nauka.
5. Arsan, O. M., Davydov, O. A., & Diachenko, O. A., et al. (2006). *Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkhnevyykh vod. NAN Ukrainy. In-t. hidrobiologii*. Romanenko V. D. (Ed.). Kyiv : Logos.
6. *Unifitsirovannyye metody issledovaniya kachestva vody. Atlas saprobnykh organizmov*. (1977). Minsk.
7. Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy. (2006). *SOU–05.01.-37-385:2006. Standart minahropolityky Ukrainy*. Kyiv : Ministerstvo ahraryoi polityky Ukrainy.
8. Pantle, R., & Buck, H. (1955). Die biologische Oberwachung der Gewasser und die darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach*, V. 96, 18, 604.
9. Sladeczek, V. (1973). System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnologie*, 7, 1, 1-128.

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПРУДОВ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА «МЕРКУРИЙ» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА КАРПА

Б. О. Гришин, Grinya_b@mail.ru, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

С. А. Кражан, stalina_krazan@mail.ru, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Н. П. Чужма, n_chuzma@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Оценка развития основных звеньев естественной кормовой базы выростных прудов в период выращивания рыбопосадочного материала карпа в монокультуре.

Методика. Гидробиологические (бактериопланктон, фитопланктон, зоопланктон, зообентос) и гидрохимические пробы отбирали и обрабатывали по общепринятым методикам.

Результаты. Изучено качественное и количественное развитие фито-, бактерио-, зоопланктона и зообентоса выростных прудов при выращивании в монокультуре (50 тыс. экз./га) сеголеток любенского и антонинско-зозуленецкого рамчатого карпов и их реципрокных помесей. Среднесезонное развитие фитопланктона находилось на уровне $15,96 \pm 9,3 - 31,86 \pm 20,1$ мг/дм³, бактериопланктона — $5,08 \pm 0,41 - 5,81 \pm 0,33$ мг/дм³, зоопланктона — $5,27 \pm 3,79 - 17,20 \pm 9,96$ г/м³, зообентоса — $0,51 - 1,8$ г/м². По сапробиологическим показателям вода прудов относится к β -мезосапробной зоне, что соответствует II классу качества воды, категории «достаточно чистая».

Научная новизна. Впервые проведена комплексная оценка естественной кормовой базы выростных прудов при выращивании рыбопосадочного материала любенского и антонинско-зозуленецкого рамчатых карпов и их реципрокных помесей в условиях лесостепной зоны Винницкой области на базе рыбного хозяйства «Меркурий».

Практическая значимость. Полученные данные свидетельствуют о возможности выращивать высококачественных сеголеток любенского и антонинско-зозуленецкого рамчатых карпов и их реципрокных помесей в условиях рыбного хозяйства «Меркурий».

Ключевые слова: фитопланктон, бактериопланктон, зоопланктон, зообентос, сапробность, сеголетки карпа.

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF POND FORAGE BASE
WHEN REARING CARP FISH SEEDS AT FISH FARM «MERKURIY»

B. Grishin, Grinya_b@mail.ru, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

S. Krazhan, stalina_krazan@mail.ru, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

N. Chuzhma, n_chuzma@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To assess the development of main components of natural forage base in nursery ponds during the period of rearing the carp fish seeds in monoculture.

Methodology. Hydrobiological (bacterioplankton, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos) and hydrochemical samples have been collected and processes according to generally accepted methods.

Findings. Qualitative and quantitative parameters of the development of bacterio-, phyto-, zooplankton and zoobenthos in nursery ponds have been studied when rearing young-of-the-year Lubin few scale carp, Antoninsko-Zozulenets carp and their reciprocal crosses in monoculture (50 thousand fish/ha). General water mineralization in ponds was 292.7–315.7 mg/dm³ and according to O.A. Alekin's classification, pond water belonged to hydrocarbonate class of calcium group. Water pH was 7.4–7.5. Permanganate values were 12.5–14.9 mgO/dm³. On average, average ammonium nitrogen content, nitrite nitrogen and nitrate nitrogen, mineral phosphorus, total iron did not exceed normative values. Qualitative and quantitative parameters of phyto-, bacterio-, zooplankton of nursery ponds have been studied. The seasonal development of phytoplankton was within 15.96–20.88 mg/dm³ with the predominance of Chlorococcales in the floristic spectrum. The development of bacterioplankton was within 5.08–5.81 mg/dm³. Zooplankton was dominated by cladoceran-copepod complex with average seasonal values of 5.27–17.20 g/m³. Zoobenthos was formed of Diptera larvae (Chironomidae and Chaoboridae) with average seasonal biomasses of 0.51–1.8 g/m². According to saprobic parameters, pond water belonged to β-mesosabrobic zone and corresponded to the water quality class II ("clean enough" category). Fish productivity of nursery ponds was within 617.2–815.2 kg/ha; output of carp young-of-the-year was within 39.82–43.56%, mean weight of young-of-the-year was 31.0–39.3 g.

Originality. For the first time we carried out a comprehensive assessment of the natural forage base in nursery ponds when rearing carp fish seeds in the conditions of forest-steppe zone of Vinnitsa region at the fish farm "Merkuriy".

Practical value. The obtained data allow rearing high quality young-of-the-year Lubin few scale carp, Antoninsko-Zozulenets carp and their reciprocal crosses.

Keywords: phytoplankton, bacterioplankton, zooplankton, zoobenthos, saprobity, young-of-the-year carp.

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 46-54

DOI: 10.15407/fsu2015.03.046

UDC 574.64:597.08 (285.33+26)

ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN FISH OF THE KILIYA DELTA OF THE DANUBE (2003–2005)

Yu. Sytnik, sytnik_yu@ukr.net, Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv
M. Mardarevych, m_miroslaw@YAHOO.com, Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

T. Bersan, tatyana_bersan@mail.ru, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. Identification and analysis of the content of organochlorine pesticides (OCP) in organs and tissues of benthivorous and predatory fish species of the Kiliya delta of the Danube (Eastern mouth) and their comparison with previous years.

Methodology. The analysis of the samples of aquatic organisms for the content of residual organochlorine pesticides was carried out by gas-liquid chromatography (GLH) based on a unified methodology. The chromatographic analysis was carried out on the gas chromatograph "Color 5" with electron capture detector at the Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Findings. The effect of stable organochlorine pesticides on aquatic organisms is characterized by marked persistence in the environment and by high ability for migration and accumulation on different levels of food chains in aquatic ecosystems.

The continuous presence of OCP in all investigated organs and tissues of selected species with the presence of a certain amount of fat and consequently, the fixation of residual organochlorine pesticides. Among benthivorous fishes, the content of OCP in organs and tissues (total) is as follows: vimba → roach → wild carp → bream → gibel carp. Among the predators: asp → perch → European catfish → pikeperch.

Originality. Recently, a significant number of scientists all around the world returns to the problem of the accumulation and distribution (redistribution) of OCP in the components of aquatic ecosystems. This is associated with certain threats to the environment and human health, that could lead to negative consequences as a result of the consumption of fish as the highest trophic level in fresh waters of Ukraine.

Practical value. The obtained data indicate that the major commercial fish species of the Kiliya delta of the Danube river contains residual quantities of pesticides. This indicates to the need for continuous hygienic and toxicological monitoring of fish caught and sold. There is a tendency that smaller amounts of OCP are accumulated in less active species benthivorous (bream, gibel carp) compared to active ones (vimba, roach, wild carp), and these patterns are confirmed to the current study.

Keywords: pollution, organochlorine pesticides (OCP), DDT and its metabolites, α - and γ -isomers of HCH.

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

The Danube is the largest river in the Central and South-Eastern Europe, which belongs to the Black Sea basin. By its length and catchment area, the Danube is the second river in Europe after the Volga. Only small part of the Danube River (169 km) goes across the territory of Ukraine — from Reni to its mouth. Approaching the Black Sea, the river, upstream Romanian city Tulcha, is divided into three branches:

© Yu. Sytnik, M. Mardarevych, T. Bersan, 2015

Kiliyskyi, Sulynkyi, and Georgiivs'kyi. Water volume in the Danube delta is divided as follows: Kiliyskyi branch — 58%, Sulinskiy branch — 19%, Georgiivskyi branch — 23%. The most high water of them, Kiliyskyi branch ($129 \text{ km}^3/\text{year}$), goes along the border territory of Romania and Ukraine [1].

Lately, high number of scientists all over the world turns again to the studies the problem of organochlorine pesticide (OCP) accumulation and distribution (redistribution) in the components of aquatic ecosystems [6–8].

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

For a long enough period of time, especially in 1980–1990-ies, scientific circles and general public of Ukraine artificially supported the idea that the problems of organochlorine pollutants for the environment does not exist anymore and applied pesticides disintegrated virtually completely. First studies of the content of DDT and its metabolites in the mouth part of the Danube were carried out in May 1972 by scientists of the Department of Radiation and Chemical Biology of the Institute of the Biology of South Seas of the National Academy of Sciences of Ukraine [9]. In 1970–80-ies, DDT was the main pollutant of the Danube, while its quantity significantly decreased in 1990-ies. At the same time, there was an increase in HCH concentrations [2, 5].

The results of studies carried out at the of XX and beginning of XXI centuries showed that the part of water samples in the Danube contained the residues of organochlorine pesticide or the products of their decomposition — metabolites, at quantities significantly lower than the maximum allowable concentrations, but virtually all the time. E.g., the concentration of α -HCH in the Danube water varied from 0 to 0.000141 mg/dm^3 , γ -HCH — from 0 to 0.000117 mg/dm^3 , DDT — from 0 to 0.000672 mg/dm^3 , DDE – from 0 to 0.00008 mg/dm^3 . At the same time, no pesticide content was detected in 62–69.4% of samples [3].

OCP is a problem of the pollution of virtually all rivers both small and large. Last studies carried out in the Dnieper River basin found stable organochlorine pesticides and their metabolites in all examined samples of organs and tissues of aquatic invertebrates and fish [4].

The levels of OCP accumulation are different for different aquatic species and different types of hydroecosystems, however, they are recorded everywhere and did not disintegrated or degraded at all and are continuously redistributed along hydroecosystem components by accumulating in fish as the highest trophic component in freshwaters of Ukraine [10].

It is known [5] that the residues of pesticides in aquatic organisms can act both directly and cause remote toxic consequences (genetic, teratogenic, etc.). If threshold concentrations of pesticides are present in fish, their cumulative actions with heavy metals, other toxic and radioactive substances can have severe effects. During spawning period, as a result of the mobilization of fat depots, earlier accumulated OCPs will pass to blood that will lead to the intoxication of fish and their offspring. The presence of pesticides in fish as food products of humans can result in negative effects on health.

SanPiN 42-123-4540-87 currently acting on the territory of Ukraine regulates the sanitary norms of pesticide content in food products. According to them, the total content of hexachlorocyclohexane isomers should not exceed 0.03 mg/kg for freshwater fish, while for DDT and its metabolites — 0.3 mg/kg.

MATERIALS AND METHODS

The work is based on the results of field studies, which were carried out by the Institute of Hydrobiology of Ukraine of the National Academy of Sciences and Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences in the Kiliya delta of the Danube. Samples were taken in summer period of 2003 and 2005, in particular in the Eastern mouth. In total, 205 samples of fish organs and tissues were taken. The analysis of fish samples for the content of residual OCPs was carried out using gas-liquid chromatography (GLC) according the unified technique. GLC is based on the recovery of OCPs from biological samples by the extraction with organic solvents and following refining of the obtained extracts depending on the content of extracting substances. In the case of the high content of the latters, refining was carried out using sulfuric acid saturated with anhydrous sodium sulfate. We used the chromatography with aluminum oxide or ACK silica gel columns, the chromatographic analysis was carried on gas chromatograph “Color-5” with electrone capture detector at the Institute of Hydrobiology. Detection sensitivity for the biosubstrate was 1×10^{-3} mg/kg of wet weight.

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Stable organochlorine pesticides (OCP), which pass to water bodies, ultimately accumulate in different components of aquatic ecosystems but mainly concentrate in hydrobionts, especially in fish. They become the carriers of stable toxicants and at the same time the biomonitors of the state of the water body. For assessing the ecological-toxicological situation, determining the content of stables pesticides, which migrate in aquatic environment, the degree of their effects on aquatic organisms, it is important to know the levels of their accumulation in different components of aquatic ecosystem, their distribution in the tissues and organs hydrobiont and especially fish. The accumulation of stable pesticides in the organs and tissues of hydrobionts and the tendency of their transfer across throphic chains is an additional factor, which increases the ecological risk of water pollution.

Stable pesticides were found in all samples of different fish species and other hydrobionts. Stable organochlorine pesticides in the examined samples were represented by DDT and its metabolites *o.n.1* – DDE and *n.n.1* – DDE; *o.n.1* – DDE and *n.n.1* – DDD; *o.n.1* – DDT and *n.n.1* – DDT; (α - and γ -isomers of hexachlorocyclohexane (HCH), the contents of which are represented as a total amount. The prevalence of metabolites indicates on the fact that there is a DDT degradation process, while the presence of HCH is related to the continued use of it in agriculture of some countries of the Danube basin [6, 7].

Figures 1–8 show the results of the studies carried out on the Eastern mouth of the Kiliya delta of the Danube river (one of the Starostambul mouth located east to the Black Sea) in August 2003 [6, 7].

Fig. 1. OCP content in the organs and tissues of gibel carp

Fig. 2. OCP content in the organs and tissues of bream

Fig. 3. OCP content in the organs and tissues of wild carp

Fig. 4. OCP content in the organs and tissues of roach

Fig. 5. OCP content in the organs and tissues of vimba

Fig. 6. OCP content in the organs and tissues of European catfish

Fig. 7. OCP content in the organs and tissues of pikeperch

Fig. 8. OCP content in the organs and tissues of asp

By the level of accumulation of stable toxicants, the first top position is occupied by predators — pikeperch, pike, perch, asp. There is no legalised normative values of OCP content in fish from the point of view of their biological hazard for fish. Experimental works and observations during mass kill of fish in the Dnieper reservoirs [5] show that such accumulation in stress situations (e.g., in temperature extremes, spawning, etc.) can result in fish intoxication and kill, while chronic contamination — in gradual reduction in the level of metabolic processes, increases in parasite infestations and infectious diseases.

The provided data show that the main commercial fish species of the Kiliya delta of the Danube contain high enough residual quantities of organochlorine pesticides. It indicates on the necessity for continued hygienic and toxicological monitoring of fish caught and sold. The carried out studies allow providing insight into current ecological-toxicological situation of the Kiliya delta of the Danube. Currently, there is a clear picture of the pollution of the studied aquatic ecosystems with stable pesticides (OCP) resulting in the accumulation of toxicants in aquatic biota, especially in spring–summer period.

The materials of the study allow attesting continuous presence of OCP in all examined fish tissues. The typical sign of the examined tissues is the presence of certain amount of fat (muscles, liver). Vimba has especially high fat content in all tissues and as a result we observed the highest quantities of OCP in this species. As a whole, there is tendency of OCP content for all studied species: muscles > liver > brain > internal fat (with some exceptions). The same tendencies were described earlier by some authors [2, 5, 10].

Among benthivorous fish (Fig. 1–5), the following tendency for OCP content in fish tissues and organs is observed (pooled values): vimba → roach → wild carp → bream → gibel carp. Among predators (Fig. 6–8): asp → perch → European catfish → pikeperch. Perch were the youngest and smallest fish examined. Earlier [2], a tendency was observed that lower OCP levels accumulate in less active benthivorous fish (bream, gibel carp) compared to more active ones (vimba, roach, wild carp). The results of our studies of 2005 (Table 1) confirms these tendencies.

In 2005, the studies were continued. Tables 1 and 2 show the results of the studies carried out in the Eastern mouth of the Kiliya delta of the Danube in August 2005.

Table 1. OCP content in organs and tissues of benthivorous fish of the Kiliya delta of the Danube river (Eastern mouth), 20.08–25.08.2005, *M*, *n* = 4, mg/kg of wet weight

Species	Organs or tissues	DDT	DDD	DDE	α -HCH	γ -HCH
Gibel carp	Muscles	0.07	0.10	0.03	0.45	0.08
	Liver	0.12	0.25	0.07	0.60	0.10
	Brain	0.40	0.60	0.25	0.75	0.25
Bream	Muscles	0.12	0.25	0.08	0.52	0.07
	Liver	0.32	0.30	0.15	0.61	0.24
	Brain	0.53	0.55	0.21	0.80	0.42
Wild carp	Muscles	0.20	0.36	0.14	0.74	0.15
	Liver	0.19	0.43	0.25	0.52	0.12
	Brain	0.46	0.49	0.17	0.75	0.14

Continued table 1

Species	Organs or tissues	DDT	DDD	DDE	α -HCH	γ -HCH
Roach	Muscles	0.20	0.32	0.15	0.54	0.40
	Liver	0.34	0.89	0.28	0.68	0.16
	Brain	0.80	0.79	0.32	0.91	0.20

Table 2. OCP content in organs and tissues of predatory fish of the Kiliya delta of the Danube river (Eastern mouth), 20.08–25.08.2005, M , $n = 4$, mg/kg of wet weigh

Species	Organs or tissues	DDT	DDD	DDE	α -HCH	γ -HCH
Perch	Muscles	0.40	0.65	0.32	1.16	0.20
Pikeperch	Muscles	0.35	0.45	0.13	0.83	0.14
	Liver	0.56	0.63	0.21	0.87	0.18
	Brain	0.45	0.72	0.12	0.57	0.16
European catfish	Muscles	0.45	0.59	0.13	0.70	0.15
	Liver	0.82	0.69	0.19	0.85	0.36
	Brain	0.64	0.79	0.21	0.25	0.16

Comparing the obtained results with the previous ones (Fig. 1–8) [6, 7], we can say that the OCP contents did not change significantly for such a short period of time.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

The results of the performed studies indicate on the continuous presence and circulation of OCPs in the components of the hydroecosystem of the Ukrainian part of the Danube river, including Kiliya delta. The organs and tissues of all examined fish contained OCPs. The same as in previous years, the highest OCP content was observed in fat-containing organs and tissues. The tendency of their distribution in fish did not change.

The analysis of scientific literature and materials of own investigations allows drawing a conclusion that the most toxic stable organochlorine pesticides for hydrobionts are those, which are characterized by the highest persistence in the environment and high ability to migrate and accumulate in the different links of the food web of aquatic ecosystems.

BIBLIOGRAPHY

1. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов / [Харченко Т. А., Тимченко В. М., Ковальчук А. А. и др.]. — К. : Наук. думка, 1993. — 328 с.
2. Маслова О. В. Аккумуляция хлорорганических пестицидов в рыбах и макробеспозвоночных / Маслова О. В., Комаровский Ф. Я., Брагинский Л. П. // Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов — К. : Наук. думка, 1993. — 225 с.
3. Лозовіцький П. С. Специфічні речовини токсичної дії у воді річки Дунай / П. С. Лозовіцький // Екологічні науки. — 2012. — № 6. — С. 21—34.
4. Экологическое состояние трансграничных участков рек Днепра на территории Украины / [ред. А. Г. Васенко, С. А. Афанасьев]. — К. : Академперіодика, 2002. — 355 с.

5. Брагинский Л. П. Пестициды и жизнь водоемов / Брагинский Л. П. — К. : Наук. думка, 1972. — 224 с.
6. Ситник Ю. М. Вміст хлорорганічних пестицидів у тканинах риби Кілійської дельти Дунаю / Ю. М. Ситник, О. М. Арсан, Д. А. Засєкін // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С. З. Гжицького. — 2007. — Т. 9, № 1 (32). — С. 356—361.
7. Ситник Ю. М. Вміст ДДТ і ГХЦГ в органах і тканинах риб Кілійської дельти Дунаю на початку ХХІ століття / Ю. М. Ситник, О. М. Арсан, Д. А. Засєкін // Zoocenosis–2011. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах : VI Міжнародна наукова конференція : тези доп. — Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2011. — С. 126—129.
8. Осокина Н. П. Содержание хлорорганических пестицидов в объектах окружающей среды устья и среднего течения р. Дунай / Н. П. Осокина, А. Ю. Метропольский // Причорноморський екологічний бюлетень. — 2006. — № 3/4 (1). — С. 150—155.
9. Радиохемозология Черного моря / [ред. Г. Г. Поликарпов, Н. С. Рисик]. — К. : Наук. думка, 1977. — 119 с.
10. Врочинський К. К. Пестициди і охорона водних ресурсів / Врочинський К. К. — К. : Урожай, 1987. — 160 с.

REFERENCES

1. Kharchenko, T. A., Timchenko, V. M., & Koval'chuk, A. A., et al. (1993). *Gidroekologiya ukrainskogo uchastka Dunaya i sopredel'nykh vodoemov*. Kiev : Naukova dumka.
2. Maslova, O. V., Komarovskiy, F. Ya., & Braginskiy, L. P. (1993). *Akkumulyatsiya khlrororganicheskikh pestitsidov v rybakh i makrobespozvonochnykh. Gidroekologiya ukrainskogo uchastka Dunaya i sopredel'nykh vodoemov*. Kiev : Naukova dumka.
3. Lozovitskyi, P. S. (2012). Spetsyficni rechovyny toksychnoi dii u vodi richky Dunai. *Ekolohichni nauky*, 6, 21-34.
4. Vasenko, A. G., & Afanas'eva, S. A. (Eds.). (2002). *Ekologicheskoe sostoyanie transgranichnikh uchastkov rek Dnepra na territorii Ukrainy*. Kiev : Akademperiodika.
5. Braginskiy, L. P. (1972). *Pestitsidy i zhizn' vodoemov*. Kiev : Naukova dumka.
6. Sytnyk, Yu. M., Arsan, O. M., & Zasiakin, D. A. (2007). Vmist khlrorhanichnykh pestytsydiv u tkanyakh ryby Kiliiskoi delty Dunaiu. *Naukovyi visnyk Lvivskoi natsionalnoi akademii veterynarnoi medytsyny imeni S.Z. Hzhyskoho*, 9, 1 (32), 356-361.
7. Sytnyk, Yu. M., Arsan, O. M., & Zasiakin, D. A. (2011). Vmist DDT i HKhTsH v orhanakh i tkanyakh ryb Kiliiskoi delty Dunaiu na pochatku XXI stolittia. *VI Mizhnarodna naukova konferentsiia Zoocenosis–2011. Bioriznomanittia ta rol tvaryn v ekosystemakh*. Dnipropetrovsk, 126-129.
8. Osokina, N. P., & Metropol'skiy, A. Yu. (2006). Soderzhanie khlrororganicheskikh pestitsidov v ob"ektakh okruzhayushchey sredy ust'ya i srednego techeniya r. Dunay. *Prichornomors'kiy ekologichniy byuleten'*, 3/4 (1), 150-155.
9. Polikarpov, G. G., & Risik, N. S. (Eds.). (1977). *Radiokhemoekologiya Chernogo morya*. Kiev : Naukova dumka.
10. Vrochynskiy, K. K. (1987). *Pestytsydy i okhorona vodnykh resursiv*. Kyiv : Urozhai.

ХЛОРОРГАНІЧНІ ПЕСТИЦИДИ У РИБАХ КІЛІЙСЬКОЇ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ (2003–2005 РР.)

Ю. М. Ситник, sytnik_yu@ukr.net, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

М. Г. Мардаревич, m_miroslaw@YANOO.com, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Т. О. Берсан, tatyana_bersan@mail.ru, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Визначення та аналіз вмісту хлорорганічних пестицидів (ХОП) у органах та тканинах бентофагів та хижих видів риб Кілійської дельти Дунаю (гирло Восточне) та порівняння їх з результатами попередніх років.

Методика. Проведення аналізів проб гідробіонтів на вміст залишкових хлорорганічних пестицидів проводили за допомогою газорідинної хроматографії (ГРХ) за єдиною методикою. Хроматографічний аналіз проводився на газовому хроматографі «Цвет-5» з електронно-захоплювальним детектором в Інституті гідробіології Національної академії наук України.

Результати. Стійкі хлорорганічні пестициди, вирізняються вираженою персистентністю у навколишньому середовищі і характеризуються високою здатністю до міграції та накопичення у різних ланках трофічних ланцюгів водних екосистем.

У досліджуваних органах і тканинах відібраних видів риб, за наявності певної кількості жиру — фіксація залишкової кількості хлорорганічних пестицидів. Серед бентофагів за вмістом ХОП в органах і тканинах (сумарно) ряд виглядає наступним чином (у порядку зростання): рибець → тарань → сазан → лящ → карась сріблястий. Серед хижаків: білізна (жерех) → окунь → сом → судак.

Наукова новизна. В останні роки багато вчених у всьому світі знову повертається до вивчення проблеми накопичення та розподілу (перерозподілу) ХОП у компонентах водних екосистем. Це пов'язано з наявністю певних загроз для довкілля та здоров'я людини, що може призвести до негативних наслідків у результаті споживання риби як вищої трофічної ланки прісноводних екосистем України.

Практична значимість. Отримані дані свідчать про те, що основні промислові види риб Кілійської дельти Дунаю містять залишкову кількість пестицидів. Це вказує на необхідність проведення постійного гігієнічного та токсикологічного контролю риби, що виловлюється та реалізується. Відмічена закономірність нижчого рівня накопичення ХОП у менш рухливих видів бентофагів (лящ, карась сріблястий) порівняно із активнішими (рибець, тарань, сазан), підтверджується даними цього дослідження.

Ключові слова: забруднення, хлорорганічні пестициди (ХОП), ДДТ та його метаболіти, α - і γ -ізомери ГХЦГ.

ХЛОРОРГАНИЧЕСКИЕ ПЕСТИЦИДЫ В РЫБАХ КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ (2003–2005 ГГ.)

Ю. М. Сытник, sytnik_yu@ukr.net, Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

М. Г. Мардаревич, m_miroslaw@YANOO.com, Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Т. А. Берсан, tatyana_bersan@mail.ru, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Определение и анализ содержания хлорорганических пестицидов (ХОП) в органах и тканях бентофагов и хищных видов рыб Килийской дельты Дуная (устье Восточное) и сравнение их с результатами предыдущих лет.

Методика. Проведение анализов проб гидробионтов на содержание остаточных хлорорганических пестицидов проводили с помощью газожидкостной хроматографии (ГЖХ) по единой методике. Хроматографический анализ проводился на газовом хроматографе

«Цвет-5» с электронно-захватывающим детектором в Институте гидробиологии Национальной академии наук Украины.

Результаты. Стойкие хлорорганические пестициды, отличающиеся выраженной персистентностью в окружающей среде, характеризуются высокой способностью к миграции и накоплению в разных звеньях трофических цепей водных экосистем.

В исследуемых органах и тканях отобранных видов рыб, при наличии определенного количества жира — фиксация остаточного количества хлорорганических пестицидов. Среди бентофагов по содержанию ХОП в органах и тканях (суммарно) ряд выглядит следующим образом (в порядке возрастания): рыбец → тарань → сазан → лещ → серебряный карась. Среди хищников: белизна (жерех) → окунь → сом → судак.

Научная новизна. В последние годы множество ученых во всем мире снова возвращаются к изучению проблемы накопления и распределения (перераспределения) ХОП в компонентах водных экосистем. Это связано с наличием определенных угроз для окружающей среды и здоровья человека, что может привести к негативным последствиям, в результате потребления рыбы как высшего трофического звена пресноводных экосистем Украины.

Практическая значимость. Полученные данные свидетельствуют о том, что основные промысловые виды рыб Килийской дельты Дуная содержат остаточное количество пестицидов. Это указывает на необходимость проведения постоянного гигиенического и токсикологического контроля вылавливаемой и реализуемой рыбы. Отмеченная закономерность — меньшие количества ХОП накапливаются у менее подвижных видов бентофагов (лещ, карась серебрястый) по сравнению с активными (рыбец, тарань, сазан) — подтверждается данными настоящего исследования.

Ключевые слова: загрязнение, хлорорганические пестициды (ХОП), ДДТ и его метаболиты, α - и γ -изомеры ГХЦГ.

СТРУКТУРА ЛЮБИТЕЛЬСЬКИХ УЛОВІВ ТА ЇХ ЧАСТКА В ЗАГАЛЬНОМУ ВИЛОВІ РИБИ НА КАХОВСЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ

М. Л. Максименко, maksmzp@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

Мета. Визначення видового та вагового складу любительських уловів та їх частки в загальному вилові риби на Каховському водосховищі.

Методика. В основу роботи покладено іхтіологічний матеріал, отриманий з уловів рибалок-любителів та дані промислових уловів ставних сіток кроком вічка 36–120 мм протягом періоду 2011–2013 рр. у верхній та середній частинах Каховського водосховища. Збір та опрацювання даних здійснювали за загальноприйнятими методиками. Всього за період досліджень проаналізовано 7775 екз. риб з 455 добових уловів рибалок-любителів, а також 18165 екз. — з промислових уловів за 6435 сіткодів. Статистичне опрацювання даних здійснювали за допомогою електронних таблиць MS Excel.

Результати. В уловах рибалок-любителів на Каховському водосховищі (без урахування вилову риби підводними мисливцями) налічується 27 видів риб (64% іхтіофауни водосховища), що відносяться до 7 родів.

Розрахунковий улов за один завершений вихід на риболовлю в зоні досліджень на Каховському водосховищі становив 27,7 екз. риб, або 2,4 кг. Видове різноманіття та обсяги добових уловів рибалок-любителів коливалися в залежності від засобів ловлі (з човна або берега) та риболовного сезону (з льоду або на відкритій воді).

Усереднений добовий улов на Каховському водосховищі знаходився в межах встановленої Правилами рибальства норми (3 кг), за виключенням ловлі з човна, де спостерігається незначне його перевищення (3,1 кг), проте серед уловів, що безпосередньо підлягали аналізу, 20,4% перевищували за вагою добову норму вилову.

Загальний вилов риби рибалками-любителями на Каховському водосховищі склав 747 т (3,5 кг/га), або 33% промислового вилову.

Встановлено, що промислове і любительське рибальство на Каховському водосховищі базуються на одних і тих же масових видах риб: карась сріблястий (*Carassius auratus gibelio*), плітка (*Rutilus rutilus*), лящ (*Abramis brama*), судак (*Sander lucioperca*). При цьому в уловах рибалок-любителів значну частину складають види, що промислом освоюються в меншій мірі або не освоюються зовсім, у тому числі смітні і малоцінні у рибогосподарському сенсі види. Даний факт підтверджує меліоративну роль любительського рибальства, на яку неодноразово вказували дослідники на інших водоймах.

Наукова новизна. Вперше на сучасному етапі надано оцінку якісних та кількісних параметрів любительських уловів риби на Каховському водосховищі.

Практична значимість. Встановлено обсяги вилову риби на Каховському водосховищі з урахуванням вилову рибалками-любителями. Надані пропозиції щодо врахування об'ємів любительського вилову в розрахунках лімітів та допустимих обсягів вилучення водних біоресурсів.

Ключові слова: Каховське водосховище, любительське рибальство, рекреаційне рибальство, промислове рибальство, засоби ловлі, структура улову, добова норма вилову, ліміти вилову.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Промислова іхтіофауна внутрішніх водойм України на сьогодні знаходиться під сильним впливом ряду антропогенних чинників, помітне місце серед яких займають різні види рибальства. Результати робіт низки дослідників вказують, що любительське рибальство поряд з промислом є важливим чинником, що впливає на кількісні та якісні показники іхтіоценозів [1, 2, 3].

В уловах рибалок-любителів на дніпровських водосховищах відмічені практично всі представники промислових видів риб, а враховуючи розвиненість рибальського промислу, навантаження на іхтіофауну може наближатися до критичних показників [4, 5].

В той же час, однією з причин, що стримують розвиток аматорського (рекреаційного) рибальства є відсутність істотних наукових досліджень щодо проблем цього виду природокористування [1]. Зокрема, більшої уваги потребує вивчення структури уловів рибалок-аматорів [1, 6, 7].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

На даний час дослідження любительського рибальства на внутрішніх водоймах України має несистематичний і розрізнений характер. Зокрема, на Каховському водосховищі до недавнього часу залишалось невизначеним питання структури любительських уловів риби, у тому числі їх загальних обсягів.

Разом з тим, отримання зазначеної інформації необхідне для організації ефективного регулювання рибальства та раціонального використання водних біоресурсів водосховища, збереження запасів цінних промислових видів риб.

Мета дослідження полягає у визначенні видового та вагового складу любительських уловів на Каховському водосховищі.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

В основу роботи покладено іхтіологічний матеріал, отриманий з уловів рибалок-любителів та промислових уловів ставних сіток кроком вічка 36–120 мм протягом періоду 2011–2013 рр. у верхній та середній частинах Каховського водосховища. Збір та опрацювання даних здійснювали за загальноприйнятими методиками [8, 9]. Всього за період дослідження проаналізовано 7775 екз. риб з 455 добових уловів рибалок-аматорів, а також 18165 екз. — з промислових уловів за 6435 сіткодів.

Статистичне опрацювання даних здійснювали за допомогою електронних таблиць MS Excel [10].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сучасна іхтіофауна Каховського водосховища налічує 42 види риб, що відносяться до 15 родин, з яких промислове значення мають близько 20 видів риб [11].

Рибопродуктивність водосховища з урахуванням промислового вилову у 2013 р. склала 11,8 кг/га, що менше середньої величини по каскаду водосховищ [12].

В уловах рибалок-любителів на Каховському водосховищі (без урахування вилову риби підводними мисливцями) налічується 27 видів риб (64% іхтіофауни водосховища), що відносяться до 7 родин (табл. 1).

Таблиця 1. Видовий склад риби любительських уловів вудками різних видів у Каховському водосховищі

Вид риб	Частка в уловах за чисельністю, %				
	В загаль- ному річному улові	В уловах з льоду	У період відкритої води		
			з берега	з човна	з берега та човна
Родина Clupeidae — Оселедцеві					
Clupeonella cultriventris — Тюлька чорноморсько-азовська	0,09	0,6	—	—	—
Родина Esocidae — Щукові					
Esox lucius — Щука	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Родина Cyprinidae — Коропові					
Rutilus rutilus — Плітка	19,6	66,7	10,5	10,3	10,4
Leuciscus cephalus — Головень	0,05	—	0,1	0,1	0,1
Scardinius erythrophthalmus — Краснопірка	1,8	—	1,5	3,6	2,2
Aspius aspius — Білизна	0,01	—	—	0,03	0,01
Tinca tinca — Лин	0,004	—	—	0,01	0,005
Pseudorasbora parva — Чебачок амурський	0,1	0,5	—	—	—
Alburnus alburnus — Верховодка	2,0	8,1	1,2	—	0,8
Blicca bjoerkna — Плоскирка	1,5	1,8	1,1	2,2	1,4
Abramis brama — Лящ	2,2	1,3	1,6	4,1	2,4
Vimba vimba — Рибець звичайний	0,004	—	—	0,01	0,005
Abramis ballerus — Синець	0,004	—	—	0,01	0,005
Rhodeus sericeus — Гірчак	0,1	0,6	—	—	—
Carassius auratus gibelio — Карась сріблястий	13,0	6,2	9,3	25,6	14,4
Cyprinus carpio — Короп, або сазан	0,2	0,05	0,2	0,2	0,2
Родина Siluridae — Сомові					
Сом — Silurus glanis	0,4	—	—	1,6	0,5
Родина Percidae — Окуневі					
Sander lucioperca — Судак	1,1	2,5	—	2,7	0,8
Perca fluviatilis — Окунь звичайний (річковий)	0,4	2,3	0,1	0,01	0,02
Percarina demidoffi — Перкарина чорноморсько-азовська	0,1	0,7	—	—	—
Gymnocephalus cernuus — Йорж звичайний	0,04	0,3	—	—	—

**СТРУКТУРА ЛЮБИТЕЛЬСЬКИХ УЛОВІВ ТА ЇХ ЧАСТКА В ЗАГАЛЬНОМУ
ВИЛОВІ РИБИ НА КАХОВСЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ**

Продовження табл. 1

Вид риб	Частка в уловах за чисельністю, %				
	В загаль- ному річному улові	В уловах з льоду	У період відкритої води		
			з берега	з човна	з берега та човна
Родина Centrarchidae — Центрархові					
Lepomis gibbosus — Сонячний окунь	0,1	–	0,1	0,2	0,2
Родина Gobiidae — Бичкові					
Neogobius fluviatilis — Бичок-пісочник	0,4	2,0	0,1	0,03	0,1
Mesogobius batrachocephalus — Бичок-кнут, або бичок-мартовик	4,3	0,1	5,1	5,3	5,2
Neogobius melanostomus — Бичок-кругляк	52,3	6,2	69,2	43,9	61,3
Neogobius kessleri — Бичок-головач	0,01	0,05	–	0,01	0,005
Proterorhinus semilunaris — Бичок-цуцик	0,004	0,02	–	–	–
Разом родин	7	5	5	6	6
Разом видів	27	19	14	20	21

За чисельністю основу любительських уловів складають бички (57,0%), плітка (19,6%) і карась сріблястий (13,0%). Серед хижих видів найчастіше в уловах рибалок-любителів трапляється судак (1,1%). Ще один представник хижої іхтіофауни — сом європейський — відмічався в уловах рідко (0,43%).

Сумарна частка інших видів риб в уловах аматорів не перевищує 3,2%.

Серед представників родини бичкових в уловах рибалок-любителів відзначено 5 видів. При цьому основу уловів складають бичок-кругляк і бичок-мартовик (відповідно 91,6% і 7,6% від загальної кількості бичків в уловах).

Дуже рідко трапляються такі види як головень, білізна, лин, рибець, синець, а також щука, яка донедавна була одним із значущих об'єктів любительської ловлі у верхній частині Каховського водосховища [5].

З урахуванням вилову підводними мисливцями рослинних видів риб далекосхідного фауністичного комплексу (товстолоба білого — *Hypophthalmichthys molitrix*, товстолоба строкатого — *Aristichthys nobilis*, амура білого — *Ctenopharyngodon idella*), до складу уловів рибалок-любителів на Каховському водосховищі входить 30 видів риб [13].

Для порівняння, згідно з офіційною промисловою статистикою, в промислових уловах на Каховському водосховищі налічується 14 видів: тюлька чорноморсько-азовська, щука, плітка, плоскирка, лящ, чехоня (*Pelecus cultratus*), карась сріблястий, сазан, сом європейський, судак звичайний, окунь звичайний, товстолобики (білий і строкатий), амур білий.

Окрім наведених вище видів, відмічались поодинокі випадки вилову

поплавцевими вудками щипавки звичайної (*Cobitis taenia*) і колючки триголкової (*Gasterosteus aculeatus*).

В серпні 2011 р. в межах м. Запоріжжя був зафіксований вилов вугра річкового (*Anguilla anguilla*) за допомогою донної вудки. Вугор був повернутий до водойми.

У районі м. Енергодар Кам'янсько-Дніпровського району Запорізької області регулярно фіксується вилов рибалками-любителями каналного сома (*Ictalurus punctatus*), культивованого в тепловодному господарстві Запорізької ТЕС, і тиліпії (*Oreochromis mossambicus*), що виходить у теплу пору року в скидний канал з водойми-охолоджувача Запорізької АЕС.

Розрахунковий улов за один завершений вихід на риболовлю (надалі — добовий улов) в зоні досліджень на Каховському водосховищі становив 27,7 екз. риб, або 2,4 кг. Видове різноманіття та обсяги добових уловів коливалися в залежності від засобів ловлі (з човна або берега) та риболовного сезону (з льоду або на відкритій воді).

В уловах рибалок-любителів на відкритій воді (тобто в період відкритої води або на ділянках відкритої води в період льодоставу) нараховується 21 вид риб (рис. 1). Найбільше видове різноманіття спостерігається в уловах з човна — 20 видів, в той час як в уловах з берега нараховується 14 видів. Як за чисельністю (67%) так і за масою (30,2%) переважають бички, на другому місці — карась сріблястий — відповідно 14,4% та 32,1%, хоча в уловах з човна його масова частка найбільша — 40,1%. За умови інтенсивності ловлі 5,7 екз./год., добовий улов на відкритій воді становив 31,7 екз. риб, або 2,7 кг (з човна — 3,1 кг, або 24 екз., з берега — 2,43 або 37,3 екз.).

Взимку в любительських уловах з льоду (рис. 2) нами зафіксовано 19 видів риб, при цьому спостерігається висока чисельність видів (13,1%), які рідко трапляються або зовсім відсутні в уловах на відкритій воді (окунь річковий, йорж, верховодка, перкаріна та інші), найбільший вилов серед яких припадає на окуня — 0,4 екз., або 0,04 кг. Основу уловів з льоду як за чисельністю так і за масою становить плітка — відповідно 66,7% (10,9 екз.) та 58% (0,81 кг), за інтенсивності ловлі 1,9 екз./год. Інтенсивність ловлі бичків з льоду найвища після плітки — 0,3 екз./год., що обумовлює значну чисельність їх у ловах — 8,3% (1,3 екз.), проте їх вагова частка при цьому відносно невелика, і становить 3,5% (0,05 кг). Добовий улов під час льодоставу за всіма видами склав 1,4 кг або 16,3 екз. за умови інтенсивності ловлі 2,9 екз./год., що майже вдвічі нижче за відповідні показники на відкритій воді.

Згідно з чинними Правилами любительського та спортивного рибальства [14], добова норма вилову риби на водоймах (ділянках водойм) загального користування становить 3 кг. Таким чином, усереднений добовий улов (2,4 кг) на Каховському водосховищі знаходиться в межах встановленої норми, за виключенням ловлі з човна, де спостерігається незначне його перевищення (3,1 кг).

Слід зазначити, що серед уловів, які безпосередньо підлягали аналізу, 20,4% перевищували за вагою масову норму вилову — 3 кг (максимальна маса улову становила 20,1 кг). Найчастіше зазначене порушення фіксувалось у рибалок-любителів, які здійснювали лови з човна — у 25,3% випадків, при цьому 15,5%

**СТРУКТУРА ЛЮБИТЕЛЬСЬКИХ УЛОВІВ ТА ЇХ ЧАСТКА В ЗАГАЛЬНОМУ
ВИЛОВІ РИБИ НА КАХОВСЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ**

уловів перевищували навіть норму вилову, встановлену для спеціального використання водних біоресурсів — 5 кг.

Рис. 1. Склад уловів рибалок-любителів у залежності від засобів ловлі в період відкритої води на Каховському водосховищі

На підставі інформації щодо добового улову та кількості виходів на риболовлю на Каховському водосховищі, нами проведено розрахунок загальних річних обсягів вилучення риби (табл. 2).

Рис. 2. Склад уловів рибалок-любителів у період льодоставу на Каховському водосховищі

Таблиця 2. Виллов риби рибалками-любителями та промислом (за виключенням тюльки) на Каховському водосховищі у 2013 р.

Вид риби	Виллов риби, т				Промисловий виллов, т
	з човна	з берега	з льоду	разом	
Плітка	21,7	92,6	92,4	206,7	319,1
Краснопірка	3,3	6,9	—	10,2	0,1
Плоскирка	3,3	4,7	1,9	9,9	32,4
Лящ	15,1	40,0	3,1	58,3	253,5
Карась сріблястий	76,5	161,0	11,1	248,5	1285,4
Сом	11,5	0,3	—	11,8	18,8
Судак	18,6	4,8	7,4	30,8	51,2
Бички	30,0	128,2	1,6	159,8	—
Рослиноїдні	—	—	—	—	258,7
Інші види	3,2	4,2	3,3	10,8	28,1
Разом	183,2	442,6	120,8	746,6	2247,4

Загальний виллов риби рибалками-любителями у Каховському водосховищі склав 747 т (3,5 кг/га) або 33% від промислового. При цьому у промисловому виллові риби не враховували тюльку.

Основу любительського та промислового вилловів становив карась сріблястий — відповідно 33,3% (248,5 т) та 54,5% (1285,4 т). Таким чином, любительський виллов карася становить 19,3% від промислового (рис. 3).

Другий за значенням в уловах любителів та промисловиків вид риби — плітка.

**СТРУКТУРА ЛЮБИТЕЛЬСЬКИХ УЛОВІВ ТА ЇХ ЧАСТКА В ЗАГАЛЬНОМУ
ВИЛОВІ РИБИ НА КАХОВСЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ**

У промисловому вилові на її частку припадає 14,2% (319,1 т), а в любительському — 27,7% (206,7 т), або 64,8% від промислового вилову.

Рис. 3. Структура промислового та любительського виловів (за вагою) на Каховському водосховищі у 2013 р.

Частка ще одного важливого об'єкта рибальства — ляща — в промислових уловах становить 11,3% (253,5 т), а в любительських — 7,8% (58,3 т), що відповідає 23% промислового вилову.

Частка судака та сома згідно з офіційною статистикою в промислових уловах становить відповідно 2,3% (51,2 т) та 0,8% (18,8 т), в любительських — 4,1% (30,8 т) та 1,6% (11,8 т).

Вилуви бичків офіційною промисловою статистикою не зафіксовано, хоча, за нашими даними, бичок трапляється у певних обсягах в раколовках та дрібновічкових ставних сітках. В уловах рибалок-любителів їх частка за вагою становить 28,3%, що відповідає 166 т.

Таким чином, любительський вилов риби на Каховському водосховищі становить вагову частку (33% без урахування промислового вилову тільки) промислового вилову. На підставі отриманих результатів, пропонуємо враховувати улови рибалок-любителів при визначенні лімітів та припустимих обсягів вилучення водних біоресурсів. Допустиме навантаження на рибні ресурси з боку рибалок-любителів може бути визначене за наступною схемою:

а) визначення вилову риби рибалками-любителями за минулий рік (ця величина додається до промислового вилову і розрахунок запасу проводиться за збільшеним виловом);

б) розподіл отриманого припустимого вилову (ліміту) пропорційно фактичним виловам промисловиків та рибалок-любителів за видами за минулий рік;

в) розрахунок добової норми вилову, виходячи з припустимих обсягів вилучення (лімітів) риби рибалками-любителями, а також даних щодо середньої кількості виходів на риболовлю за добу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

До об'єктів любительського рибальства входить більше половини (64%) видів риб іхтіофауни Каховського водосховища і всі види, які освоюються промислом (комерційним рибальством).

Промислове і любительське рибальство на Каховському водосховищі базуються на одних і тих же масових видах риб: карась, плітка, лящ, судак. Однак, в уловах рибалок-любителів значну частину складають види, що промислом освоюються в меншій мірі або не освоюються зовсім, у тому числі смітні і малоцінні у рибогосподарському сенсі види. Даний факт підтверджує меліоративну роль любительського рибальства, на яку неодноразово вказували дослідники на інших водоймах.

За раціональної організації, любительське рибальство дозволяє більш оптимально використовувати рибні ресурси водойми, забезпечувати певний вплив на запаси другорядних об'єктів лову, які утворюють достатню сировинну базу і традиційним промислом недовикористовуються.

У той же час, здійснення любительського рибальства поряд з промислом може призводити до посиленого впливу на іхтіопопуляції, зокрема на мало- і середньочисельні види риб.

Серед уловів, що безпосередньо підлягали аналізу, спостерігається високий ступінь (20,4%) перевищень добової норми вилову — 3 кг. Таким чином, рибоохоронні заходи щодо контролю любительського рибальства, у тому числі масово-роз'яснювальна робота на Каховському водосховищі, потребують підвищення ефективності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новицкий Р. О. Селективная роль любительского рибальства на внутренних водоемах Украины / Р. О. Новицкий, Д. Л. Бондарев, А. Г. Яровий // Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем : Междунар. научн.-практ. конф. молодых ученых, 25–28 февр. 2002 г., Киев : матер. — К. : ИРХ УААН, 2002. — С. 46—48.
2. Дудник С. В. Оцінка впливу різних способів рибальства на стан іхтіофауни внутрішніх водойм України / С. В. Дудник, Ю. А. Глебова // Рибогосподарська наука України. — 2010. — № 4. — С. 65—69.
3. Максименко М. Л. Чисельність та склад рибалок-аматорів Каховського водосховища / М. Л. Максименко // Рибогосподарська наука України. — 2011. — № 4. — С. 9—15.
4. Новицкий Р. А. Научные исследования и любительское рыболовство в Приднепровье / Р. А. Новицкий, О. А. Христов, Д. Л. Бондарев // Рыбное хозяйство Украины. — 1999. — № 4. — С. 58—60.
5. Объемы и состав уловов рыболовов-любителей на Каховском водохранилище / А. Г. Дробот., Ю. Г. Кузьменко, Т. В. Спесивый, М. Л. Максименко [и др.] // Рыбное хозяйство Украины. — 2003. — № 5. — С. 4—6.
6. Фатхулин Ш. Г. Состояние любительского рыболовства в бассейне Средней Волги / Ш. Г. Фатхулин, Л. Н. Фатхулина // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. — 1978. — Т. 138. — С. 116—128.
7. Бойцов М. П. Численность судака и его использование в Иваньковском и

- Угличком водохранилищах / М. П. Бойцов // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. — 1980. — Вып. 145. — С. 46—51.
8. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилову риб з великих водосховищ і лиманів України. — К. : ІРГ УААН, 1998. — 47 с.
 9. Методические указания по изучению влияния любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоемов. — Л., 1979. — 20 с.
 10. Лапач С. Н. Статистика в науке и бизнесе / С. Н. Лапач, А. В. Чубенок, П. Н. Бабич. — К. : МОРИОН, 2002. — 640 с.
 11. Бузевич І. Ю. Стан та перспективи рибогосподарського використання промислової іхтіофауни великих рівнинних водосховищ України: дис. ... доктора біол. наук: 03.00.10 / Бузевич Ігор Юрійович. — К., 2012. — 297 с.
 12. Захарченко І. Л. Стан популяцій основних промислових видів риб Каховського водосховища / І. Л. Захарченко, М. Л. Максименко, Н. Ю. Рубцова // Питання біоіндикації та екології. — 2014. — Вип. 19, № 2. — С. 184—193.
 13. Максименко М. Л. Подводная охота как фактор антропогенного воздействия на состояние популяций промысловых видов рыб внутренних водоемов / М. Л. Максименко // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології : VI Міжнар. іхтіологічна наук.-практ. конф., 9–11 жовт. 2013 р., Тернопіль : матер. — Тернопіль : Вектор, 2013. — С. 192—194.
 14. Правила любительського і спортивного рибальства : Затв. Наказом Держкомрибгоспу України № 1 від 15.02.99.

REFERENCES

1. Novyczkyj, R. O., Bondarev, D. L., & Yarovyj, A. G. (2002). Selektivna rol lyubytelskogo rybalstva na vnutrishnih vodojmah Ukrayiny. *Problemy akvakul'tury i funkcionirovaniya vodnyh jekosistem: materialy mezhdunarodnoj nauchn.-prakt. konf. molodyh uchenyh*. Kiev, 46-48.
2. Dudnyk, S. V., & Glyebova, Yu. A. (2010). Ocinka vplyvu riznyh sposobiv rybalstva na stan ihtiofauny vnutrishnih vodojm Ukrayiny. *Rybgospodarska nauka Ukrayiny*, 4, 65-69.
3. Maksymenko, M. L. (2011). Chyselnist ta sklad rybalok-amatoriv Kahovskogo vodoshovyshha. *Rybgospodarska nauka Ukrayiny*, 4, 9-15.
4. Novickij, R. A., Hristov, O. A., & Bondarev, D. L. (1999). Nauchnye issledovaniya i ljubitel'skoe rybolovstvo v Pridneprove. *Rybnoe hozjajstvo krainy*, 4, 58-60.
5. Drobot, A. G., Kuz'menko, Ju. G., Spesiviy, T. V., & Maksimenko, M. L., et al. (2003). Objomy i sostav ulovov rybolovov-ljubitelej na Kahovskom vodohranilishhe. *Rybnoe hozjajstvo Ukrainy*, 5, 4-6.
6. Fathulin, Sh. G., & Fathulina, L. N. (1978). Sostojanie ljubitel'skogo rybolovstva v bassejne Srednej Volgi. *Izvestija Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo hozjajstva*, 138, 116-128.
7. Bojcov, M. P. (1980). Chislennost' sudaka i ego ispol'zovanie v Ivan'kovskom i Uglichs'komu vodohranilischchah. *Sbornik nauchnyh trudov GosNIORH*, 145, 46-51.
8. *Metodyka zboru i obrobky ikhtiologichnykh i hidrobiologichnykh materialiv z metoiu vyznachennia limitiv promyslovoho vyluchennia ryb z velykykh*

- vodoskhovyshch i lymaniv Ukrainy: Zatv. nakazom Derzhkomrybhospu Ukrainy № 166 vid 15.12.98. (1998). Kyiv.*
9. *Metodicheskie ukazaniya no izucheniju vliyanija lyubitel'skogo rybolovstva na sostoyanie rybnykh zapasov vnutrennih vodoemov. (1979). Leningrad.*
 10. Lapach, S. N., Chubenok, P. N., & Babich, A. B. (2002). *Statistika v nauke i biznese. Kiev: MORION.*
 11. Buzevych, I. Yu. (2012). Stan ta perspektyvy rybohospodars'koho vykorystannya promyslovoyi ikhtiofauny velykykh rivnynnykh vodoskhovyshch Ukrayiny. *Doctor's thesis. Kyiv.*
 12. Zaharchenko, I. L., Maksymenko, M. L., & Rubczova, N. Yu. (2014). Stan populacij osnovnykh promyslovykh vydiv ryb Kahovskogo vodoskhovyshcha. *Pytannya bioindykaciyi ta ekologiyi, 19, 2, 184-193.*
 13. Maksymenko, M. L. (2013). Podvodnaja ohta kak faktor antropogennogo vozdeystviya na sostoyanie populacij promyslovykh vidov ryb vnutrennih vodojomov. *Suchasni problemy teoretychnoyi ta praktychnoyi ihtiologiyi: VI Mizhnarodna ihtiologichna nauk.-praktych. konf. Ternopil : Vektor, 194.*
 14. *Pravyla lyubytelskogo i sportyvnoho rybalstva: Zatv. nakazom Derzhkomrybhospu Ukrainy № 1 vid 15.02.99.*

СТРУКТУРА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ УЛОВОВ И ИХ ЧАСТЬ В ОБЩЕМ ВЫЛОВЕ РЫБЫ НА КАХОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

**М. Л. Максименко, maksmzp@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН
Украины, г. Киев**

Цель. Определение видового и весового состава любительских уловов и их части в общем вылове рыбы на Каховском водохранилище.

Методика. В основу работы положен ихтиологический материал, полученный из уловов рыбаков-любителей, а также данные промысловых уловов ставных сетей с шагом ячеи 36–120 мм в течение периода 2011–2013 гг. в верхней и средней частях Каховского водохранилища. Сбор и обработку данных осуществляли согласно общепринятым методикам. Всего за период исследований проанализировано 7775 экз. рыб из 455 суточных уловов рыбаков-любителей, а также 18165 экз. — из промысловых уловов за 6435 сетесуток. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью электронных таблиц MS Excel.

Результаты. В уловах рыбаков-любителей на Каховском водохранилище (без учета вылова рыбы подводными охотниками) насчитывается 27 видов рыб (64% ихтиофауны водохранилища), которые относятся к 7 семействам.

Расчетный улов за один завершённый выход на рыбалку в зоне исследований на Каховском водохранилище составил 27,7 экз. рыб, или 2,4 кг. Видовое разнообразие и объемы суточных уловов рыбаков-любителей колебались в зависимости от способов лова (с лодки или берега) и рыболовного сезона (со льда или на открытой воде).

Усреднённый суточный улов на Каховском водохранилище находился в пределах установленной Правилами рыболовства нормы (3 кг), за исключением лова с лодки, где наблюдается незначительное его превышение (3,1 кг). Однако, среди уловов, которые были непосредственно нами проанализированы, 20,4% превышали по весу суточную норму вылова.

Общий вылов рыбы рыбаками-любителями на Каховском водохранилище составил 747 т (3,5 кг/га), или 33% промыслового вылова.

Установлено, что промысловое и любительское рыболовство на Каховском водохранилище базируются на одних и тех же массовых видах рыб: карась серебряный (*Carassius auratus gibelio*), плотва (*Rutilus rutilus*), лещ (*Abramis brama*), судак (*Sander lucioperca*). При этом в уловах рыбаков-любителей значительную часть составляют виды,

которые промыслом осваиваются в меньшей степени либо не осваиваются совсем, в том числе сорные и малоценные с точки зрения рыбного хозяйства виды. Данный факт подтверждает мелиоративную роль любительского рыболовства, на которую неоднократно указывали исследователи относительно других водоемов.

Научная новизна. Впервые на современном этапе дана оценка качественных и количественных параметров любительских уловов рыбы на Каховском водохранилище.

Практическая значимость. Установлены объемы вылова рыбы на Каховском водохранилище с учетом вылова рыбаками-любителями. Представлены предложения по учету объемов любительского вылова в расчетах лимитов и допустимых объемов изъятия водных биоресурсов.

Ключевые слова: Каховское водохранилище, любительское рыболовство, рекреационное рыболовство, промысловое рыболовство, способы лова, структура улова, суточная норма вылова, лимиты вылова.

THE STRUCTURE OF ANGLERS' CATCHES AND THEIR PART IN TOTAL FISH CATCH ON THE KAKHOVKA RESERVOIR

M. Maksimenko, maksmzp@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose: To determine species and weight composition of anglers' catches and their part in the total fish catch on the Kakhovka reservoir.

Methodology. The work is based on the ichthyological material obtained from the catches of anglers and commercial gill nets with mesh size of 36–120 mm during 2011–2013 in the upper and middle parts of the Kakhovka reservoir. Data collection and processing were carried out according to conventional methods. In total, during the study period, 7775 fish from 455 day anglers' catches as well as 18165 fish from commercial catches for 6435 net-days have been analyzed. Statistical processing of the obtained data was performed in MS Excel.

Findings. Twenty seven fish species (64% of reservoir fish fauna) belonging to 7 families were observed in anglers' catches (excluding fish caught by spearing) on the Kakhovka reservoir.

The estimated catch per one finished fishing trip in the study zone of the Kakhovka reservoir was 27.7 fish or 2.4 kg. Species diversity and amounts of anglers' day catches varied depending on the fishing techniques used (from the boat or shore) and fishing season (ice fishing or open water).

Averaged day catch on the Kakhovka reservoir was within the range set by valid Fishing regulations excluding fishing from the boat, where some insignificant excess was observed (3 kg), however, 20.4% among the analyzed catches exceeded the daily allowable catch.

The total anglers' catch on the Kakhovka reservoir was 747 tons (3.5 kg/ha) or 33% of the commercial one.

Commercial and recreational fishing on the Kakhovka reservoir are based on the same the most abundant fish species: gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), roach (*Rutilus rutilus*), bream (*Abramis brama*), pikeperch (*Sander lucioperca*). However, a significant part in anglers' catches consists of species, which are exploited by commercial fishing in lower degree or are not exploited at all, including coarse and low value fish. This fact confirms the amelioration role of recreational fishing, which has been mentioned by researches for other water bodies.

Originality. For the first time in modern time, an assessment of qualitative and quantitative parameters of anglers' catches on the Kakhovka reservoir has been provided.

Practical values. For the first time, fish yield of the Kakhovka reservoir has been determined taking into account anglers' catch. The paper contains propositions on the accounting for anglers' catches in the assessment of limits and allowable harvest amounts of aquatic living resources.

Keywords: Kakhovka reservoir, recreational fishing, commercial fishing, fishing gears, catch structure, norms of daily catch, catch limits.

ТЕХНОЛОГІЇ В АКВАКУЛЬТУРІ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 67-76
DOI: 10.15407/fsu2015.03.067
УДК 639.31:631.82:631.86:597.551.2

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИРОЩУВАННЯ РИБОПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ КОРОПОВИХ РИБ (CYPRINIDAE) ДЛЯ ВСЕЛЕННЯ У ВОДОЙМИ ПОНИЗЗЯ ДНІПРА

Ю. М. Лошкова, alkhimova@ukr.net, Херсонський державний аграрний
університет, м. Херсон

В. Ю. Шевченко, shevchenko@ksau.kherson.ua, Херсонський державний аграрний
університет, м. Херсон

Мета. Удосконалити технологію вирощування дволіток коропових риб шляхом складання математичних рівнянь прогнозування результатів вирощування рибопосадкового матеріалу коропових риб у ставах, зокрема рибопродуктивності, в залежності від рівня інтенсифікаційних заходів.

Методика. Дослідження ґрунтуються на теоретичних, експериментальних і лабораторних методах, прийнятих у рибогосподарських, фізико-хімічних і гідробіологічних дослідженнях.

Результати. Дослідженнями встановлено, що запропоновані нами математичні рівняння дозволяють визначити показники результатів вирощування коропа, білого товстолобика та білого амура як рибопосадкового матеріалу для вселення у природні водойми пониззя Дніпра. Застосування математичних рівнянь, в яких враховано застосування інтенсифікаційних заходів (органічні добрива, представлені перегноем, і мінеральні добрива, представлені аміачною селітрою і суперфосфатом), дає можливість прогнозувати рибопродуктивність вирощувальних ставів.

Наукова новизна. Отримано математичну модель прогнозування ефективності вирощування дволіток коропових риб за умов застосування певних технологічних чинників, зокрема органічних і мінеральних добрив.

Практична значимість. Отримана математична модель дає можливість прогнозувати вірогідну ефективність вирощування дволіток коропових риб за умов застосування деяких технологічних чинників.

Ключові слова: коропові риби, дволітки, органічні добрива, мінеральні добрива, рибопродуктивність.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Зарегулювання стоку річок призвело до утворення водойм, в яких складаються малосприятливі умови для природного розмноження риб. Виходячи з цього, ефективне рибогосподарське використання зазначених акваторій повинно базуватися на організації штучного відтворення об'єктів, які зможуть забезпечити ефективну трансформацію органічної речовини у рибну продукцію.

© Ю. М. Лошкова, В. Ю. Шевченко, 2015

При вселенні рибопосадкового матеріалу у природні водойми домінуючого значення набувають критерії промислового повернення, які знаходяться в прямій залежності від маси рибопосадкового матеріалу, і за різного пресу хижої іхтіофауни, необхідним є відповідний рибопосадковий матеріал [1, 2]. Саме тому наявні нормативи передбачають використання як рибопосадкового матеріалу дволіток обраних видів. Такий рибопосадковий матеріал використовується у ставах господарств відповідного напрямку виробництва задля кращої підготовки до вселення в природні водойми і вирощується в умовах пасовищної аквакультури без використання штучних кормів за рахунок природної кормової бази.

У ставовому рибористві значний вплив на інтенсивність розвитку природної кормової бази у водоймах, а, як наслідок, і на результати вирощування рибопосадкового матеріалу, мають заходи інтенсифікації, серед яких провідним є застосування добрив.

Господарства вимушені пристосовуватися до складних економічних умов, і в цьому сенсі пошук можливостей удосконалення технології вирощування рибопосадкового матеріалу шляхом застосування методів математичного моделювання має неабияке значення. У цьому зв'язку не викликає сумніву необхідність отримання математичних рівнянь прогнозування вірогідної ефективності вирощування дволіток коропових риб у ставах як рибопосадкового матеріалу для вселення у природні водойми пониззя Дніпра, за умов застосування певних технологічних чинників, зокрема кількості внесення органічних і мінеральних добрив.

У нинішніх економічних умовах застосування добрив в дозах, що були рекомендовані раніше [3–5], часто є економічно недоцільним, і загальна тенденція розвитку рибориства є тому свідченням.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Проблема вирощування рибопосадкового матеріалу зберігає свою актуальність протягом всієї історії рибориства. У сучасних умовах вирощування рибопосадкового матеріалу здійснюється за пасовищної технології з мінімальними витратами внаслідок обмеженості можливостей заходів стимулювання. У цьому зв'язку виключного значення набуває розроблення механізмів гнучкого і адекватного реагування на складні природні та господарські умови задля максимально ефективного використання наявних засобів інтенсифікації. Виходячи з викладеного, незаперечний інтерес являє розроблення математичних моделей прогнозування результатів вирощування рибопосадкового матеріалу коропових риб для вселення у природні водойми пониззя Дніпра.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводилися в умовах Херсонського виробничо-експериментального заводу з розведення молоді частикових видів риб на базі вирощувальних ставів II порядку. З масиву ставів, що досліджувалися, на підставі кількості внесених доз органічних і мінеральних добрив було обрано 24 стави, які

були розділені на 8 варіантів з трьома повторностями, що дозволило отримати достовірні результати.

Досліджувався вплив внесення органічних і мінеральних добрив на результати вирощування корокових риб. Дози внесення органічних добрив, представлених перепрілим гноєм великої рогатої худоби, коливалися від 509,1 до 5050,8 кг/га. Кількість внесення аміачної селітри коливалася від 10,5 до 146,0 кг/га, суперфосфату — від 11,2 до 42,8 кг/га.

Експериментальним матеріалом були дволітки коропа, білого товстолобика та білого амура в процесі вирощування.

Упродовж вегетаційних сезонів здійснювали контроль фізико-хімічних та гідробіологічних параметрів середовища. Відбір проб для фізико-хімічного та гідробіологічного аналізу проводили щодавно за загальноприйнятими методиками [6–8].

Підсумкова оцінка результатів вирощування дволіток корокових риб базувалася на таких показниках: рибопродуктивність ставів, вихід з вирощування, середня маса особин.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Протягом періоду досліджень температура води у ставах знаходилася у межах 17,0–34,0°C, середньосезонна складала 23,2–27,3°C. Мінімальні показники її спостерігались на початку вегетаційних сезонів, у травні і на початку червня, а максимальні — у липні. Температурний режим ставів відзначався значним зсувом у бік підвищення середньодобових показників температури, що сприяло більшій інтенсивності процесів життєдіяльності.

Спостереження за прозорістю води у ставах показали, що вона за варіантами досліджень коливалася в межах від 0,13 до 0,43 м. Кисневий режим характеризувався відносно високими показниками на початку та наприкінці вегетаційного сезону, а в його розпалі величини були досить низькими. Кількість розчиненого кисню у ставовій воді коливалася в межах від 4,47 до 7,36 мг О₂/дм³, що в цілому вписується у мінімально допустимі рибницько-біологічні норми і дозволяє вважати кисневий режим сприятливим для вирощування рибопосадкового матеріалу.

Водневий показник знаходився в межах від 7,59 до 8,99. Перманганатна окислюваність у ставах коливалася від 9,06 до 32,56 мгО/дм³. Загальна кількість мінерального азоту змінювалася в межах від 0,50 до 1,15 мг/дм³, загальна кількість мінерального фосфору — від 0,01 до 0,06 мг/дм³.

Оцінюючи досліджені фізико-хімічні показники, слід відзначити, що спостерігається тенденція до підвищених показників прозорості води, вмісту розчиненого в ній кисню та перманганатної окислюваності у ставах I варіанту. У ставах варіантів IV та VIII ці показники були нижчими. Стави IV варіанту мають перевагу за показниками концентрації азоту і фосфору, проте у ставах всіх варіантів досліджень відмічається низький рівень біогенних елементів. Однак

загалом, враховуючи значимість абіотичних чинників, можна констатувати, що вони знаходились на задовільному рівні і не перешкождали приросту риб.

Розвиток вищої водної рослинності у ставах за період досліджень суттєво не змінювався. У видовому плані вона була представлена переважно прибережною рослинністю, зокрема очеретом. Площа заростання ставів завдяки систематичному викошуванню коливалася у межах від 10 до 25%.

Дослідження фітопланктону показали, що серед видового складу домінуюче значення мали зелені *Chlorophyta*, субдомінантне — діатомові *Bacillariophyta* та синьозелені *Cyanophyta*, підпорядковане — евгленові *Euglenophyta* водорості. Середньосезонна біомаса фітопланктону у ставах коливалася від 17,1 до 32,7 г/м³.

За видовим складом зоопланктон був близьким у всіх ставах. Основу становили гідробіонти, що відносяться до кладоцерно-копеподного комплексу. Середньосезонні показники біомаси зоопланктону у ставах змінювалися від 0,78 до 2,17 г/м³.

Основу біомаси зообентосу складали личинки комах (хірономіди та одноденки), малощетинкові черви (олігохети). Динаміка його біомаси мала нерівномірний характер, середньосезонні показники якої становили 0,07–2,85 г/м².

Оцінюючи гідробіологічний режим експериментальних ставів, слід відмітити обмежений розвиток біомаси зоопланктону і зообентосу. Однак, загалом рівень природної кормової бази був задовільним і забезпечував рибопосадковий матеріал необхідною кількістю основних кормових організмів.

У процесі виконання експериментальних робіт, для стимулювання рівня розвитку природної кормової бази та покращення екологічного стану в ставах, протягом вегетаційних сезонів вносили органічні і мінеральні добрива, кількість яких представлена у табл. 1, де наведені дані варіантів з мінімальними, середніми і максимальними значеннями за результативними показниками, що дозволяє загалом оцінити весь експериментальний масив.

Таблиця 1. Кількість використаних органічних і мінеральних добрив, кг/га

Варіант	№ ставу	Рік досліджень	Органічні	Мінеральні	
			перепрілий гній ВРХ	аміачна селітра	суперфосфат
I	2	2008	4188,3	145,7	35,4
	5	2008	4950,0	112,9	37,8
	6	2008	4896,2	110,8	36,4
IV	6	2009	4130,2	40,3	18,1
	3	2011	4070,1	25,0	17,2
	16	2011	3996,0	28,5	17,4
VIII	12	2010	707,7	28,9	12,3
	6	2010	509,1	24,0	15,3
	15	2012	515,5	12,5	14,1

Слід відмітити, що у ставах I варіанту кількість внесених органічних і мінеральних добрив була найвищою у порівнянні з іншими. У групі ставів VIII варіанту відмічається найменша кількість внесених як органічних, так і мінеральних добрив. У цілому, дози органічних і мінеральних добрив були нижчі, ніж рекомендовані значення [9].

Результати вирощування рибопосадкового матеріалу на прикладі ставів із середніми результативними показниками у варіанті наведені у табл. 2.

Кількість посаджених на вирощування цьоголіток коропа, білого товстолобика і білого амура за варіантами дослідів складала 8,23–12,59 тис. екз/га. У полікультурі частка коропа становила від 6 до 31%, білого товстолобика — від 66 до 92%, білого амура — від 1 до 14%. Середня маса посадкового матеріалу відповідала нормативній.

Таблиця 2. Результати вирощування рибопосадкового матеріалу

Варіант	№ ставу	Рік досліджень	Види риб	Посаджено		Виловлено		Вихід, %	Рибопродуктивність, кг/га
				екз./ га	середня маса, кг	екз./ га	середня маса, кг		
I	5	2008	Короп	3090	0,026	1492	0,110	48,3	83,74
			БТ*	8627	0,036	7354	0,121	85,2	583,56
			БА*	429	0,026	339	0,111	78,9	26,45
			Разом	12146		9184			693,75
IV	3	2011	Короп	1820	0,030	898	0,113	49,3	46,50
			БТ	7609	0,026	4580	0,114	60,2	326,35
			БА	663	0,032	386	0,109	58,2	21,08
			Разом	10091		5863			393,93
VIII	6	2010	Короп	2296	0,038	794	0,139	34,6	22,00
			БТ	8176	0,025	3083	0,135	37,7	211,19
			БА	849	0,046	379	0,140	44,6	13,70
			Разом	11321		4255			246,90

*Примітка: БТ — білий товстолобик, БА — білий амур

За період вирощування короп приріс у масі на 83–101 г, білий товстолобик на 85–110 г, білий амур на 74–94 г.

В результаті вирощування рибопосадкового матеріалу були отримані дволітки коропа, середня маса яких за варіантами дослідів складала 0,110–0,139 кг, білого товстолобика — 0,114–135 кг, білого амура — 0,111–0,140 кг. Вихід із вирощування дволіток коропа перебував на рівні 34,6–49,3%. Вихід із вирощування білого товстолобика і білого амура у порівнянні з коропом був дещо вищим і становив відповідно 37,7–85,2% і 44,6–78,9%. Слід відмітити, що восени цьоголіток саджають у вирощувальні стави II порядку, де вони зимують і вирощуються у наступному вегетаційному сезоні. При цьому вказані стави не

пристосовані до умов зимівлі, що певним чином накладає свій відбиток на результати вирощування, обумовлюючи низькі показники виходу.

Рибопродуктивність знаходилась у широких межах. Найменші показники відмічені серед груп білого амура — 13,70–26,45 кг/га. Дещо вищий приріст отримано при вирощуванні коропа — 22,00–83,74 кг/га, а найвища рибопродуктивність зафіксована за показниками білого товстолобика, становлячи 211,19–583,56 кг/га.

Загальна рибопродуктивність за варіантами досліджень перебувала в межах від 246,90 до 693,75 кг/га. Рибопродуктивність ставів залежала від рівня заходів інтенсифікації. Так, показники рибопродуктивності у ставах I варіанту були найвищими, а в ставах VIII варіанту — найнижчими, що певним чином пояснюється кількістю внесення органічних і мінеральних добрив. У цілому, показники рибопродуктивності як за окремими видами, так і загалом були нижчими, ніж рекомендовані величини для підприємств відповідного профілю.

Слід зазначити, що завод, де проводилися дослідження, орієнтований на вирощування дволіток коропових риб масою 100–150 г як рибопосадкового матеріалу для вселення у природні водойми пониззя Дніпра. Такий специфічний характер виробництва передбачає істотну різницю у вимогах до вирощуваної продукції в порівнянні зі звичайними ставовими господарствами, орієнтованими на вирощування дволіток як товарної рибної продукції. Таким чином, відповідна різниця в прийнятих і затверджених нормативах пояснюється профілем таких підприємств.

Загалом слід відмітити, що в результаті вирощування отримано якісний рибопосадковий матеріал коропових риб, маса якого була вищою 100 г і відповідала стандартним значенням. Отримані дволітки коропа, білого товстолобика і білого амура відповідали нормативним величинам і були придатними для подальшої зимівлі у природних водоймах пониззя Дніпра.

З метою прогнозування результатів вирощування в залежності від кількості внесених добрив доцільно проводити експериментальні дослідження із застосуванням методів математичного моделювання. При вивченні процесу вирощування рибопосадкового матеріалу було зосереджено увагу на найбільш значимих чинниках, які впливають на результати його вирощування — кількість внесеного перегною, суперфосфату, аміачної селітри.

За результатами проведеного повного факторного експерименту отримано регресійну багатофакторну модель, яка є математичним описом процесу зміни рибопродуктивності залежно від компонентів, що вносяться в біологічне середовище їх вирощування, а саме органічних і мінеральних добрив.

Оскільки дослідженню піддавалися три види риб, яким були створені однакові умови вирощування, то повний факторний експеримент типу 2^3 , де 2 — число рівнів варіювання кожного чинника, 3 — число чинників в експерименті, проводився для кожного виду окремо. Умовою проведення експерименту було внесення у стави перегною у кількості від 509,1 до 5050,8 кг/га, аміачної селітри

— від 10,5 до 146,0 кг/га, і суперфосфату — від 11,2 до 42,8 кг/га. Обрані діапазони внесення добрив відповідали фактичним величинам, які мали місце на виробництві. В результаті проведених обчислень отримано математичні моделі (1)–(3), які враховують вплив кількості внесення перегною, аміачної селітри і суперфосфату та їх взаємний вплив на показники рибопродуктивності коропа і рослиноїдних риб:

$$PP_{BT} = 0,0206 \times G + 0,288 \times A + 0,00022 \times G \times A + 220,556 \quad (1)$$

$$PP_K = 0,00618 \times G + 0,0655 \times A + 0,267 \times S + 0,00002 \times G \times A + 10,983 \quad (2)$$

$$PP_{BA} = 0,0017 \times G + 0,034 \times A + 0,145 \times S + 11,18 \quad (3)$$

де РП — рибопродуктивність, кг/га;

G — кількість перегною, що вноситься, кг/га;

S — кількість суперфосфату, що вноситься, кг/га;

A — кількість аміачної селітри, що вноситься, кг/га.

Рівень адекватності представлених рівнянь з достовірністю 0,9 був підтверджений в ході остаточної експериментальної перевірки, що дозволяє використовувати дані рівняння для розрахунку і прогнозування реальних значень рибопродуктивності коропа, білого товстолобика і білого амура за відповідного рівня інтенсифікаційних заходів.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

У ході досліджень з прогнозування результатів вирощування рибопосадкового матеріалу коропових риб для вселення у природні водойми пониззя Дніпра було встановлено, що фізико-хімічні показники ставів не виходили за межі нормативних величин. Вода ставів мала низьку концентрацію біогенних елементів. У цілому гідрохімічний режим знаходився на задовільному рівні і не перешкоджав потенції росту риб в умовах експерименту.

Розвиток природної кормової бази забезпечував рибопосадковий матеріал необхідною кількістю основних кормових організмів і в цілому знаходився на задовільному рівні. Екологічні умови були придатними для росту і розвитку риб.

В результаті вирощування отримано якісний рибопосадковий матеріал коропових риб стандартної маси, який був життєстійким і придатним для подальшої зимівлі у природних водоймах пониззя Дніпра.

Залежність між показниками рибопродуктивності та кількістю внесення органічних і мінеральних добрив, а саме: перегною 509,1–5050,8 кг/га, аміачної селітри — 10,5–146,0 кг/га, суперфосфату — 11,2–42,8 кг/га, описується рівняннями: для коропа — $PP_K = 0,00618 \times G + 0,0655 \times A + 0,267 \times S + 0,00002 \times G \times A + 10,983$, для білого товстолобика — $PP_{BT} = 0,0206 \times G + 0,288 \times A + 0,00022 \times G \times A + 220,556$, для білого амура — $PP_{BA} = 0,0017 \times G + 0,034 \times A + 0,145 \times S + 11,18$, рівень адекватності яких з достовірністю 0,9 був підтверджений в ході остаточної експериментальної перевірки, що дозволяє використовувати дані рівняння для розрахунку рибопродуктивності коропових риб за відповідного рівня інтенсифікаційних заходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гринжевський М. В. Аквакультура України (організаційно-економічні аспекти) / Гринжевський М. В. — Львів : Вільна Україна, 1998. — 365 с.
2. Шерман І. М. Технологія виробництва продукції рибництва / І. М. Шерман, В. Г. Рілов — К. : Вища освіта, 2005. — 351 с.
3. Харитонов Н. Н. Биологические основы интенсификации прудового рыбоводства / Харитонов Н. Н. — К. : Наукова думка, 1984 — 196 с.
4. Просяный В. С. Опыт применения минеральных удобрений в прудовых хозяйствах Украинской ССР / В. С. Просяный // Применение минеральных удобрений в рыбоводных прудах. — К. : Урожай, 1969. — С. 6—9.
5. Винберг Г. Г. Удобрение прудов / Г. Г. Винберг, В. П. Ляхнович. — М. : Пищевая промышленность, 1965. — 272 с.
6. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. — Л. : Гидрометеиздат, 1973. — 262 с.
7. Кражан С. А. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства / С. А. Кражан, Л. И. Лупачева. — Львов : Редакционно-издательский отдел областного управления по печати, 1991. — 102 с.
8. Поліщук В. С. Методичний посібник для практичної підготовки по вивченню кормової бази риб за навчальної дисципліни «Гідробіологія» спеціальності 6.130.300 «Водні біоресурси» в аграрних закладах III–IV рівнів акредитації / В. С. Поліщук, Л. В. Борткевич. — Херсон : Колос, 2006. — 66 с.
9. Відомчі норми технологічного і будівельного проектування підприємств по вирощуванню товарної риби та відтворенню рибних запасів. — К. : Укррибпроект, 2000. — 142 с.

REFERENCES

1. Hrynzhivs'kyi, M. V. (1998). *Akvakul'tura Ukrainy (orhanizatsiyno-ekonomichni aspekty)*. L'viv : Vil'na Ukrainyana.
2. Sherman, I. M., & Rylov, V. H. (2005). *Tekhnolohiya vyrobnytstva produktsiyi rybnytstva*. Kyiv : Vyshcha osvita.
3. Kharytonova, N. N. (1984). *Byolohycheskye osnovy intensyfykatsyy prudovoho rybovodstva*. Kyiv: Naukova dumka.
4. Prosyanny, V. S. (1969). Opyt prymeneniya mineral'nykh udobreniy v prudovykh khoziaystvakh Ukrainskoy SSSR. *Primenenie mineral'nykh udobreniy v rybovodnykh prudakh*. Kyiv : Urozhay, 6-9.
5. Vinberh, H. H., & Liakhnovich, V. P. (1965). *Udobrenie prudov*. Moskva : Pishchevaya promyshlennost'.
6. Alekin, O. A., Semenov, A. D., & Skopintsev, B. A. (1973). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushy*. Leningrad : Gidrometeoizdat.
7. Krazhan, S. A., & Lupacheva, L. I. (1991). *Estestvennaya kormovaya baza vodoemov i metody ee opredeleniya pri intensivnom vedenii rybnoho khoziaystva*. Lvov : Redaktsyonno-izdatel'skyy otдел oblastnoho upravleniya po pechati.
8. Polishchuk, V. S., & Bortkevych, L. V. (2006). *Metodychnyy posibnyk dlya praktychnoyi pidhotovky po vyvchennyu kormovoyi bazy ryb za navchal'noyi*

dystsypliny Hidrobiolohiya spetsial'nosti 6.130.300 Vodni bioresursy v ahrarnykh zakladakh III–IV rivniv akredytatsiyi. Kherson : Kolos.

9. Vidomchi normy tekhnolohichnoho i budivel'noho proektuvannya pidpryyemstv po vyroshchuvannyu tovarnoyi ryby ta vidtvorennyu rybnykh zapasiv. (2000). Kyiv : Ukrrybproekt.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА КАРПОВЫХ РЫБ (*CYPRINIDAE*) ДЛЯ ВСЕЛЕНИЯ В ВОДОЕМЫ НИЗОВЬЯ ДНЕПРА

Ю. Н. Лошкова, alkhimova@ukr.net, Херсонский государственный аграрный университет, г. Херсон

В. Ю. Шевченко, shevchenco@ksau.kherson.ua, Херсонский государственный аграрный университет, г. Херсон

Цель. Усовершенствовать технологию выращивания двухлеток карповых рыб путем составления математических уравнений прогнозирования результатов выращивания рыбопосадочного материала карповых рыб в прудах, в частности зависимости рыбопродуктивности от уровня интенсификационных мероприятий.

Методика. Исследования основаны на теоретических, экспериментальных и лабораторных методах, принятых в рыбохозяйственных, физико-химических и гидробиологических исследованиях.

Результаты. Исследованиями установлено, что предложенные нами математические уравнения позволяют определить показатели результатов выращивания карпа, белого толстолобика и белого амура как рыбопосадочного материала для вселения в естественные водоемы низовья Днепра. Использование математических уравнений, в которых учтено применение интенсификационных мероприятий (органические удобрения, представленные перегноем, и минеральные удобрения, представленные аммиачной селитрой и суперфосфатом), дает возможность прогнозировать рыбопродуктивность выростных прудов.

Научная новизна. Получена математическая модель прогнозирования эффективности выращивания двухлеток карповых рыб в условиях применения определенных технологических факторов, в частности органических и минеральных удобрений.

Практическая значимость. Полученная математическая модель дает возможность прогнозировать возможную эффективность выращивания двухлеток карповых рыб в условиях применения определенных технологических факторов.

Ключевые слова: карповые рыбы, двухлетки, органические удобрения, минеральные удобрения, рыбопродуктивность.

PREDICTION OF THE RESULTS OF CYPRINID FISH (*CYPRINIDAE*) SEED CULTIVATION FOR STOCKING IN THE LOWER DNIEPER RESERVOIRS

Yu. Loshkova, alkhimova@ukr.net, Kherson State Agricultural University, Kherson

V. Shevchenko, shevchenco@ksau.kherson.ua, Kherson State Agricultural University, Kherson

Purpose. To improve the technology of growing age-1+ carp by constructing mathematical equations for predicting the results of cyprinid fish seed growing in ponds, including the level of fish productivity depending on the level of intensification measures.

Methodology. The study is based on theoretical, experimental and laboratory methods approved for fisheries, physical, chemical and hydrobiological studies.

Findings. The studies demonstrated that the proposed mathematical equations allow determining the parameters of the results of the growing of common carp, silver carp, and grass carp as fish seeds for stocking them in natural water bodies of the lower Dnieper. The hydrobiological regime was at the satisfactory level and ensured the necessary quantity of fish juveniles with feed organisms.

As a result of the cultivation, we received high quality fish seeds with body weight of over 100 g that met the standards. The obtained age-1+ fish are viable in the future and can survive wintering in natural water bodies.

The dependence between the parameters of fish productivity of common carp, silver carp and grass carp, and the amount of compost applied at ratio of 500–5050 kg/ha of ammonium nitrate in the range 10–150 kg/ha of superphosphate within 10–40 kg/ha was described by mathematical equations.

The study found that our proposed mathematical equation can determine the performance results of the cultivation of common carp, silver carp and grass carp as fish seeds for stocking them in natural water bodies of the lower Dnieper. The application of the mathematical equations, which takes into account the use of intensification measures (organic fertilizers, as compost and fertilizers like ammonium nitrate and superphosphate), makes possible to predict fish productivity in ponds.

Originality. A mathematical model of the efficiency of growing age-1+ cyprinids under special conditions of the application of certain technological factors, and technical factors, including organic and mineral fertilizers, was developed.

Practical value. The developed mathematical model gives an opportunity to predict the probable effectiveness of growing age-1+ cyprinids under the conditions of the use of certain technological factors.

Keywords: cyprinids, age-1+ fish, organic fertilizer, fertilizer, fish productivity.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СТИМУЛЯТОРІВ НЕРЕСТОВОГО СТАНУ В УМОВАХ ШТУЧНОГО ВІДТВОРЕННЯ СТЕРЛЯДІ (*ACIPENSER RUTHENUS* L.)

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

О. С. Поплавська, lenusik921-5@mail.ru, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

В. М. Шумова, v.m.life@ukr.net, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

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

Мета. Дослідження ефективності заміни традиційного для осетрівництва, але дефіцитного і високовартісного препарату осетрових гіпофізів на його коропові аналог та на препарати, які стимулюють власну гонадотропну функцію гіпофізу плідників стерляді при одержанні потомства цього виду риб в умовах аквакультури.

Методика. Дослідження проведено за науковою тематикою НУБіП України протягом 2013–2015 рр. в умовах навчально-науково-виробничої лабораторії рибництва кафедри аквакультури (інкубцех і рибницька установка із замкнутим водопостачанням). Контролем в експерименті щодо порівняльної оцінки ефективності використання різних стимуляторів нерестового стану плідників стерляді за штучного відтворення цієї риби слугував препарат Reproginol (порошок ацетонованих гіпофізів осетрових риб у капсулах по 50 мг). Дослідний варіант 1 — препарати ацетонованих гіпофізів карася і сазана (не більше 1,5 років від заготівлі). Дослідний варіант 2 — експериментальний синтетичний стимулятор нерестового стану риб Vadilen-2 (розробник препарату — доцент кафедри аквакультури НУБіП України Коваленко В.О.). Збір і опрацювання матеріалів експериментів здійснювали за загальноприйнятими у рибництві стандартними методами досліджень.

Результати. Встановлено стимулюючий вплив препарату Vadilen-2 на гонадотропну функцію гіпофізу плідників стерляді і перехід риб з 4-ї на 5-ту стадію зрілості. Підібрано ефективні дози препарату Vadilen-2 за температури води в межах 13–15°C для самиць і самців стерляді — 0,8–1,0 і 0,5–0,6 мг на 1 кг маси плідника відповідно. Відзначено, що самиці стерляді, яких утримували у басейнах рециркуляційної установки, за відсутності сезону зимівлі показали значно гірші результати в інкубаційній кампанії, ніж риби, яких взимку утримували у воді з температурою, характерною для природних водойм. Підтверджено можливість заміни препарату осетрових гіпофізів на його коропові аналоги за штучного відтворення стерляді та доцільність використання препарату «Танін» як речовини для знеклеювання ікри.

Наукова новизна. Вперше в Україні проведено порівняльну оцінку і доведено ефективність використання препаратів різного походження і характеру стимулюючого впливу для індукції нерестового стану у плідників стерляді за її штучного відтворення.

Практична значимість. Одержані результати рекомендовано для виробничого впровадження на підприємствах осетрової аквакультури. Матеріали розробки також будуть використані для навчально-методичних посібників з підготовки фахівців рибної галузі в Національному університеті біоресурсів і природокористування України за напрямом підготовки «Водні біоресурси та аквакультура» і за спеціальністю «Водні біоресурси» (спеціалізація «Осетрівництво»).

Ключові слова: стерлядь, гіпофіз, Vadilen-2, нерестовий стан, ікра, сперма, танін, запліднення, інкубація.

© В. О. Коваленко, О. С. Поплавська, В. М. Шумова, М. Ю. Симон, 2015

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Одержання у достатній кількості доброякісної ікри та сперми від плідників є одним з проміжних завдань в процесі штучного відтворення риб. Найбільше проблем на цьому етапі виникає під час стимулювання самиць і самців для досягнення ними нерестового стану. При цьому важливу роль відіграють достатня кількість і доброякісність маточного матеріалу. Особливо актуальне це завдання для осетрівництва, адже стан більшості популяцій осетрових риб критичний, і вирішити проблему кількості плідників та їх якості заготівлею риби в природних водоймах неможливо [1, 2].

Висока цінність плідників осетрових видів риб зумовлена ще й тим, що переважна більшість їх стає статевозрілою у віці від шести років і більше. Тому питомі витрати, пов'язані з формуванням і утриманням племінного поголів'я цих риб, значно вищі, ніж, наприклад, у товарному коропівництві. Ці обставини зумовлюють потребу особливо бережного поводження з маточним матеріалом осетрових риб і його раціонального використання [3–5].

Чинна нормативна база технології штучного відтворення осетрових риб була сформована у сучасному вигляді, переважно, до початку 90-х років минулого сторіччя. З того часу у світовій аквакультурі відбувся значний прогрес як у поглибленні теоретичних основ технології відтворення риб, так і в розвитку матеріально-технічної бази рибництва. Деякі види осетрових риб, які в процесі розроблення технологічних нормативів штучного відтворення перебували на початкових стадіях domestикації (зокрема, стерлядь і сибірський осетер), були адаптовані до умов культивування упродовж тривалого штучного відбору. Отже, є потреба в уточненні нормативної бази для культивування таких видів риб.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Заміна традиційного, але дефіцитного і дорогого, осетрового гіпофізу на доступні і дешеві синтетичні стимулятори нерестового стану плідників — один із шляхів удосконалення технології штучного відтворення осетрових риб. Донедавна робота в цьому напрямі обмежувалась застосуванням для ін'єкцій осетровим риbam препарату «Сурфагон», що є синтетичним аналогом люліберину, однак для стерляді цей препарат виявився недостатньо ефективним [6, 7]. У подальшому для стимулювання осетрових риб в процесі штучного відтворення стали користуватись багатокомпонентними препаратами «Ovopel» (осетровий), «Нерестин-5» і «Нерестин-7» [8–10]. Однак, даних про досвід використання угорського препарату «Ovopel» на осетрових господарствах України немає, а препарат російського виробництва «Нерестин» у модифікаціях 5 і 7, хоча і використовується у вітчизняному осетрівництві, є досить дорогим, і ціна на нього щороку зростає.

Мета роботи — дослідити ефективність заміни традиційного, але дефіцитного і високовартісного, препарату осетрових гіпофізів на його коропові аналоги та на препарати-стимулятори гонадотропної функції гіпофізу плідників риб за одержання потомства стерляді в умовах аквакультури.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проведено у 2013–2015 рр. за науковою тематикою Національного університету біоресурсів і природокористування України (завдання НДР: «Удосконалити методи відтворення та культивування цінних об'єктів у ставовій та індустріальній аквакультури») на базі навчально-науково-виробничої лабораторії рибництва кафедри аквакультури НУБіП України, смт Немішаїве Бородянського району Київської області.

Матеріал для проведення досліджень — плідники стерляді 7–9-річного віку та їх статеві продукти (ікра і сперма).

Маточне стадо стерляді Немішаївської рибдільниці сформоване із мальків, завезених влітку 2006 р. з рибгоспу «Миронівка» ПАТ «Донрибкомбінат».

Предмет досліджень — порівняльна ефективність використання заміників препарату осетрових гіпофізів за штучного відтворення стерляді.

Одержання потомства стерляді проводили за традиційною технологією штучного відтворення осетрових риб, з використанням методу прижиттєвого взяття ікри у самиць осетрових риб [11, 12]. Схема дослідів упродовж 3-х років досліджень суттєво не змінювалась. Контролем був препарат «Reproginol» (порошок ацетонованих гіпофізів осетрових риб у капсулах по 50 мг). Дослідний варіант 1 — препарат гіпофізів корокових риб (у 2013 і 2015 рр. — карасевий, у 2014 р. — сазанячий). Дослідний варіант 2 — експериментальний стимулятор нерестового стану риб Vadilen-2 (розробник препарату — доцент кафедри аквакультури НУБіП України Коваленко В. О.).

Кожного року експеримент було проведено протягом двох турів, з використанням наявної кількості статевозрілих плідників та різних доз препаратів (табл. 1).

Таблиця 1. Схема дослідження з випробувань різних стимуляторів нерестового стану стерляді

Варіант досліджу	Кількість плідників за статтю і дози препаратів по роках											
	2013 р.				2014 р.				2015 р.			
	♀♀, екз.	доза*	♂♂, екз.	доза*	♀♀, екз.	доза*	♂♂, екз.	доза*	♀♀, екз.	доза*	♂♂, екз.	доза*
1 тур												
Контроль	3	5,0	3	2,5	4	4,0	-	-	5	3,5	4	2,5
Дослід 1	3	5,0	3	2,5	4	5,0	8	2,5	5	5,0	4	3,5
Дослід 2	3	1,2	3	0,6	4	0,9	-	-	5	1,0	4	1,0
2 тур												
Контроль	4	3,5	3	1,8	-	-	-	-	2	3,0	-	-
Дослід 1	4	3,5	-	-	4	4,5	6	2,3	3	4,5	3	3,0
Дослід 2	4	0,9	3	0,5	6	0,8	-	-	3	0,9	3	0,9

Примітка: * — загальна доза препаратів вказана у мг сухої речовини гіпофізів на 1 кг маси тіла плідника, для препарату Vadilen-2 — у мл/кг.

Розчин препарату згідно з варіантом досліджу вводили внутрішньом'язово: самицям — за два прийоми (співвідношення доз — 20% : 80%, інтервал між

ін'єкціями — 12 год.), самцям — одноразово, за 2–4 години до другої ін'єкції самицям. При приготуванні суспензії препаратів гіпофізів для ін'єкції рибам в контролі і досліді-1 до її складу вводили антибіотик «Пеніцилін» з розрахунку 25 тис. МО на 1 плідника, незалежно від маси тіла.

Збір експериментальних матеріалів проведено з використанням загальноприйнятих методів досліджень у рибництві.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Формування стада стерляді проводили протягом трьох етапів. Упродовж перших двох років рибу вирощували у Немішаївській рибдільниці в басейнах ПЦА-2 і ЛПЛ-2, встановлених у приміщенні інкубеху. У подальшому, впродовж 2008–2012 рр., ремонтний матеріал утримували в садках ПП «Осетер», встановлених в акваторії водопостачального каналу Трипільської ТЕС (м. Українка Обухівського району Київської області).

Стадо плідників, сформоване протягом 2013–2014 рр., утримувалось у басейнах УЗВ. Вода для інкубеху надходить із ставів рибдільниці, розташованих в руслі р. Топірець (табл. 2).

Таблиця 2. Параметри якості води водопостачального ставу Немішаївської рибдільниці НУБіП України у 2013–2015 рр.

Показник	Од. виміру	Факт			Нормовані значення показників якості води джерела водопостачання*
		квітень 2013 р.	листопад 2014 р.	травень 2015 р.	
Водневий показник (рН)	од.	7,85	8,39	8,23	7,0–8,0
Перманганатна окислюваність	мг О/дм ³	6,5	16,02	13,15	До 15,0
Амонійний азот (NH ₄ ⁺)	мг N/дм ³	1,60	**	**	До 0,5
Нітратний азот (NO ₃ ⁻)	мг N/дм ³	0,57	1,34	0,3	До 2,0
Нітритний азот (NO ₂ ⁻)	мг N/дм ³	0,05	**	0,04	До 0,1
Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻)	мг/дм ³	119,56	189,0	**	До 400,0
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	88,32	109,1	164,6	До 200,0
Хлориди (Cl ⁻)	мг/дм ³	50,62	83,2	85,31	До 150,0
Фосфати (PO ₄ ³⁻)	мг P/дм ³	0,25	**	**	До 0,3
Залізо загальне (Fe _{заг.})	мг/дм ³	0,22	0,03	0,14	До 1,0
Кальцій (Ca ²⁺)	мг/дм ³	57,72	69,7	**	До 150
Магній (Mg ²⁺)	мг/дм ³	13,12	37,5	**	До 30
Твердість загальна	мг-екв./дм ³	3,96	4,83	5,06	5,0–7,0

Примітки: * — Стандарт організацій України (СОУ 05.01-37-385:2006). Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми;

** — не визначали.

Вода в джерелі водопостачання є гідрокарбонатно-сульфатною і містить значну кількість органічної речовини. Однак, за основними показниками якості вона відповідає технологічним вимогам для розведення осетрових риб.

У 2013 р. за допомогою візуальної оцінки та методу біопсії було відібрано 24 самці і 29 самиць. У 21 екз. самиці ооцити мали значення коефіцієнта поляризації ядра у межах 0,09–0,12, що свідчило про можливість позитивної відповіді риб на гормональну стимуляцію.

Маса семирічок стерляді становила у межах: самиць — 0,75–1,6 кг, самців — 1,0–2,0 кг. Риб мітили проціоновим барвником, розчин якого вводили під шкіру у визначених за варіантами досліді місцях на черевці (табл. 3).

Таблиця 3. Результати досліджень 2013 р.

Варіант	Маса самиці, кг	Час від 2-ї ін'єкції до відбору ікри	Кількість ікри				Відносна робоча плодючість, шт. ікр./кг
			г			шт.	
			1 порція	2 порція	разом		
1 тур (25–27 квітня 2013 р.), температура води — 13°C							
Контроль	1,2	18 год. 05 хв.	55	25	80	10240	8533
	1,2	19 год. 25 хв.	Ікру не відбирали, бо при підрізанні яйцеводів самиця була травмована				
	1,6	19 год. 20 хв.	135	40	175	22400	14000
Дослід 1	1,4	18 год. 25 хв.	105	40	145	18560	13257
	1,3	18 год. 20 хв.	115	38	153	19584	15064
	1,35	18 год. 00 хв.	65	42	107	13696	10145
Дослід 2	1,6	18 год. 20 хв.	120	45	165	21120	13200
	1,0	20 год. 20 хв.	45	30	75	9600	9600
	1,3	19 год. 30 хв.	Ікру не відбирали, бо при підрізанні яйцеводів самиця була травмована				
2 тур (1–2 травня 2013 р.), температура води — 18–18,5°C							
Контроль	1,2	11 год. 10 хв.	80*	38	118	15104	12587
	1,3	11 год. 15 хв.	85	35	120	15360	11815
	1,15	10 год. 55 хв.	95	42	137	17536	15248
	1,5	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
Дослід 1	1,2	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	1,4	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	1,0	12 год. 00 хв.	80	32	112	14336	14336
	0,75	10 год. 30 хв.	65*	24	89	11392	15189
Дослід 2	1,2	14 год. 00 хв.	50	37	87	11136	9280
	1,0	14 год. 20 хв.	45	33	78	9984	9984
	1,0	14 год. 30 хв.	40	28	68	8704	8704
	0,95	13 год. 15 хв.	Ікру не відбирали, бо при підрізанні яйцеводів самиця була травмована				

Примітка: * — ікра частково перезріла.

Як видно з таблиці, у першому турі всі самиці позитивно реагували на фізіологічну стимуляцію нерестового стану. Овуляцію ікри у них фіксували в інтервалі від 18,0 до 20,5 годин після 2-ї ін'єкції. Відбір ікри проводили двічі, з інтервалом 60–90 хв. Для штучного осіменіння використовували лише першу порцію ікри через малу кількість інкубаційних апаратів.

Дві самиці були травмовані, тому ікру в них не відбирали. У решти семи самиць за перший раз було взято від 55 до 120 г візуально доброякісної ікри, за другий — від 25 до 45 г ікри. Відносна робоча плодючість за сумою двох разів відбору ікри склала від 8,5 до 15,1 тис. шт. ікринок на 1 кг маси тіла самиці. Таку різницю для риб одного віку можна пояснити різноякісністю самиць за розмірами і вгодованістю через їх утримання у садках за великої густоти посадки упродовж трьох попередніх років.

Через низьку продуктивну якість лише чотири самці з дев'яти своєчасно віддали сперму: два — з групи контролю і по одному — з дослідних груп. Кількість сперми, отриманої у самців, становила від 5 до 12 мл, консистенція була від напівпрозорої, кольору сироватки, до молочно-білої з блакитним відтінком. Незважаючи на різну консистенцію, частка спермій з прямолінійно-поступальним рухом у всіх пробах становила в середньому 80%, з коливаннями значення від 70 до 90%.

Ікру, отриману у першому турі (640 г), осіменили і знеклеїли таніном (0,7 г препарату на 1 л чистої води, перемішування упродовж 45–50 секунд). Інкубування ікри проводили в апаратах Вейса.

У другому турі дев'ять самиць з дванадцяти позитивно реагували на фізіологічну стимуляцію їх нерестового стану: три з чотирьох — у контролі, дві з чотирьох — у досліді 1 і чотири з чотирьох — у досліді 2. Дозрівання риб після другої ін'єкції було більш розтягнутим, ніж у першому турі: від 10,5 до 14,5 годин. За перший раз було відібрано від 40 до 95 г ікри від однієї самиці. Одна риба була травмована і ікру в неї не брали. Дві самиці були з частково перезрілою ікрою, по одній з контролю і досліді 1. За другий раз було взято від 24 до 42 г ікри від самиці. Відносна робоча плодючість самиць склала від 8,7 до 15,2 тис. ікринок на 1 кг маси їх тіла.

У цьому турі три самці з шести своєчасно дозріли і віддали від 4,5 до 8 мл доброякісної сперми: один — з групи контролю, два — з досліді 2 (у цьому турі групу дослід 1 не формували через малу кількість статевозрілих самців). Оскільки дозрівання самиць було розтягнутим у часі, а кількість дозрілих самців — мала, сперму від них брали повторно. У другій порції, відібраній через 6 годин після першої, отримали від 4 до 6 мл доброякісної сперми.

На інкубування у другому турі заклали 540 г ікри.

За результатами інкубаційної кампанії 2013 р. і підрощування молоді впродовж 30-ти діб було отримано близько 1500 екз. однограмових мальків стерляді. Низький вихід молоді з ікри зумовлений недостатньо доброякісною водою, яка надходила в інкубаційні апарати і басейни з личинками із водопостачального ставу (в окремі дні вміст кисню у воді опускався до 3,5 мг О₂/л).

У квітні–травні 2014 р. було проведено другу серію дослідів. Для досліджень використовували як вперше дозрілих восьмирічок стерляді, завезених наприкінці березня із садків ПП «Осетер», так і плідників такого ж віку, яких упродовж року утримували в басейнах УЗВ. Частину з цих риб вже залучали до робіт з інкубації у 2013 р.

Через наявність двох груп риб, однакових за віком, але отриманих з різних джерел (садкове господарство і УЗВ), на додаток до основного завдання дослідження, було перевірено реакцію самиць, яких утримували в різних умовах передінкубаційного періоду, на фізіологічну стимуляцію. Так, риби, завезені з садків, пройшли повноцінну зимівлю в умовах природної сезонної динаміки змін температури води. Самиці з УЗВ утримувались у басейнах з температурою води, яка в міжінкубаційний період коливалась у межах від 9 до 24°C. Тобто, ці риби фактично не мали періоду зимівлі. Крім того, утримання риб у закритому приміщенні із штучним освітленням не дало змоги риbam відстежувати зміну сезонів року за зміною тривалості світлового дня. Через це виникло припущення щодо можливого різного рівня підготовленості садкових і басейнових самиць до робіт зі штучного відтворення. Перше підтвердження цьому отримали за результатами розрахунку значень коефіцієнта поляризації ядер (далі в тексті скорочено — $K_{\text{ПЯ}}$) в ооцитах самиць за різних умов міжсезонного утримання (табл. 4).

Таблиця 4. Величини $K_{\text{ПЯ}}$ у самиць стерляді різного походження

Походження риби	Кількість риб, екз.	Величина $K_{\text{ПЯ}}$, од.	
		$M \pm m$	$C_v, \%$
Садки ПП «Осетер»	20	$0,09 \pm 0,003$	15,1
Басейни УЗВ Немішаївської рибдільниці	20	$0,05 \pm 0,007$	56,1

Як видно з таблиці, самиці з садків за ступенем готовності до штучного відтворення відрізнялися меншою мірою, ніж самиці з басейнів УЗВ. В біопсійних пробах гонад більшості самиць з першої групи ооцити перебували на 4-й стадії зрілості. Ікринки мали овальну або трохи грушоподібну форму з добре вираженою плямою круглої форми на анімальному полюсі. Ооцити самиць другої групи мали в пробах значну розбіжність за ступенем зрілості: від незрілих клітин з показником $K_{\text{ПЯ}}$ 0,15 і вище до перезрілих, з $K_{\text{ПЯ}}$ 0,04 і менше, з ознаками резорбції, що і зумовило високу варіабельність за цим показником самиць із басейнів УЗВ.

Плідників риб з обох груп було розподілено на дві партії за рівнем готовності до штучного відтворення, щоб використати в інкубації у два тури, і помічено барвниками. В першу групу відібрали самиць, ооцити яких мали значення $K_{\text{ПЯ}}$ від 0,05 до 0,1, у другу — від 0,11 до 0,13. Риб з показником $K_{\text{ПЯ}}$, меншим 0,04 (перезрілі самиці з басейнів УЗВ) або більшим за 0,13, посадили в басейни УЗВ на утримання до наступного сезону робіт з відтворення. Маса риб становила: самиці — 0,78–2,3 кг, самці — 0,7–1,65 кг. Дозу експериментального препарату Vadilen-2 скоригували за результатами експерименту, проведеного у 2013 р.

Результати дослідження з порівняльної оцінки впливу на стерлядь різних препаратів, проведеного у 2014 р., представлено в табл. 5.

Таблиця 5. Результати досліджень 2014 р.

Варіант	Група самиць	Маса самиць, кг	Час від 2-ї ін'єкції до відбору ікри	Кількість ікри				Відносна робоча плодючість, шт. ікр./кг
				г			шт.	
				1 порція	2 порція	разом		
1 тур (28–30 квітня 2014 р.), температура води — 13–14°C								
Кон-троль	садки	1,345	19 год. 00 хв.	65	45	110	12980	9651
	садки	1,490	19 год. 55 хв.	60	35	95	11210	7524
	УЗВ	1,450	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	УЗВ	2,320	18 год.15 хв.	115	55	170	20060	8646
Дослід 1	садки	1,835	18 год. 45 хв.	115	40	155	18290	9967
	садки	1,540	19 год. 20 хв.	85	35	120	14160	9194
	УЗВ	1,330	18 год. 00 хв.	80	40	120	14160	10647
	УЗВ	1,300	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
Дослід 2	садки	1,295	18 год. 20 хв.	70	25	95	11210	8656
	садки	1,465	20 год. 20 хв.	85	30	115	13570	9263
	УЗВ	1,450	19 год. 30 хв.	Ікра перезріла				
	УЗВ	1,380	20 год. 20 хв.	95	35	130	15340	11115
2 тур (8–10 травня 2014 р.), температура води — 14–15,5°C								
Дослід 1	С	1,310	16 год. 50 хв.	70	35	105	12390	9458
	С	1,130	15 год. 30 хв.	65	25	90	10620	9398
	УЗВ	1,020	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	УЗВ	0,980	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
Дослід 2	С	1,045	14 год. 40 хв.	50	35	85	10030	9598
	С	1,220	15 год. 20 хв.	65	35	100	11800	9672
	С	1,170	15год. 00 хв.	55	35	90	10620	9077
	С	1,130	14 год. 00 хв.	45	35	80	9440	8354
	УЗВ	1,360	14 год. 30 хв.	80	40	120	14160	10412
	УЗВ	1,120	Самиця не відреагувала на стимуляцію					

Як видно з таблиці, у першому турі дев'ять самиць з дванадцяти дозріли і віддали доброякісну ікру. Не відреагували на фізіологічну стимуляцію нерестового стану по одній самиці з груп контролю і досліді 1. Одна самиця з групи дослід 2 виявилась з перезрілою ікрою. Слід відзначити, що всі самиці, які не дали доброякісної ікри, були з групи риб, яких утримували в басейнах УЗВ. Відносна робоча плодючість самиць за сумою двох порцій ікри складала від 7,5 до 11,1 тис. шт. ікринок на 1 кг маси їх тіла, причому у самиць з басейнів УЗВ за цим показником була перевага — в середньому 10,2 тис. шт. ікринок на 1 самицю проти 9,35 тис. шт. у садкової риби.

У самців, яким робили одноразові ін'єкції препарату гіпофізів сазана, п'ять риб з восьми своєчасно віддали сперму, кількість якої становила від 8 до 15 мл, колір — від напівпрозорого блакитно-сірого до молочно-білого.

В другому турі сім самиць з десяти позитивно відреагували на ін'єкції: дві з чотирьох — на препарат гіпофізів сазана, п'ять з шести — на «Vadilen-2». Не відреагували риби, яких упродовж року утримували в басейнах УЗВ. Вони мали ознаки наявності перезрілої ікри.

Також було отримано доброякісну сперму у п'яти самців з шести, в об'ємі від 4 до 12 мл.

В дослідженнях 2015 р. були використані дев'ятирічки стерляді з числа риб, яких утримували в басейнах УЗВ. Приміщення інкубатору в зимовий сезон 2014–2015 рр. не опалювали з економічних причин, тому температура води в басейнах у грудні–лютому була в межах 4–7°C, що забезпечило риbam зимівлю за температурного режиму води, характерного для природних водойм. Результати дослідження представлено в таблиці 6.

Таблиця 6. Результати досліджень 2015 р.

Варіант	К _п станом на 03.02.15	Маса самиці, кг	Час від 2-ї ін'єкції до відбору ікри	Кількість ікри				Відносна робоча плодючість, шт. ікр./кг
				г			шт.	
				1 порція	2 порція	разом		
Кон- троль	1 тур (3–5 травня 2015 р.), температура води — 14–15°C							
	0,10	1,450	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,08	0,820	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,07	1,100	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,07	1,120	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,09	1,100	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
Дослід 1	0,12	1,070	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,05	0,835	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,08	0,850	17 год. 50 хв.	100	10	110	12650	14882
	0,07	1,285	17 год. 55 хв.	185	25	210	24150	18794
	0,08	0,860	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
Дослід 2	0,11	0,740	17 год. 20 хв.	90	20	110	12650	17095
	0,07	0,935	17 год. 40 хв.	130	20	150	17250	18449
	0,07	1,265	17 год. 00 хв.	100	25	125	14375	11364
	0,08	0,890	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,05	0,935	19 год. 50 хв.	140	20	160	18400	19679
Кон- троль	2 тур (11–13 травня 2015 р.), температура води — 15–16°C							
	0,10	1,065	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,11	0,450	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
Дослід 1	0,13	0,760	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,07	1,050	Самиця не відреагувала на стимуляцію					
	0,09	0,680	19 год. 30 хв.	135	15	150	17250	25368
Дослід 2	0,09	1,890	21 год. 50 хв.	190	25	215	24725	13082
	0,11	1,215	22 год. 30 хв.	130	45	175	20125	16564
	0,12	0,640	20 год. 15 хв.	85	15	100	11500	17969

Як видно з таблиці, у 2015 р. жодна з семи самиць з групи контролю (п'ять — у першому турі, дві — у другому) не відреагували на ін'єкцію препарату «Reproginol». Так само не дозріли після ін'єкції цього препарату і самці. Єдиною імовірною причиною цього може бути лише недоброякісність препарату «Reproginol» з останньої партії, оскільки в 2013–2014 рр. препарат був доброякісним.

У першому і другому турах самиці з групи дослід 2 за рівнем позитивної реакції на стимуляцію нерестового стану переважали таких з групи дослід 1: у першому турі чотири самиці з п'яти віддали доброякісну ікру проти двох самиць з п'яти у групі дослід 1, а в другому турі всі риби у групі дослід 2 дозріли і віддали овульовану ікру проти однієї з трьох самиць у групі дослід 1. Слід зазначити, що суттєво зросла відносна плодючість самиць-дев'ятирічок у порівнянні зі значеннями цього показника для риб меншого віку.

У самців своєчасно дозріли і дали доброякісну сперму у першому турі по три особини з чотирьох у групах дослід 1 і дослід 2. У другому турі два самці з трьох у групі дослід 1 своєчасно дозріли, а у групі дослід 2 всі риби позитивно відреагували на стимуляцію їх нерестового стану.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Встановлено ефективність заміни дефіцитного високовартісного препарату осетрових гіпофізів для фізіологічної стимуляції плідників стерляді в умовах штучного відтворення їх, на замітники як природного походження (препарати гіпофізів коропових риб), так і синтетичні препарати (аналоги гонадоліберинів тварин).

Експериментальний препарат «Vadilen-2», який за характером впливу є стимулятором гонадотропної активності гіпофізу статевозрілих риб, показав найвищу ефективність стимулюючого впливу на плідників стерляді у порівнянні з препаратами осетрових і коропових гіпофізів в процесі штучного відтворення цієї риби. Крім того, цей препарат має низку додаткових переваг: зручність у користуванні (стерильний, готовий для ін'єкцій), стандартну активність, м'яку дію на риб, що перебувають на межі перезрівання. Рекомендована загальна доза препарату для самиць стерляді за температури води в межах 13–15°C складає від 0,9 до 0,8 мл/кг маси тіла, одноразова для самців — 0,5–0,7 мл/кг.

Препарат коропових гіпофізів незначно поступався за стимулюючим впливом на плідників стерляді у порівнянні з препаратом осетрових гіпофізів.

Самиці стерляді, яких утримували в умовах відсутності сезону зимівлі (басейни УЗВ), показали значно гірші результати в інкубаційній кампанії, ніж риби після проведеної зимівлі. Значна частина риб першої групи мали порушення репродуктивного циклу, що підтверджує висновки інших дослідників щодо потреби організації штучної зимівлі для маточного стада осетрових риб, яких утримують в умовах статичного температурного режиму води.

Препарат «Танін» у розведенні 0,7 г на 1 л чистої води при перемішуванні з ікрою упродовж 45–50 секунд ефективно позбавляє ікру стерляді від клейкості.

Перспективними вважаються більш глибокі дослідження щодо ефективності заміни препарату осетрових гіпофізів на його коропові аналоги та на стимулятори гонадотропної активності гіпофізу плідників в процесі штучного відтворення осетрових риб, з оцінкою ефекту цієї заміни на стадіях їх розвитку в період раннього онтогенезу та підготовки практичних рекомендацій виробництву.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мильштейн В. В. Осетроводство / Мильштейн В. В. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. — 151 с.
2. Баранникова И. А. Проблема сохранения осетровых в современный период / И. А. Баранникова, С. И. Никоноров, А. Н. Белоусов // Осетровые на рубеже XXI века : Междунар. конф. : тез. докл. — Астрахань, 2000. — С. 7—9.

3. Виноградов В. К. Новые концептуальные подходы к проблеме развития осетрового хозяйства России / В. К. Виноградов // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : II Междунар. науч.-практ. конф. : матер. докл. — Астрахань, 2001. — С. 11—16.
4. Стан запасів осетрових риб та розвиток осетрової аквакультури в Україні / О. М. Третяк, Б. О. Ганкевич, О. М. Колос [та ін.] // Рибогосподарська наука України. — 2010. — № 4. — С. 4—22.
5. Поплавская Е. С. Методические подходы к формированию маточных стад осетровых видов рыб в хозяйствах аквакультуры / Е. С. Поплавская // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : XVIII Междунар. науч.-практ. конф., 28-29 мая 2015 г., г. Горки : матер. докл. — Горки : БГСХА, 2015. — С. 200—204.
6. Гончаров Б. Ф. Синтетический аналог люлиберина – новый перспективный стимулятор созревания половых продуктов осетровых рыб / Б. Ф. Гончаров // Доклады АН СССР. — 1984. — Т. 276, № 4. — С. 1002—1006.
7. Подушка С. Б. Вариабельность в чувствительности производителей стерляди к сурфагону / С. Б. Подушка // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : II Междунар. науч.-практ. конф. : матер. докл. — Астрахань : Нова, 2001. — С. 29—30.
8. Евгениуш Б. Использование препарата Ovopel в индустриальном рыбоводстве Польши / Б. Евгениуш, В. Костылев // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития : Междунар. науч.-практ. конф. : матер. докл. — Екатеринбург, 2003. — С. 29—31.
9. Коваленко В. О. Досвід використання в Україні синтетичного гонадотропного препарату «Нерестин-5» при відтворенні стерляді в промисловому масштабі / В. О. Коваленко, А. В. Куліш // Рибне господарство.— 2006. — Вип. 65. — С. 41—48.
10. Основные результаты испытаний препаратов серии «Нерестин» при искусственном воспроизводстве рыб в 2006 году / Н. Н. Мотлох, В. А. Коваленко, Д. П. Лисник [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2006. — № 12. — С. 15—30.
11. Чебанов М. С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / Чебанов М. С., Галич Е. В., Чмырь Ю. Н. — М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2004. — 136 с.
12. Подушка С. Б. Прижизненное получение икры у осетровых рыб / С. Б. Подушка // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири : Всерос. науч.-практ. конф., Тюмень, 1996 г. : тезисы докл. — Тюмень, 1996. — С. 115—116.
13. Досвід отримання потомства стерляді (*Acipenser ruthenus* L.) в лабораторії рибництва кафедри аквакультури НУБіП України / В. О. Коваленко, Р. В. Кононенко, В. М. Шумова [та ін.] // Зб. наук. праць Вінницького НАУ. — 2013. — Вип. 5 (78). — С. 140—148. — (Серія: Сільськогосп. науки).
14. Поплавська О. С. Проблеми і шляхи удосконалення технології штучного відтворення стерляді / О. С. Поплавська, В. О. Коваленко // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології : VII Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., 10-13 вер. 2014 р., Мелітополь-Бердянськ : матер. доп. — Херсон : Гринь Д.С., 2014. — С. 194—197.

REFERENCES

1. Milshtein, V. V. (1982). *Osetrovodstvo*. Moskva : Legkaja i pischevaja promishlennost.
2. Barannikova, I. A., Nikonorov, S. I., & Belousov, A. N. (2000). Problema sohraneniya osetrovih v sovremenniy period. *Osetroviye na rubeje XXI veka: Mezhdunar. konf.* Astrakhan, 7-9.
3. Vinogradov, V. K. (2001). Novie kontseptualnie podhodi k problem razvitiya osetrovogo hozjaistva Rossii. *Akvacul'tura osetrovikh rib: dostizheniya i perspektivi razvitiya: II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Astrakhan, 11-16.
4. Tretyak, O. M., Gankevich, B. O., Kolos, O. M., & Yakovleva, T. V. (2010). Stan zapasiv osetrovih rib ta rozvitok osetrovoi akvacul'turi v Ukraini. *Ryboghospodarsjka nauka Ukrainy*, 4, 4-22.
5. Poplavska, E. S. (2015). Metodicheskie podhodi k formirovaniyu matochnih stad osetrovih vidov rib v hozjajstvakh akvacul'turi. *Aktualnije problem intensivnogo razvitiya dgivotnovodstva: XVIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: materialy dokl.* Horky, 200-204.
6. Goncharov, B. G. (1984). Sinteticheskiy analog luliberina — noviy perspektivniy stimulator sozrevaniya polovikh produktov osetrovikh rib. *Doklady AN SSSR*, 276, 4, 1002-1006.
7. Podushka, S. B. (2001). Variabelnost v chuvstvitelnosti proizvozhiteley sterljadi k surfagonu. *II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Astrakhan, 29-30.
8. Evgeniush, B., & Kostilev, V. (2003). Ispol'zovaniye preparata Ovopel v industrial'nom ribovodstve Pol'shi. *Sovremennoye sostoyaniye ribovodstva na Urale i perspektivi ego razvitiya: Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: materialy dokl.* Ekaterinburg, 29-31.
9. Kovalenko, V. O., & Kulish, A. V. (2006). Dosvid vikoristannya v Ukraini sinteticheskogo gormonal'nogo preparatu Nerestin-5 pri vidtvorenni sterljadi v promisl'ovomu mashtabi. *Ribne gospodarstvo*, 65, 41-48.
10. Motlokh, N. N., Kovalenko, V. A., Lisnik, I. V., Rachev, E. I., & Vedrashko, A. I. (2006). Osnovniye rezultaty ispitaniy preparatov serii Nerestin pri iskusstvennom vosproizvodstve rib v 2006 godu. *Rybovodstvo i rybnoye hozjajstvo*, 12, 15-30.
11. Chebanov, M. S., Galich, E. V., & Chmir, U. N. (2004). *Rukovodstvo po razvedeniyu i viraschivaniyu osetrovokh rib*. Moskva : FGNU Rosinformagrotekh.
12. Podushka, S. B. (1996). Pridjiznennoye polucheniye ikri u osetrovikh rib. *Biologicheskoye resursy i problem razvitiya akvakul'turi na vodojomakh Urala i Zapadnoy Sibiri: Vseros. nauch.-prakt. konf.: tezisy dokl.* Tjumen, 115-116.
13. Kovalenko, V. O., Kononenko, R. V., Shumova, V. M., & Onischuk, Y. V. (2013). Dosvid otrimannya potomstva sterljadi *Acipenser ruthenus L.* v laboratorii ribnitstva kafedri akvakul'turi NUBiP Ukraini. *Zb. nauk. prats Vinnitskogo NAU*, 5 (78), 140-148.
14. Poplavska, O. S., & Kovalenko, V. O. (2014). Problemy i shlyakhi udoskonalennya tekhnologii shuchnogo vidtvorennya sterljadi. *Suchasni problemy teoretichnoyi i praktichnoyi ikhtiologii: VII Midgnar. ikhtiol. nauk.-prakt. konf.: materialy dopovidey*. Kherson, 194-197.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНЫХ СТИМУЛЯТОРОВ НЕРЕСТОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* L.)

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

Е. С. Поплавская, lenusik921-5@mail.ru, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

В. Н. Шумова, v.m.life@ukr.net, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

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

Цель. Исследование эффективности замены традиционного для осетроводства, однако дефицитного и дорогостоящего препарата осетровых гипофизов на его карповый аналог и на препараты, стимулирующие собственную гонадотропную функцию гипофиза производителей стерляди при получении потомства этого вида рыб в условиях аквакультуры.

Методика. Исследования проведены по научной тематике НУБиП Украины в 2013–2015 гг., в условиях учебно-научно-производственной лаборатории рыбоводства кафедры аквакультуры (инкубex и рыбоводная установка с замкнутым водоснабжением). Контролем в эксперименте по сравнительной оценке эффективности использования разных стимуляторов нерестового состояния производителей стерляди при искусственном воспроизводстве этой рыбы служил препарат Reproginol (порошок ацетонированных гипофизов осетровых рыб в капсулах по 50 мг). Опытный вариант 1 — препараты ацетонированных гипофизов караса и сазана (не более 1,5 лет от заготовки). Опытный вариант 2 — экспериментальный синтетический стимулятор нерестового состояния рыб Vadilen-2 (разработчик препарата — доцент кафедры аквакультуры НУБиП Украины Коваленко В.А.). Сбор и обработку материалов экспериментов проводили по общепринятым в рыбоводстве стандартным методам исследований.

Результаты. Установлено стимулирующее влияние препарата Vadilen-2 на гонадотропную функцию гипофиза производителей стерляди и переход рыб с 4-й на 5-ю стадию зрелости. Подобраны эффективные дозы препарата Vadilen-2 при температуре воды в пределах 13–15°C для самок и самцов стерляди — 0,8–1,0 и 0,5–0,6 мг на 1 кг массы производителя соответственно. Отмечено, что самки стерляди, которых содержали в бассейнах рециркуляционной установки, при отсутствии сезона зимовки показали значительно худшие результаты в инкубационной кампании, чем рыбы, которых зимой содержали в воде с естественной температурой. Подтверждена возможность замены препарата осетровых гипофизов на его карповые аналоги при искусственном воспроизводстве стерляди и целесообразность использования препарата «Танин» для обесклеивания икры.

Научная новизна. Впервые в Украине проведена сравнительная оценка и доказана эффективность использования препаратов разного происхождения и характера стимулирующего влияния для индукции нерестового состояния у производителей стерляди при их искусственном воспроизводстве.

Практическая значимость. Полученные результаты рекомендованы для производственного внедрения на предприятиях осетровой аквакультуры. Материалы разработки также будут использованы для учебно-методических пособий по подготовке специалистов рыбной отрасли в Национальном университете биоресурсов и природопользования Украины по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» и по специальности «Водные биоресурсы» (специализация «Осетроводство»).

Ключевые слова: стерлядь, гипофиз, Vadilen-2, нерестовое состояние, икра, сперма, танин, оплодотворение, инкубация.

EFFICIENCY EVALUATION OF USING DIFFERENT SPAWNING INDUCERS IN THE CONDITIONS OF ARTIFICIAL REPRODUCTION OF STERLET (*ACIPENSER RUTHENUS L.*)

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

O. Poplavska, lenusik921-5@mail.ru, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

V. Shumova, v.m.life@ukr.net, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

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

Purpose. To study the efficiency of replacing the preparation of sturgeon hypophyses, which is traditional for sturgeon culture but scarce and expensive, with its carp analogue as well as with preparations, which induce own gonadotrophic function of brood sterlet hypophysis when producing offspring in aquaculture conditions.

Methodology. The research was performed in the framework of the NULES research theme for 2013–2015, in the conditions of the Fishery Academic, Research and Production Laboratory of the Aquaculture Department (hatching room and fish culture facility with closed water supply in Nemishaev, Borodianka district, Kyiv region). The control in the experiment on a comparative evaluation of the efficiency of different spawning inducers for artificially reproduced sterlet was Reproginol (powder of acetoned sturgeon hypophysis in 50 mg capsules). The experimental variant 1 included acetoned hypophyses of Prussian carp and common carp (no older than a year and half since their collection). The experimental variant 2 is experimental synthetic fish spawning inducer Vadilen-2 (the developer of the preparation is Kovalenko V. O., assistant professor of the Aquaculture Department of the NULES of Ukraine). Collection and processing of experiment data were performed using conventional aquaculture research methods.

Findings. It was found that Vadilen-2 produced inducing effect on the gonadotrophic function of sterlet hypophysis and transition from the 4th to the 5th stage of maturation. The effective doses of Vadilen-2 with water temperature of 13–15°C for sterlet females and males were 0.8–1.0 and 0.5–0.6 mg per 1 kg of brood fish, respectively. We observed that sterlet females, which were kept in basins of the recirculated water facility, showed worse results during incubation period when they missed winter period compared to fish, which were kept in the water with natural temperature in the winter. The possibility of replacing the preparation of sturgeon hypophysis with its carp analogue when artificially reproducing sterlet and the advisability of using tannin as a substance for eliminating egg adhesiveness has been justified.

Originality. For the first time in Ukraine, a comparative evaluation of using preparations of different origins as well as the nature of the stimulating effect on induction spawning condition in artificially reproduced sterlet was performed and its efficiency was proven.

Practical value. The obtained results are recommended to be implemented at enterprises of sturgeon aquaculture. The materials can also be used when writing academic and methodological manuals for training aquaculture specialists at the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine in the specialties of “Water biological resources and aquaculture” and “Water bioresources” (specialization “Sturgeon culture”).

Keywords: sterlet, hypophysis, Vadilen-2, spawning state, eggs, sperm, tannin, fertilization, incubation.

КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 3(33): 91-98

DOI: 10.15407/fsu2015.03.091

УДК [639.3.043.13:636.087.7]:639.371.52

ВПЛИВ ЗГОДОВУВАННЯ КОРМОВИХ ДОБАВОК NUPRO® І BIO-MOS® НА РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОЩУВАННЯ ДВОЛІТОК КОРОПА (CYPRINUS CARPIO CARPIO)

А. В. Ващенко, ichth-path@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Н. М. Матвієнко, matvienko@ifr.com.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Дослідити вплив кормових добавок NUPRO® і BIO-MOS® на результати вирощування дволіток коропа (*Cyprinus carpio* L.).

Методика. Дослідження впливу кормових добавок NUPRO® і BIO-MOS® на рибопродуктивні показники дволіток коропа нивківського лускатого внутрішньопородного типу проведені за загальноприйнятою методологією.

Досліди проводилися в умовах ДПДГ «Нивка» Інституту рибного господарства НААН протягом 3 місяців. Для досліджень використовувалися стави площею по 0,5 га, які були зарибнені однорічками коропа. Густота посадки становила 3,0 тис. екз./га.

Результати. Дослідженнями встановлено, що при згодовуванні дволіткам коропа збалансованого комбікорму рецепту ПКС 111-2/2/4, збагаченого кормовою добавкою NUPRO® в кількості 5%, а також BIO-MOS® (2%) підвищується інтенсивність їх росту в порівнянні з такою контрольною групою, якій згодовували комбікорм цього ж складу без добавок. Використання кормової добавки в складі комбікорму сприяє збільшенню приростів риби на 12,4% при використанні BIO-MOS® та на 57,3% — NUPRO®; збільшується також вихід риби відповідно на 2 і 4%. Також зменшуються витрати кормів, які склали відповідно 2,8 і 2,6 проти 3 кг/кг приросту риби в контролі.

Гідрохімічні показники в експериментальних ставках перебували в межах норми, температурний режим був оптимальним для росту і розвитку риб.

Отже, введення до складу раціону дволіток коропа цих кормових добавок сприяє отриманню додаткових приростів риби та більш ефективному використанню корму.

Наукова новизна. Вперше здійснено аналіз впливу введення до складу комбікорму кормових добавок NUPRO® і BIO-MOS® на продуктивні показники дволіток коропа нивківського лускатого внутрішньопорідного типу.

Практична значимість. З метою підвищення рибопродуктивності та зменшення витрат корму на вирощування запропоновано використовувати в годівлі дволіток коропа кормові добавки NUPRO® і BIO-MOS®.

Ключові слова: дволітки коропа, кормові добавки NUPRO® і BIO-MOS®, рибопродуктивність, витрати корму.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Одним з важливих чинників ефективного ведення рибного господарства, за якого його висока продуктивність поєднується з економічно виправданими витратами та високою харчовою цінністю рибної продукції, є науково

© А. В. Ващенко, Н. М. Матвієнко, 2015

обґрунтована годівля риби [1, 2]. Інтенсифікація ставового рибиництва передбачає використання збалансованих і економічно вигідних кормів для годівлі всіх вікових груп риби. Відомо, що потреби риби у поживних речовинах тісно пов'язані і залежать від їх виду, віку, сезону, маси тіла, вгодованості та суми чинників зовнішнього середовища.

Головним завданням у товарному рибистві є забезпечення максимальних приростів рибної продукції в найбільш короткі терміни. Особливо важливою є проблема забезпечення риби повноцінними кормами. Кожен об'єкт вирощування, виходячи з біологічних особливостей, для свого нормального існування потребує певної кількості і співвідношення повноцінного білка, жиру, вуглеводів і мінеральних речовин. Це означає, що необхідно використовувати такі корми, енергія яких у максимальній мірі забезпечувала б пластичний обмін у риби. Вирішення даного завдання здійснюється на підставі забезпечення харчових потреб риби [3, 4].

Науково обґрунтоване застосування вітамінних, мінеральних і ферментних препаратів у поєднанні з іншими біологічно активними речовинами дозволяє значно підвищити ефективність годівлі риби за рахунок збільшення доступності та перетравності поживних речовин корму.

Значна увага при цьому приділяється дослідженню дешевих кормових компонентів, що підвищують біологічну цінність штучних кормів риби. Основним чинником, що обмежує в даний час розвиток товарного рибиництва, є дефіцит і висока вартість білкових компонентів в складі повноцінних комбікормів. Одним з найбільш перспективних способів компенсації дефіциту кормового білка в раціонах риби є використання продуктів мікробіологічного синтезу [5].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

В останні роки важливою ділянкою досліджень є пошук альтернативних джерел білка для годівлі риби. Зокрема, заміна тваринного білку шляхом збільшення частки більш дешевих рослинних білків. Проте багато джерел рослинного білка мають деякі недоліки (низький вміст поживних речовин, високий вміст вуглеводів, низькі смакові якості, незбалансований вміст амінокислот та жирних кислот) [6].

Варіантами заміни тваринних білків є додавання кормових добавок BIO-MOS® і NUPRO®. Так в NUPRO® міститься велика кількість незамінних функціональних поживних речовин і близько 5% від сухої маси нуклеотидів. Додавання NUPRO® до складу корму атлантичного палтуса (*Hippoglossus hippoglossus*) і пікши (*Melanogrammus aeglefinus*) призвели до поліпшення відносної плодючості та виживання мальків на 20% [7].

Додавання добавок BIO-MOS® та NUPRO® до раціону мальків струмкової форелі позитивно вплинуло на загальну рибопродукцію та їх виживання [8].

Кормові добавки NUPRO® і BIO-MOS® використовують у складі кормів для

птиці, свиней, телят, корів, дрібних домашніх тварин і риб більше ніж у 80 країнах світу, де вони довели свою ефективність та безпеку в різних господарських і кліматичних умовах.

Ці кормові добавки науково — обґрунтовані і затверджені в Євросоюзі і США, (країнах з найбільш суворими правилами реєстрації кормових добавок та лікарських засобів), вони є безпечною альтернативою антибіотикам і слугують надійним інструментом контролю субклінічних інфекцій шлунково-кишкового тракту [9].

Кормова добавка BIO-MOS® — це продукт переробки клітинної стінки відібраного штаму дріжджів за допомогою використання унікальних технологій компанії Alltech®. Кормова добавка BIO-MOS® містить унікальний структурний комплекс маннаних олігосахаридів і специфічні маннопротеїни. Вона має три основні механізми дії: блокує колонізацію кишечника патогенними бактеріями, модулює імунну систему тварин, у тому числі і риб, модифікує морфологію їх кишечника [10].

Кормова добавка NUPRO® — продукт переробки дріжджів за оригінальною технологією компанії Alltech®. У природному екстракті дріжджів цієї кормової добавки містяться нуклеотиди, інозит (вітамін B₈), легкоперетравний білок з біологічно доступними амінокислотами та пептидами, глутамінова кислота, що поліпшує смакові властивості кормів. У ній міститься 45% високоперетравного протеїну з амінокислотами, що легко засвоюються [11].

Метою нашої роботи було надання наукового обґрунтування використанню кормових добавок NUPRO® і BIO-MOS® при вирощуванні дволіток нивківського коропа в ставових умовах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Досліди проводилися в ставових умовах ДПДГ «Нивка» Інституту рибного господарства НААН протягом 3 місяців (з 9 червня по 30 вересня). Для досліджень використовувалися стави площею по 0,5 га.

Стави були зарибнені однорічками коропа нивківського лускатого внутрішньопорідного типу. Густота посадки риб становила 3,0 тис. екз./га, за середньої стартової маси $23,2 \pm 5,7$ г, годівлю коропа проводили 6 разів на тиждень (крім неділі) двічі на добу — вранці і ввечері, за схемами нормованої годівлі [12].

Піддослідних риб у контрольному варіанті годували комбікормом рецепту ПКС 111-2/2/4, виготовленим на Дніпропетровському заводі рибних гранкормів.

У дослідних варіантах для годівлі риб використовували комбікорм рецепту ПКС 111-2/2/4 з додаванням до його складу 2% біологічно активної кормової добавки BIO-MOS® (I) та 5% кормової добавки NUPRO® (II). Кормові добавки вводили до складу кормів замість кормових дріжджів. Склад базового комбікорму представлений у табл. 1.

Таблиця 1. Склад і якісна характеристика комбікорму рецепту ПКС 111-2/2/4

Компоненти	%
Пшениця	35
Висівки пшеничні	38
Макуха соняшникова	10
Дріжджі кормові	5
Премікс	1
М'ясо-кісткове борошно куряче	8
Рибне борошно, с.п. 60	2
Якісні показники	
Сирий протеїн	29,79
Сира клітковина	5,69
Жир	5,45
Лізин	1,03
Метіонін + цистин	0,62
Кальцій	1,2
Фосфор	1,06
Натрій	0,07
Обмінна енергія, ккал/100 г	244,18

Гідрохімічні дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками [13].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Рибне господарство ДПДГ «Нивка» розташоване в зоні Українського Полісся. Цей район характеризується відносно спекотним літом і холодною зимою. Середньомісячна температура повітря протягом року позитивна і становить 6,6°C. Вегетаційний період в коропівництві господарства триває близько 160 днів. Переважаючими ґрунтами є торф'яністі, підзолисті піщані, тому природна кормова база ставів слаборозвинена [14]. Лабораторний контроль гідрохімічного режиму дослідних ставів показав, що температура води та вміст у ній розчиненого кисню були схильні до сезонних змін, але достовірно не відрізнялися в дослідних і контрольному ставах протягом усього сезону вирощування ($P < 0,05$). Температура води в ставах у червні становила 25,7–27,5°C, у серпні — 27,9–28,5°C, у вересні — 21,3–22,3°C. Насичення води киснем не опускалося нижче 84,2% від можливого насичення за даних температур води. Результати вирощування коропа представлені в табл. 2.

Таблиця 2. Рибогосподарські показники вирощування дволіток коропа (n=10, M±m)

Показники	Контроль (комбікорм)	Дослід 1 (комбікорм з додаванням BIO-MOS®)	Дослід 2 (комбікорм з додаванням NUPRO®)
Густота посадки риби, тис. екз/га	3	3	3
Початкова маса, г	23,2±1,43	23,2±1,125	23,2±1,065
Кінцева маса, г	354,5±9,41	398,3±10,28	557,7±13,62
Приріст, г/екз.	331,3	375,1	534,5
Рибопродуктивність, кг/га	815,0	967,8	1346,9
Вихід, %	82	86	84
Витрати корму на приріст, кг/кг	3,0	2,8	2,6
Витрати білка корму на приріст риби, кг/кг	0,894	0,834	0,773

У контролі, за кінцевої маси коропа, яка становить 354,5 г і виходу риби 82% від посаджених на вирощування, рибопродуктивність складала 815,0 кг з 1 га. Витрати корму в цьому варіанті дослідів становили 3,0 кг/кг приросту риби. Показники витрат білка корму на 1 кг вирощеної товарної продукції склали 0,894 кг, що більше, ніж в дослідних групах.

При введенні до раціону коропа 2% кормової добавки BIO-MOS® кінцева маса коропа складала 398,3 г, що на 43,8 г, або на 12,4% більше, ніж у контролі. Вихід риби в цьому варіанті дослідів був на 4% вищим, ніж у контролі. Це позначилось на величині рибопродуктивності, яка складала 967,8 кг/га. Витрати корму при цьому знизилися до 2,8 кг/кг приросту риби, проти 3,0 в контролі. Знизився і показник витрат білка на 1 кг приросту риби на 6,7%, склавши 0,834 кг/кг.

При введенні до раціону коропа 5% кормової добавки NUPRO® кінцева маса коропа в досліді складала 557,7 г, що на 203,2 г, або на 57,3% більше, ніж у контролі. Вихід риби в цьому варіанті дослідів був на 2% вищим, порівняно з контролем. Показник рибопродуктивності досягнув 1346,9 кг/га. Витрати корму знизилися до 2,6 кг/кг приросту риби, проти 3,0 в контролі. Нижчим на 13,5% також був і показник витрат білка на 1 кг приросту риби, і склав 0,773 кг/кг.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Введення до раціону дволіток коропа нивківського лускатого внутрішньопородного типу кормових добавок NUPRO® і BIO-MOS® в складі збалансованого комбікорму рецепту ПКС 111-2/2/4 підвищує інтенсивність їх росту порівняно з такою при використанні комбікорму без добавок. Використання цих кормових добавок в годівлі коропа сприяє збільшенню приростів риби на 12,4%, при використанні BIO-MOS®, та 57,3%, при використанні NUPRO®, збільшенню виходу риби на 2 і 4% відповідно, а також сприяє зменшенню витрат кормів які склали 2,8 і 2,6 відповідно проти 3 кг/кг приросту риби в контролі.

Отже, дані кормові добавки можна рекомендувати для отримання додаткових

приростів риби та підвищення ефективності використання корму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грициняк І. І. Науково-практичні основи раціональної годівлі риб / Грициняк І. І. — К., 2007. — 237с.
2. Гринжевський М. В. Оптимізація виробництва продукції аквакультури / М. В. Гринжевський, А. В. Пекарський. — К. : Поліграф Консалтинг, 2004. — 328 с.
3. Грициняк І. І. Обмін ліпідів у риб / Грициняк І. І., Смолянінов К. Б., Янович В. Г. — Львів : Тріада плюс, 2010. — 336 с.
4. Желтов Ю. А. Организация кормления разновозрастных групп карпа в фермерских рыбных хозяйствах / Желтов Ю. А. — К. : ИНКОС, 2006. — 285 с.
5. Fish meal, fish oil replacements in sea bream, sea bass diets need nutritional compensation / S. Ceulemans, P. Coutteau, A. Van Halteren [et al.] // Global Aquacult. Adv. — 2003. — Vol. 6 (1). — P. 46—51.
6. Spring P. Mycotoxins — a rising threat to aquaculture? / P. Spring, D. F. Fegan // Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries : Proceedings of Alltech's 21st Annual Symposium / [eds. T. P. Lyons, K. A. Jacques]. — Nottingham : University Press, 2005. — P. 323—332.
7. Gonzalez-Vecino J. L. Breakthrough in broodstock nutrition / J. L. Gonzalez-Vecino // Seafish Aquaculture: Marine Finfish News. — 2002. — № 1. — P. 4.
8. The effects of some fodder bioadditives on the Production performances of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) / A. Barbu, A. Șara, M. Bentea [et al.] // Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii, Timișoara. — 2009. — Vol. 42. — № 2. — P. 8—13.
9. Есенбаева К. С. Влияние кормовой добавки Био-Мос на продуктивность кроликов : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук / Е. С. Есенбаева. — Тюмень, 2005. — 42 с.
10. Достоевський П. П. Антибактеріальний препарат БІО-МОС / П. П. Достоевський // Здоров'я тварин і ліки. — 2007. — № 9. — С. 2—3.
11. Крук Ю. Эффективность применения НуПро в Польше / Ю. Крук // Фокус на птицеводство. — 2009. — № 3. — С. 2.
12. Желтов Ю. О. Методичні вказівки з проведення дослідів по годівлі риб / Ю. О. Желтов // Рибне господарство. — 2003. — Вип. 62. — С. 23—28.
13. Алекин О. А. Основы гидрохимии / Алёкин О. А. — Л. : Гидрометеиздат, 1970. — 440 с.
14. Фермерське рибництво / [Грициняк І. І., Гринжевський М. В., Третяк О. М. та ін.]. — К., 2008. — 556 с.

REFERENCES

1. Hrytsyniak, I. I. (2007). *Naukovo-praktychni osnovy racional'noi godivli ryb*. Kyiv.
2. Hrynzhhevskiy, M. V., & Pekarskiy, A. V. (2004). *Optimizacija vyrobnytva produkcii akvakulturi*. Kyiv : Poligraf Konsalting.
3. Hrytsyniak, I. I., Smolianinov, K. B., & Yanovych, V. G. (2010). *Obmin lipidiv u ryb*. Lviv : Triada pljus.
4. Zheltov, Ju. A. (2006). *Organizacija kormlenija raznovozrastnyh grupp karpa v fermerskih rybnyh hozjajstvah*. Kiev : INKOS.

5. Ceulemans, S., Coutteau, P., Van Halteren, A., & Robles Arozarena, R. (2003). Fish meal, fish oil replacements in sea bream, sea bass diets need nutritional compensation. *Global Aquacult. Adv.*, 6(1), 46-51.
6. Spring, P., & Fegan, D. F. (2005). Mycotoxins — a rising threat to aquaculture? Lyons, P., & Jacques, K. A. (Eds.). *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries: Proceedings of Alltech's 21st Annual Symposium (T)*, 323-332.
7. Gonzalez-Vecino, J. L. (2002). Breakthrough in broodstock nutrition. *Seafish Aquaculture: Marine Finfish News, 1 Summer*, 4.
8. Barbu, A., Șara, A., Bențea, M., & Alina, A. (2009). The effects of some fodder bioadditives on the Production performances of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii, Timișoara*, 42, 2.
9. Esenbaeva, K. S. (2005). Vliyanie kormovoj dobavki Bio-Mos na produktivnost' krolikov. *Extended abstract of candidate's thesis*. Tjumen'.
10. Dostoievskiy, P. P. (2007). Antybakterialnyi preparat BIO-MOS. *Zdorovia tvaryn i liky*, 9, 2-3.
11. Kruk, Ju. (2009). Jeffektivnost' primenenija NuPro v Pol'she. *Fokus na pticevodstvo*, 3, 2.
12. Zheltov, Ju. O. (2003). Metodychni vказivky z provedennia doslidiv po hodivli ryb. *Rybne hospodarstvo*, 62, 23-28.
13. Aljokin, O. A. (1970). *Osnovy gidrohimii*. Leningrad : Gidrometeoizdat.
14. Hrytsyniak, I. I., Hrynzhevskiy, M. V., & Tretiak, O. M., et al. (2008). *Fermerske rybnytstvo*. Kyiv.

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК NUPRO® И BIO-MOS® НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУХЛЕТОК КАРПА (*CYPRINUS CARPIO CARPIO*)

А. В. Ващенко, ichth-path@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
Н. Н. Матвиенко, matvienko@ifr.com.ua, Институт рыбного хозяйства НААН,
 г. Киев

Цель. Исследовать влияние кормовых добавок NUPRO® и BIO-MOS® на результаты выращивания двухлеток карпа (*Cyprinus carpio* L.).

Методика. Материалы по исследованию влияния кормовых добавок NUPRO® и BIO-MOS® на результаты выращивания двухлеток карпа нивчанского чешуйчатого внутривидового типа выполнены по общепринятой методологии.

Опыты проводились в прудовых условиях опытного хозяйства «Нивка» Института рыбного хозяйства в течение 3 месяцев. Для исследований использовались пруды площадью по 0,5 га, которые были зарыблены годовиками карпа при плотности посадки 3,0 тыс. экз./га.

Результаты. Исследованиями установлено, что при скармливании двухлеткам карпа комбикорма, обогащенного кормовыми добавками NUPRO® и BIO-MOS®, повышается интенсивность их роста по сравнению с таковой при кормлении рыб стандартным комбикормом рецепта ППС 111-2/2/4 без добавок. Использование этих кормовых добавок для скармливания способствует увеличению приростов рыбы на 12,4% (при использовании BIO-MOS® на 57,3% — добавки NUPRO®); увеличивается также выход рыбы на 2 и 4% соответственно. Также это привело к уменьшению затрат кормов на выращивание рыб до 2,8 и 2,6 по сравнению 3 кг/кг прироста рыб в контроле.

Гидрохимические показатели в экспериментальных прудах были в пределах нормы, температурный режим — оптимальным для роста и развития рыб.

Таким образом, данные кормовые добавки способствуют повышению приростов рыбы и более эффективному использованию корма.

Научная новизна. Впервые осуществлен анализ влияния введения в состав комбикормов кормовых добавок NUPRO® и BIO-MOS® при выращивании двухлеток карпа.

Практическая значимость. С целью повышения рыбопродуктивности и уменьшения затрат корма на выращивание предложено использовать в кормлении двухлеток карпа кормовые добавки NUPRO® и BIO-MOS®.

Ключевые слова: двухлетки карпа, кормовые добавки NUPRO® и BIO-MOS®, рыбопродуктивность, затраты корма.

THE EFFECT OF FISH FEEDING WITH ADDITIVES NUPRO® AND BIO-MOS® ON THE RESULTS OF THE REARING OF AGE-1+ CARP (CYPRINUS CARPIO CARPIO)

A. Vaschenko, ichth-path@ukr.net, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

N. Matvienko, matvienko@ifr.com.ua, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. To investigate the effect of feed fish with the additives NUPRO® and BIO-MOS® on the results of the rearing of age-1+ carp (*Cyprinus carpio* L.).

Methodology. The study of the effect of feeding fish with the additives NUPRO® and BIO-MOS® on the results of the rearing age-1+ carp (*Cyprinus carpio* L.) of "Nyvka" scaled intrabreed type were performed based on the conventional methodology.

The experiments were carried out in ponds condition of the research farm "Nyvka" of the Institute of Fisheries during 3 months. For the experiments, we used 0.5 ha ponds, which were stocked with age-1 carp. The stocking density was 3000 individuals per ha or 1500 individuals per pond.

Findings. The study demonstrated that feeding age-1+ carp with the balanced combined feed PKS 111 2/2/4 enriched with the food additives NUPRO® (5%) and BIO-MOS® (2%) increased the intensity of their growth compared to that in the control group of fish, which were fed with the combined feed of the same composition but without feed additives. Using these additives in the combined feed composition increased fish growth by 12.4% when BIO-MOS® was used and by 57.3% with NUPRO®. The fish output increased by 2% and 4%, respectively. Feed costs reduced by 2.8 and 2.6 versus 3 kg/ha in the control group.

All hydrochemical indices in the experimental ponds were within normal limits and temperature condition was optimal for fish growth and metabolism.

Therefore, adding these feed additives in age-1+ carp diet allows obtaining additional weight gain and more effective utilization of the feed used.

Originality. The analysis of the effect of adding the additives NUPRO® and BIO-MOS® into combined on productive parameters of age-1+ carp of "Nyvka" scaled intrabreed type was carried out for the first time.

Practical value. The feed additives NUPRO® and BIO-MOS® are recommended to be used when feeding age-1+ carp for increasing fish productivity and reducing feed costs.

Keywords: age-1+ carp, feed additives NUPRO® and BIO-MOS®, fish productivity, feed costs.

АКТИВНІСТЬ АМІНОТРАНСФЕРАЗ У ПЕЧІНЦІ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) ПІД ВПЛИВОМ ВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ

Л. П. Драган, dragan_l@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

М. І. Майстренко, irido1@bigmir.ru, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Г. А. Любченко, gannalb@yahoo.com, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Ю. П. Рудь, rud_yuriy@ifr.com.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Л. П. Бучацький, irido1@bigmir.ru, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Вивчення можливості застосування непрямого (експрес-) методу виявлення вірусу інфекційного панкреатичного некрозу форелі шляхом дослідження активності аспаратамінотрансферази і аланінамінотрансферази в печінці риб як найбільш чутливих ферментів для діагностики багатьох патологічних станів організму людини і тварин, пов'язаних з захворюванням печінки.

Методика. Визначення активності аспарат- (АсАТ-К.Ф.2.6.1.1) і аланін- (АлАТ-К.Ф.2.6.1.2) амінотрансфераз в печінці форелі здійснювали за методом Райтмана-Френкеля. Функціональний статус печінки також оцінювали за коефіцієнтом де Рітіса, що є інтегральним показником змін, зумовлених ступенем ураження цього органу.

Результати. Визначенням активності аспаратамінотрансферази і аланінамінотрансферази в печінці форелі виявлено значне підвищення активності цих ферментів під впливом вірусу інфекційного панкреатичного некрозу. За результатами проведених досліджень, найбільш інформативним є тест на визначення активності аланінамінотрансферази.

Наукова новизна. Вперше проведено оцінку впливу вірусу інфекційного панкреатичного некрозу на активність аспаратамінотрансферази і аланінамінотрансферази в печінці райдужної форелі.

Практична значимість. Зважаючи на простоту визначення активності амінотрансфераз, цей аналіз може стати ефективним експрес-методом виявлення вірусу інфекційного панкреатичного некрозу форелі в рибних господарствах.

Ключові слова: вірус інфекційного панкреатичного некрозу, аспаратамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза, форель.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вірусні інфекції риб, які виникають в процесі інтенсивного розвитку аквакультури, завдають великої шкоди цій галузі. Значного збитку при вирощуванні форелі завдає вірус інфекційного панкреатичного некрозу (IPNV). Природними господарями вірусу IPNV є лососеві риби. В організмі риб вірус викликає некротичні ураження підшлункової залози, а також накопичується в інших органах, таких як печінка, нирки, гонади, кишківник тощо. Вірусна інфекція в першу чергу впливає на функціональний стан печінки, оскільки вона

© Л. П. Драган, М. І. Майстренко, Г. А. Любченко, Ю. П. Рудь, Л. П. Бучацький, 2015

раніше інших органів реагує на дію зовнішніх і внутрішніх несприятливих чинників. У печінці, поряд з активними реакціями біосинтезу, постійно відбуваються активні процеси знешкодження та біоакмулювання різноманітних ксенобіотиків, у тому числі і вірусів [1]. Всі ці біохімічні зміни активно впливають на швидкість переамінування амінокислот у специфічних амінотрансферазних реакціях. Як відомо, основними субстратами для синтезу всіх протеїногенних амінокислот є піруват, оксалоацетат, α -кетолутарат та NH_4^+ [2, 3]. Перераховані кетокислоти та NH_4^+ утворюються у зворотніх реакціях, що каталізуються амінотрансферазами. Активність цих ферментів і напрямок реакцій залежить від швидкості утилізації утворювальних продуктів. Продукти реакцій трансамінування можуть використовуватись в багатьох метаболічних шляхах, об'єднуючи таким чином в єдине ціле білковий, вуглеводний, жировий обмін та цикл трикарбонових кислот (ЦТК).

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Враховуючи виняткову роль амінотрансфераз — аспартатамінотрансферази (АсАТ) і аланінамінотрансферази (АлАТ) — в обміні основних метаболітів клітини, визначення активності цих ферментів використовують як біохімічний індикатор фізіологічного статусу і клінічний індикатор стресового стану, який спричинений захворюванням або інтоксикацією тварин, у тому числі і риб [4–7].

Інформації про вплив IPNV на трансферазні процеси в інфікованих клітинах форелі в науковій літературі є недостатньою. Тому метою даної роботи було вивчення впливу цього вірусу на активність АсАТ і АлАТ в печінці риб як найбільш чутливих та значних ферментів під час багатьох патологічних станів організму.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для досліджень використовували цьоголіток райдужної форелі. Досліди зі штучного інфікування риб проводились у лабораторних умовах в акваріумах об'ємом 40 дм³ за температури води 9°C. Зараження IPNV проводили методом внутрішньочеревної ін'єкції. За джерело вірусу використовували вірусовмісну культуральну рідину, отриману з інфікованих культур клітин RTG-2 з ознаками яскраво вираженого ЦПД (90% ураження моношару). Вірусовмісну культуральну рідину попередньо очищували від зруйнованих клітин і вводили риbam в дозі 0,5 мл. Щоденно проводили реєстрацію поведінки риб, а в процесі розвитку захворювання аналізували клінічні, патологоанатомічні зміни і добову смертність. Для біохімічних аналізів використовували 10%-вий гомогенат печінки. Відбір матеріалу проводили на 5-ий, 12-ий і 22-ий дні після інфікування вірусом. Визначення активності аспартат- (АсАТ-К.Ф.2.6.1.1) і аланін- (АлАТ-К.Ф.2.6.1.2) амінотрансфераз в тканинах здійснювали за методом Райтмана-Френкеля [8]. Принцип методу базується на тому, що при додаванні 2,4-динітрофенілгідразину відбувається переамінування і утворення глютамінової та піровиноградної кислот (АсАТ) або глютамінової та щавелевооцтової кислот (АлАТ), і субстрат забарвлюється у відповідний колір, інтенсивність якого є прямопропорційною

активності ферменту. Отримані результати статистично опрацьовували за допомогою комп'ютерної програми «Statistica» для Windows.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз проведених досліджень засвідчує, що активність амінотрансфераз у клітинах печінки райдужної форелі значно змінюється в умовах ураження риб вірусом інфекційного панкреатичного некрозу. Зокрема, вже на п'яту добу після інфікування риб вірусом IPNV виявлено підвищення активності АсАТ у 1,87 рази порівняно з контролем (рис. 1).

Тенденція до зростання активності АсАТ спостерігалася і в подальший період досліджень. Так, на середину інфекційного періоду (12-й день) активність АсАТ була вищою у 2,59 рази відносно контрольних значень, а на 22-й день після інфікування — у 2,8 рази порівняно з контролем.

Рис. 1. Активність амінотрансфераз у печінці райдужної форелі за ураження вірусом IPNV

Відомо, що амінотрансферази, зокрема АсАТ, присутні як в цитоплазмі, так і в мітохондріях клітин еукаріотів, але основна частина активності АсАТ припадає на мітохондріальну форму — 85% ферменту знаходиться в мітохондріях. Оскільки мітохондрії є основними органелами, в яких відбувається метаболічне перетворення енергетичних субстратів (глюкози, жирних кислот, амінокислот) для утворення АТФ, то збільшення активності АсАТ може вказувати на дисфункцію на рівні мітохондрій клітин [9].

Враховуючи це, можна констатувати, що напрямок аспаратамінотрансферазних реакцій в умовах вірусної інфекції відбувається переважно в бік утворення кетокислот, забезпечуючи синтез глюкози (глюкогенез), яка необхідна в першу чергу для енергозабезпечення синтетичних процесів [3]. Отже, АсАТ відіграє важливу роль в синхронізації енергетичного та азотистого обміну, що здійснюється на рівні мітохондрій [10]. Як відомо [2], функціонування ферменту пов'язано з механізмами обміну азотистими та безазотистими речовинами між мітохондріальним матриксом і цитоплазмою. Аспаратамінотрансфераза, конкуруючи з цитратсинтазою за оксалоацетат, генерує ацетил-КоА, а за дефіциту цього продукту залишає цикл трикарбонових

кислот, генеруючи α -кетоглутарат. Подібне шунтування циклу Кребса шляхом переамінування підвищує внесок в окиснення бурштинової кислоти, здійснює суттєвий регуляторний вплив на використання вуглеводів в цитоплазмі і на включення в цикл жирних кислот.

Під час вірусного ураження печінки в першу чергу і найбільш значно в порівнянні з аспартатамінотрансферазою в організмі форелі змінюється активність аланінамінотрансферази. Так (рис. 1), у початковий період за інфекційного ураження риб вірусом IPNV рівень АлАТ зростає у 2,94 рази, в середині інфекційного періоду — у 6,97, а в кінці — у 9,76 рази в порівнянні з відповідними контрольними значеннями.

Слід зазначити, що ступінь підвищення активності амінотрансфераз свідчить про виразність цитолітичного синдрому, але не вказує на пряму глибину порушень власне функції органа [11, 12, 13].

Проведені дослідження вказують на те, що за умов дії вірусу IPNV у печінці риб активність АлАТ зростає в більшій мірі, ніж активність АсАТ. Подібна особливість пояснюється тим, що активність АлАТ зумовлюється більш швидким і масованим виходом цього ферменту із клітини і надходженням його в кров'яне русло. Виходячи з цього, можна констатувати, що визначення активності АлАТ є найбільш чутливим тестом в ранній діагностиці вірусного захворювання.

Про функціональний статус печінки за дії різних чинників, у тому числі і вірусів, також можна судити і за коефіцієнтом де Рітца (DR_r , співвідношення АсАТ/АлАТ), який використовується як інтегральний показник змін, зумовлених ступенем ураження органа [14]. Так, у початковий період за інфекційного ураження риб вірусом IPNV коефіцієнт DR_r складає 0,84, в середині — 0,49, в кінці — 0,38, що у 1,4 рази більше від показників контрольного значення (рис. 2).

Рис. 2. Значення коефіцієнта DR_r у печінці райдужної форелі за ураження вірусом IPNV

Підвищення коефіцієнта DR_r в умовах проведеного експерименту характерне для вірусних гепатитів, і може вказувати на активацію синтезу глюкози, яка необхідна для підтримки адекватного рівня в умовах вірусної інтоксикації і

визначає спрямованість метаболічних потоків у бік переважання катаболічних реакцій [15].

Отримані результати свідчать про те, що за дії вірусу IPNV в печінці риб активно проходять реакції переамінування між глютаміною кислотою та щавелевооцтовою, а також аланіном та α -кетоглутаровою кислотою. При цьому в клітинах накопичується піруват, оксалоацетат і α -кетоглутарат, які використовуються під час синтезу амінокислот і в реакціях глюконеогенезу [11, 16].

Отже, підвищення активності амінотрансфераз в організмі райдужної форелі під час вірусної інфекції зумовлене гепатотоксичною дією IPNV і глибокими змінами у печінці риб, що свідчить про включення адаптаційних механізмів, спрямованих на відновлення порушених обмінних процесів, а також про підвищення проникності клітинних мембран.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Зважаючи на простоту визначення активності аспартатамінотрансферази і аланінамінотрансферази, ці показники можуть стати додатковим методом діагностики інфекційного панкреатичного некрозу райдужної форелі в рибних господарствах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Livingstone D. R. Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms / D. R. Livingstone // Mar. Pollut. Bull. — 2001. — Vol. 42, № 8. — P. 656—666.
2. Кондрашова М. Н. Биохимия / Кондрашова М. Н. — 1991. — Вып. 56. — С. 388—406.
3. Lancien M. Enzyme redundancy and the importance of 2-oxoglutarate in higher plant ammonia assimilation / M. Lancien, P. Gjedal, M. Hodges // Plant Physiol. — 2000. — Vol. 123. — P. 817—824.
4. Engelhardt A. Biochemical investigations of Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* infected with *Proteocephalus neglectus* (Cestoda, Proteocephalidea) / A. Engelhardt, C. Mirle, K. G. Thiemann // Monatshefte für Veterinärmedizin. — 1991. — Bd. 46, № 1. — P. 23—27.
5. Luskova V. Enzyme activities in the blood plasma of brown trout, *Salmo trutta m. fario* during spawning / V. Luskova, S. Lusk // Folia Zool. — 1995. — Vol. 44, № 1. — P. 81—89.
6. Biochemical Phases in Embryonic Red Sea Bream Development / M. Seoka, K. Takii, O. Takaoka [et al.] // Fish. Sc. — 1997. — Vol. 63., № 1. — P. 122—127.
7. Activity and expression of aspartate aminotransferase during the reproductive cycle of a freshwater fish, *Clarias batrachus* / A. S. Srivastava, I. Oohara, T. Suzuki [et al.] // Fish Physiol. Biochem. — 1999. — Vol. 20, № 3. — P. 243—250.
8. Осадчая Л. М. Определение активности аминотрансфераз в тканях / Осадчая Л. М. // Методы биохимических исследований (липидный обмен) [ред. М. И. Прохорова]. — Л. : Изд-во Ленинград. ун-та, 1982. — С. 246—250.
9. Shulman G. E. The Biochemical ecology of marine fishes / Shulman G. E., Love R. M. // Advances in Marine Biology. — San Diego : Academic Press, 1999. — P. 36—351.

10. Biochem. Biophys. Res. Commun. / [Kondrashcova M. N., Gogvadze V. G., Medvedev B. I., Babsky A. M.]. — 1982. — Vol. 109. — P. 376—381.
11. Довідник лікаря ветеринарної медицини : справочне видання / П. І. Вербицький, П. П. Достоевський, В. О. Бусол; [ред. П. І. Вербицький, П. П. Достоевський]. — К. : Урожай, 2004. — 1280 с.
12. Дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація отриманих результатів : [метод. рекоменд. для студентів фак.-ту вет. медицини та слухачів Інституту післядипломного навчання керівників і спеціалістів вет. медицини] / Левченко В. І., Соколюк В. М., Безух В. М. та ін. — Біла Церква : [б. в.], 2002. — 56 с.
13. Фізико-хімічні, морфологічні та біохімічні дослідження крові сільськогосподарських тварин : метод. вказ. до практ. занять для студ. аграрного профілю за спец. 7.130501-ветеринарна медицина / Національний аграрний університет ; [уклад. Цвіліховський М. І., Погурський І. Г., Бондар В. О. [та ін.]. — К. : [б. в.], 2002. — 50 с.
14. Рощина О. В. Влияние природных и антропогенных факторов на активность ферментов сыворотки крови черноморских рыб (на примере морского ерша) : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук / О. В. Рощина. — Москва, 2010. — 25 с.
15. Биохимия и алкоголизм (VI): роль биохимических показателей плазмы крови в оценке метаболического статуса больных алкоголизмом / И. М. Рослый, С. В. Абрамов, М. Г. Водолажская [и др.] // Вопр. наркологии. — 2005. — № 1. — С. 59—68.
16. Комаров Ф. И. Биохимические исследования в клинике / Комаров Ф. И., Коровкин Б. Ф., Меньшиков В. В. — Элиста : Джангар, 2001. — 216 с.

REFERENCES

1. Livingstone, D. R. (2001). Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms. *Mar. Pollut. Bull.*, 42, 8, 656-666.
2. Kondrashova, M. N. (1991). *Biohimija*, 56, 388-406.
3. Lancien, M., Gjdal, P., & Hodges, M. (2000). Enzyme redundancy and the importance of 2-oxoglutarate in higher plant ammonia assimilation. *Plant Physiol.*, 123, 817-824.
4. Engelhardt, A., Mirle, C., Thiemann, K. G., & Engelhardt, A. (1991). Biochemical investigations of Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* infested with *Proteocephalus neglectus* (Cestoda, Proteocephalidae). *Monatshefte für Veterinärmedizin.*, Bd. 46, (1), 23-27.
5. Luskova, V., & Lusk, S. (1995). Enzyme activities in the blood plasma of brown trout, *Salmo trutta* m. *fario* during spawning. *Folia Zool.*, 44(1), 81-89.
6. Seoka, M., Takii, K., Takaoka, O., Nakamura, M., & Kumai, H. (1997). Biochemical Phases in Embryonic Red Sea Bream Development. *Fish. Sc.*, 63 (1), 122-127.
7. Srivastava, A. S., Oohara, I., Suzuki, T., & Singh, S. N. (1999). Activity and expression of aspartate aminotransferase during the reproductive cycle of a freshwater fish, *Clarias batrachus*. *Fish Physiol. Biochem.*, 20 (3), 243-250.

8. Osadchaja, L. M. (1982). *Opredelenie aktivnosti aminotransferaz v tkanjah : Metody biohimicheskikh issledovanij (lipidnyj i s obmen)*. Prohorova, M. I. (Ed.). Leningrad : Izd-vo Leningrad. un-ta.
9. Shulman, G. E., & Love, R. M. (1999). *The Biochemical Ecology of marine Fishes. Advances in Marine Biology*. San Diego : Acan.Press.
10. Kondrashcova, M. N., Gogvadze, V. G., Medvedev, B. I., & Babsky, A. M. (1982). *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 109, 376-381.
11. Verbic'kij, P. I., Dostoevs'kij, P. P., & Busol, V. O. (2004). *Dovidnyk likarja veterynarnoi medycyni*. Verbic'kij, P. I., & Dostoevs'kij, P. P. (Eds.). Kyiv : Urozhaj.
12. Levchenko, V. I., Sokoljuk, V. M., & Bezuh, V. M., et al. (2002). *Doslidzhennja krovi tvarin ta klinichna interpretacija otrimanih rezul'tativ: [metod. rekomend. dlja studentiv fak-tu vet. medicini ta sluhachiv Institutu pisljadiplomnogo navchannja kerivnikov i specialistiv vet. medicini]*. Bila Cerkva.
13. Cvilihovs'kij, M. I., Pogurs'kij, I. G., Bondar, V. O., Grishhenko, V. A., & Jakimchuk, O. M. (2002). *Fiziko-himichni, morfologichni ta biohimichni doslidzhennja krovi sil's'kogospodars'kih tvarin : metod. vkaз. do prakt. zanjat' dlja stud. agrarnogo profilju za spec. 7.130501-veterinarna medicina. Nacional'nij agrarnij universitet*. Kyiv.
14. Roshhina, O. V. (2010). *Vlijanie prirodnyh i antropogennyh faktorov na aktivnost' fermentov syvorotki krovi chernomorskih ryb (na primere morskogo ersha)*. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva.
15. Roslyj, I. M. Abramov, S. V., Vodolazhskaja, M. G., & Shuljak, Ju. A. (2005). *Biohimija i alkoholizm (VI): rol' biohimicheskikh pokazatelej plazmy krovi v ocenke metabolicheskogo statusa bol'nyh alkoholizmom. Vopr. narkologii*, 1, 59-68.
16. Komarov, F. I., Korovkin, B. F., & Men'shikov, V. V. (2001). *Biohimicheskie issledovanija v klinike*. Jelista : APP Dzhangar.

АКТИВНОСТЬ АМИНОТРАНСФЕРАЗ В ПЕЧЕНИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) ПОД ВЛИЯНИЕМ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Л. П. Драган, dragan_l@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

М. И. Майстренко, irido1@bigmir.ru, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

А. А. Любченко, gannalb@yahoo.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Ю. П. Рудь, rud_yuriy@ifr.com.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Л. П. Бучацкий, irido1@bigmir.ru, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Изучение влияния вируса инфекционного панкреатического некроза на активность аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в печени рыб как наиболее чувствительных ферментов при многих патологических состояниях организма.

Методика. Определение активности аспартат- (АсАТ-К.Ф. 2.6.1.1) и аланин- (АлАТ-К.Ф. 2.6.1.2) аминотрансфераз в печени форели осуществляли по методу Райтмана-Френкеля. Функциональный статус печени также оценивали по коэффициенту де Ритуса, который выступает в качестве интегрального показателя изменений, обусловленных степенью поражения этого органа.

Результаты. При определении аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в печени рыб выявлено значительное повышение активности этих ферментов под влиянием вируса инфекционного панкреатического некроза. По

результатам проведенных исследований, наиболее информативным является тест на определение активности аланинаминотрансферазы.

Научная новизна. Впервые проведена оценка воздействия вируса инфекционного панкреатического некроза на активность аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в печени радужной форели.

Практическая значимость. Учитывая простоту выполнения анализа определения активности аминотрансфераз, предложенный метод может стать эффективным экспресс-методом выявления вируса инфекционного панкреатического некроза в рыбных хозяйствах.

Ключевые слова: вирус инфекционного панкреатического некроза, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, форель.

AMINOTRANSFERASE ACTIVITY IN THE LIVER OF RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) UNDER VIRAL INFECTION

L. Dragan, dragan_l@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

M. Maistrenko, irido1@bigmir.ru, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

G. Lyubchenko, gannalb@yahoo.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Yu. Rud, rud_yuriy@ifr.com.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

L. Buchatsky, irido1@bigmir.ru, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To study the effect of the use of indirect (express-) method for the detection of infectious pancreatic necrosis virus of trout by investigating aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase activities in fish liver, as the most sensitive enzymes for the diagnostics of many pathological conditions of human and animal organisms associated with liver diseases.

Methodology. The determination of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase activities in trout liver was performed by Reitman-Frankel method. The functional status of liver was also evaluated using De Ritis coefficient (AST/ALT ratio), which serves as an integral index of the changes related to the degree of the damage of this organ.

Findings. The determination of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase activities in the liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) found out a considerable increase in the activity of these enzymes under the effect of the virus of infectious pancreatic necrosis. It is set that direction of aspartate aminotransferase reactions in the conditions of viral infection takes place mainly in the side of formation of keto-acids, providing the synthesis of glucose which is needed above all things for energetic supply of synthetic processes. The increase of activity of AsAT plays an important role in synchronization of energetic and nitrous exchange which is carried out at the level of mitochondrias. Increase of DeRitisa (DRr) coefficient in the conditions of our experiment characteristic for viral hepatitis and can specify on activating of synthesis of glucose which is needed for support of adequate level in the conditions of viral intoxication and determines the orientation of metabolic streams toward predominance of catabolytic reactions.

According to the results of the performed tests, the most informative was the test of the determination of alanine aminotransferase activity.

Originality. Evaluation of the effect of infectious pancreatic necrosis virus on aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase activities in the liver of rainbow trout was performed for the first time.

Practical value. Due to the simplicity of the implementation of the analysis of alanine aminotransferase activity, this method can become effective express-method for the diagnostics of trout infectious pancreatic necrosis virus in fish farms.

Keywords: infectious pancreatic necrosis virus, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, rainbow trout.

ВМІСТ ТА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЕТЕРИФІКОВАНОГО ХОЛЕСТЕРОЛУ ПЕЧІНКИ ТА ВІДТВОРНА ЗДАТНІСТЬ ПЛІДНИКІВ КОРОПА (*CYPRINUS CARPIO CARPIO*) ЗА РІЗНОГО РІВНЯ ВІТАМІНУ А В КОМБІКОРМІ

І. І. Грициняк, hrytsyniak@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ
Й. Ф. Рівіс, inagrokarpat@gmail.com, Інститут сільського господарства Карпатського
регіону НААН, с. Оброшине, Пустомитівський район, Львівська область
М. Б. Малетич, maletich21@ukr.net, Інститут сільського господарства Карпатського
регіону НААН, с. Оброшине, Пустомитівський район, Львівська область

Мета. Дослідження впливу підвищеної кількості вітаміну А в раціоні на жирнокислотний склад етерифікованого холестеролу печінки та відтворну здатність самиць і самців коропа.

Методика. Дослід проведено в переднерестовий період на трьох групах плідників коропа. Контрольна група коропів отримувала стандартний гранульований комбікорм. Дослідні групи додатково отримували в складі згадуваного комбікорму ретинілацетат.

Результати. Встановлено, що у печінці самиць і самців коропа дослідних груп, які в переднерестовий період в складі стандартного гранульованого комбікорму отримували додатково вітамін А в кількості 2500 і 5000 ІО/кг корму, зменшується вміст етерифікованого холестеролу. Одночасно в його жирнокислотному складі знижується рівень моновенасичених жирних кислот родини n-9, але підвищується рівень насичених жирних кислот з парною і непарною кількістю вуглецевих атомів у ланцюзі та поліненасичених жирних кислот родин n-6 і, особливо, n-3. У самиць коропа дослідних груп, яким у переднерестовий період у складі стандартного гранульованого комбікорму додатково згодовували вітамін А в кількості 2500 і 5000 ІО/кг корму, підвищувалась робоча та відносна плодючість, а у самців — об'єм сперми. При цьому зростає відсоток виходу личинок з ікри.

Наукова новизна. Уперше встановлено, що в печінці самиць і самців коропа, які в переднерестовий період в складі стандартного гранульованого комбікорму отримували підвищені кількості вітаміну А, зменшується вміст етерифікованого холестеролу. Одночасно в його жирнокислотному складі знижується рівень моновенасичених жирних кислот родин n-9, але підвищується — насичених жирних кислот з парною і непарною кількістю вуглецевих атомів у ланцюзі та поліненасичених жирних кислот родин n-6 і, особливо, n-3. У самиць коропа, яким у переднерестовий період у складі стандартного гранульованого комбікорму додатково згодовували вітамін А, підвищується робоча та відносна плодючість, а у самців — об'єм еякуляту. При цьому зростає вихід личинок з ікри.

Практична значимість. Вміст етерифікованого холестеролу та його жирнокислотний склад у печінці самиць і самців коропа прямо корелює з їх відтворною здатністю. Зокрема, у самиць коропа, у печінці яких зменшується вміст етерифікованого холестеролу, а в його жирнокислотному складі підвищується рівень поліненасичених жирних кислот, зростає робоча та відносна плодючість, а у самців — об'єм еякуляту. При цьому зростає показник відсотку виходу личинок з ікри, тобто збільшується плодючість плідників коропа.

Ключові слова: плідники коропа, печінка, етерифікований холестерол, жирнокислотний склад, відтворна здатність.

© І. І. Грициняк, Й. Ф. Рівіс, М. Б. Малетич, 2015

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Обмінні процеси в організмі та відтворна здатність ставових риб, зокрема коропів, значною мірою залежить від забезпечення їх потреби у вітамінах [3, 6]. Серед останніх особливе місце займає вітамін А [7, 9]. Він впливає на зорову, антиоксидантну та імунну функції організму риб. Крім того, вітамін А здійснює вплив на різні ланки обмінних процесів у організмі риб [4].

Вміст вітаміну А в крові, органах і тканинах риб, зокрема коропів, значно коливається залежно від його вмісту в раціоні [7]. Дефіцит вітаміну А в раціоні призводить до пригнічення обмінних процесів в організмі та відтворної здатності коропів [1].

Етерифікований холестерол в організмі є попередником багатьох речовин (жовчних кислот, 25-ОН-вітаміну D₃, стероїдних гормонів наднирників і статевих гормонів — естрогенів і андрогенів) [2]. У свою чергу, жирні кислоти етерифікованого холестеролу в організмі є джерелом енергії та низки біологічно активних речовин (простагландинів, тромбоксанів і лейкотреєнів) [8].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Невідомими до цього часу залишаються питання впливу ендогенного та екзогенного вітаміну А на жирнокислотний склад етерифікованого холестеролу печінки та відтворну здатність самиць і самців коропа.

Виходячи з цього, метою роботи було дослідження впливу підвищеної кількості вітаміну А в раціоні на жирнокислотний склад етерифікованого холестеролу печінки та відтворну здатність самиць і самців коропа.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослід проведено на ставах Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН.

Було сформовано три групи плідників любінського лускатого коропа (*Cyprinus carpio* L.) шестирічного віку (у кожній групі по десять самиць та самців). Кожна група риб утримувалася в ставах з незалежним водопостачанням, у яких періодично визначалася чисельність та біомаса природного корму — зообентосу. Коропи кожної групи щоденно впродовж одного місяця отримували стандартний гранульований комбікорм К 111-2 з розрахунку 4% від маси тіла. Перша група коропів була контрольною і отримувала комбікорм з додаванням до нього соняшникової олії в кількості 3%. Друга та третя групи коропів були дослідними, і додатково отримували в складі згадуваного комбікорму ретинілацетат (виробництва ЗАТ «Технолог» м. Умань). Останній додавався до комбікорму з такою ж кількістю соняшникової олії 2500 і 5000 ІО/кг вітаміну А відповідно.

Від досліджуваних плідників кожної групи в заводських умовах були отримані статеві продукти. В кожній групі у самиць визначалася абсолютна і відносна плодючість та вихід заплідненої ікри, а у самців — кількість сперми. Запліднена ікра інкубувалася в апаратах Вейса. Після декапітації чотирьох самиць і самців з

кожної групи для лабораторних досліджень були відібрані зразки печінки, в яких за відповідною методикою визначався вміст етерифікованого холестеролу та його жирнокислотний склад [5].

Отриманий експериментальний матеріал було опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента. Вираховувалися середні арифметичні величини (M), помилки середніх величин ($\pm m$) і вірогідність різниці між середніми величинами (p). Зміни вважалися вірогідними за $p < 0,05$. Для розрахунків використано стандартний пакет комп'ютерних статистичних програм Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Впродовж дослідів чисельність природного корму (зообентосу) у дослідних ставах перебувала в межах $87,3 \pm 2,60$ – $102,0 \pm 2,95$ тис. екз./м² ґрунтового дна (на глибину до 10 см), а його біомаса — $0,38 \pm 0,029$ – $0,57 \pm 0,074$ г/м² ґрунтового дна (на глибину до 10 см).

У печінці самиць і самців коропа дослідних груп, які в переднерестовий період в складі стандартного гранульованого комбікорму отримували додаткові кількості вітаміну А, порівняно з печінкою риб контрольної групи, що отримували комбікорм без добавок, зменшується вміст етерифікованого холестеролу (у самиць І та ІІ дослідних груп відповідно до $3,79 \pm 0,060$ ($p < 0,02$ – $0,05$) і $3,73 \pm 0,064$ ($p < 0,01$) проти $4,12 \pm 0,079$ г/кг сирової маси у контролі, у самців — відповідно до $3,53 \pm 0,087^*$ і $3,49 \pm 0,087^*$ проти $3,86 \pm 0,055$ г/кг сирової маси у контролі), що, ймовірно, пов'язано з його більшим перетворенням у відповідні похідні (жовчні кислоти, 25-ОН-вітамін D₃, стероїдні гормони наднирників і статеві гормони — естрогени та андрогени) [2].

Встановлено також, що в жирнокислотному складі етерифікованого холестеролу печінки самиць і самців коропа дослідних груп, які в переднерестовий період у складі стандартного гранульованого комбікорму отримували додаткові кількості вітаміну А, порівняно з жирнокислотним складом етерифікованого холестеролу печінки риб, що отримували комбікорм без добавок, підвищується рівень насичених жирних кислот (табл. 1 і 2). Він підвищується за рахунок жирних кислот з парною (у самиць І та ІІ дослідних груп відповідно до 18,31 і 18,28 проти 17,52% у контролі, у самців — відповідно до 18,35 і 18,28 проти 17,81% у контролі) та непарною (у самиць І та ІІ дослідних груп відповідно до 0,38 і 0,39 проти 0,34% у контролі, у самців — відповідно до 0,34 і 0,35 проти 0,30% у контролі) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу. Одночасно в жирнокислотному складі етерифікованого холестеролу печінки самиць і самців коропа дослідних груп, порівняно з жирнокислотним складом етерифікованого холестеролу печінки риб контрольної групи, зменшується вміст мононенасичених жирних кислот, але зростає — поліненасичених (табл. 1 і 2).

Вміст мононенасичених жирних кислот зменшується за рахунок жирних кислот родини n-9 (у самиць І та ІІ дослідних груп відповідно до 21,75 і 21,34 проти 27,76% у контролі, у самців — відповідно до 24,05 і 23,51 проти 30,47% у контролі). Вміст поліненасичених жирних кислот зростає за рахунок жирних кислот родин n-3 (у самиць І та ІІ дослідних груп відповідно до 34,94 і 35,24 проти 32,00% у контролі, у самців — відповідно до 33,80 і 34,16 проти 30,48% у контролі) і n-6 (у самиць І та ІІ дослідних груп відповідно до 23,49 і 23,58 проти

21,41% у контролі, у самців — відповідно до 22,37 і 22,59 проти 19,99% у контролі). При цьому, в жирнокислотному складі етерифікованого холестеролу печінки самиць і самців коропа дослідних груп, порівняно з жирнокислотним складом етерифікованого холестеролу печінки риб контрольної групи, підвищується відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6 (у самиць I та II дослідних груп відповідно до 0,33 і 0,33 проти 0,29 у контролі, у самців — відповідно до 0,32 і 0,32 проти 0,29 у контролі).

Таблиця 1. Жирнокислотний склад етерифікованого холестеролу печінки самиць коропа (%)

Жирні кислоти та їх код	Групи риб		
	Контрольна	I дослідна (2500 ІО віт. А в комбікормі)	II дослідна (5000 ІО віт. А в комбікормі)
Каприлова, 8:0	0,18±0,008	0,20±0,004*	0,22±0,005*
Капринова, 10:0	0,24±0,008	0,27±0,002***	0,27±0,002***
Лауринова, 12:0	0,34±0,010	0,37±0,002*	0,37±0,002*
Міристинова, 14:0	0,57±0,012	0,66±0,021*	0,67±0,018***
Пентадеканова, 15:0	0,34±0,010	0,38±0,002***	0,39±0,002***
Пальмітинова, 16:0	7,87±0,194	8,57±0,084*	8,64±0,073***
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,97±0,026	1,13±0,035*	1,17±0,037***
Стеаринова, 18:0	8,02±0,228	7,94±0,213	7,82±0,234
Олеїнова, 18:1	27,55±0,734	21,53±0,714*	21,11±0,701*
Лінолева, 18:2	12,53±0,362	13,84±0,090*	13,99±0,095***
Ліноленова, 18:3	9,81±0,259	10,86±0,121*	10,94±0,097***
Арахідова, 20:0	0,30±0,008	0,30±0,007	0,29±0,004
Ейкозаєнова, 20:1	0,21±0,006	0,22±0,006*	0,23±0,002*
Ейкозациєнова, 20:2	0,34±0,008	0,38±0,004***	0,39±0,002***
Ейкозатриєнова, 20:3	2,00±0,034	2,12±0,008*	2,13±0,006***
Арахідонова, 20:4	3,17±0,075	3,43±0,021*	3,45±0,017*
Ейкозапентаєнова, 20:5	6,23±0,290	6,62±0,070*	6,69±0,065*
Докозациєнова, 22:2	0,97±0,026	1,08±0,014*	1,10±0,013***
Докозатриєнова, 22:3	1,38±0,047	1,61±0,047*	1,64±0,036***
Докозатетраєнова, 22:4	2,40±0,057	2,64±0,027***	2,52±0,174*
Докозапентаєнова, 22:5	6,46±0,153	6,98±0,053*	7,07±0,052***
Докозагексаєнова, 22:6	8,12±0,239	8,87±0,042*	8,90±0,040*
Загальна кількість жирних кислот	100,00	100,00	100,00
у т. ч. насичені	17,86	18,69	18,67
мононенасичені	28,73	22,88	22,51
поліненасичені	53,41	58,43	58,82
n-3/n-6	1,49	1,48	1,49

Примітка: тут і далі * — $p < 0,02-0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$

Таблиця 2. Жирнокислотний склад естерифікованого холестеролу печінки самців коропа (%)

Жирині кислоти та їх код	Групи риб		
	Контрольна	I дослідна (2500 ІО віт. А в комбікормі)	II дослідна (5000 ІО віт. А в комбікормі)
Каприлова, 8:0	0,16±0,004	0,18±0,002*	0,18±0,002***
Капринова, 10:0	0,20±0,006	0,23±0,002***	0,23±0,002***
Лауринова, 12:0	0,29±0,008	0,32±0,002*	0,32±0,002***
Міристинова, 14:0	0,51±0,016	0,57±0,002*	0,57±0,002*
Пентадеканова, 15:0	0,30±0,008	0,34±0,002***	0,35±0,002***
Пальмітинова, 16:0	7,43±0,180	8,04±0,039*	8,12±0,042*
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,95±0,028	1,09±0,024***	1,11±0,019***
Стеаринова, 18:0	8,89±0,153	8,70±0,136	8,56±0,122
Олеїнова, 18:1	30,28±0,811	23,85±0,795*	23,30±0,803*
Лінолева, 18:2	11,60±0,357	13,00±0,119*	13,12±0,092***
Ліноленова, 18:3	9,43±0,272	10,43±0,091*	10,54±0,086***
Арахінова, 20:0	0,33±0,010	0,31±0,006	0,30±0,004
Ейкозаєнова, 20:1	0,19±0,004	0,20±0,006*	0,21±0,004*
Ейкозациєнова, 20:2	0,30±0,008	0,34±0,004***	0,34±0,002***
Ейкозатриєнова, 20:3	1,94±0,050	2,20±0,038***	2,22±0,037***
Арахідонова, 20:4	3,04±0,065	3,31±0,036*	3,34±0,041***
Ейкозапентаєнова, 20:5	5,66±0,328	6,42±0,071*	6,49±0,065*
Докозациєнова, 22:2	0,95±0,030	1,11±0,030***	1,13±0,029***
Докозатриєнова, 22:3	1,32±0,047	1,57±0,039***	1,61±0,034***
Докозатетраєнова, 22:4	2,16±0,053	2,41±0,033***	2,44±0,027***
Докозапентаєнова, 22:5	6,11±0,153	6,72±0,065*	6,77±0,058***
Докозагексаєнова, 22:6	7,96±0,163	8,66±0,101*	8,75±0,089***
Загальна кількість жирних кислот	100,00	100,00	100,00
у т. ч. насичені	18,11	18,69	18,63
мононенасичені	31,42	25,14	24,62
поліненасичені	50,47	56,17	56,75
n-3/n-6	1,52	1,51	1,51

Більшість поліненасичених жирних кислот родин n-6 і, особливо, n-3, завдяки підвищеному вмісту вітаміну А, сприяє синтезу в організмі самиць і самців

коропа біологічно активних речовин (простагландинів, тромбоксанів і лейкотрієнів) [8].

Проведеними дослідженнями встановлено, що зменшення вмісту етерифікованого холестеролу у печінці та підвищення рівня поліненасичених жирних кислот в його жирнокислотному складі приводить до покращення відтворної здатності самиць і самців коропа. З таблиці 3 видно, що у самиць коропа дослідних груп, яким у переднерестовий період у складі стандартного гранульованого комбікорму згодовували додаткові кількості вітаміну А, порівняно з такими контрольної групи, яким згодовували стандартний гранульований комбікорм без добавок, вірогідно та дозозалежно підвищується робоча та відносна плодючість, у самців — об'єм сперми. При цьому зростає відсоток виходу личинок з ікри.

Таблиця 3. Відтворна здатність коропів-плідників за різного рівня вітаміну А в комбікормі, $M \pm m$, $n=10$

Досліджувані показники	Групи риб		
	Контрольна (ОР)	I дослідна (ОР + 2500 ІО вітаміну А в комбікормі)	II дослідна (ОР + 5000 ІО вітаміну А в комбікормі)
Робоча плодючість самиць коропа, тис. ікринок	669,1 $\pm$ 10,01	709,4 $\pm$ 6,23**	719,5 $\pm$ 6,97**
Відносна плодючість самиць коропа, тис. ікринок	92,4 $\pm$ 2,82	115,9 $\pm$ 4,93**	119,8 $\pm$ 4,52**
Об'єм сперми самців коропа, мл	24,6 $\pm$ 0,66	28,4 $\pm$ 0,57**	29,4 $\pm$ 0,68***
Вихід личинок з ікри, %	70,1 $\pm$ 0,47	72,9 $\pm$ 0,32**	73,4 $\pm$ 0,27***

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

У печінці самиць і самців коропа першої та другої дослідних груп, які в переднерестовий період в складі стандартного гранульованого комбікорму отримували додатково вітамін А в кількості 2500 і 5000 ІО/кг корму, зменшується вміст етерифікованого холестеролу. Одночасно в його жирнокислотному складі знижується рівень мононенасичених жирних кислот родини n-9, але підвищується — насичених жирних кислот з парною і непарною кількістю вуглецевих атомів у ланцюзі та поліненасичених жирних кислот родин n-6 і, особливо, n-3.

У жирнокислотному складі етерифікованого холестеролу печінки самиць і самців коропа першої та другої дослідних груп, підвищується відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6.

У самиць коропа дослідних груп, підвищується робоча та відносна плодючість, у самців — об'єм сперми, а також зростає вихід личинок з ікри.

У подальшому планується дослідити питання впливу підвищеної кількості вітаміну А в раціоні на жирнокислотний склад триацилгліцеролів печінки самиць і самців коропа.

ЛІТЕРАТУРА

1. Физиолого-биогеохимические основы применения микроэлементов в аквакультуре / [Воробьев Д. В., Искра Т. Д., Кириллов Н. В., Воробьев В. И.]. — Астрахань : Изд. ООО ЦНТЭБ, 2008. — 360 с.
2. Грабовський С. С. Особливості впливу глюкокортикоїдів на живий організм / С. С. Грабовський — Біологія тварин. — 2007. — Вип. 9 (1–2). — С. 65–69.
3. Грициняк І. І. Науково-практичні основи раціональної годівлі риб / Грициняк І. І. — К. : Рибка моя, 2007. — 306 с.
4. Желтов Ю. О. Методичні вказівки з проведення дослідів по годівлі риб / Ю. О. Желтов // Рибне господарство. — 2003. — Вип. 62. — С. 23–28.
5. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : методичний посібник / Й. Ф. Рівіс, Р. С. Федорук — Львів : СПОЛОМ, 2010. — 109 с.
6. Смолянінов К. Б. Вплив добавок вітаміну А до раціону коропа на вміст продуктів перекисації та стан системи антиоксидантного захисту в їх організмі / К. Б. Смолянінов, О. І. Вішур, Н. П. Олексюк [та ін.] // Вісник ЖНАЕУ. — 2012. — Вип. 2 (33), т. 2. — С. 205–207.
7. Clagett-Dame M. Vitamin A in reproduction and development / M. Clagett-Dame, D. Knutson // *Nutrients*. — 2011. — № 3. — P. 385–428.
8. Fatty acid pattern, oxidation products development, and antioxidant loss in muscle tissue of rainbow trout and *Dicentrarchus labrax* during growth / S. Passi, R. Ricci, S. Cataudella [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* — 2004. — Vol. 52, № 9. — P. 2587–2592.
9. Harrison E. H. Mechanisms of digestion and absorption of dietary vitamin A / E. H. Harrison. — *Annu. Rev. Nutr.* — 2005. — Vol. 25. — P. 87–103.

REFERENCES

1. Vorob'ev, D. V., Iskra, T. D., Kirillov N. V., & Vorob'ev V. I. (2008). *Fiziologo-biogeokhimicheskie osnovy primeneniya mikroelementov v akvakul'ture*. Astrakhan' : Izd. ООО TsNTEB.
2. Hrabovskyi, S. S. (2007). Osoblyvosti vplyvu hliukokortykoidiv na zhyvyi orhanizm. *Biologhiia tvaryn*, 9 (1-2), 65-69.
3. Hrytsyniak, I. I. (2007). *Naukovo-praktychni osnovy ratsionalnoi hodivli ryb*. Kyiv : Rybka moia.
4. Zheltov, Yu. A. (2003). Metodychni vказivky z provedennia doslidiv po hodivli ryb. *Rybne hospodarstvo*, 62, 23-28.
5. Ravis, Y. F., & Fedoruk, R. S. (2010). *Kilkisni khromatohrafichni metody vyznachennia lipidiv i zhyrnykh kyslot u biolohichnomu materialy. Metodychnyi posibnyk*. Lviv : SPOLOM.
6. Smolianinov, K. B., Vishchur, O. I., Oleksiuk, N. P., & Popyk, I. M. (2012). Vplyv dobavok vitaminu A do ratsionu koropa na vmist produktiv peroksydatsii ta stan systemy antyoksydantnoho zakhystu v yikh orhanizmi. *Visnyk ZhNAEU*, 2 (33), 2, 205-207.
7. Clagett-Dame, M., & Knutson, D. (2011). Vitamin A in reproduction and development. *Nutrients*, 3, 385-428.
8. Passi, S., Ricci, R., & Cataudella, S. et al. (2004). Fatty acid pattern, oxidation products development, and antioxidant loss in muscle tissue of rainbow trout and *Dicentrarchus labrax* during growth. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 9, 2587-2592.
9. Harrison, E. H. (2005). Mechanisms of digestion and absorption of dietary vitamin A. *Annu. Rev. Nutr.*, 25, 87-103.

СОДЕРЖАНИЕ И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЭТЕРИФИЦИРОВАННОГО ХОЛЕСТЕРОЛА ПЕЧЕНИ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ КАРПОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ (*CYPRINUS CARPIO CARPIO*) ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ВИТАМИНА А В КОМБИКОРМЕ

И. И. Грициняк, hrytsyniak@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
И. Ф. Ривис, inagrokarpat@gmail.com, Институт сельского хозяйства Карпатского
региона НААН, с. Оброшино, Пустомытовский район, Львовская область
М. Б. Малетич, maletich21@ukr.net, Институт сельского хозяйства Карпатского
региона НААН, с. Оброшино, Пустомытовский район, Львовская область

Цель. Исследовано влияние повышенного количества витамина А в рационе на жирнокислотный состав этерифицированного холестерина печени и воспроизводительную способность карпов-производителей.

Методика. Опыт проведен в преднерестовый период на трех группах карпов-производителей. Контрольная группа карпов получала стандартный гранулированный комбикорм. Опытные группы дополнительно получали в составе скормливаемого комбикорма ретинолацетат.

Результаты. Установлено, что в печени самок и самцов карпа опытных групп, которые в преднерестовый период в составе стандартного гранулированного комбикорма получали дополнительно витамин А в количестве 2500 и 5000 ИЕ/кг корма, уменьшается содержание этерифицированного холестерина. Одновременно в их жирнокислотном составе достоверно и дозозависимо снижается уровень мононенасыщенных жирных кислот семейства *n*-9, но повышается — полиненасыщенных жирных кислот семейств *n*-6 и, особенно, *n*-3. У самок карпа, которым в преднерестовый период в составе стандартного гранулированного комбикорма дополнительно скормливали витамин А в количестве 2500 и 5000 ИЕ/кг корма, повышается рабочая и относительная плодовитость, а у самцов — объем молок. При этом возрастает выход личинок из икры.

Научная новизна. Впервые установлено, что в печени самок и самцов карпа, которые в преднерестовый период в составе стандартного гранулированного комбикорма получали повышенные количества витамина А, уменьшается содержание этерифицированного холестерина. Одновременно в его жирнокислотном составе снижается уровень мононенасыщенных жирных кислот семейств *n*-9, но повышается — насыщенных жирных кислот с четным и нечетным числом углеродных атомов в цепи и полиненасыщенных жирных кислот семейств *n*-6 и, особенно, *n*-3. У самок карпа, которым в преднерестовый период в составе стандартного гранулированного комбикорма дополнительно скормливали витамин А, повышалась рабочая и относительная плодовитость, а у самцов — объем молок. При этом увеличивается выход личинок из икры.

Практическая значимость. Содержание этерифицированного холестерина и его жирнокислотный состав в печени самок и самцов карпа прямо коррелирует с воспроизводительной способностью. В частности, у самок карпа, в печени которых уменьшается содержание этерифицированного холестерина, а в его жирнокислотном составе повышается уровень полиненасыщенных жирных кислот, возрастает рабочая и относительная плодовитость, а у самцов — объем молок. При этом возрастает выход личинок из икры, т. е. повышается плодовитость производителей карпа.

Ключевые слова: производители карпа, печень, жирнокислотный состав, этерифицированный холестерол, воспроизводительная способность.

CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF ESTERIFIED CHOLESTEROL
OF LIVER AND REPRODUCTION ABILITY OF BROOD CARP (*CYPRINUS CARPIO*
CARPIO) WITH DIFFERENT LEVELS OF VITAMIN A IN FORMULATED FEED

I. Hrytsyniak, hrytsyniak@if.org.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

J. Rivis, inagrokarpat@gmail.com, Institute of Agriculture Carpathian region NAAS,
vill. Obroshyne, Lviv region

M. Maletich, maletich21@ukr.net, Institute of Agriculture Carpathian region NAAS,
vill. Obroshyno, Lviv region

Purpose. To investigate the effect of increased amounts of vitamin A in the diet on the fatty acid composition of esterified cholesterol of liver and reproduction ability of brood carp females and males.

Methodology. The experiment was conducted in pre-spawning period using three groups of brood carp. The control group of carp received standard granulated feed. Experimental groups of brood carps additionally received retynilatsetat in the composition of the above-mentioned fodder.

Findings. It was found that the liver of females and males of brood carp of experimental groups, which received vitamin A at a quantity of 2500 and 5000 IU/kg of feed in the composition of standard granulated formulated feed during pre-spawning period had shown a dose-dependent reduction in the content of esterified cholesterol. At the same time, the level of monounsaturated fatty acids of n-9 family decreases significantly and dose-dependently in its fatty acid composition, however, there is an increase in the level of saturated fatty acids with paired and unpaired quantities of carbon atoms in the chain as well as polyunsaturated fatty acids of n-6 family and especially n-3 family. Females of brood carp in the experimental groups, which were fed with additional vitamin A at a quantity of 2500 and 5000 IU/kg of standard granulated formulated feed during pre-spawning period, had an increase in working and relative fecundity, while males had an increase in sperm volume. At the same time, the output of larvae from eggs increases significantly and dose-dependently.

Originality. For the first time it was found that the liver of brood carp females and males, which received increased quantities of vitamin A in the composition of standard granulated formulated feed during pre-spawning period, had the reduction in the content of esterified cholesterol. the level of monounsaturated fatty acids of n-9 family decreases significantly and dose-dependently in its fatty acid composition, however, there is an increase in the level of saturated fatty acids with paired and unpaired quantities of carbon atoms in the chain as well as polyunsaturated fatty acids of n-6 family and especially n-3 family. Females of brood carp in the experimental groups, which were fed with additional vitamin A at a quantity of 2500 and 5000 IU/kg of standard granulated formulated feed during pre-spawning period, had an increase in working and relative fecundity, while males had an increase in sperm volume. At the same time, the output of larvae from eggs increases significantly and dose-dependently.

Practical value. The content of esterified cholesterol and its acid composition in the liver of females and males of brood carp directly correlates with their reproductive ability. In particular, the liver of females of brood carp, which had a reduction in the content of esterified cholesterol and an increase in the level of polyunsaturated fatty acids in its fatty acid composition, had of an increased working and relative fecundity, while males had an increase in sperm volume. At the same time, the output of larvae from eggs increases.

Keywords: brood carp, liver, esterified cholesterol, fatty acid composition, reproduction ability.

ВІТАЄМО

12 ЛИПНЯ – ДЕНЬ РИБАЛКИ!

Шановні працівники блакитних нив!

Редакція журналу «Рибогосподарська наука України» щиро вітає Вас з професійним святом — Днем рибалки!

Головним завданням рибогосподарської галузі є забезпечення населення повноцінним білковим продуктом. На виконання цього важливого завдання пліч-о-пліч працюють науковці і виробники. Завершені наукові розробки Інституту рибного господарства успішно впроваджуються трудовими колективами рибогосподарських підприємств у виробництво для одержання цінної рибної продукції.

Колектив Інституту рибного господарства НААН, редакція журналу щиро бажають працівникам рибної галузі міцного здоров'я, щастя, добра, нових трудових звершень на благо розвитку галузі.

Грициняк І. І., головний редактор журналу
«Рибогосподарська наука України»,
директор Інституту рибного господарства НААН,
доктор с.-г. наук, професор, академік НААН

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 sciences), was approved in 08.07.2009, recertification of 06.11.2014 (Ministry of Education and Science of Ukraine №1279)

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

Ihor Hrytsyniak, Doctor of Sciences, Professor, Academician of the NAAS of Ukraine, Director, Institute of Fisheries of the NAAS

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

Oleksandr Tretiak, Doctor of Sciences, Senior Research Scientist, Deputy Director in scientific works, Institute of Fisheries of the NAAS

Natalia Kolesnyk, PhD, Head of the Department of International Scientific and Technical Collaboration and Intellectual Property, Institute of Fisheries of the NAAS

EDITORIAL BOARD

BIOLOGICAL SCIENCES

Vasyl Sondak, Doctor of Sciences, Head of "Water Bioresources", National University of Water Management and Natural Resources, UKRAINE

Oleksandr Litvinenko, Doctor of Sciences, Foreign Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Director General, Federal State Unitary Enterprise “Gosrybtsentr”, RUSSIA

Oleksandr Potrokhov, Doctor of Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Laboratory of Biology of reproduction of fish, Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine, UKRAINE

Leonid Buchatskyi, Doctor of 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

Ihor Buzevych, Doctor of Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Division of Reservoir Bioresources, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Valentyna Solomatina, Doctor of Sciences, Senior Research Scientist, Leading research scientist of the department of feeds and fish feeding, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

AGRICULTURAL SCIENCES

Jedrzey Krupinski, Doctor of Sciences, Foreign Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Director, National Research Institute of Animal Production, POLAND

Mykhailo Efymenko, Doctor of Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Head Research Scientist, Institute of Animal Breeding and Genetics of the NAAS, UKRAINE

Serhiy Tarasiuk, Doctor of Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Deputy Director, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Ryszard Kolman, Doctor of Sciences, Professor, Head of the Ichthyology Department, The Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute in Olsztyn, POLAND

Vitaliy Bekh, Doctor of Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Fish Selection Department, Institute of Fisheries of the NAAS, UKRAINE

Isaak Sherman, Doctor of Sciences, Professor, Head of the Aquaculture Department, Kherson State Agrarian University, UKRAINE

Oleksandr Kostenko, PhD, Senior Research Scientist, Head of the Veterinary Medicine and Zootechnics Department, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, UKRAINE

SCIENTIFIC EDITORS OF SECTIONS

are staff employees of the Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine: **Natalia Tushnyska**, PhD, Senior Research Scientist, Academic Secretary of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Olha Deren**, PhD, Senior Research Scientist, Head of the Fish Feed and Feeding Department of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Yaroslav Tuchapskyi**, PhD, Head of the Carp Breeding Laboratory of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Olha Zaloilo**, PhD, Senior Research Scientist, Head of the Molecular-Genetic Research Department of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Yuriy Zabytivskyi**, PhD, Deputy Director of Lviv Research Station of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Anatoliy Melnyk**, PhD, Senior Research Scientist, Head of the Ecological Research Laboratory of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Antonina Mruk**, Head of the Salmon Culture and Endangered Fish Propagation Laboratory of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Tetiana Hryhorenko**, PhD, Head of the Laboratory of Hydrobiology and Valuable Invertebrate Cultivation Technologies of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Yuriy Rud’**, PhD, Senior Research Scientist, Head of the Laboratory of Biotechnologies in Aquaculture of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Natalia Matvienko**, Doctor of Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Ichthyopathology Department of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Oleksandr Didenko**, PhD, Senior Research Scientist of the Division of Reservoir Bioresources of the Institute of Fisheries of the NAAS; **Chernik Viktor Vasylovych**, Head of the Laboratory of Management in Aquaculture of the Institute of Fisheries of the NAAS

Editorial board of the Journal “Fisheries Science of Ukraine”, Institute of Fisheries NAAS, 135, Obukhivska St, Kiev-164, Ukraine, 03164; tel.: +38 (044) 223-84-34; tel/fax: +38 (044) 423-74-62

<http://fsu.ua>, info@fsu.ua

Layout design: Natalia Kolesnik, Serhiy Shinkar, Oleksandr Bezusyi; **Making-up:** Maria Simon, Yevheniy Arkhanhelskyi;

Literature editing: Oleksandr Oleksiienko, Tetiana Shvets; **Correctors:** Inna Liutkevych; **Typing:** Hanna Kovalchuk

ІНСТИТУТ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА НААН
вул. Обухівська, 135 м. Київ-164, 03164, Україна
тел.: +38(044) 223-84-34, тел./факс: +38(044) 423-74-62
<http://fsu.ua>
info@fsu.ua