

УДК 639  
ББК 47.2  
Н72

Н72 Новейшие генетические технологии для аква-культуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 29 – 31 января 2020 г). – М.: Издательство «Перо», 2020. – 350 с. – Мб. [Электронное издание]. – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit). – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-00171-087-5

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции с международным участием «Новейшие генетические технологии для аквакультуры» проходившей в г. Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 29 – 31 января 2020 г в рамках выставки «Agros 2020».

УДК 639  
ББК 47.2

ISBN 978-5-00171-087-5

© Авторы статей, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Александрова Е.Н.</b> К вопросу о профилактике и борьбе с микозами речных раков.....	11
<b>Балашов Д.А., Виноградов Е.В., Ковалев К.В., Рекубратский Н.В., Рекубратский А.В.</b> Процедура УФ-облучения яйцеклеток осетровых рыб при получении андрогенеза.....	19
<b>Бахирева М.С., Никифоров А.И.</b> Рекреационная аквакультура как неотъемлемая составляющая устойчивого природопользования в рамках концепции SATOYAMA.....	30
<b>Бобкова А.А., Никифоров А.И.</b> К вопросу о перспективах сохранения осетровых рода <i>Pseudoscaphirhynchus</i> из бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи.....	38
<b>Бокова Е.Б.</b> Влияние факторов на снижение запасов осетровых видов рыб в Жайык-Каспийском бассейне и рекомендации.....	44
<b>Бокова Е.Б.</b> Изменения соотношения видов молоди полупроходных видов рыб в р. Жайык.....	53
<b>Бубунец С.О.</b> Ихтиофауна Подмосковья, особенности знакомства детей дошкольного возраста с красной книгой Московской области через лэпбук.....	60
<b>Бубунец Э.В.</b> Оценка продолжительности температурных условий зимовки анадромных осетровых рыб в условиях береговых хозяйств и индустриального типа.....	69
<b>Варенцова Е.Ю., Горячев Д.В., Головина Н.А.</b> Биологическое обоснование на рыбохозяйственное использование озера Волкота Тверской области.....	77
<b>Виноградов Е.В., Симонов В.М.</b> Эффективность повышения продуктивности рыб за счет отбора по стрессоустойчивости на ранних стадиях развития.....	83
<b>Вятчин В.В., Федоровых Ю.В., Владимиров В.С.</b> Оценка уровня воздействия садкового хозяйства на водную экосистему на примере ООО «АРК Белуга» (Астраханская область) .....	92
<b>Дементьев В.Н., Шарт Л.А., Юхименко Л.Н., Симонов В.М., Караваяев В.В., Зингис И.В., Балашов Д.А., Рекубратский Н.В., Тихонов Г.Ф., Рекубратский А.В.</b> Рыбоводно-биологическая характеристика кроссов между московскими и ангелинскими породами карпа.....	97

<b>Демкина Н.В.</b> Результаты изучения белкового полиморфизма карповых рыб, использование их в аквакультуре.....	109
<b>Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А.</b> Эффективные технологии криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб.....	119
<b>Ермилов Е.В., Розумная Л.А.</b> Применение методов биоиндикации при экологической оценке состояния водоёмов города Москвы.....	135
<b>Есавкин Ю.И., Павлов А.Д.</b> Цветовые мутации у промысловых и введённых в аквакультуру рыб и других гидробионтов.....	140
<b>Жаравин Н.А., Никифоров А.И.</b> Актуальные вопросы обеспечения биологической безопасности в пресноводной аквакультуре.....	157
<b>Желанкин Р.В.</b> Биологические, ветеринарные и зоотехнические особенности содержания озерной лягушки ( <i>Pelophylax Ridibundus</i> ) в условиях фермы.....	163
<b>Жигин А.В.</b> Некоторые итоги и тенденции применения замкнутых систем в аквакультуре.....	172
<b>Жигин А.В., Максименкова А.А.</b> Опыт форелеводства в замкнутых системах .....	185
<b>Зуенко В.А.</b> Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры в Орловской области.....	194
<b>Иванёха Е.В., Дума Л.Н.</b> Генетическая характеристика племенных групп карповых рыб по микросателлитным ДНК-маркерам.....	205
<b>Исаев Д.А., Глебов А.П., Елизарова А.С., Смирнов Р.В.</b> К вопросу о рыбоводной оценке качества спермы осетровых рыб.....	212
<b>Искра М.А., Белозубова Н.Ю.</b> Оценка экологического состояния рек Москвы и Яузы на территории центрального административного округа города Москвы.....	219
<b>Козлов В.И., Козлов А.В.</b> Бизнес-модели интегрированных безубыточных технологий на рыбоводных фермах.....	229
<b>Ковалев К.В., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Миленко В.А.</b> Об итогах и перспективах работы крупнейшего в России криобанка спермы рыб...	243
<b>Кралько С.В.</b> Характеристика результатов выращивания сеголетков девятого поколения амурского сазана из коллекционного стада СПУ «Изабелино» .....	247

<b>Куликов А.С., Куликова Е.Н.</b> Пространственные границы агрогидробиоценоза.....	254
<b>Купинский С.Б., Головина Н.А.</b> Возможности рыбохозяйственного использования и проблемы управления открытыми водными системами.....	259
<b>Лукин Н.С., Демкина Н.В.</b> Фенотипические отличия сазана от племенной группы загорского карпа.....	277
<b>Львов Ю.Б.</b> Трофический потенциал интеграции на базе аквакультуры.....	283
<b>Макаханюк Ж.С., Зубкова В.М., Розумная Л.А.</b> Содержание тяжелых металлов в тканях разных видов рыб малой реки Ходца.....	294
<b>Мурашкин В.Б.</b> Зависимость хозяйственно-важных показателей от обилия чешуи на поверхности тела у евро-азиатских разбросанных кроссов карпа F1, полученных в скрещиваниях рамчатых и крупночешуйных производителей. Сообщение 1.....	299
<b>Нефёдов А.А.</b> Оценка качества воды в р. Яуза по комплексу гидрохимических показателей.....	313
<b>Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Тихомиров А.М., Фирсова А.В.</b> Разработки ЮНЦ РАН и АГТУ по криоконсервации репродуктивных клеток редких и исчезающих видов рыб.....	319
<b>Пронина Г.И., Петрушин А.Б., Розумная Л.А., Корягина Н.Ю.</b> Включение сома обыкновенного <i>Silurus glanis</i> L. в технологию карповых рыбоводных хозяйств.....	325
<b>Розумная Л.А., Наумова А.М., Логинов Л.С.</b> Экологически безопасное использование кормов в племенных карповых хозяйствах...	330
<b>Рудый Ю.М.</b> Сравнительная рыбохозяйственная характеристика двухлетков карпа коллекционных пород зарубежной и белорусской селекции.....	337
<b>Саная О.В.</b> Влияние пробиотика-иммуномодулятора «Субтилис-С» на физиологическое состояние дискусов <i>Symphysodon Haraldti</i> по биохимическим показателям.....	346
<b>Сатаева В.В.</b> Вкусовые предпочтения и пищевое поведение сенегальского полиптеруса <i>Polypterus Senegalus</i> .....	350
<b>Серветник Г.Е., Лесина Т.Н.</b> Органическое сельскохозяйственное рыбоводство России.....	358

<b>Серветник Г.Е., Лесина Т.Н.</b> Орошаемое земледелие и выращивание рыбы.....	361
<b>Сергеев А.В., Сенникова В.Д., Пантелей С.Н., Савченко И.А.</b> Увеличение рыбопродуктивности прудов за счет использования потомства от элитных не заинбредированных производителей.....	366
<b>Сергеева Т.А.</b> Результаты выращивания сеголетков селекционного зеркального белорусского карпа пятого поколения.....	373
<b>Спиридонов А.В., Капитова И.А., Гузеева А.А.</b> Методика определения краснухи прудовых рыб с применением иммуноферментного анализа.....	381
<b>Старко Н.В.</b> О необходимости экологического контроля и оценки эффективности биологической мелиорации водоводных каналов.....	389
<b>Субботина Ю.М.</b> Современные биотехнологии природоохранной обработки и утилизации отходов животноводческого производства для выращивания рыбы.....	394
<b>Субботина Ю.М.</b> Генетические исследования в аквакультуре.....	402
<b>Сура Я.В., Никифоров А.И.</b> Использование экологических взаимосвязей рыб и двустворчатых моллюсков в проектах по восстановлению нативной малакофауны.....	411
<b>Тренклер И.В., Шишанова Е.И.</b> Основные направления развития мировой товарной аквакультуры .....	416
<b>Христенко Г.И., Рождественская К.И., Кусочкин В.С.</b> Сравнительная характеристика развития фитопланктона Белгородского и Старооскольского водохранилищ.....	437
<b>Школьная Л.И., Зуенко В.А.</b> Рыболовный туризм как резерв устойчивого развития сельских территорий в Орловской области.....	446

## CONTENTS

<b>Alexandrova E.N.</b> To the question on prevention and struggle against mycoses of crayfish.....	11
<b>Balashov D., Vinogradov E., Kovalev K., Recoubratsky N., Recoubratsky A.</b> The procedure of UV-irradiation of sturgeon eggs in production of androgenesis.....	19
<b>Bakhireva M.S., Nikiforov A.I.</b> Recreational aquaculture as an integral part of sustainable environmental management under the SATOYAMA concept.....	30
<b>Bobkova A.A., Nikiforov A.I.</b> To the issue of prospects for conservation of sturgeons of the genus <i>Pseudoscaphirhynchus</i> from the Amudarya and Syrdarya river basins.....	38
<b>Bokova E.B.</b> Impact of factors on reduction of sturgeon fish stocks in Zhyyk-Caspian basin and recommendations.....	44
<b>Bokova E.B.</b> The all of the dooves of the full free sports in r. Jaik.....	53
<b>Bubunets S.O.</b> Ichthyofauna of the Moscow region, features of acquaintance of preschool children with the red book of the Moscow region via a laptop.....	60
<b>Bubunets E.V.</b> Estimation of duration of temperature conditions of wintering of anadromous sturgeon fish in conditions of coastal farms and industrial type.....	69
<b>Varentsova E.Yu., Goryachev D.V., Golovina N.A.</b> Biological grounds for possible fishery use of lake Volkota in the Tver area.....	77
<b>Vinogradov E.V., Simonov V.M.</b> Fish productivity efficiency improvement based on selection for stress resistance at early stages of development.....	83
<b>Vyatchin V.V., Fyodorovyhk Yu.V., Vladimirov V.S.</b> Assessment of the impact of gardening on the aquatic ecosystem on the example of OOO«ARK Beluga» (Astrakhan region).....	92
<b>Dementiev V., Shart L., Ukhimenko L., Simonov V., Karavaev V., Zingis I., Balashov D., Recoubratsky N., Tikhonov G., Recoubratsky A.</b> Aquacultural and biological characteristics of crosses between Moscow and Angelinskiy common carp breeds.....	97
<b>Demkina N.V.</b> Investigation results of carp fishes protein polymorphism and their use in aquaculture.....	109

<b>Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Milenko V.A.</b> Effective technologies of cyprinids and sturgeons sperm cryopreservation.....	119
<b>Ermilov E.V., Rozumnaya L.A.</b> Application of bioindication methods in the ecological evaluation of the state of the reservoirs of Moscow city.....	135
<b>Esavkin Y.I., Pavlov A.D.</b> Color mutations in commercial and introduced into aquaculture fish and other hydrobionts.....	140
<b>Zharavin N.A., Nikiforov A.I.</b> Current issues of concern for biosafety in freshwater aquaculture.....	157
<b>Zhelankin R.V.</b> Biological, veterinary and zootechnical features of capture lake frog ( <i>Pelophylax Ridibundus</i> ) in farm conditions.....	163
<b>Zhigin A.V.</b> Some results and trends in the use of reculating systems in aquaculture .....	172
<b>Zhigin A.V., Maksimenkova A.A.</b> Expirience of trout breeding in recirculating systems.....	185
<b>Zuenko V.A.</b> Innovative solutions for increasing efficiency of aquaculture in Oryol region.....	194
<b>Ivanekha E.V., Duma L.N.</b> Genetic characteristic of carp breeding groups using microsatellite DNA markers.....	205
<b>Isaev D.A., Glebov A.P., Elizarova A.S., Smirnov R.V.</b> The issue of sturgeon sperm quality assessment for breeding.....	212
<b>Iskra M.A., Belozubova N.Yu.</b> Ecological status of Moscow and Yauza rivers in the central administrative district of Moscow assessment.....	219
<b>Kozlov V.I., Kozlov A.V.</b> Business models of integrated break-even technologies on fish farms.....	229
<b>Kovalev K.V., Dokina O.B., Pronina N.D., Milenko V.A.</b> About the results and prospects of the largest fish sperm cryobank in Russia.....	243
<b>Kralko S.V.</b> Comparative fishing characteristic of fingerlings of the ninth generation of amur carp from collection stock of Selective-Breeding Site «Isobelino».....	247
<b>Kulikov A.S., Kulikova E.N.</b> Spatial boundaries of agromicrobiology.....	254
<b>Kupinski S.B., Golovina N.A.</b> Possibilities of the fishery use and problems of open water systems management.....	259
<b>Lukin N.S., Demkina N.V.</b> Phenotypical differences of the Volga sazan from the tribal group of the Zagorsky carp.....	277

<b>Lvov Yu.B.</b> Trophic potential of integration on the basis of aquaculture.....	283
<b>Makahanyuk Z.S., Zubkova V.M., Rozumnaya L.A.</b> Heavy metal content in tissues and bodies of different types of fishes of the small Hodza river.....	294
<b>Murashkin V.B.</b> Dependency between economic traits of euro-asian scattered crosses of f1, derived from frame carps and large-scale carps, and the amount of scale. Message 1.....	299
<b>Nefedov A.A.</b> Assessment of water quality in the Yauza river by a set of hydrochemical indicators.....	313
<b>Ponomareva E.N., Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M., Firsova A.V.</b> Developments of the SSC RAS and the ASTU on cryopreservation of reproductive cells of rare and endangered fish species.....	319
<b>Pronina G.I., Petrushin A.B., Rozumnaya L.A., Koryagina N.Yu.</b> The inclusion of common catfish <i>Silurus glanis</i> L. In the technology of carp fish farms.....	325
<b>Rozumnaya L.A., Naumova A.M., Loginov L.S.</b> Environmentally safe use of feed in breeding carp farms.....	330
<b>Rudy Yu.M.</b> Comparative fisheries characteristic of second year fingerlings carp from collection breeds of foreign and belarusian breeding.....	337
<b>Sanaya O.V.</b> Influence of probiotic immunomodulator «Subtilis-S» on the physiological state of <i>Symphysodon Haraldi</i> discus by biochemical parameters.....	346
<b>Sataeva V.V.</b> Taste preferences and eating behaviour <i>Polypterus Senegalus</i>	350
<b>Servetnik G.E., Lesina T.N.</b> Organic agricultural fish farming in Russia	358
<b>Servetnik G.E., Lesina T.N.</b> Irrigated agriculture and fish farming.....	361
<b>Sergeev A.V., Sennikova V. D., Panteley S.N., Savchenko I.A.</b> Increasing fish productivity of ponds by using offspring from elite indred manufacturers	366
<b>Sergeeva T.A.</b> Comparative fisheries characteristics of fingerlings of the fifth generation of breeding mirror carp in Belarus.....	373
<b>Spiridonov A.V., Kapitova I. A., Guzeeva A.A.</b> Method of detection of the pond fishes redding using an immuno-enzymal analysis.....	381
<b>Starko N.V.</b> On the need for environmental monitoring and evaluation of the effectiveness of biological reclamation of drainage channels.....	389

<b>Subbotina Ju.M.</b> Modern biotechnology environmental waste treatment and utilization of livestock production of animal for fish cultivation.....	394
<b>Subbotina Ju.M.</b> Genetic research in aquaculture.....	402
<b>Sura Ya.V., Nikiforov A.I.</b> Use of environmental interactions between fish and bivalve molluscs in native malacofauna restoration projects.....	411
<b>Trenkler I.V., Shishanova E.I.</b> The main trends of global commercial aquaculture.....	416
<b>Khristenko G.I., Rozhdestvenskaya K.I., Kusochkin V.S.</b> Comparative characteristics of phytoplankton development in the Belgorodskoe and Starooskolskoe water storage reservoirs.....	437
<b>Shkolnaya L.I., Zuenko V.A.</b> Fishing tourism as a reserve of sustainable development of rural areas in the Orlov region.....	446



УДК 582.281/284.99/288: 591.2+639.09

## К ВОПРОСУ О ПРОФИЛАКТИКЕ И БОРЬБЕ С МИКОЗАМИ РЕЧНЫХ РАКОВ

Александрова Е.Н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного  
рыбоводства», e-mail: fish-vniir@mail.ru

## TO THE QUESTION ON PREVENTION AND STRUGGLE AGAINST MYCOSES OF CRAYFISH

Alexandrova E.N.

**Резюме.** Чтобы предотвратить вспышки грибковых инфекций в водоемах, населенных речными раками, рекомендуется: проводить постановку биопроб на афаномикоз - чуму речного рака; определять встречаемость раков с признаками микоза, называемого ржаво-пятнистой болезнью (РПБ); не допускать - использования зараженного мукориозом кормового зерна; попадания в водоем сточных вод с возбудителями фузариоза, и предотвращать чрезмерный рост численности рачных популяций. При разработке этих мер учитывалось следующее: способность патогенных оомицетов быстро заражать раков мобильными зооспорами, высокая жизнеспособность патогенных хламидоспор *Saprolegnia parasitica* и оогоний *Aphanomyces astaci*, - факторов сохранения инфекции в водоемах, препятствующих восстановлению популяций речного рака после вспышек заболеваний.

**Ключевые слова:** речные раки, афаномикоз, сапролегниоз, мукориоз, фузариоз, зооспоры, мониторинг

**Summary.** In order to prevent outbreaks of fungal infections in water bodies with crayfish we recommend to perform a bioassay on the disease of crayfish with aphanomycosis (crayfish plague); determine the incidence of crayfish with signs of mycosis called burn-spot disease (BSD); check for contamination of coarse grains with agents of mucoriososis; oppose the ingress into the water bodies of waste water from cultivated fields carrying agents of fusariosis; prevent over consolidation of crayfish population. These measures are taking into account the ability of pathogenic oomycetes to quickly infect crayfish with mobile zoospores, long-term viability of chlamydo spores (gemmae) of *Saprolegnia parasitica* and oogonia of *Aphanomyces astaci*. These factors support the infection in the water bodies and prevent the recovery of crayfish populations after outbreaks of mycoses.

**Key words:** crayfish, aphanomycosis, saprolegniosis, mucoriososis, fusariosis, zoospores, monitoring

## Введение

Речные раки семейства Astacidae подсемейства Astacinae Latreille, 1802 (далее астадины) - нативные обитатели водоемов Западной Европы, Европейской части Российской Федерации, некоторых регионов Азии, и относятся к числу ценных объектов промысла и культивирования. В конце 19-го – начале 20-го веков запасы астадин в водоемах Финляндии и Северо-запада России обеспечивали до половины всей ракопродукции, реализуемой за год на рынках Западной Европы. В настоящее время из-за снижения запасов астадин в российских водоемах эти раки являются объектами внутреннего потребления и для экспорта в страны Западной Европы уже не используются. Одна из причин сокращения запасов российских астадин - распространение в популяциях астадин заболеваний микозами, возбудители которых относятся к псевдо, или ложным грибам класса оомицетов, и к настоящим грибам из рода *Mucor* и рода *Fusarium*. Признак заболевания рака микозом - возникновение на покровах его тела и на жабрах меланизированных пятен ржаво-бурого или желтоватого цвета.

*Оомицет Aphanomyces astaci Schikora 1906* - возбудитель афаномикоза, или рачьей чумы - поражает европейских, азиатских и австралийских речных раков, поселяясь преимущественно в тканях эктодермального происхождения [1]. Появление в водоемах Европы крайне опасного для астадин оомицета связано с мероприятиями по интродукции североамериканских речных раков, проводившихся в Швеции и других европейских странах. Вызываемое этим оомицетом заболевание заканчивается гибелью популяции астадин и носит характер эпизоотии. Осевшие на покровы или на жабры астадин цисты оомицета, образуют мицелий, проникающий в тело рака, что инициирует запуск каскада иммунных реакций. В результате чего вырабатывается меланин - конечный продукт окисления профенолоксидазы-, который доставляется к местам внедрения возбудителя в тело рака и к его мицелию, вызывая их меланизацию. Подобный ответ иммунной системы на инфицирование наиболее эффективен у североамериканских речных раков. Последние, будучи зараженными оомицетом и оставаясь вполне жизнеспособными, делают его носителями, что и является причиной быстрого заражения чумой при контактах с ними не иммунных к афаномикозу астадин [1]. Этот облигатный паразит европейских астадин был впервые описан чешским исследователем в 1903 г., но в качестве агента рачьей чумы признан только в 1934 г. В настоящее время известны четыре очага афаномикоза, из которых три находятся в Северной Европе, а один – в Испании [1]. В СССР вселение в естественные водоемы сигнального рака проводилось в 1970-1980 гг. в Литве и Латвии, но не получило большого размаха, поскольку было установлено, что в водоемах Европы контакты нативных астадин с североамериканскими экзотами часто заканчиваются вспышками афаномикоза [2].

Если изучению афаномикоза уделяют большое внимание в виду его крайней опасности для астацин, то микозы с хроническим проявлением, объединяемые в России под общим названием ржаво-пятнистая болезнь (РПБ), возникающие при наличии травм у раков, при высокой плотности рачной популяции, при загрязнении водоемов и т.д., остаются малоизученными.

*Ржаво-пятнистая болезнь (РПБ) речных раков и её возбудители.* Первое сообщение о РПБ раков в России появились в 1875 г.; в Европе о пятнистости на покровах раков как о болезни ожоговых пятен - burn-spot disease (BSD) - упоминается с 1900 г. Незначительная встречаемость РПБ отмечена почти в каждой популяции речных раков. Повышение встречаемости РПБ в рачных популяциях сказывается на качестве раков и вредит торговле ими: в странах Европы: раков с такими поражениями в продажу не принимают [3].

О РПБ речных раков, вызываемой оомицетом *S. parasitica*, известно немного. Считается, что меланин, вырабатываемый иммунной системой длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* (= *Astacus leptodactylus*), может в известной степени подавлять рост сапролегнии. Испанские астакологи определяли возможность инфицирования европейского широкопалого рака (*Astacus astacus*) и двух североамериканских видов - сигнального рака (*Pacifastacus leniusculus*) и красного болотного рака (*Procambarus clarkii*) - спорами сапролегнии, изолированными от длиннопалого рака [4]. Заражение раков начиналось с оседания на их покровы зооспор сапролегнии и прорастания мицелия из цисты в тело рака через кутикулу. Через 4 недели после начала эксперимента заразилось и погибло 20% здоровых раков. Смертность раков увеличивалась приблизительно в 3 раза, и происходила в течение первой недели после осеменения зооспорами при повреждении их абдоминальной кутикулы путем её стирания абразивным материалом. При осмотре погибших раков мицелий *сапролегнии* был обнаружен в некротизированной ткани под кутикулой, а у некоторых экземпляров гифы были найдены в нервном тяже. Поражение сапролегнией считается возможной причиной гибели популяций *Atlantoastacus pallipes* (= *Austropotamobius pallipes*) в Испании. Однако вопрос о способности *S. parasitica* вызывать у речных раков в природных условиях заболевание повышенной летальности, подобное афаномикозу, в настоящее время остается открытым.

Патогенные воздействия оомицетов и настоящих грибов на организм раков различны. Если мицелий оомицетов разрушает организм рака путем проникновения и разрастания в его теле, то мицелий настоящих грибов, внедрившись в тело рака, выделяет опасные для его жизни токсины, которые, снижая активность метаболических процессов, приводят к его гибели. Быстрая гибель «хозяина» в этих случаях может указывать на факультативный характер паразитизма настоящих грибов. Отсюда вытекает необходимость постановки

точного диагноза возбудителей микозов рака, основанная на определении видовой принадлежности возбудителя заболевания [5].

В результате изучения микозов европейских астацин в довоенный и послевоенный периоды XX века описано 16 видов возбудителей этих заболеваний из числа ложных и настоящих грибов. Однако, проводя ревизию системы настоящих грибов, Вальтер Гамс [6], Ольдерман [7] и другие специалисты-микологи столкнулись с затруднениями при диагностике некоторых описанных ранее возбудителей рачьих микозов, а также и с тем, что далеко не все из них удалось обнаружить. Обзор современного систематического положения этих возбудителей по базам номенклатурных данных (Mycobank, Index Fungorum и др.) показал, что в настоящее время т.н. «хорошими видам» считают 4 вида оомицетов, а из числа настоящих грибов - 2 вида из рода *Mucor* и 5 видов из рода *Fusarium* [5]. Названия пяти остальных, описанных ранее патогенных видов грибов, признаны сомнительными (*nomen confusum*) или имеющими неопределенный систематический статус (*nomen invalidum*). Типовой материал по этим видам в настоящее время неизвестен [5].

*Цель настоящих исследований* – обозначить мероприятия по охране здоровой среды в рачьих водоемах, основанные на биологических особенностях возбудителей микозов речных раков.

### **Материал и методика**

Использованы данные о распространении ржаво-пятнистой болезни раков в водоемах Средней Волги, бассейнов рек Мсты и Великой, а также при содержании раков в искусственных условиях – в емкостях рыбоводных хозяйств и в аквариумах. О распространении РПБ в водоемах судили по встречаемости в выборках из популяций раков с темными пятнами. Для идентификации видовой принадлежности возбудителя микоза раков микроскопировали осветленные соскобы с тканей, расположенных возле темных пятен РПБ [8]. Признаки мицелиев, спорангиеносцев, хламидоспор и прочих структур возбудителя сравнивали с их описаниями по диагностическому ключу, составленному К.Л. Тарасовым [9]. Мицелии сапролегнии и мукора из соскобов с ткани возле пятен РПБ были выращены на микробиологической среде Чапека ветеринарным врачом Е.А. Комаровой в Пустошкинской ветлаборатории Псковской области. Идентификация возбудителей велась по изготовленным в ветлаборатории окрашенным препаратам [9]. Сведения о биологических особенностях возбудителей астацин были собраны из публикаций по вопросам микологии и проанализированы.

### **Результаты исследований**

Из 16 видов возбудителей заболеваний астацин, представленных в описаниях, к т.н. ложным грибам (царство Straminopila, отдел Oomycota) принадлежат 4 вида - *Aphanomyces astaci* (сем. Leptolegniaceae), *Saprolegnia*

*parasitica*, *S. australis* и *Scoliolegnia asterophora* (сем. Saprolegniaceae). В таксономическом плане этих возбудителей микозов раков относят к числу «хороших» видов. Последние два вида семейства Saprolegniaceae идентифицированы недавно методом геносистематики [3]. Если патогенность *A. astaci* и *S. parasitica* подтверждена многочисленными исследованиями то, сведения о свойствах *Saprolegnia. australis* и *Scoliolegnia asterophora* как о возбудителях РПБ у астацин пока не известны.

Основные инфекционные единицы патогенных оомицетов - подвижные зооспоры вегетативного происхождения, которые оседают на покровы речных раков, инцистируются и образуют мицелий, проникающий в тело рака. Плавающие зооспоры *A. astaci* обладают хемотаксисом, клейкостью к субстрату, в частности, к эпикутикуле рака, и имеют большую способность к распространению. Зараженные *A. astaci* раки до и после смерти являются источниками большого числа зооспор, плавающих и ищущих новых хозяев.

Проблема, значимая не только для видовой идентификации возбудителей микозов, но и для обоснования профилактических мероприятий по восстановлению рачных популяций после эпизоотий, связана с вопросом о существовании у паразитических оомицетов спор полового размножения, способных к длительному выживанию в водоеме [1]. Сторонники отсутствия способных к длительному выживанию ооспор у паразитических оомицетов предлагают проводить реинтеграцию рачных популяций в пострадавшие от афаномикоза водоемы в короткие сроки, основываясь на непродолжительности выживания зооспор *A. astaci* [1]. Однако при определении сроков начала мероприятий по реинтеграции рачной популяции в водоем, в котором произошла вспышка эпидемии чумы раков, стоит учитывать данные Раннерфельта [2], и латвийских микологов L.K.Grapmane and L.D.Kayre [10]. Последние от материала из гидробиологических проб, отобранных в неблагоприятном по афаномикозу водоеме, вырастили колонии оомицета по морфологии и по губительному воздействию на здоровых раков напоминающие культуру *A. astaci* [10].

В настоящее время признаны следующие меры борьбы профилактического характера с эпизоотиями афаномикоза в водоемах:

- запрет на использование орудий лова, применявшихся в неблагоприятных по микозам водоемах;
- срочный вылов раков и изымание погибших экземпляров при подозрении на вспышку афаномикоза;
- постановку серии биопроб на афаномикоз в водоемах, которые планируется использовать для раководства. С этой целью здоровых раков помещают в садки, в которых их содержат на протяжении 2-3 месяцев, создавая нормальные условия для их жизни (кормление, обеспечение убежищами, плотность посадки не более 6 экз./м<sup>2</sup>). Садки следует размещать в разных местах

водоема и регулярно осматривать. Отрицательные результаты биопроб свидетельствуют в пользу пригодности водоема для раководства. Вселение посадочного материала раков в неблагоприятный по афаномикозу водоем следует запрещать на срок порядка 5 лет [4].

Нативный оомицет евразийских водоемов *S. parasitica* известен как паразит рыб. Сапролегниоз раков возникает при повышенной плотности их содержания в бассейнах, прудах, аквариумах, при загрязнении водной среды. Особо опасно это заболевание в периоды линек раков. Высокую патогенность сапролегнии обуславливают ее способность давать в вегетационный период несколько поколений зооспор и формировать при неблагоприятных условиях зимующие хламидоспоры – геммы [4].

Меры противодействия сапролегниозу:

- выращивание раков в монокультуре (без рыбы);
- создание препятствий проникновению в водоем дикой рыбы;
- обсушивание и санитарная обработка прудов и емкостей после их использования для содержания раков;

- контролировать численность рачной популяции в целях принятия мер, противодействующих её переуплотнению. (Методы определения численности половозрелой части популяции приведены в соответствующих справочниках).

Другими возбудителями РПБ у астацин считаются не менее 12 видов настоящих грибов (царство Fungi), из которых 2 вида грибов принадлежат роду *Mucor* (отдел Zygomycota, класс Zygomycetes), и 10 видов грибов относятся к разным классам отдела Ascomycota (сумчатые грибы).

Два вида патогенных грибов из рода *Mucor* относятся к «хорошим» видам. *M. racemosus* обнаружен в образцах от меланизированных пятен на теле широкопалого рака (*A. astacus*) из водоемов Псковской области и острова Сааремаа [3]. *M. hiemalis* идентифицирован методом геносистематики в образцах от *A. astacus* из водоемов о-ва Сааремаа [3].

Остальные 10 видов настоящих грибов - возбудителей микозов астацин-принадлежат разным классам отдела Ascomycota. Из них 9 видов зарегистрировано в Микобанке, и один вид – *Septocylindium astaci* Udalov 1973 - в номенклатурных базах не фигурирует.

Из 9 зарегистрированных в номенклатурных базах сумчатых грибов видовые статусы признаны достоверными у 6 видов, и у 3-х видов - недостоверными («invalid»). Из 5 видов сумчатых грибов, считающихся «хорошими» видам анаморфного рода *Fusarium*, только *F. tabacinum* был достоверно идентифицирован доктором С. Booth - специалистом по этому роду [11]. Четыре других видов фузарий - *F. melanochlorum*, *F. oxysporum*, *F. semitectum* (*F. roseum* var. *culmorum*), *F. solani* - в литературе только упоминаются

как возможные возбудители микозов астацин, но сведения о них в этом качестве не известны.

Роль настоящих грибов в возбуждении микозов менее известна по причинам недостатка микробиологических исследований и трудности идентификации этих возбудителей раков, в частности, видов *Fusarium* [9 и др.]. РПБ раков, вызванная сумчатыми грибами, возникает при наличии травм у раков, при высокой плотности рачной популяции, при загрязнении водоемов. Заболевание может носить временный характер и полностью исчезать при улучшении качества среды в водоеме. Известно о встречаемости мукориоза раков в культурных условиях, где источником заболевания может стать использование в качестве корма зерна, зараженного *Mucor racemosus* [3]. Фузариозы возникают у раков, получивших травмы в водоемах, в которых ведется сетной лов рыбы, и куда поступают стоки с агрополей, содержащие хламидоспоры и другие структуры фузарий, основное местообитание которых – почва.

Меры противодействия мукориозу и фузариозу:

- не допускать сетного лова рыбы в рачных водоемах из-за травмирования раков при их изъятии из рыболовных сетей;
- недопускать в рачные водоемы стоков с агрополей, содержащих хламидоспоры и другие структуры фузарий;
- термическая обработка кормового зерна.

### **Заключение**

Изучение болезнетворных свойств возбудителей микозов речных раков в целях определения мер по противодействию этим заболеваниям, наносящим большой вред ценным запасам нативных евразийских речных раков подсемейства *Astacinae*, а также природоохранные соображения, показывают необходимость дальнейших исследований биологии патогенных ложных и настоящих грибов, включая совершенствование методов их таксономической идентификации.

### **Список использованных источников**

1. Söderhäll, K, & Cerenius, L. The crayfish Plague Fungus: History and Recent Advances // *Freshwater Crayfish* 12, 1999.- pp.11-35
2. Rennerfeld R. Untersuchungen über die Entwicklung und Biologie des Krebspestpilzes *Aphanomyces astaci* Schikora // *Mitteil. der Anst. f. Binnenfischerei bei Drottningholm, Stockholm*, 1936. 10, p 1-21
3. Makkonen J., Kokko H., Henttonen P., Kivistik M., Huri M., Paaver T. and Jussila J. Fungal isolation from Saaremaa, Estonia: Noble Crayfish (*Astacua astacus*) with Melanised Spots // *Freshwater Crayfish* 17 p 155-158

4. Diéguez-Uribeondo, J., Cerenius L., Söderhäll, K. *Saprolegnia parasitica* and its virulence on three different species of freshwater crayfish //Aquaculture.- 1994.- Vol. 120, Iss. 3-4.-P. 219-228.
5. Тарасов К.Л., Александрова Е.Н. Мицелиальные грибы – возбудители микозов речных раков и их современная таксономия // Микология и фитопатология, 2015, т. 49, № 6. С.366-373.
6. Gams W. *Cephalosporium-like mycelial fungi (Hyphomycetes)*. Stuttgart Gustav Fischer 1971 261 p
7. Alderman D.J. Geographic extension of bacterial and fungal diseases of crayfish //Rev. Scientifique et Technique/Off. Internat. des Epizooties. 1996. 15 (2): s. 603-632
8. Александрова Е.Н., Пронина Г.И., Корягина Н.Ю. О типах гемоцитов российских речных раков (*Decapoda, Astacinae*): Сб. научн.тр. «Вопросы рыбного хозяйства Беларуси», вып.24/ РУП «Институт рыбного хозяйства»-Минск, 2008.- с. 237-240.
9. Александрова Е.Н., Тарасов К.Л. Пособие-определитель. Микозы речных раков и диагностика их возбудителей - Изд-во Биофак МГУ им. Ломоносова. Москва, 2019, 44 С. **ISBN 9 785950 0298-75**.
10. Grapmane L K and Kayre L D 1968 *Limnologia. Materialy 14 konferentsii po izucheniyu vnutrennikh vodoemov Pribaltiki*. Institut Biologii AN Latvyskoy SSR. 3 2 Riga p 24-26.
11. Alderman D.J. and Polglase J.L. *Fusarium tabacinum* (Beuma) Gams, as a gill parasite in the crayfish *Austropotamobius pallipes* // J. Fish. Dis. 8, 1985. pp. 249-52.

## ПРОЦЕДУРА УФ-ОБЛУЧЕНИЯ ЯЙЦЕКЛЕТОК ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ АНДРОГЕНЕЗА

Балашов Д.А., Виноградов Е.В., Ковалев К.В., Рекубратский Н.В.,  
Рекубратский А.В.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)  
[balashoff@gmail.com](mailto:balashoff@gmail.com)

## THE PROCEDURE OF UV-IRRADIATION OF STURGEON EGGS IN PRODUCTION OF ANDROGENESIS

Balashov D., Vinogradov E., Kovalev K., Recoubratsky N., Recoubratsky A.

**Резюме.** *Описан оригинальный способ УФ облучения яйцеклеток сибирского и русского осетров для их генетической инактивации с целью получения гаплоидного андрогенеза. Найдены оптимальные дозы облучения, полностью инактивирующие хромосомный набор яйцеклеток. Показано, что введение в состав среды облучения антиоксидантов ослабляет повреждающее действие УФ на цитоплазматические структуры яйцеклеток и тем самым повышает выживаемость гаплоидных андрогенетических эмбрионов.*

**Ключевые слова:** андрогенез, УФ-облучение, яйцеклетки, антиоксиданты, глутатион, супероксиддисмутаза, осетровые рыбы.

**Summary.** *An original method for genetic inactivation of Siberian and Russian sturgeon eggs with UV-irradiation has been described in the paper. The method is used to induce haploid androgenesis in sturgeons. UV-dosages that cause total genetic inactivation of sturgeon eggs was found. Antioxidants (glutathione and superoxide dismutase) being added to the irradiation medium were shown to diminish cytoplasmic damaging and increase survival rate of the androgenetic haploid embryos.*

**Key words:** androgenesis, UV-irradiation, eggs, antioxidants, glutathione, superoxide dismutase, Sturgeons

### Введение

Андрогенетическое развитие происходит под контролем исключительно отцовского генетического аппарата без вовлечения материнской ядерной наследственности. Чтобы индуцировать диплоидный андрогенез, необходимо элиминировать хромосомный набор в яйцеклетках, а затем вызвать диплоидизацию мужского набора хромосом.

Андрогенез может применяться для изучения взаимоотношений ядра и цитоплазмы в развитии, для получения высокоинбредных линий и клонов,

регуляции пола и для решения других проблем. Важнейшая сфера применения андрогенеза связана с возможностью восстановления генотипов редких и исчезающих видов рыб из криоконсервированной спермы [Veprintsev, Rott, 1979]. Поэтому особое значение приобретает получение андрогенетического потомства у осетровых рыб, многие виды и популяции которых близки к исчезновению и занесены в Красную Книгу. Ранее было получено жизнеспособное андрогенетическое потомство у нескольких видов осетровых (Grunina et al, 2005; Recoubratsky et al., 2006). Для генетической инактивации яйцеклеток применялось исключительно ионизирующее облучение (рентгеновское или  $\gamma$ -облучение) (Грунина, Рекубратский, 2005). Однако источники такого излучения дороги, небезопасны и весьма труднодоступны. Практическое использование андрогенеза в программах по восстановлению популяций осетровых без решения этой проблемы фактически невозможно.

Для многих костистых рыб проблема инактивации яйцеклеток была решена с помощью коротковолнового ультрафиолетового облучения. УФ-андрогенез был успешно получен у вьюна [Arai et al. 1992], карпа [Bongers et al. 1994], нильской тилляпии [Myers et al. 1995], некоторых сомовых [Bongers et al. 1995; Christopher et al., 2012], суматранского барбуса [Kirankumar, Pandian, 2003], ельца [Kucharczyk D. et al., 2008], тернеции [David, Marimutu, 2014] и некоторых других видов рыб. Ультрафиолет обладает низкой проникающей способностью, поэтому для достижения полной инактивации материнских хромосом мелкие прозрачные яйцеклетки костистых рыб или перемешивали в процессе облучения в чашках Петри, или облучали с двух сторон, помещая чашку с яйцеклетками между двумя источниками УФ-света. Эта техника позволяла ультрафиолету проникать к анимальному полюсу яйцеклетки и разрушать их хромосомы.

До настоящего времени нет опубликованных работ, в которых УФ-облучение привело бы к получению жизнеспособного потомства у осетровых рыб. Это в первую очередь связано с тем, что большие и непрозрачные яйцеклетки осетров представляются специфически устойчивыми к УФ радиации. В нашей предыдущей работе описан оригинальный способ облучения яйцеклеток, который позволил получить полную генетическую инактивацию яйцеклеток сибирского осетра и стерляди [Балашов и др., 2017]. Однако в этой работе не определены точные параметры облучения яйцеклеток, приводящего к инактивации материнских хромосом.

В настоящем исследовании приведены уточненные параметры ультрафиолетового облучения яйцеклеток для получения гаплоидного андрогенеза у сибирского осетра (*Acipenser baerii*) и русского осетра (*A. guldenstadtii*). Кроме того, приведены данные исследований различных сред облучения, показывающие, что жизнеспособность УФ-облученных яйцеклеток можно повысить благодаря введению в среду облучения антиоксидантов.

## Материалы и методы

Половые продукты (яйцеклетки и сперму) сибирского осетра получали на Конаковском заводе по осетроводству и в охлажденном состоянии доставляли во ВНИИПРХ.

*УФ-облучение яйцеклеток.* Ультрафиолетовую лампу Osram HNS S 9W G23, дающую коротковолновой ультрафиолет с длиной волны 254 нм, замыкали в водонепроницаемый кожух из кварцевого стекла, готовую конструкцию помещали вертикально внутрь химического стакана объемом 1000 мл, установленного на магнитной мешалке. Стакан заполняли раствором Рингера, модифицированным для осетровых рыб (RMS) [Гончаров, 1978]. Порцию неоплодотворенных яйцеклеток (250 – 300 шт.) переносили в стакан и включали магнитную мешалку, скорость вращения магнита устанавливали на 400 об/мин. В результате все яйцеклетки вращались вокруг УФ-лампы. Затем включали лампу (рис 1). Для стабильной работы лампы ее подключали в сеть через стабилизатор напряжения.

В опытах, в которых определяли эффективные дозы облучения, облучатель помещали в стакан из кварцевого стекла (рис.1б), снаружи по центру стакана располагался датчик РМА 2122 УФ-радиометра РМА 2100 (Solar Light USA). Дозу УФ-облучения яйцеклеток выражали в мкДж/см<sup>2</sup>, а также временем экспозиции (в секундах).

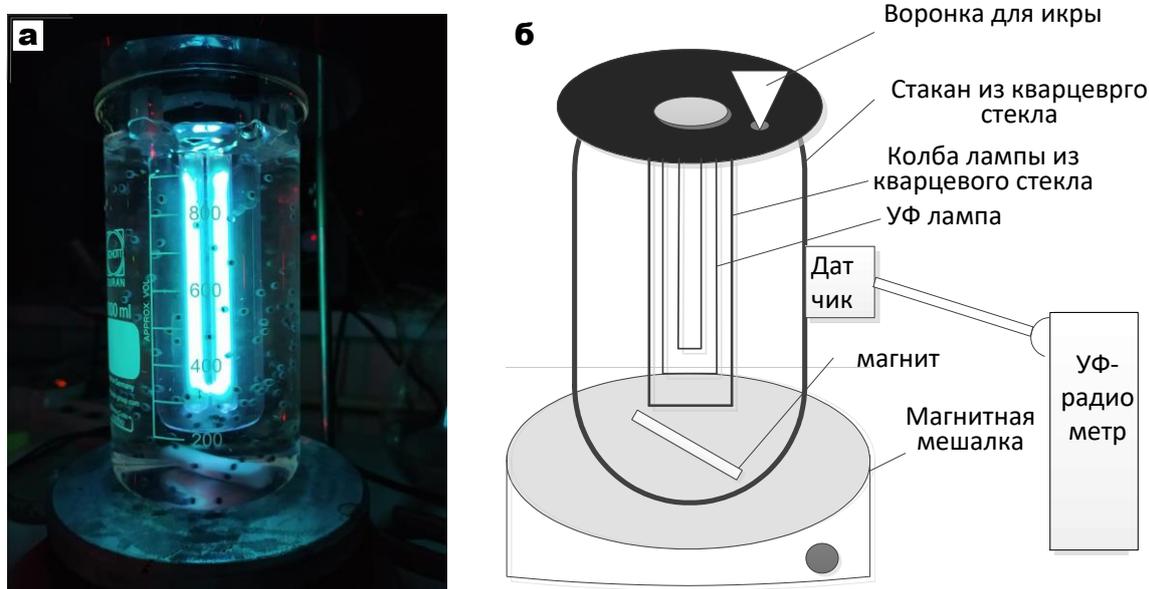


Рисунок 1 - Установка для облучения яйцеклеток осетровых рыб  
А - УФ-облучение; б – схема установки для определения дозы с помощью УФ-дозиметра

*Влияние антиоксидантов.* В работе испытывали защитный эффект антиоксидантов. Было проведено 5 облучений, время экспозиции каждого

составило 105 сек. Все облучения проводили по стандартной методике, различия касались только среды, в которой облучали яйцеклетки. Приготовили 5 растворов, основой всех растворов служил RMS, он же являлся контролем, опытные варианты содержали антиоксиданты, восстановленный глутатион (glut) и супероксиддисмутазу (SOD). Состав растворов представлен в таблице 1.

*Осеменение.* Облученные яйцеклетки переносили в сухой 250 мл стакан. Один мл спермы смешивали с 50 мл отстоянной водопроводной воды и выливали в икру. Затем жидкость сливали, а икринки переносили для дальнейшей инкубации в чашки Петри (по 50–75 шт. на чашку), заполненные отстоянной водопроводной водой. Для исключения фотореактивации УФ-повреждений ДНК яйцеклеток осеменение проводили в затемненном помещении используя красный свет от фотографического фонаря.

Стадии эмбрионального развития определяли в соответствии с руководством Гинзбург и Детлаф [Гинзбург и Детлаф, 1969].

Таблица 1 – Состав экспериментальных сред, в которых проводили УФ-облучение яйцеклеток сибирского осетра

<b>Раствор</b>	<b>Содержание глутатиона (мг/л)</b>	<b>Содержание SOD (мг/л)</b>
RMS	-	-
RMS+glut	150	-
	300	-
RMS+glut+SOD	150	3
	300	3

## **Результаты**

*Определение доз УФ, вызывающих генетическую инактивацию яйцеклеток.* Об эффективности УФ-инактивации яйцеклеток судили по кривым выживаемости доза-эффект на разных стадиях развития эмбрионов (проявление эффекта Гертвига), а также доле эмбрионов, у которых на завершающих стадиях развития проявлялся гаплоидный синдром. Главными признаками гаплоидного синдрома у эмбрионов осетровых являются нитевидное сердце, оводнение перикарда, укороченный хвостовой отдел, искривление осевых структур [Рекубратский и др., 1998] (рис. 2).

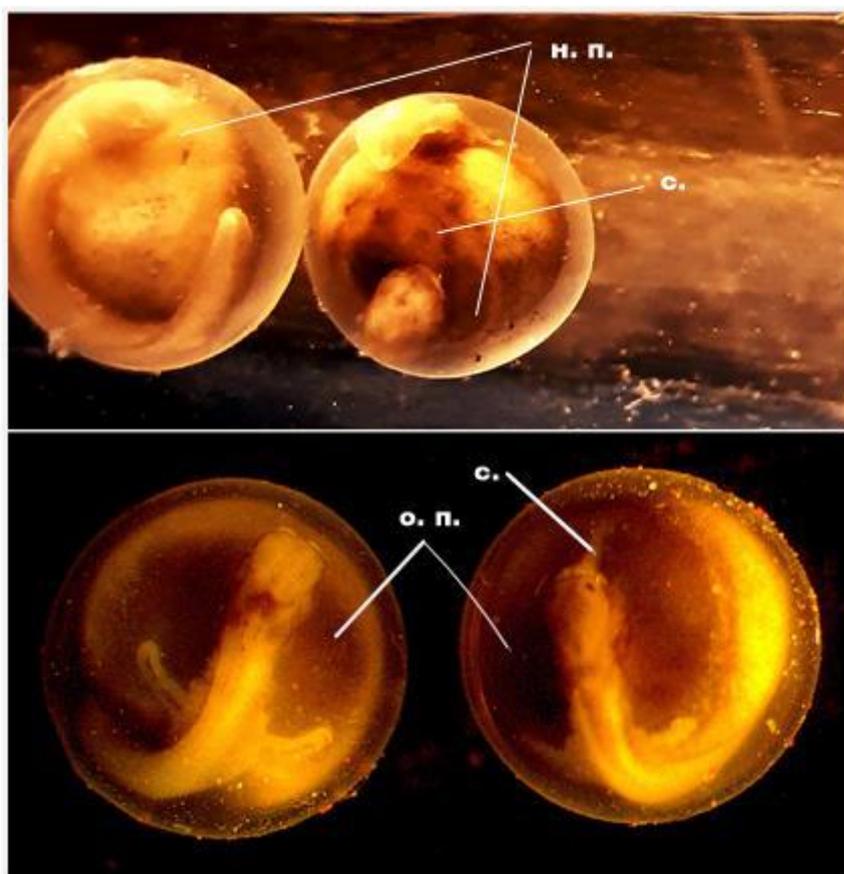


Рисунок 2 - Диплоидные и гаплоидные эмбрионы  
*о.п.* — оводнение перикарда; *н. п.* — нормальный перикард; *с.* — сердце

На рисунке 3 представлены данные о выживаемости эмбрионов сибирского и русского осетров в зависимости от дозы облучения яйцеклеток. При облучении яйцеклеток сибирского осетра дозы задавали по времени облучения, а затем экспозиции сопоставляли с показаниями УФ-дозиметра (рис. 3а). При облучении яиц русского осетра поступили наоборот: дозы облучения задавали по показаниям дозиметра, а затем выражали их в величинах экспозиции (рис. 3б).

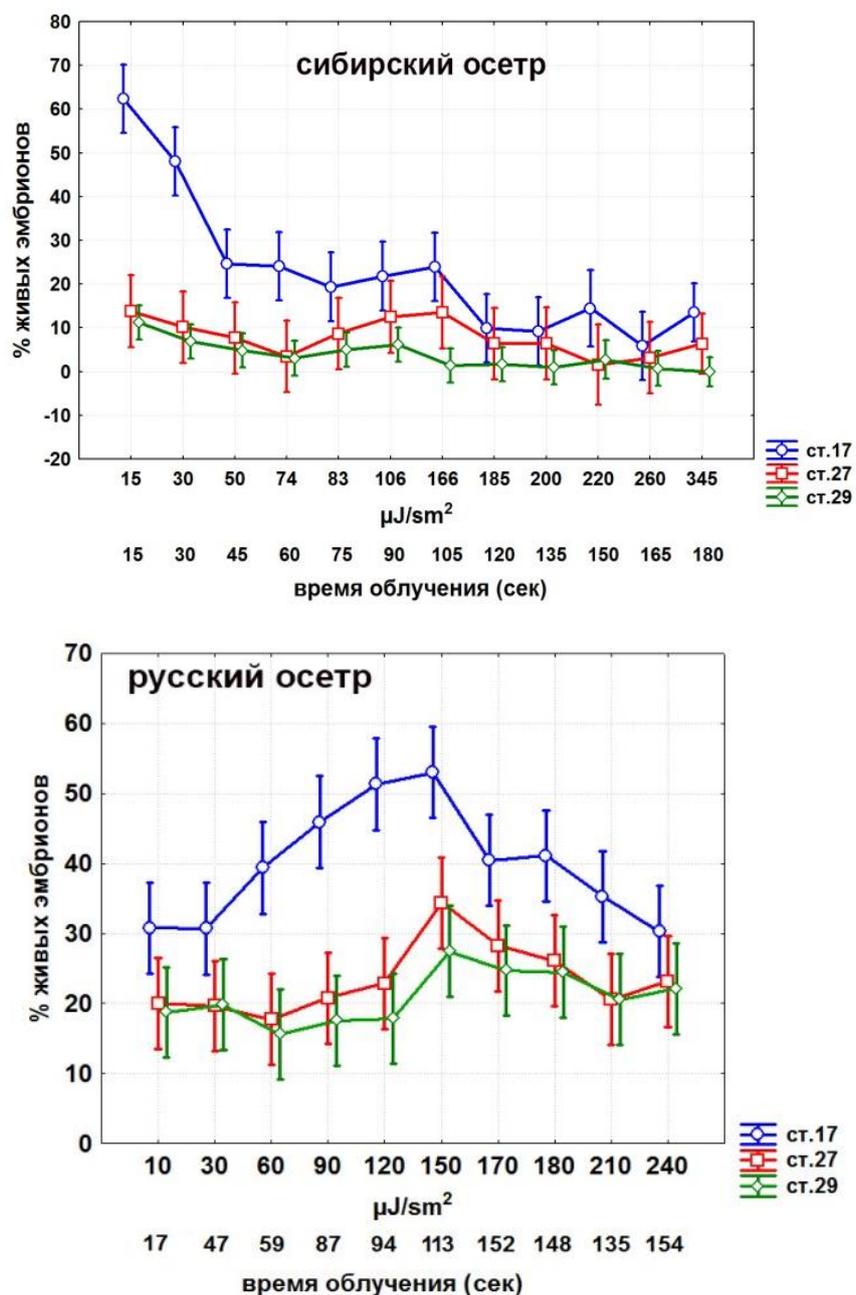


Рисунок 3 - Выживаемость эмбрионов сибирского (а) и русского (б) осетров на разных стадиях развития в зависимости от дозы облучения яйцеклеток.

И у сибирского, и у русского осетра максимальный подъем кривой выживаемости приходился на интервал 90-113 сек, или 150–180 мкДж/см<sup>2</sup>. В этом же интервале доз наблюдали минимальную долю эмбрионов без признаков гаплоидного синдрома и максимальную долю эмбрионов с ярко выраженным гаплоидным синдромом (рис. 4).

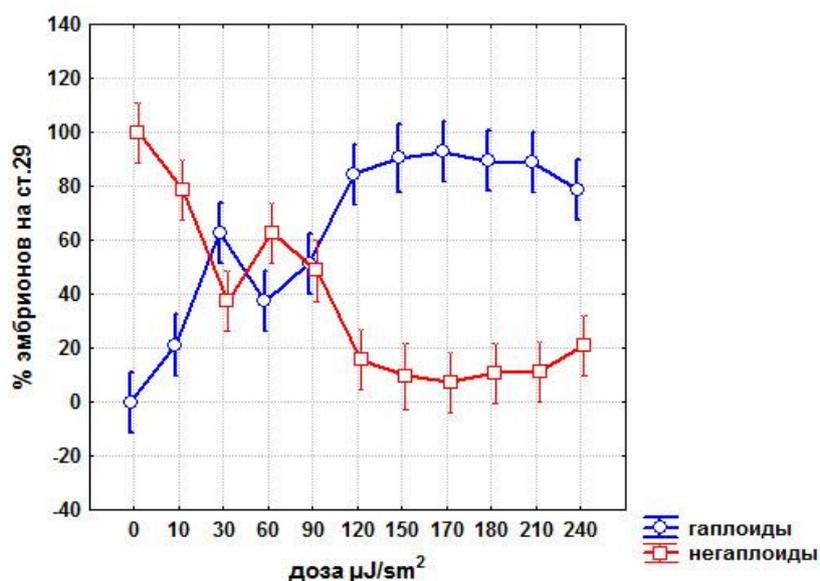


Рисунок 4 - Соотношение живых гаплоидных и негаплоидных эмбрионов в зависимости от дозы облучения

*Влияние антиоксидантов.* Добавление в среду для облучения антиоксидантов в различных концентрациях оказало положительный эффект на выживаемость андрогенетических эмбрионов на различных стадиях развития (рис. 5). Наибольшая выживаемость была установлена для раствора, содержавшего 150 mg/L глутатиона и 3 мг/л супероксиддисмутазы.

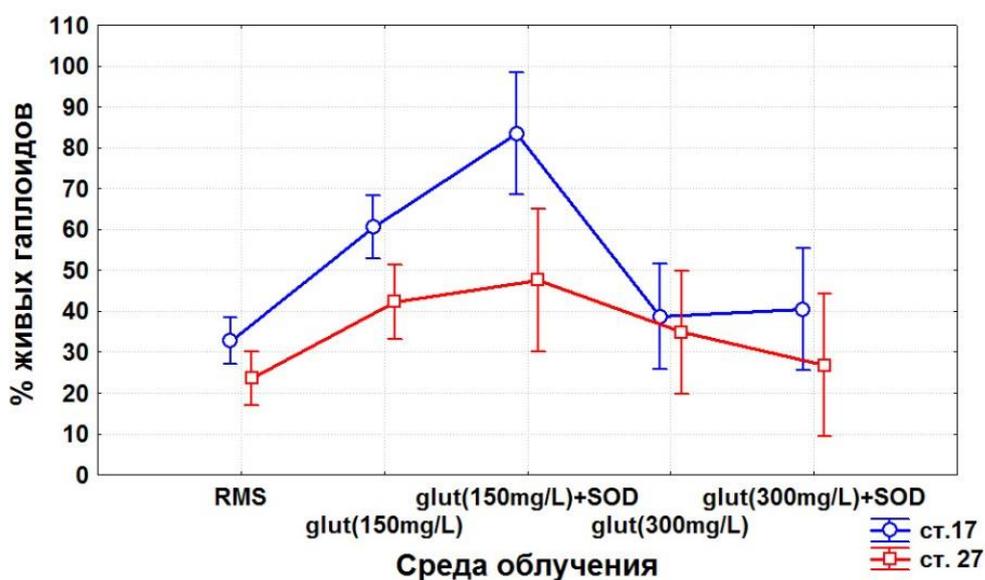


Рисунок 5 - Выживаемость эмбрионов сибирского осетра после УФ-облучения яйцеклеток в различных средах с добавлением антиоксидантов.

## Обсуждение

Эффектом Гертвига [Hertwig, 1911] называется поведение кривой, описывающей гибель зародышей в зависимости от дозы облучения. С увеличением дозы гибель вначале закономерно растет, а затем парадоксально снижается. Такой характер кривой доза-эффект объясняется последовательным течением нескольких процессов.

Первоначальный рост числа погибших эмбрионов связан с быстрым накоплением в облученных хромосомах летальных повреждений, а последующее увеличение выживаемости обусловлено постепенной элиминацией наиболее поврежденных хромосом. Максимум выживаемости эмбрионов, развивающихся после облучения яйцеклеток или спермиев нарастающими дозами радиации соответствует полной инактивации их хромосомного набора. Вторичное снижение выживаемости эмбрионов при облучении яйцеклеток связано с повреждением высокими дозами цитоплазматических структур [Grunina, Neyfakh, 1997].

На основании поведения кривой доза-эффект в наших опытах можно заключить, что при УФ-облучении яйцеклеток сибирского осетра полная их генетическая инактивация была достигнута в дозе 166 мкДж/см<sup>2</sup>, а у русского осетра – в дозе 150 мкДж/см<sup>2</sup> (рис. 3). Максимальная доля эмбрионов сибирского осетра с выраженным гаплоидным синдромом наблюдалась при дозе облучения 170 мкДж/см<sup>2</sup> (рис. 4).

На рис. 3 показано, что время экспозиции в различных вариантах опыта не точно совпадает с накопленной дозой. Это можно объяснить тем, что интенсивность света при первоначальном включении холодной лампы возрастает со временем ее работы, а накопление дозы напрямую зависит от интенсивности. Максимальную интенсивность света (2000-2300 мкВт/см<sup>2</sup>) данная модель лампы в среде RMS набирает за 15-20 сек от холодного старта и далее работает с данной интенсивностью. Таким образом, если прогреть лампу в течение 15 сек, затем выключать и вносить в облучатель яйцеклетки, то интенсивность света от старта будет близка к максимальной, что приведет к накоплению дозы в 150 мкДж/см<sup>2</sup> за 1 мин 45 сек ± 5 сек., что составляет эффективную дозу инактивации женских хромосом в яйцеклетках русского осетра.

Нуклеиновые кислоты при УФ-облучении в основном повреждаются за счет фотохимических превращений пиримидиновых соединений. Основным инактивирующим ДНК процессом является образование оппозитных димеров тимина, сшивающих нити ДНК между собой [Rupert, 1975]. Однако белки и липиды, входящие в состав биологических мембран, также вовлечены в фотохимический процесс. УФ-инактивация белков выражается в потере их ферментативной, регуляторной, гормональной, транспортной и

иммунологической активности. Наиболее чувствительны к ультрафиолетовому свету серосодержащие и ароматические аминокислоты, входящие в состав белков. У серосодержащих аминокислот разрываются дисульфидные связи как при прямом воздействии ультрафиолета, так и в результате воздействия возбужденных продуктов фотолиза ароматических аминокислот. В липидной фазе мембран наиболее эффективно протекающей реакцией является перекисное, свободнорадикальное фотоокисление полиненасыщенных жирных кислот — фосфолипидов. Накопление перекисей, а также их дальнейшие превращения в альдегиды и кетоны, не только разрушают сами липиды, но и повреждают белки (прежде всего, сульфгидрильные группы), инактивируют многие ферменты, а также окисляют ряд биологически важных соединений [Конев, 1979].

Антиоксиданты всегда присутствуют в составе клетки, они защищают клеточные структуры от негативного воздействия перекисных соединений, а также восстанавливают окисленные формы макромолекул. Живая клетка использует три линии ферментативной защиты от активных кислородных соединений: при помощи супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионпероксидазы; глутатионпероксидазы и глутатионтрансферазы. Также выделяют еще и четвертую линию защиты – обезвреживание вторичных продуктов перекисления других окисленных соединений, в которой участвуют глутатионтрансфераза, глиоксилаза и формальдегиддегидрогеназа. Очевидно, что глутатион участвует в трех линиях защиты из четырех и, следовательно, вносит ощутимый вклад в функционирование антиоксидантной системы [Калинина и др., 2014; Толпыгина, 2012].

Восстановленный глутатион (GSH) – низкомолекулярный тиол, преобладающий во многих растительных, микробных и во всех животных клетках, причем его концентрация выше, чем концентрация большинства органических веществ [Meister, Anderson, 1983]. Его прямая функция – разрушение свободных радикалов. Глутатион в восстановленной форме, может функционировать как антиоксидант многими способами: химически взаимодействовать с синглетным кислородом, супероксидом и радикалами гидроксила или напрямую разрушать свободные радикалы; стабилизировать мембранную структуру перемещением ацилпероксидов, образующихся путем перекисного окисления липидов [Galano, 2011; Deponte, 2013].

Супероксиддисмутаза (SOD), как упоминалось выше, также принимает важнейшее участие в антиоксидантной линии защиты практически всех клеток, так или иначе находящихся в контакте с кислородом, что обусловлено аэробной жизнью. SOD катализирует дисмутацию супероксида в кислород и пероксид водорода, который расщепляется ферментом каталазой на воду и молекулярный кислород. Супероксиддисмутаза обладает совершенно феноменальной

активностью и крайне низкой эффективной концентрацией – она почти в сто раз активнее каталазы, а одна молекула каталазы за одну секунду способна разложить около миллиона молекул пероксида водорода.

При сочетании в среде для УФ-облучения яйцеклеток осетровых глутатиона и супероксиддисмутазы удалось снизить повреждение цитоплазматических структур яйцеклеток, что положительно сказалось на выживаемости эмбрионов (рис.5). Также было показано, что эффективность глутатиона зависит от его дозы. Пока установлено, что наибольший эффект он оказывает в концентрации 150 мг/л. Для определения минимально действующей концентрации GSH и максимально действующей концентрации SOD необходимы дополнительные исследования.

### Список использованных источников

1. Балашов Д.А., Виноградов Е.В., Ковалев К.В., Барминцева А.Е., Рекубрятский А.В., Грунина А.С. Для получения индуцированного андрогенеза у осетровых рыб можно использовать ультрафиолетовое излучение // Онтогенез. 2017. Т. 48. №5. С. 386-396.
2. Гинзбург А.С., Детлаф Т.А. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение и эмбриогенез. М.: Наука, 1969. 134 с.
3. Гончаров Б.Ф. Влияние состава среды культивирования на способность фолликулов осетровых рыб реагировать созреванием на действие гонадотропных гормонов // Вопросы раннего онтогенеза рыб. Киев: Наук. Думка, 1978. С. 77–78.
4. Грунина А.С., Рекубрятский А.В. Индуцированный андрогенез у рыб: получение жизнеспособных ядерно-цитоплазматических гибридов // Онтогенез. 2005. Т. 36. № 4. С. 254–264.
5. Калинина Е.В., Чернов Н.Н., Новичкова М.Д. Роль глутатиона, глутатионтрансферазы и глутаредоксина в регуляции редокс-зависимых процессов // Успехи биологической химии. 2014. Т. 54. С. 299-348.
6. Конев С.В., Вологовский И.Д. Фотобиология. Минск: Изд-во БГУ им. В.И. Ленина. 1979. 385 с.
7. Рекубрятский А.В., Грунина А.С., Мюге Н.С., Нейфах А.А. Получение андрогенетических ядерно-цитоплазматических гибридов у осетровых рыб // Онтогенез. 1998. Т. 29. № 4. С. 394–400.
8. Толпыгина, О. А. Роль глутатиона в системе антиоксидантной защиты (обзор) // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2012. № 2(84) ч.2. С.178-180.
9. Arai K., Masaoka T., Suzuki R. Optimum conditions of UV ray irradiation for genetic inactivation of loach eggs // Nippon Suisan Gakkaishi. 1992. V. 58. № 7. P. 1197–1201.

10. Bongers A.B.J., Nguenga D., Eding E.H., Richter C.J.J. Androgenesis in the African catfish, *Clarias gariepinus* // *Aquat. Liv. Res.* 1995. V. 8. P. 329–332.
11. Bongers A. B. J., Veld E. P. C., Abo H. K. et al. Androgenesis in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using UV irradiation in a synthetic ovarian fluid and heat shocks // *Aquaculture.* 1994. V. 122. № 2. P. 119–132.
12. Christopher J.G., Murugesan A.G., Sukumaran N. Optimization of UV treatment to induce haploid androgenesis in the stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* // *Int. Aquatic. Res.* 2012. V. 4. № 1. P. 1–8.
13. Deponte, M. Glutathione catalysis and the reaction mechanisms of glutathione-dependent enzymes // *Biochimica et Biophysica Acta.* 2013. V. 1830. P. 3217–3266.
14. Galano, A., Alvarez-Idaboy, J. R. Glutathione: mechanism and kinetics of its non-enzymatic defense action against free radicals // *RSC Advances.* 2011. V. 1. P. 1763–1771.
15. Grunina, A.S., Recoubratsky, A.V. Induced androgenesis in fish: obtaining viable nucleocytoplasmic hybrids // *Russian Journal of Developmental Biology.* 2005. V. 36. № 4. P. 208–217.
16. Kirankumar S., Pandian T.J. Production of androgenetic tiger barb, *Puntius tetrazona* // *Aquaculture.* 2003. V. 228. P. 37–51.
17. Kucharczyk D. Kucharczyk D., Targońska K. et al. Genetic inactivation of dace, *Leuciscus leuciscus* (L.), gametes using UV irradiation // *Archives of Polish Fisheries.* 2008. V. 16. № 4. P. 437–446.
18. Meister A., Anderson M. E. (1983). Glutathione // *Annual review of biochemistry.* 1983. V. 52. № 1. P. 711-760.
19. Myers J.M., Penman D.J., Basavaraju Y. et al. Induction of diploid androgenetic and mitotic gynogenetic Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) // *Theor. Appl. Genet.* 1995. V. 90. P. 205–210.
20. Recoubratsky A.V., Grunina A.S., Minin A.A. et al. Dispermic androgenesis in *Acipenser stellatus* // *Sturgeon Quart.* 1996. V. 4. № 4. P. 12–14.
21. Veprintsev B.N., Rott N.N. Conserving genetic resources of animal species // *Nature.* 1979. V. 280. P. 633–634.
22. Grunina A.S., Neyfakh A.A. Induced diploid androgenesis // *Physiol. Gen. Biol. Rev.* 1997. V. 12. P. 73-103.
23. Hertwig O. Die radium Krankheit tierischer keim zellen // *Arch. Mikrosk. Anat.* 1911. V. 77. S. 1-97.
24. Rupert C. Enzymatic photoreactivation, overview // *Molecular mechanisms for repair of DNA.* New-York, London: Plenum-Press, 1975. Pt. A. P. 73-124.

УДК 504.062

**РЕКРЕАЦИОННАЯ АКВАКУЛЬТУРА КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ  
СОСТАВЛЯЮЩАЯ УСТОЙЧИВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В  
РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ SATOYAMA**

**Бахирева М.С., Никифоров А.И.**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский государственный институт  
международных отношений (университет) Министерства иностранных дел  
Российской Федерации», [bakhireva.masha@yandex.ru](mailto:bakhireva.masha@yandex.ru)*

**RECREATIONAL AQUACULTURE AS AN INTEGRAL PART OF  
SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT UNDER THE  
SATOYAMA CONCEPT**

**Bakhireva M.S., Nikiforov A.I.**

***Резюме:** В статье кратко рассмотрена история возникновения специфической системы устойчивого природопользования, функционирующей в рамках концепции Satoyama; обсуждаются предпосылки возникновения и формирования указанной концепции, а также её современное социально-экономическое значение; затрагиваются аспекты международного взаимодействия в деле реализации принципов сбалансированного управления биологическими ресурсами, основанных на положениях концепции Satoyama; в работе рассматриваются аспекты использования рекреационной аквакультуры на территориях, вовлечённых в проекты по сохранению национальных систем рационального природопользования в Японии.*

***Ключевые слова:** устойчивое природопользование, аквакультура, биоразнообразиие, продуктивные ландшафты, рекреационные ресурсы, Satoyama*

***Summary:** The article briefly discusses the history of the emergence of a specific system of sustainable environmental management operating within the framework of the Satoyama concept, discusses the prerequisites for the emergence and formation of this concept, as well as its current socio-economic importance, touches upon aspects of international cooperation in the implementation of principles of balanced management of biological resources based on the provisions of the Satoyama concept; in the article deals with aspects of recreational aquaculture use in areas involved in projects for the conservation of national environmental management systems in Japan.*

***Key words:** sustainable environmental management, aquaculture, biodiversity, productive landscapes, recreational resources, Satoyama*

Постоянное увеличение народонаселения Земли требует для обеспечения своих потребностей всё новых и новых ресурсов, что вызывает необходимость поиска наиболее сбалансированных систем природопользования, позволяющих реализовать все имеющиеся у человечества позитивные наработки в области эффективного управления ресурсами. В частности, одними из важнейших ресурсов являются компоненты биологического разнообразия, в сочетании с ландшафтными особенностями конкретной местности. Данное сочетание, помимо возможности получения необходимых объёмов продовольственной и иной продукции, позволяет в значительной мере сохранить возможность предоставления разнообразных экосистемных услуг, а также обеспечить удовлетворение растущих в условиях глобализации рекреационных потребностей населения.

В связи с этим, представляет огромный интерес изучение мирового опыта по устойчивой эксплуатации природных комплексов, имеющих ключевое значение для сохранения традиционной культуры, изучения положительных аспектов местной системы управления природопользованием, а также специфических знаний, необходимых для предотвращения антропогенной деградации преобразованных хозяйственной деятельностью человека экосистем.

В свете указанной выше проблематики представляет немалый интерес опыт Японии в деле управления эксплуатацией природных ресурсов на уровне общин. В условиях ограниченного территорией островов природного и жизненного пространства, японский народ издревле выработал ряд принципов организации контролируемого использования имеющихся в распоряжении природных ресурсов, ключевой идеей которых является тенденция жить и работать в гармонии с Природой, с уважением и бережностью относясь к тем благам, которые можно получить. Собственно, именно такой подход к организации природопользования и явился прообразом тех принципов, которые легли в основу существующей системы, именуемой Satoyama (Сатояма). [1]

В чём же заключается современное понимание системы Сатояма? Согласно установившемуся пониманию, это «традиционная японская система землепользования в пограничных зонах склонов гор, горных подножий и пахотных земель долин, представляющая собой относительно сбалансированные отношения между людьми и природой в процессе использования различных природных ресурсов» (рис. 1). [2]

Относительно этимологии термина «Сатояма» (里山) следует отметить, что его источником являются два японских слова, а именно: слово «сато» (里), переводимое как «деревня», «селение», окружённое возделываемыми землями (пашня, огороды); и слово «яма» (山), означающее «холм», «гора». [3]

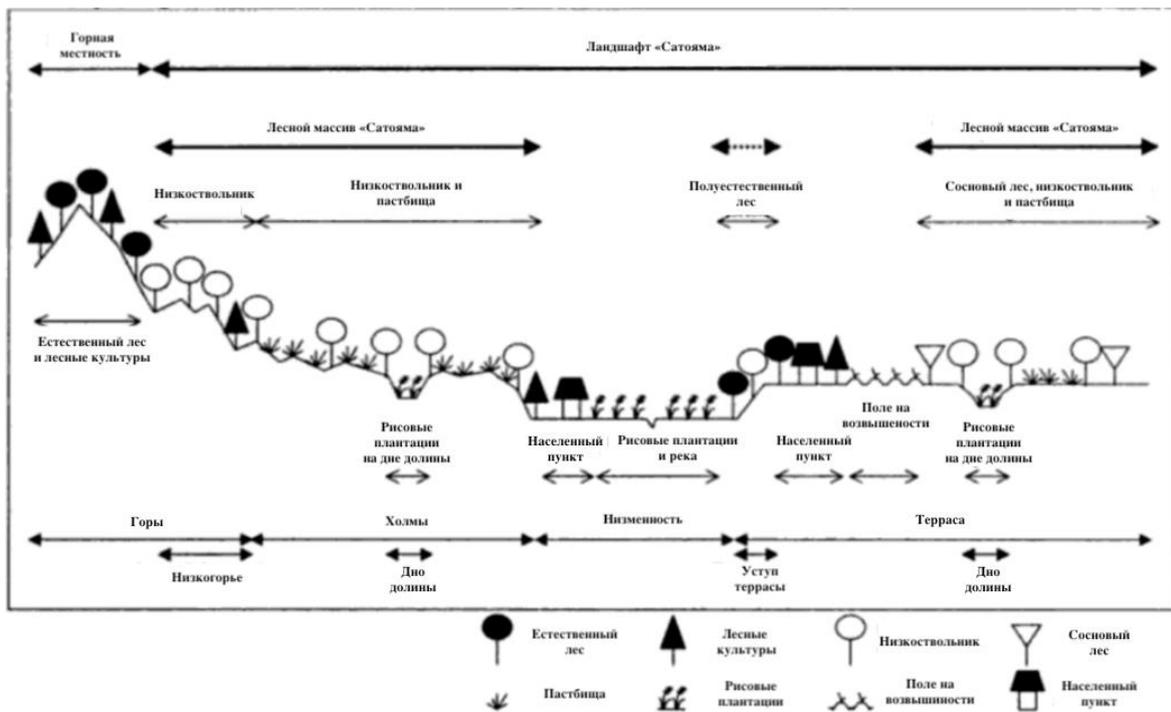


Рисунок 1 - Основные компоненты природопользования в рамках концепции Сатояма [2]

Таким образом, и термин (Сатояма), и его смысловое содержание подразумевают сочетание использования как антропогенно-изменённых, так и природных, мало затронутых человеческой деятельностью, ландшафтов. Согласно имеющимся в литературе данным, первые свидетельства о применении данного термина в отношении природопользования относятся к XV веку, так как в государственных документах периода Эдо (1603-1867) имеются указания на выделение в регионе Кюсю (в провинции Хидзэн существовавшего феодального княжества) особой области, именуемой Сатоямаката (里山方).

Отличительной особенностью данной области, отражённой в упомянутых выше документах, являлось то, что население её обитало в деревнях, расположенных в межгорных долинах, и практически все необходимые для жизни ресурсы давала людям эта относительно небольшая территория благодаря исключительно сбалансированному их потреблению и управляемому возобновлению, использующему естественные циклы возобновления.

В дальнейшем, вследствие глобальных процессов интенсификации и индустриализации сельского хозяйства и всего жизненного уклада, принципы сбалансированного сосуществования человека и Природы на время были почти забыты. Но, по мере осознания мировым сообществом необходимости пересмотра системы мирового природопользования, интерес исследователей всё более и более обращался к мировому опыту традиционных систем неистощительного природопользования.

В Японии идею Сатоямы возродил учёный-эколог Цунахидэ Шидэй (Tsunahide Shidei), популярно объяснявший в своих публикациях и выступлениях, что данный термин, по сути дела, отражает характерные особенности известного своей бережливостью по отношению к природным ресурсам способа существования сельских общин в «ямасато» - деревнях в горных долинах. Данный опыт в сочетании с историческими сведениями и явился основой для формирования современного понимания системы Сатояма как концепции многофункционального ландшафтного комплекса, включающего сельскохозяйственные угодья и лесные массивы. [4, 5]

Современное понимание концепции Сатояма предусматривает учёт её социально-экономических, культурно-исторических и экосистемных функций. Люди, живя в этой системе, не только получают необходимые ресурсы в виде пищи, лекарств, строительных материалов и др., но и способствуют – благодаря разумному управлению природными процессами - сохранению биологического разнообразия и всех экосистемных услуг, предоставляемых имеющимся в распоряжении ландшафтом (например, чистой воды). [6, 7]

В современном японском обществе, характеризующимся высоким уровнем урбанизации, природопользование в системе Сатояма предоставляет свои материальные преимущества (являясь источником съедобных растений, рыбы, прядильных волокон и др.), на первый взгляд, в основном для сельских жителей. Но, в то же время, Сатояма с каждым годом приобретает всё большее социально-экономическое значение как средоточие ценнейших рекреационных ресурсов, в высшей степени востребованных современными жителями мегаполисов. [7, 8]

Указанные выше особенности указывают на то, что Концепция Сатояма – это один из возможных путей гармонизации взаимоотношений человека и Природы за счёт создания управляемых гармоничных ландшафтов, включающих и человеческие поселения, и рекреационные зоны, и территории дикой природы с малонарушенными биоценозами. При этом, благодаря поддержанию биоразнообразия, а также рациональному использованию биологических ресурсов (наземных и водных), система Сатояма обеспечивает возможность стабильно получать различные природные блага в настоящее время без ущерба возможности использовать их в будущем – что в полной мере соответствует мировым задачам по достижению Целей Устойчивого Развития. [9]

Так, в 2010 г. в Париже был организован Глобальный семинар по вопросам Инициативы Сатояма, который был организован Министерством охраны окружающей среды Японии и Институтом перспективных исследований при Университете ООН (при участии ЮНЕСКО, Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и секретариата Конвенции о биологическом разнообразии). Одним из результатов данного семинара

явилось подписание Парижской декларации по «Инициативе Сатояма»; также было организовано Международное партнерство по инициативе Сатояма (The International Partnership for the Satoyama Initiative - IPSI).

Деятельность IPSI предусматривает развитие устойчивых форм природопользования, подразумевающих поддержание и развитие таких форм социально-экономической деятельности (включая сельское хозяйство, аквакультуру и лесное хозяйство), которые согласуются с природными процессами и циклами. На сегодняшний момент IPSI является международной платформой, объединяющей 258 организаций-членов, занимающихся изучением опыта создания «социально-экологических продуктивных ландшафтов и морских пейзажей» (SEPLS). Основной же своей задачей IPSI считает практическое осуществление Инициативы Сатояма, в рамках которого предусматривается эффективная реализация следующих основных структурно-логических компонентов:

- 1) учёт «пропускной способности» окружающей среды при организации устойчивого (циклического) использования природных ресурсов;
- 2) непереносимое признание значимости сохранения традиций и культуры местных общин;
- 3) обеспечение участия всех заинтересованных сторон в деятельности IPSI;
- 4) обеспечение интеллектуальной и организационной помощи в ходе сотрудничества в области устойчивого управления экосистемными услугами;
- 5) внесение реального вклада в достижение ЦУР и Айтинских целевых показателей в области сохранения биоразнообразия. [10]

Как уже упоминалось выше, именно сбалансированное использование всего имеющегося в распоряжении человека ландшафтного комплекса является отличительной чертой Сатоямы как системы природопользования. Так, рациональное использование различных биологических ресурсов (в том числе и рыбных) может быть рассмотрено на примере управления таковыми ресурсами на территории префектуры Гифу, находящейся в центральной части острова Хонсю в регионе Тюбу.

На данной территории находится рыбацкая деревня, привольно раскинувшаяся по обоим берегам протекающей в долине реки Мазей (馬瀬川), чьи истоки находятся на крутых склонах Центральных японских Альп. По меркам Японии, это совсем небольшой населённый пункт, насчитывающий около 1500 жителей, чьи дома расположены вдоль реки Мазей в виде ленты шириной около 4 км и длиной более 25 км. На данной территории в рамках системы Сатояма сочетают растениеводство (выращивание риса, овощей и других культур) и традиционное рыболовство.

Более 90% окружающего деревню ландшафта – это крутые склоны, покрытые хвойными и смешанными лесами. В самой реке водится рыба айю

(*Plecoglossus altivelis*) или sweet fish, что в переводе с англ. означает «сладкая рыба» - так как она действительно обладает сладковатым вкусом. Эта анадромная рыба, нерестящаяся в реках японских островов, относится к отряду корюшкообразные (*Osmeriformes*) и, являясь близким родственником азиатской корюшки, весьма похожа на неё и внешне (рис. 2)

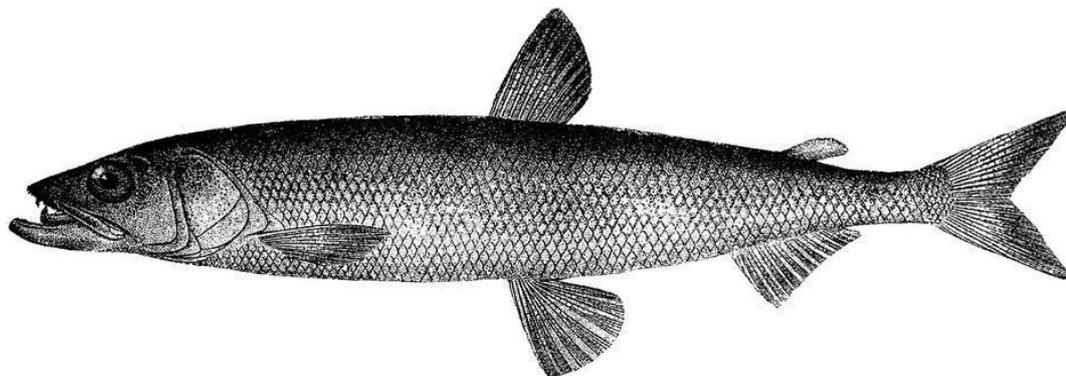


Рисунок 2 - Типичный внешний вид рыбы отряда корюшкообразные (*Osmeriformes*) [11]

Айю весьма чувствительна к загрязнению воды - замечено, что при наличии антропогенных загрязнений в воде вкус рыбы существенно ухудшается, появляется горечь и посторонние привкусы. Поскольку данная рыба весьма ценится как продукт питания у местного населения (обеспечивая его качественным пищевым белком), то вопрос сохранения поголовья популяции и качества рыбной продукции является для жителей деревни весьма важным. Поэтому, начиная с 1940-х годов, популяция рыбы айю реки Мазей находится под пристальным контролем, а для поддержания высокого качества воды в реке все близлежащие леса охраняются, по сути являясь «рыбоохранными». Также строго контролируется (не допускается) попадание в реку сельскохозяйственных и бытовых стоков. Кроме того, постоянно контролируется состояние нерестилищ айю, с давних пор применяется и обустройство новых галечных нерестилищ, что позволяет увеличить общий выход молоди и, как следствие – количество возвращающейся в реку на нерест рыбы.

Но помимо непосредственного получения определённых экономических благ в виде продукции растительного или животного происхождения, значительный доход общество деревни Мазей получает за счёт активного развития экологического туризма. В настоящее время огромное количество экскурсантов как из самой Японии, так и из других стран посещают деревню Мазей. Одним из самых востребованных у туристов является период захода в реку на нерест рыбы айю, ловля которой является национальной традицией. В ходе ловли самым строгим образом контролируется как размер, так и количество

вылавливаемой рыбы, так как многолетняя практика позволяет чётко определять допустимые пределы промыслового изъятия.

Следует отметить, что методы ловли рыбы айю, также как и местная кухня (белковую основу которой составляет рыба), являются частью культурного наследия деревни Мазей. В деревне также есть общество Sanmaze Kobo, членами которого являются коренные жительницы деревни Мазей. Благодаря деятельности этого общества, была организована работа маленького этнографического торгового комплекса «Maze Miki-no-Sato», где продаются традиционные блюда местного приготовления (например, Noba-Sushi), а также различные изделия народных мастеров. В 2014 году в деревне Мазей был открыт Музей Сатоямы, являющийся специализированным районом деревни, адаптированным для нужд экотуризма. С территории этого района открываются уникальные пейзажи, позволяющие экскурсантам наслаждаться потрясающим видом реки, построек, рисовых полей в окружении темнохвойных нетронутых человеком лесов, а гиды-экскурсоводы, являющиеся местными жителями, всегда готовы подробно рассказать туристам об особенностях хозяйствования, позволяющих сохранять всю эту красоту. Музей Сатоямы в деревне Мазей в настоящее время включен в перечень объектов Национальной ассоциации некоммерческих организаций «Самые красивые деревни Японии» [4,7].

#### **Список использованных источников**

1. The National Biodiversity Strategy of Japan 2012–2020, Roadmap Towards the Establishment of an Enriching Society in Harmony with Nature. The Ministry of the Environment, Japan; 2012.: Available at: <http://www.env.go.jp/press/files/en/528.pdf>.
2. Dublin, Devon Ronald. “Satoyama-Satoumi” regional management: a universal cognition and practice for green economy, ecosystem health and sustainable society in indigenous communities of the world. Doctoral dissertation. 2015. Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers. (DOI 10.14943/doctoral.k11785)
3. Devon R. Dublin, Noriyuki Tanaka / Indigenous Agricultural Development For Sustainability And “Satoyama” // Geography, Environment, Sustainability. 2014. Vol. 7(2). P.86-95. (DOI 10.24057/2071-9388-2014-7-2-86-95)
4. Kazuhiko Takeuchi, Kaoru Ichikawa and Thomas Elmqvist / Satoyama landscape as social–ecological system: historical changes and future perspective // Current Opinion in Environmental Sustainability. 2016. Vol. 19. P. 30-39. (DOI 10.1016/j.cosust.2015.11.001)
5. Satoyama: The Traditional Rural Landscape of Japan / ed. K. Takeuchi, R.D. Brown, I. Washitani, A. Tsunekawa, M. Yokohari. –Springer Science & Business Media. – 229 p.

6. Kazuhiko Takeuchi / Rebuilding the relationship between people and nature: the Satoyama Initiative // Ecological Research. 2010. Vol. 25. P.891-897. (DOI 10.1007/s11284-010-0745-8)
7. Satoyama–satoumi ecosystems and human well-being: Socio-ecological production landscapes of Japan / ed. Anantha Kumar Duraiappah, Koji Nakamura, Kazuhiko Takeuchi, Masataka Watanabe and Maiko Nishi. –United Nations University Press. 2012. –521 p.
8. Chiho Kamiyama, Shizuka Hashimoto, Ryo Kohsaka, Osamu Saito / Non-market food provisioning services via homegardens and communal sharing in satoyama socio-ecological production landscapes on Japan’s Noto peninsula // Ecosystem Services. 2016. Vol. 17. P. 185-196. (DOI 10.1016/j.ecoser.2016.01.002)
9. Yukihiro Morimoto / What is Satoyama? Points for discussion on its future direction // Landscape and Ecological Engineering. 2011. Vol. 7(2). P.163-171. DOI 10.1007/s11355-010-0120-5
10. The International Partnership for the Satoyama Initiative (IPSI): Information Booklet and 2018 Annual Report. United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability. Tokyo, 2018
11. *Osmerus mordax dentex* Steindachner & Kner, 1870 [Электронный источник] - [http://www.fishbiosystem.ru/OSMERIFORMES/Osmeridae/Osmerus\\_mordax\\_dentex2.html](http://www.fishbiosystem.ru/OSMERIFORMES/Osmeridae/Osmerus_mordax_dentex2.html) - (дата обращения 05.04.2020)

**К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ СОХРАНЕНИЯ ОСЕТРОВЫХ РОДА  
PSEUDOSCAPHIRHYNCHUS ИЗ БАССЕЙНОВ РЕК АМУДАРЬИ И  
СЫРДАРЬИ**

**Бобкова А.А., Никифоров А.И.**

ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (МГИМО) МИД РФ». [hosanianig@gmail.com](mailto:hosanianig@gmail.com)

**TO THE ISSUE OF PROSPECTS FOR CONSERVATION OF STURGEONS OF  
THE GENUS PSEUDOSCAPHIRHYNCHUS FROM THE AMUDARYA AND  
SYRDARYA RIVER BASINS**

**Bobkova A.A., Nikiforov A.I.**

**Резюме:** Статья посвящена описанию современного состояния природных популяций осетровых рода *Pseudoscaphirhynchus* из бассейнов рек Амударья и Сырдарья, также в ней кратко рассмотрены основные причины катастрофического снижения численности этих рыб в историческое время; упоминаются результаты актуальных международных исследований и проектов по сохранению *ex-situ* некоторых представителей рода *Pseudoscaphirhynchus*.

**Ключевые слова:** лопатоносы, *Pseudoscaphirhynchus*, *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*, *Pseudoscaphirhynchus hermanni*, *Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*, Амударья, Сырдарья, Международная Красная книга, CITES

**Summary.** The article is devoted to the description of the current state of natural populations of sturgeon genus *Pseudoscaphirhynchus* from the Amudarya and Syrdarya river basins, also it briefly discusses the main reasons for the catastrophic decline in the number of these fish in historical time, mentions the results of current international studies and projects on *ex situ* conservation of some representatives of the genus *Pseudoscaphirhynchus*.

**Key words:** shovelfish, *Pseudoscaphirhynchus*, *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*, *Pseudoscaphirhynchus hermanni*, *Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*, Amudarya, Syrdarya, Red Data Book, CITES

Род Лжелопатоносы (*Pseudoscaphirhynchus*) семейства осетровых (*Acipenseridae*) включает в себя 3 вида-эндемика рек бассейна Аральского моря: это амударьинский большой лопатонос (*Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*), амударьинский малый лопатонос (*Pseudoscaphirhynchus hermanni*) и сырдарьинский лопатонос (*Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*). Представители этих видов отличаются весьма небольшими размерами: около 20-25 см, (максимальная длина тела – 75 см у большого амударьинского лопатоноса),

обитают в мутной воде и получили свое название из-за специфической формы головы, схожей с плоской лопатой. На голове располагаются маленькие, практически редуцированные глаза, так как в условиях обитания в мутных реках ведущими для данных рыб органами чувств являются осязание и обоняние. Питаются лжелопатоносы мелкими водными, в основном бентосными, организмами, а также рыбой. Нужно отметить, что название «Лжелопатоносы» рыбы получили вследствие ошибочного (благодаря несомненному морфологическому сходству) первоначального отнесения их к группе рыб из семейства Лопатоносы (*Scaphirhynchus*), обитающих в Северной Америке. В дальнейшем выяснилось, что указанное сходство является следствием конвергентной эволюции, а наиболее близким родственником из осетровых для данного эндемичного рода по результатам ДНК-экспертизы является севрюга. [4][7]

Из указанных видов лжелопатоносов наибольшее промысловое значение имел ранее вид амударьинский большой лопатонос (см. рис.1), который, согласно имеющимся в литературе сведениям, был представлен двумя популяциями: в среднем течении реки Амударьи и в реке Вахш (приток Амударьи).

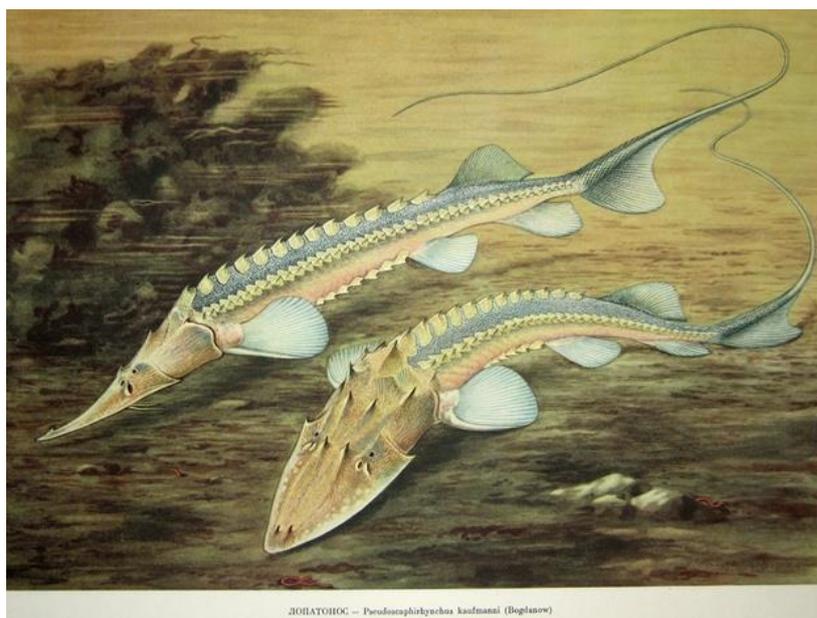


Рисунок 1. Амударьинский большой лопатонос ((*Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*) Источник: fishbiosystem.ru

Также считается, что ранее существовала ещё популяция этого вида в низовьях Амударьи, представители которой могли выходить в опреснённые участки Аральского моря – но, в связи с антропогенной гидрологической катастрофой, данная популяция исчезла вслед за исчезновением большей части Аральского моря и практическим прекращением стока Амударьи вследствие разбора её вод на нужды орошения. У оставшихся популяций данного вида

лжелопатоноса за последние десятилетия ареал резко сократился, численность резко упала (более чем на 80 %), и вид практически утратил промысловое значение.

Помимо негативных изменений среды обитания (изменение гидрологического режима, загрязнение ядохимикатами и промышленными стоками, снижение концентрации растворённого кислорода, прекращение доступа к нерестилищам и т.д.), на состояние популяции оказывает сильнейшее влияние браконьерство, которое из-за неблагоприятной экономической обстановки в Узбекистане и Туркменистане последние годы лишь увеличивается. Помимо снижения общей численности, указанные факторы привели к заметному снижению средних размеров особей данного вида: так, если в начале прошлого века попадались рыбы данного вида длиной тела до 75 см и массой до 2 кг, то уже в 1965-1966 гг. средняя длина тела составляла 37 см при средней массе 241 г; в 1989-1991 гг. уже практически не встречались особи длиной более 24 см, а средняя масса учтённых особей составляла 100,2 г. [3]

Амударьинский малый лопатонос (см. рис. 2) имеет схожий ареал и образ жизни с амударьинским большим лопатоносом, но в целом изучен в гораздо меньшей степени.

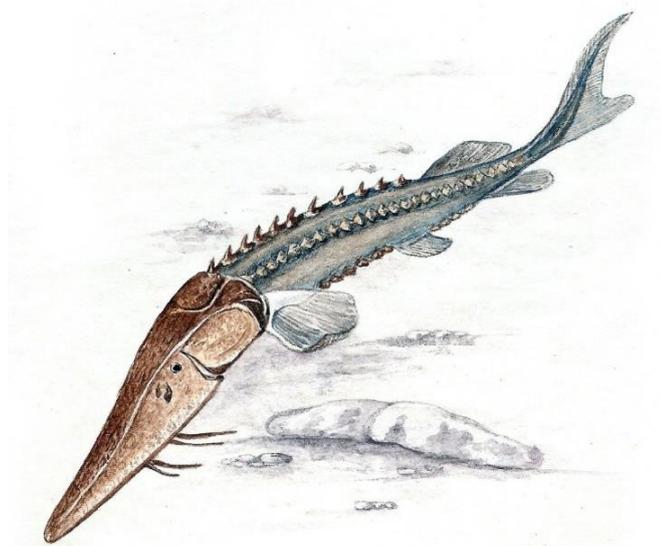


Рисунок 2. Амударьинский малый лопатонос (*Pseudoscaphirhynchus hermanni*)

Источник: zooclub.ru

Информация о данном виде весьма недостаточна и фрагментарна, но на основе имеющихся данных и актуального статуса популяций амударьинского большого лопатоноса, можно с большой долей уверенности утверждать, что за последние 3 поколения популяция амударьинского малого лопатоноса также сократилась более чем на 80%. Этот эндемичный вид является самым мелким в мире представителем осетровых рыб (максимальная зарегистрированная длина

27,5 см), продолжительность жизни поколения амударьинского малого лопатоноса оценивается в 6-8 лет.

Комплекс морфобиологических особенностей данной рыбы делает её, на первый взгляд, чрезвычайно интересным объектом для демонстрационной и коллекционной аквакультуры, но примеры успешного разведения в неволе неизвестны, а за последние 20 лет официально зарегистрированы поимки лишь нескольких экземпляров. [1]

В отношении сырдарьинского лопатоноса (*Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*) (см. рис. 3) известно ещё меньше, чем в отношении малого амударьинского лопатоноса. Исторический ареал сырдарьинского лопатоноса располагался в среднем и нижнем течении реки Сырдарья, также есть данные о существовании в исторические времена популяции данного вида в устье Карадарьи (крупного левого притока Сырдарьи). Промыслового значения вид не имел.

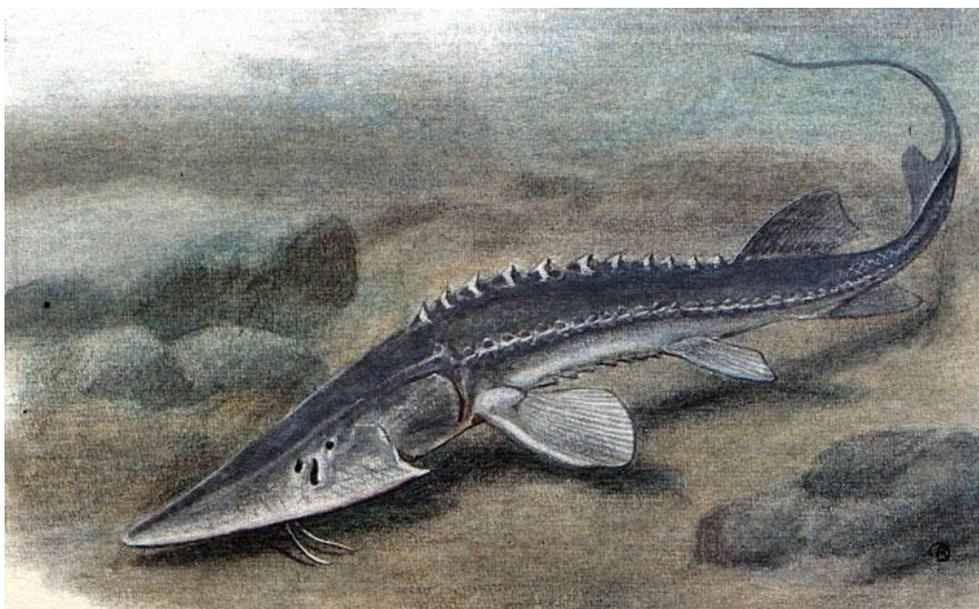


Рисунок 3. Сырдарьинский лопатонос. *Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*

Источник: <http://herpeton.ru/books/item/f00/s00/z0000012/st007.shtml>

Красная книга Международного союза охраны природы отмечает, что о данном виде имеется очень мало информации: в частности, практически не изучен спектр питания вида, не определена максимальная продолжительность жизни (оценочные данные – 8 – 10 лет), поскольку большинство имеющихся официальных данных получено при изучении всего нескольких экземпляров рыб данного вида. В настоящее время вопрос о существовании данного вида остается открытым, поскольку с 1960 года отсутствуют официально зарегистрированные факты поимки. Часть учёных считает, что данный вид уже вымер, часть предполагает, что

он ещё существует – но, очевидно, для подтверждения этого необходимы дополнительные исследования. [2]

Что касается природоохранного статуса указанных видов, то все они внесены в Красную Книгу МСОП, а также в Приложение II CITES и относятся к видам на грани исчезновения. Амударьинский большой лопатонос и амударьинский малый лопатонос занесены в Красную книгу Туркменистана и охраняются в Амударьинском государственном заповеднике. [6]

Сырдарьинский лопатонос занесен в Красную книгу Казахстана. Несмотря на официальное упоминание в Красных книгах, следует отметить, что каких-либо специальных программ по изучению и сохранению эндемичных видов осетровых указанные страны не осуществляют, и поэтому актуальный статус популяций этих редчайших рыб в данное время неизвестен.

В целом аналогичная ситуация наблюдается и в отношении других экологических проблем региона. Так, например, несмотря на более чем тридцатилетнее существование Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии – деятельность которой направлена на регулирование водозабора рек Амударья и Сырдарья и поддержание и повышение уровня воды в Аральском море - Аральское море продолжало мелеть, и в итоге как таковое исчезло. [5]

Необходимо осветить вопрос сохранения указанных видов в неволе. Попытки размножить амударьинского большого лопатоноса ещё в 70-х годах прошлого века неоднократно предпринимались в Московском Зоопарке - правда, успехом они тогда не увенчались. [4]

В настоящее время разрабатывается совместный российско-узбекский проект по разведению большого амударьинского лопатоноса *ex-situ* по инициативе куратора Программы по сохранению наиболее редких осетровых рыб Евразии Евроазиатской региональной ассоциации зоопарков и аквариумов (ЕАРАЗА) Алексея Черняка, а также при участии специалистов из Всероссийского НИИ пресноводного рыбного хозяйства Д. Балашова и К. Ковалёва. [7], [8]

В рамках этого проекта было осуществлено уже несколько экспедиций, в ходе которых удалось поймать некоторое количество особей большого и малого амударьинских лопатоносов, которые были размещены в Хорезмской Академии Мамуна в Хиве (структурное подразделение Академии наук Республики Узбекистан) и в Ташкентском зоопарке. На данный момент отработываются приёмы содержания в неволе представителей этих видов, а также проведены первые эксперименты по прижизненному определению пола и получению половых продуктов у отобранных рыб, получены весьма обнадеживающие результаты. [8]

Таким образом, вопрос о сохранении в дикой природе, а также о возможности искусственного разведения и сохранения *ex-situ* осетровых - эндемиков великих рек Средней Азии - на сегодняшний день стоит крайне остро. Если в отношении

амударьинских лопатоносов есть хотя бы какая-то определённая (во всяком случае, очевидно, что оба вида пока воспроизводятся в естественной среде, и есть обоснованная надежда их сохранить), то по поводу сырдарьинского лопатоноса отсутствует всякая определённая. В сложившихся условиях только расширение международного научного сотрудничества способно обеспечить возможность сохранения этих древних и совершенно уникальных рыб.

#### Список использованных источников

1. Mugue, N. 2010. *Pseudoscaphirhynchus hermanni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010 [Электронный ресурс]. <https://www.iucnredlist.org/species/18600/8497165> (дата обращения 26.05.2020)
2. Mugue, N. 2010. *Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: <https://www.iucnredlist.org/species/18599/8496937> (дата обращения 26.05.2020)
3. Mugue, N. 2010. *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: <https://www.iucnredlist.org/species/18601/8498207> (дата обращения 26.05.2020)
4. Головина Е. Ровесники динозавров ждут спасения // В мире науки. – 2015. [Электронный ресурс] <https://scientificrussia.ru/articles/ryba-kotoraya-uzhe-ne-zhdet> (дата обращения 26.05.2020)
5. Официальный сайт Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии [Электронный ресурс] [http://icwc-aral.uz/index\\_ru.htm](http://icwc-aral.uz/index_ru.htm) (дата обращения 27.05.2020)
6. Официальный сайт Министерства охраны природы Туркменистана. Государственные заповедники Туркменистана. [Электронный ресурс] [https://web.archive.org/web/20090609072240/http://natureprotection.gov.tm/reserve\\_ru.html](https://web.archive.org/web/20090609072240/http://natureprotection.gov.tm/reserve_ru.html) (дата обращения 27.05.2020)
7. Черняк А.Л. Проект по сохранению редких осетровых рыб Средней Азии. Проблемы аквакультуры. Вып. 6. Мат. 10-й Междунар. науч.-практ. конф. «Аквариум как средство познания мира». 2017. 93 с. [Электронный ресурс] [https://www.aqualogo.ru/info/images/pdf/Problemy\\_akvakultury\\_2017\\_full\\_text.pdf](https://www.aqualogo.ru/info/images/pdf/Problemy_akvakultury_2017_full_text.pdf) (дата обращения 27.05.2020)
8. Kovalev K.V., Balashov D.A., Cherniak A.L., Lebedeva E.B., Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. The karyotype of the Amu Darya sturgeon, *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* (Actinopterygii: Acipenseriformes: Acipenseridae). *Acta Ichthyologica et Piscatoria* (2014) 44 (2): 111–116.

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА СНИЖЕНИЕ ЗАПАСОВ ОСЕТРОВЫХ  
ВИДОВ РЫБ В ЖАЙЫК-КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ И  
РЕКОМЕНДАЦИИ**

**Бокова Е.Б.**

*Атырауский филиал ТОО «Научно –производственный центр рыбного хозяйства», Г.Атырау, Республика Казахстан, bokova08@mail.ru*

**IMPACT OF FACTORS ON REDUCTION OF STURGEON FISH STOCKS  
IN ZHYYK-CASPIAN BASIN AND RECOMMENDATIONS**

**Bokova E.B.**

***Резюме:** В данной статье рассмотрены проблемы сокращения промыслового запаса осетровых р.Жайык. Проанализированы характерные особенности снижения уловов осетровых видов рыб. На основе проведенных исследований выявлены факторы, влияющие на снижение численности нерестовой части популяции осетровых. Формулируются основные характеристики гидрологического режима реки Жайык и условия естественного нереста рыб. Показано постепенное сокращение площади нерестилищ осетровых рыб и причины потери качественного нерестового субстрата. В результате анализа проведенных исследований предлагаются рекомендации.*

***Ключевые слова:** осетровые, нерестилища, водность реки, молодежь, рекомендации*

***Summary:** This article discusses the problems of reducing the field stock of sturgeon. Zhaiyk. Characteristic features of reduction of catches of sturgeon fish species are analyzed. On the basis of the studies carried out, factors affecting the decline in the number of spawning parts of the sturgeon population have been identified. The main characteristics of the hydrological regime of the Zhaiyk River and the conditions of natural fish spawning are formulated. The gradual reduction of the area of spawning of sturgeon fish and the cause of loss of quality spawning substrate is shown. As a result of the analysis of the studies carried out, recommendations are proposed.*

***Keywords:** sturgeon, spawning, river water, youth, recommendations*

**Введение**

В последнее десятилетие в Жайык-Каспийском бассейне развивается экстремальная ситуация, связанная с негативными изменениями в экосистеме моря и состоянии биоресурсов.

Эта тенденция имеет не только региональный, но и глобальный характер, что связано с нарушением естественной среды обитания гидробионтов и сокращения их биологического разнообразия. В связи с этим возрастает значимость планомерных и экологически обоснованных подходов к управлению биологическими ресурсами промысловых водоемов.

В настоящее время состояние осетровых видов рыб в Жайык-Каспийском бассейне остается критическим. Снижение эффективности естественного воспроизводства осетровых, обусловлено снижением численности производителей, пропускаемых к местам размножения, общим ухудшением состояния нерестилищ и ухудшением экологической обстановки водоема.

Создавшееся положение в реке Жайык со всей очевидностью показывает, что будущее запасов осетровых всецело зависит от решения проблемы их естественного воспроизводства.

Результаты ранних и современных исследований показали, что увеличение численности осетровых невозможно без сохранения и поддержания естественного воспроизводства. В нижнем течении реки Жайык должны быть сохранены условия для захода производителей рыб, нерест и ската молоди естественного происхождения. Необходимые мероприятия по улучшению условий для нереста на оставшихся нерестилищах, при которых производители осетровых рыб способны сохранить численность чистой линии генофонда. Естественное размножение позволит поддерживать много возрастную структуру стада и генофонд популяций.

Снижение численности осетровых видов рыб в промышленных уловах р. Жайык началось с 1990 года, когда их уловы составляли 1930 тонн. В последующие годы (2000, 2008) уловы рыб снизились до 326, 180 т.

Ранними исследованиями (2000, 2010 гг.) и в настоящее время 2015-2017 гг. выявлено нарушение естественной воспроизводимости осетровых рыб в нижнем течении р. Жайык. В настоящее время исследованиями подтверждено нулевое воспроизводство белуги, осетра и шипа и низкий показатель естественного воспроизводства севрюги. Произошло сокращение общей площади нерестилищ осетровых с 1700 га до 197 га. По материалам собственных исследований в р. Жайык за 43 года уменьшилось количество естественных нерестилищ с 68 до 6 нерестилищ [1].

Целый ряд исследований был связан с изучением факторов, влияющих на снижение воспроизводства и причину низкой выживаемости молоди рыб.

В современный период, как и в прошлые годы решающим остаётся объём и параметры весеннего половодья.

В связи с этим, путем анализа и обобщения результатов многолетних исследований составлены рекомендации по улучшению условия естественного нереста осетровых видов рыб в р. Жайык.

## **Материал и методики**

Данные по гидрологическому режиму р. Жайык предоставлены Гидрометобсерваторией г. Атырау. Исследования по эффективности естественного воспроизводства проводились в период с 1978 по 2019 гг. сотрудниками Атырауского филиала ТОО «Научно – производственного центра рыбного хозяйства». Экспедиционные выезды осуществлялись в мае, июне, июле. По методике исследований траление бимтралом (площадь сечения входного отверстия - 1,08 м<sup>2</sup>) производилось на научном судне «Амангалиев Дуйсекеш» по фарватеру и берегам реки [2].

Видовая принадлежность молоди осетровых рыб определялась по определителю А.Ф.Коблицкой [3]. В ранние экспедиционные выезды и в современные годы обследование 68 нерестилищ протяженностью 986 км проводилось на моторной лодке Мастер- 540 и на научном судне «Амангалиев Дуйсекеш».

Географические координаты нерестилищ определялись по Атласу нерестилищ осетровых рыб 2004 г. [4]. Площади нерестилищ определялись на месте с помощью шагомера и строительной рулетки. Состояние нерестилищ: характер зарастаемости высшей растительностью и качество нерестового субстрата, определялись визуально.

На каждом нерестилище проводилась инструментальная съемка с определением остаточной площади при помощи шагомера и качество нерестового субстрата. Место расположение нерестилищ определялись по GPS.

## **Результаты и обсуждение**

Естественное воспроизводство осетровых видов рыб происходило в условиях сокращения, а затем увеличения объемов пресного стока реки Жайык. Колебание уровня воды в бассейне повлияло на естественное воспроизводство осетровых рыб в результате сокращения нерестового ареала. Учитывая значимость исследований по эффективности естественного воспроизводства осетровых видов рыб исследования в р.Жайык проводились ежегодно.

Материалы исследований показали, что снижение численности молоди белуги, осетра и севрюги происходило уже с 1997 г [5], а в 2006 году молодь шипа уже не встречалась в нижнем течении р. Жайык [6]. Сокращение численности нерестовой части популяции осетровых видов рыб и нулевое воспроизводство белуги, осетра и шипа привели к вынужденной мере объявить с 2010 г мораторий на промышленный лов в Жайык-Каспийском бассейне.

В последующие годы пополнение запасов осетровых видов рыб не происходило. В эти годы покатная миграция белуги, осетра и шипа с нерестовых зон не наблюдалась. В меньшей степени лишилась мест естественного размножения севрюга.

Проводимые исследования в нижнем течении р. Жайык в июне подтвердили скат молоди севрюги с нерестилищ. В отдельные годы максимальное количество молоди в бимтрале насчитывалось 100-164 экз. (2013, 2014 гг.) меньше в 2011 г – 4 экз., и в 2012 г. пойман 1 экз. В 2015 г. в р.Жайык молодь осетровых рыб не обнаружена. В 2016 году поймано 64 экз. молоди севрюги (размерами от 105 до 109 мм и массой от 20,0 до 2620 мг) В 2017 г. в реке обнаружено 40 экз. молоди севрюги (размерами от 30 до 70 мм и массой от 3,2 до 1300 мг). В 2018 г. поймано 54 экз. севрюги (размерами от 2 до 5 см, массой от 0,5 до 0,7 г) В 2019 г. в р. Жайык молодь осетровых рыб не обнаружена (рисунок 1).



Рисунок 1 – Уловы молоди севрюги в нижнем течении р.Жайык

Исследованиями показано, что численность скатывающейся молоди осетровых с нерестилищ характеризует низкий показатель естественного воспроизводства севрюги и нулевое воспроизводство белуги, осетра и шипа, хотя ежегодно весной наблюдается нерестовая миграция производителей осетровых из Каспийского моря в р. Жайык.

После объявления моратория на промышленный лов (2010 г) приоритет получили на улов осетровых видов рыб Атырауские осетровые рыболовные заводы для искусственного воспроизводства. Заготовка производителей осетровых рыб осуществлялась в период ее нерестовой миграции к нерестилищам. За период с 2010 года по 2019 гг. в реку зашли все виды осетровых рыб за исключением шипа и в отдельные годы белуги (таблица 1).

Таблица 1 – Уловы осетровых рыб в р. Жайык Атыраускими осетроводными рыбоводными заводами (т)

Годы	Виды осетровых рыб					Итого
	Белуга	Русский Осетр	Севрюга	Шип	Стерлядь	
2010	0	0,058	1,392	0	0	1,45
2011	0,704	0,193	1,566	0	0	2,463
2012	0	0,208	2,502	0	0	2,71
2013	0,276	0,200	1,724	0	0	2,2
2014	0,935	0,140	0,589	0	0	1,664
2015	0,125	0,277	1,378	0,009	0	1,378
2016	0	0,280	1,068	0	0,019	1,367
2017	0,251	0,375	1,265	0	0,179	1,91
2018	0,100	0,255	1,129	0	0,020	1,504
2019	0	0,191	1,1104	0,012	0,036	1,2494

Из таблицы видно, что в последние годы численность осетровых рыб в уловах не увеличилась, и держится на одном минимальном уровне, не превышая 2,7 тонн (2011 г). В 2019 г.

Создавшееся положение со всей очевидностью показывает, экологическую проблему и вопросы, связанные с сокращением численности производителей осетровых мигрирующих из моря в реку к местам нерестилищ и нарушением условий нереста в нижнем течении реки Жайык.

На протяжении последних лет (2010-2019 гг.) после моратория, производители белуги, осетра и шипа не дошли до мест нерестилищ или выловлены в целях искусственного воспроизводства, что и подтверждается нулевым воспроизводством этих видов рыб. Единичные экземпляры скатывающейся молоди севрюги с нерестилищ характеризовались случайным нерестом производителей на нижних малоэффективных нерестилищах. Собственно пополнение запасов осетровых видов рыб от естественной молоди не происходило и не ожидается.

Большую актуальность имели работы по определению влияния водного стока на воспроизводство осетровых видов рыб. Еще в ранних исследованиях авторами Песериди Н.Е., Захаров С.С., Тарабрин А.Г., Песериди Н.Е., Гончарова Г.К., Захаров С.С., Бокова Е.Б., Большов А.А. работы были посвящены влиянию водности реки Жайык на состояние осетровых видов рыб [7-11].

Анализ многолетних исследований по оценке состояния естественного воспроизводства показал, что благоприятные условия для нереста складывались в период высоких уровней воды в реке от 8,0 -12,5 км<sup>3</sup>/год. Наиболее низкая эффективность воспроизводства осетровых рыб происходила в маловодные годы до 6,5 км<sup>3</sup>/год. В эти годы нерест осетровых проходил в основном в русловой части реки, так как береговые нерестилища затапливались только на 50%.

Эффективность естественного воспроизводства осетровых рыб в эти годы сокращалась в 5-10 раз.

На современном этапе проведенный анализ показал, что в 2006 г. зарегистрирован самый низкий водный сток р. Жайык -3,5 км<sup>3</sup>/год. (рисунок 2). Последующие годы характеризовались возрастанием воздействия на естественное воспроизводство осетровых рыб. В годы маловодных лет обводнение нерестилищ не происходило.



Рисунок 2 – Многолетние колебания водного годового стока р.Жайык

Известно, что литофильные осетровые рыбы нерестятся на участках реки с транзитным течением и каменистыми грунтами. К этому времени береговые нерестилища утратили свое значения из-за потери качественного нерестового субстрата (заросли травой и заилились илом).

Такие изменения произошли в период сокращения продолжительности стояния паводковых вод в р.Жайык. С 2006 г продолжительность паводка сократилась в сторону уменьшения до 30 суток, а в отдельные годы и до 20 суток (2018 г.), что считается не продолжительным в период раннего эмбриогенеза. Если учесть, что нерест севрюги продолжается при температуре воды 25°С, то к этому времени уровень воды падает в реке и береговые нерестилища оголяются и не могут быть продуктивными. В таких условиях эффективность нереста осетровых снижалась (рисунок 3).



Рисунок 3 - Многолетние колебания продолжительности стояния паводковых вод в р. Жайык

Начиная с 2010 года нерестилища осетровых видов рыб перестали функционировать. Данные проведенной инвентаризации нерестилищ осетровых рыб в 2010 г. подтвердили, что в нижнем течении р.Жайык в пределах Атырауской области протяженностью 273 км на 15 береговых нерестилищах грунты по составу некачественные – иловые, а поверхность нерестилищ полностью заросла высшей растительностью.



Рисунок 4- Береговое нерестилище заросло травой, 2016 г.



Рисунок 5 - Береговое нерестилище заилено, 2016г.

Более детальное обследование нерестилищ было проведено нами в 2015-2017 гг. в результате чего выявлено, что из 68 существующих нерестилищ могут функционировать 6 нерестилищ, т.е. на оставшихся береговых нерестилищах частично сохранился нерестовый субстрат (песок, мелкая галька) для севрюги и осетра.

Учитывая значимость исследований по эффективности естественного воспроизводства осетровых исследования продолжаются и проводятся ежегодно.

Создавшееся положение со всей очевидностью показывает, экологическую проблему нулевого воспроизводства в нижнем течении р. Жайык, что вызывает необходимость принятия мер по созданию условий естественного нереста осетровых видов рыб.

В этой связи в 2017 г. составлен новый атлас нерестилищ осетровых видов рыб где отражены разработанные рекомендации по восстановлению нерестилищ

и мелиоративным работам на нерестилищах осетровых рыб р. Жайык под руководством Исбекова К.Б., генерального директора ТОО «Научно – производственного центра» и Асылбековой С.Ж., заместителя генерального директора ТОО «Научно–производственного центра».

Автором Ким А.И. разработаны рекомендации по внедрению патентных разработок в мероприятия по восстановлению естественного воспроизводства осетровых видов рыб реки Жайык (Урал). Патентная разработка «Искусственное нерестилище для осетровых рыб». Патентная разработка «Устройство для инкубации оплодотворенной икры осетровых рыб в природных водных условиях».

### **Заключение**

На основании проведенных исследований и анализа многолетнего материала было установлено, что в нижнем течении р. Жайык нарушен нормальный цикл воспроизводства осетровых видов рыб. Выявлено, что гидрологический режим р. Жайык оказал влияние на сокращение площади эффективных нерестилищ и потери качественного нерестового субстрата в результате чего произошло нулевое воспроизводство осетровых особенно это коснулось белуги, осетра и шипа. На минимальном уровне сохранилась нерестовая миграция производителей севрюги на нижние нерестилища расположенные в 100-200 км от моря. Однако неблагоприятное состояние нерестилищ привело к низкой выживаемости молоди на ранней стадии развития.

В настоящее время не смотря, на запрет коммерческого вылова осетровых видов рыб пополнения запасов осетровых рыб, не происходит

Поэтому одной из главных задач принятия мер по сохранению естественной популяции осетровых видов рыб путем создания искусственных условий нереста.

В этой связи и были разработаны следующие рекомендации:

В затопляемой в паводок береговой части нерестилищ (пляжи) на период весеннего нереста (апрель-май) устанавливать временные съемные нерестовые поля, из искусственного рулонного покрытия с каменистым субстратом. Они должны монтироваться сразу после ледостава, и сниматься после паводка.

### **Список использованных источников**

1. Шалгимбаева Г.М., Асылбекова С.Ж., Бокова Е.Б., Ким А.И., Булавина Н.Б. Атлас нерестилищ осетровых рыб. г.Алмата, Казахский научно-исследовательский Институт рыбного хозяйства, 2017. С.6.
2. Сливка А.П. Покатная миграция молоди рыб в реках Волги и Или, Издательство «Наука», 1981 год. С. 18-39.
3. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М., 1981. С 23-45.

4. Атлас нерестилищ осетровых рыб р.Урал. Атырауский областной Акимат. Атырау, 2004.- С.7-9.

5. Камелов А.К., Бокова Е.Б. Покатная миграция молоди и эффективность естественного воспроизводства осетровых рыб в р.Урал. Экосистемы водоемов Казахстана и их рыбные ресурсы. Сборник научных трудов. Издательство Алматы НИЦ «Бастау»,1997. С.42-47.

6. Бокова Е. Б. Влияние гидрологического режима реки Урал на запасы осетровых рыб //Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. — Алматы; Бастау 2008. — С. 35–51.

7. Песериди Н.Е., Чертихина Т.С. К вопросу о влиянии некоторых факторов на ход размножения и уловы осетровых р.Жайыка. - Осетровые СССР и их воспроизводство (Труды ЦНИОРХ. Том I). – М: Пищевая пром-ть. 1967. – С. 108-115.

8. Захаров С.С., Песериди Н.Е. Основные закономерности миграции осетровых рыб р. Урал в зависимости от гидрологических условий реки // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства: / тезисы докладов научно – практической конференции / - Волгоград,1981.-С.85-87.

9. Тарабрин А.Г., Песериди Н.Е., Гончарова Г.К., Захаров С.С. Эффективность естественного воспроизводства севрюги в разные по водности годы: Тезисы науч. докл. На Всесоюзном совещании //Осетровое хозяйство водоемов СССР//11-14 декабря, Астрахань.1984-С.358-360.

10. Бокова Е. Б. Влияние гидрологического режима реки Урал на запасы осетровых рыб //Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. —Алматы; Бастау, 2008. — С. 35–51.

11. Большов А.А., Бокова Е.Б. Современный гидролого-гидрохимический режим низовьев р. Урал и его влияние на воспроизводство осетровых // Осетровое хозяйство водоемов СССР. — Астрахань, 1989. — С. 33–35.

УДК 597

## ИЗМЕНЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ ВИДОВ МОЛОДИ ПОЛУПРОХОДНЫХ ВИДОВ РЫБ В Р. ЖАЙЫК

**Бокова Е.Б.**

*Атырауский филиал ТОО «Научно –производственный центр рыбного хозяйства», Г.Атырау, Республика Казахстан, bokova08@mail.ru*

## THE ALL OF THE DOOVES OF THE FULL FREE SPORTS IN R. JAİK

**Vokova E.B.**

***Резюме.** В данной работе обобщены многолетние материалы по эффективности естественного воспроизводства полупроходных видов рыб в р.Жайык.*

*Показаны многолетние данные по видовому составу молоди полупроходных видов рыб р.Жайык. На основании результатов собственных исследований дается вывод, что процентное соотношение молоди ежегодно менялось и вместе с тем сократилось количество видов молоди рыб. Выявлено, что сохранилось естественное воспроизводство, эффективность которого, ежегодно исследуется и определяется по численности скатывающейся молоди с нерестилиц.*

***Ключевые слова:** молодь, полупроходные, видовое и процентное соотношение.*

***Summary.** This work summarizes the long-term materials on the effectiveness of natural reproduction of semi-passable fish species in the yayik region.*

*Perennial data on the species composition of young semi-passable fish species of the r. Jayyk are shown. Based on the results of their own research, it is concluded that the percentage of young fish has changed annually and at the same time the number of species of young fish has decreased. It has been revealed that natural reproduction has been preserved, the effectiveness of which is annually investigated and determined by the number of young people rolling down from spawning grounds.*

***Keywords:** young, semi-passable, species and percentage.*

### **Введение**

Естественное воспроизводство полупроходных видов рыб в р.Жайык в разных условиях водного режима р. Жайык, численность и жизнестойкость молоди в период ее роста, а также выживаемость на первом году в море определяют пополнение промысловых видов рыб в Каспийском море. Основное пополнение запасов полупроходных рыб происходит от урожайных поколений.

## **Материал и методика**

В настоящей работе использован материал, собранный в дельте р.Жайык протяженностью 64 км от предустьевоего пространства. Скатывающуюся молодь отлавливали бимтралом, площадь захвата 1,08 м<sup>2</sup> по фарватеру и берегам реки. Собранный материал частично проанализирован в полевых условиях (определен видовой состав и подсчитано количество молоди), затем молодь фиксировалась 4% - формалином для дальнейшей камеральной обработки. Видовую принадлежность молоди определяли по А.Ф.Коблицкой (1981) [1].

## **Результаты исследований**

Анализ многолетних исследований в р.Жайык по скату молоди полупроходных видов рыб показал, что в последние годы произошло перераспределение видового состава.

Такие изменения связаны с водностью реки в период половодья, продолжительностью и спада полых вод. Сроки спада уровней воды определяют не только нерестовые и нагульные площади, но и сроки захода производителей, а также и распределение молоди по видовой принадлежности.

Еще в ранние годы (1982 -1985 гг.) проводился анализ урожайных и неурожайных поколений связанные с объемом водного стока реки Жайык. В многоводные годы с объемом водного стока (9,5 8,6 км<sup>3</sup>/год скат молоди проходил интенсивно. Паводок продолжался 60 дней, и продолжительные нерестовые температуры создавали благоприятные условия для нереста промысловых видов рыб [2]. Видовой состав молоди увеличивался и особенно это было заметно в многоводный 1999 г. [3]. Молодь чехони, и судака распределялась по всей толще воды, жерех по берегам реки, молодь воблы и леща, сазана, сома в прибрежной зоне на мелководьях.

В маловодном 1984 г. (3,85 км<sup>3</sup>/ год) нерестилища почти не заливались, сроки подъем паводка сократились до 9 дней, что и повлияло на сокращение нерестовых и нагульных площадей, в таких условиях выживаемость молоди резко снижалась, сокращался и видовой состав молоди. В последующие годы структура распределения видового состава молоди в реке менялась под влиянием непостоянного температурного режима и уровня воды в реке.

В настоящее размножение рыб происходит выше промысловой зоны в 100-150 км от предустья в затонах, старицах и на мелководьях реки. После нереста молодь успевает сойти с нерестилищ в русловую часть реки, а та часть молоди, которая не успела сойти вместе с паводком – погибает на обезвоженных берегах. В г последние годы (2015-2019) наблюдался неустойчивый температурный режим и значительные колебания уровня воды в р.Жайык (рисунки 1,2).

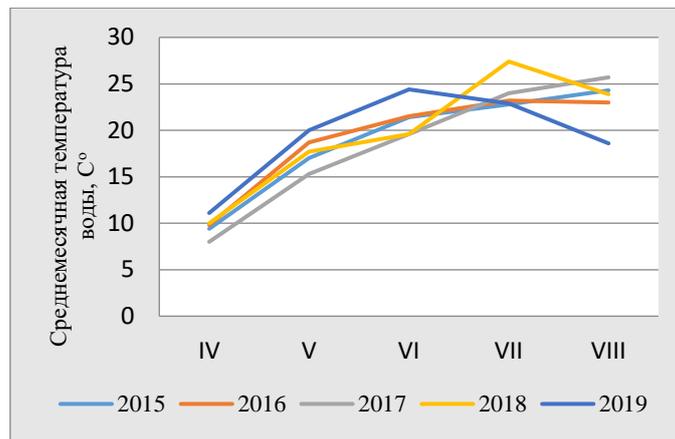


Рисунок 1 – Динамика колебаний температурного режима в р.Жайык по месяцам за периоды с 2015-2019 гг.

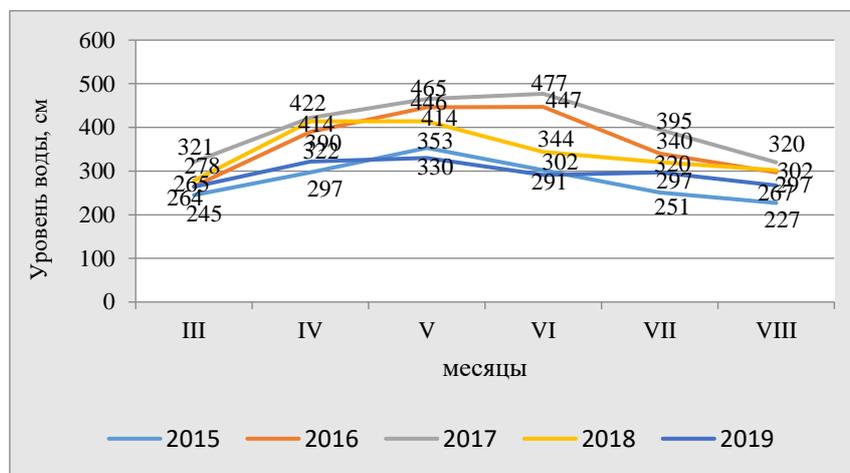


Рисунок 2 – Динамика колебаний уровня воды в р.Жайык за периоды 2015 2019 гг.

Установлено, что молодь одного и того же вида рыб, одновременно встречающаяся в реке, имеет разные сроки миграции, размеры и массу и находится на разных этапах развития. В отдельные годы молодь некоторых рыб вообще не встречалась в реке, что связано с ее распределением на различные участки реки с подводной и надводной растительностью.

Анализ многолетних результатов по видовому составу молоди показал, что на протяжении 10 лет с 2003 г. по 2013 г. видовой состав скатывающейся молоди полупроходных видов рыб в р. Жайык не менялся – белоглазка, лещ, судак, жерех, чехонь, сом, сазан, вобла [4].

В 2014 г в р. Жайык насчитывалось до 8 видов молоди полупроходных рыб. В уловах бимтрала залавливались все виды молоди и белоглазка (рисунок 3).

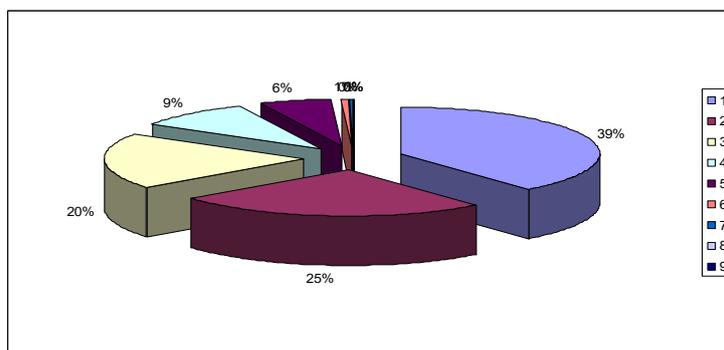


Рисунок 3 - Видовое соотношение молоди полупроходных рыб в 2014 г. (в процентах) (1 – вобла, 2 – лещ, 3 – белоглазка, 4 – чехонь, 5 – судак, 6 – сом, 7 – сазан, 8 – жерех)

В 2015 году также насчитывалось 8 видов молоди, однако процентное соотношение молоди изменилось. В общем списке видового состава молоди в уловах бимтрала не обнаружена жерех (рисунок 4).

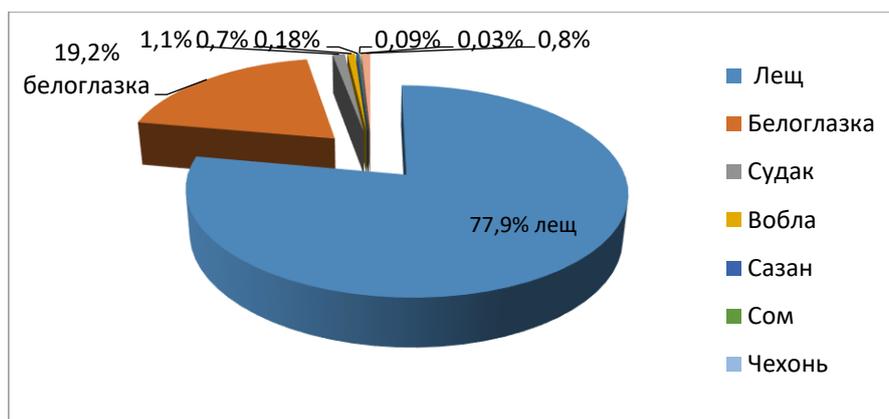


Рисунок 4 – Видовое соотношение молоди полупроходных рыб в р. Жайык в 2015 г. (%)

В 2016 г. и 2017 г видовой состав молоди оставался на уровне 2015 г. В уловах бимтрала доминировала молодь воблы (рисунок 5).

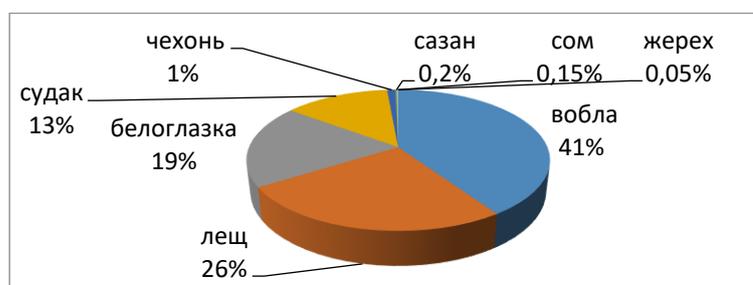


Рисунок 5 – Видовое соотношение молоди полупроходных рыб в р.Жайык в 2016 г. (%)

В 2018 г. видовой состав молоди сократился до 6 видов. В реке не обнаружены молодь сома и сазана. В 2019 г. видовой состав молоди полупроходных сократился до 4 видов. В уловах бимтрала доминировали белоглазка – 47,0%, и вобла – 33,9%, меньше лещ – 13,2%, и жерех – 5,5% (рисунок 6).



Рисунок 6 - Процентное соотношение молоди полупроходных видов рыб в р. Жайык в 2019 г.

Такое резкое перераспределение видового состава молоди в реке наблюдается в последние 2 года. В настоящее время условия размножения полупроходных видов рыб в р. Жайык складывались по-разному, соответственно и изменялось видовое соотношение молоди в реке. В эти годы обводнение нерестилищ происходило не полностью, и ранний спад уровня воды привели к сокращению видового состава молоди полупроходных видов рыб.

Наиболее часто встречались в реке Жайык молодь белоглазки, воблы, леща и жереха. В течении ряда лет начиная с 2012 года видовой состав полупроходных видов рыб менялся по численности, и в видовом соотношении.

*Молодь белоглазки.* Скат молоди белоглазки начался рано с первой пятнадцатки июня, что объясняется ранним началом нереста производителей. Высокая численность покатной миграции белоглазки наблюдалась в 2012, 2013 гг. – 72,4 %, 51,2 %, соответственно. В 2014 г. урожайность молоди несколько снизилась до 19,5 %. В 2015, и 2016 гг белоглазка по биомассе занимала второе место - 19,2 % и 19,1%. В 2018 г урожайность молоди вновь увеличилась и достигла в уловах бимтрала - 80,8% и снова численность молоди белоглазки была высокой в 2019 г. - 47,4%.

*Молодь воблы.* В предыдущие годы урожайность молоди была всегда высокой. В 2012 г. – 72,4 %, 2013 г. – 30,9 %, в 2014 г. – 39,0% и в 2016 оставалась высокой 40,4%, от общего улова молоди. Второе место молодь воблы по урожайности занимала в 2017 г. (21,9%). В 2018 г. в общем улове количество пойманной молоди снизилась до 3,1%.

*Молодь леща.* Покатная миграция молоди леща растянута, и подросшая молодь распределяется по берегам в труднодоступных местах для учета. Затем молодь перемещается ближе к прибрежной зоне реки и живет в реке 2-3 года, не выходя из нее.

Как и в предыдущие годы покатная миграция молоди проходила в июне. В 2018 г. в процентном соотношении молодь леща занимает второе место – 7,3%.

В 2017 г. численность молоди в уловах составляла выше - 19,7 % еще выше до 25,5% вылавливалась молодь в 2016 г. В 2015 г уловы молоди леща были самыми высокими по сравнению с предыдущими годами и достигали 77,9% от общего улова. В 2014 г. численность молоди леща составляла - 25,4 % от общего улова а, в 2013 г. снова снизились до 10,9 %.

В 2019 году численность молоди леща была самой высокой за последние годы – 33,8%. Следовательно, численность молоди леща колеблется по годам и повторяет динамику урожайных лет.

*Молодь жереха.* В предыдущие годы численность покатной миграции молоди жереха была менее выражена. В отдельные годы в р. Жайык молодь встречалась единичными экземплярами и составляла наименьший процент от общего улова. В 2012 г. биомасса молоди составила – 0,08 %. В 2013 году численность молоди жереха оставалась низкой - 0,1%. В 2014 г. численность молоди уменьшилась до 0,05 %, а в 2015 г. в реке не обнаружена. В 2016 г. биомасса молоди осталась на уровне 2014 г. – 0,05%.

В 2017 г. численность молоди жереха увеличилась до 49,3% , а в 2018 г снизилась до 0,8% от общего улова (рисунок 7)



Рисунок 5 – Молодь полупроходных видов рыб в р. Жайык в июне.

Такие колебания молоди в видовом и количественном составе отмечаются в периоды маловодных лет. В настоящее время низкие уровни воды в р.Жайык и быстрый спад паводковых вод лимитируют численность рыб с поздним икрометанием.

## **Выводы**

В исследованиях выявлены закономерности изменения структуры видового состава молоди полупроходных видов рыб, обусловленные гидрологическим режимом р. Жайык. Маловодность реки отразилась на характере нереста рыб с полонным икротетанием в результате чего снизилась эффективность их нереста. Анализ многолетних данных по видовому составу молоди полупроходных видов рыб, показал, что видовой состав молоди полупроходных видов рыб сокращался за счет той молоди, которая в маловодный год перераспределилась в зарослевые участки реки. В целом видовой состав молоди полупроходных видов рыб сократился с 10 видов до 4.

## **Список использованных источников**

1 Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М., 1981. С – 12,21,30,37,40.

2 Петрова А.Н. Влияние гидрологического режима на численность и миграцию молоди полупроходных рыб р.Урал. Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов. Астрахань,1986. с. 264.

3 Бокова Е.Б., Паленова Р.П. Естественное воспроизводство полупроходных видов рыб в реке Урал. Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР. Астрахань,1999. С.227.

4 Бокова Е.Б., Джунусова Г.Г. Видовое разнообразие молоди промысловых видов рыб в реках Урало –Каспийского бассейна. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству сибери, Монголии, Казахстана и Болгарии. Новосибирск. 2014. с. 157.

**ИХТИОФАУНА ПОДМОСКОВЬЯ, ОСОБЕННОСТИ ЗНАКОМСТВА  
ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С КРАСНОЙ КНИГОЙ  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЧЕРЕЗ ЛЭПБУК**

**Бубунец С.О.**

*Государственное образовательное учреждение высшего образования  
Московской области Государственный социально-гуманитарный университет,  
bubunets@bk.ru*

**ICHTHYOFAUNA OF THE MOSCOW REGION, FEATURES OF  
ACQUAINTANCE OF PRESCHOOL CHILDREN WITH THE RED BOOK  
OF THE MOSCOW REGION VIA A LAPTOP**

**Bubunets S.O.**

***Резюме.** В статье рассматривается вопрос об ознакомления детей дошкольного возраста с ихтиофауной из Красной книги Московской области. Показаны возможности использования лэпбука как интерактивного средства обучения, проанализирован дидактический материал, подробно раскрыто содержание разделов.*

***Ключевые слова:** ихтиофауна, лэпбук, красная книга.*

***Summary.** The article deals with the issue of familiarizing preschool children with the ichthyofauna from the red book of the Moscow region. The possibilities of using a lapbook as an interactive learning tool are shown, the didactic material is analyzed, and the content of the sections is disclosed in detail*

***Key words:** ichthyofaunal, lapbook, Red Book*

Михаил Михайлович Пришвин писал: «Все прекрасное на Земле – от Солнца, и все хорошее от человека. Рыбе – вода, птице – воздух, зверю – лес, степь, горы. А человеку нужна родина. И охранять природу – значит охранять родину». Для знакомства с представителями ихтиофауны из Красной книги Московской области мы использовали лэпбук.

«Лэпбукинг» - американская технология, термин был впервые введен Тэмми Дюби, которая использовала в домашнем обучении своих детей данное средство для систематизации информации. Лэпбук (lapbook) – в дословном переводе с английского (lap – колени, book- книга) – «книга на коленях» или «наколенная книга» [1, 2]. Он способствует усвоению знаний, их обобщения и систематизации. Особенность методики в том, что ребенок в игровой форме учится собирать и структурировать информацию.

Лэпбук это не только мощный справочный инструмент и особая форма организации учебного материала, но и основа партнёрской проектной деятельности взрослого с детьми (педагога с воспитанниками, родителя с ребенком). В результате такой работы получается отлично проработанный исследовательский проект.

В России технология использования лэпбука в исследовательской работе с детьми была разработана Пироженко Т.А. Часто можно встретить и другие названия: тематическая папка, интерактивная папка, папка проектов. Но суть сводится к тому, что лэпбук - это книжка-раскладушка или самодельная папка с кармашками, мини-книжками, окошками, подвижными деталями, вставками, которые ребенок может доставать, переключать, складывать по своему усмотрению. В ней собирается материал по какой-то определённой теме. Это отличный способ изучить ту или иную проблему с дошкольниками, провести поисковую работу, в процессе которой они участвуют в выборе, анализе, сортировке информации. Создание лэпбука помогает ребёнку организовывать информацию по своему усмотрению, понимать и обобщать материал.

В Красную книгу Московской области занесено 11 представителей ихтиофауны, относящихся к 7 семействам, 7 отрядам и 2 классам (табл. 1) [3].

Из них в 1-ю категорию отнесены 2 вида (обыкновенный подуст, обыкновенный сом), во 2-ю категорию - 2 вида (стерлядь, обыкновенный подкаменщик), в 3-ю категорию - 5 видов (европейская ручьевая минога, европейский хариус, синец, белоглазка, чехонь) и в 4-ю категорию - 2 вида (русская быстрянка, берш). Три вида (европейский хариус, быстрянка и обыкновенный подкаменщик) занесены также в Красную книгу РФ (2001). Еще два вида (европейская ручьевая минога и подуст) включены в Приложение 3 к Красной книге РФ (2001) «Аннотированный список таксонов и популяций животных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде».

Знакомство с Красной книгой важно начинать с детского сада. Детям необходимо рассказать о необычной книге. Обратит внимание на красный цвет переплета. Уточнить цвета светофора, обратив особое внимание, на то о чем предупреждает красный сигнал светофора. Какая может случиться беда, если не соблюдать правила дорожного движения. Подвести детей к тому, что и Красная книга предупреждает нас об опасности исчезновения животными и растениям. Познакомить с птицами, рыбами, которые могут безвозвратно исчезнуть. И, если мы не защитим рыб и животных, попавших в Красную книгу, они погибнут. Красную Книгу называют Документом совести человека.

Таблица 1 - Список видов и популяций круглоротых и рыб, занесённых в Красную книгу Московской области

Систематическое положение	Категория
<b>КЛАСС МИНОГИ — CERHALASPIDOMORPHI</b>	
<b>Отряд Миногообразные — Petromyzontiformes</b>	
<b>Семейство Миноговые — Petromyzontidae</b>	
Европейская ручьевая минога — <i>Lampetra planeri</i> (Bloch.)	3
<b>КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ — OSTEICHTHYES</b>	
<b>Отряд Осетрообразные — Acipenseriformes</b>	
<b>Семейство Осетровые — Acipenseridae</b>	
Стерлядь — <i>Acipenser ruthenus</i> L.	2
<b>Отряд Лососеобразные — Salmoniformes</b>	
<b>Семейство Хариусовые — Thymallidae</b>	
Европейский хариус — <i>Thymallus thymallus</i> (L.)	3
<b>Отряд Карпообразные — Cypriniformes</b>	
<b>Семейство Карповые — Cyprinidae</b>	
Синец — <i>Abramis ballerus</i> (L.)	3
Белоглазка — <i>Abramis sapa</i> (Pall.)	3
Русская быстрянка — <i>Alburnoides bipunctatus rossicus</i> Berg	4
Обыкновенный подуст — <i>Chondrostoma nasus</i> (L.)	1
Чехонь — <i>Pelecus cultratus</i> (L.)	3
<b>Отряд Сомообразные — Siluriformes</b>	
<b>Семейство Сомовые — Siluridae</b>	
Обыкновенный сом — <i>Silurus glanis</i> L.	1
<b>Отряд Окунеобразные — Perciformes</b>	
<b>Семейство Окуневые — Percidae</b>	
Берш — <i>Sander volgensis</i> (Gmel.) [ <i>Stizostedion volgensis</i> (Gmel.)]	4
<b>Отряд Скорпенообразные — Scorpaeniformes</b>	
<b>Семейство Керчаковые — Cottidae</b>	
Обыкновенный подкаменщик — <i>Cottus gobio</i> L.	2

Страницы имеют определённые цвета. На красных - помещены сведения о видах, находящихся под угрозой исчезновения; на желтых - уязвимые виды; на белых - сведения о редких видах; на серых - сведения о мало изученных и редких видах; на зелёных - сведения о восстановленных и находящихся вне опасности видах; на черных когда вид вообще исчез с лица Земли.

Каждый лэпбук посвящается определённой теме, и чем конкретнее будет тема, тем детальнее ее можно разработать. В сложенном виде лэпбук имеет

формат А4, в рабочем - А3. Оформление содержит различные кармашки, окошки, где можно размещать различную информацию в виде картинок, схем, таблиц, диаграмм (рис. 1). Также лэпбук обязательно включает в себя различные творческие задания.

Требования к лэпбуку:

1. Прочность. Материал при создании использовать такой, чтобы можно было пользоваться папкой много раз без потери качества.

2. Эстетичность. Яркое, красочное оформление поможет вызвать интерес ребенка.

3. Информативность. Выбранная тема должна быть раскрыта максимально полно.

4. Доступность. Язык изложения должен быть доступным ребенку для понимания и не содержать большого количества текста.

5. Вариативность. Лэпбук должен раскрывать тему различными способами освоения информации.



Рисунок 1 – Общий вид лэпбука

Подготовленный лэпбук «Красная книга Московской области. Рыбы» представляет собой систематизированное полифункциональное дидактическое пособие по теме «Рыбы» и может быть использовано в работе с детьми от 5 до 7 лет. Дидактическое пособие является самостоятельным полноценным средством развития, воспитания и обучения детей, отвечающее всем требованиям ФГОС ДО. Направлено на формирование и закрепление представлений детей о некоторых видах рыб, занесенных в Красную книгу Московской области, их семействах, строении и характерных особенностях.

Содержание лэпбука позволяет в игровой форме развивать восприятие детей, воображение, внимание, память, мышление, творчество и речь – в зависимости от того, какие цели и задачи ставит перед собой педагог.

Целесообразно использовать лэпбук на подгрупповых, индивидуальных и коррекционных занятиях, для самостоятельного изучения и закрепления темы детьми, в совместной деятельности с родителями, также в самостоятельной игровой деятельности и творчестве. Он может быть полезен психологам и логопедам ДОО как дополнительный стимульный материал к диагностическим методикам, направленным на выявление уровня познавательного и речевого развития.

Лэпбук содержит различные игры и задания. Для каждой возрастной группы имеется свой вариант обыгрывания. Цель Лэпбука «Рыбы из Красной книги»: знакомство детей с речными рыбами занесённые в Красную книгу Московской области. Представленный вариант содержит 13 разделов:

1. Карточки «Рыбы из Красной книги Московской области». Набор карточек с изображением рыб (европейская ручьевая минога, стерлядь, сом обыкновенный, жерех, быстрянка, белоглазка, синец, подкаменщик обыкновенный, хариус европейский, подуст, чехонь). Интересные факты.

2. Загадки о рыбах в картинках. Карточки с изображением рыб с одной стороны, с другой – загадка с ответом

3. Дидактическая игра. Ихтиологическое лото «Рыбы, занесенные в Красную книгу Московской области» (рис. 2). Для расширения представлений детей о видах рыб, их строении и характерных особенностях. В набор входят 4 прямоугольных поля и карточки с изображением рыб. Игроки берут по одной карточке, остальные перемешиваются и достаются ведущим по одной. Тот, у кого карточка забирает ее себе. Выигрывает игрок, собравший 4 карточки первым.

Конверт 2 содержит  
Лото «Рыбы МО из Красной книги»



Рисунок 2 – Содержание элемента лэпбука «Ихтиологическое лото»

4. Наборы сюжетных картинок для игр «Восстанови картинку», «Составь рассказ», «Составь последовательный рассказ по картинкам», «Ответь на вопросы».

5. Раскраски. Подобрать цвета для черно-белых сюжетных картинок.

6. Задание «Собери картинку» (рис. 3). Объединением элементов изображения рыб на пазлах в целостный образ. Перед детьми кладёт изображение рыбы (картинка образец) и разрезные картинки. Воспитатель предлагает детям внимательно рассмотреть картинку и собрать её из отдельных частей. На отдельном столе раскладываются картинки с рыбами, занесёнными в Красную книгу Московской области. Кто первый соберёт картинку из пазлов - подходит к столу находит свою рыбку. Называет рыбу, указывает её место обитания, описывает внешний вид и чем питается.

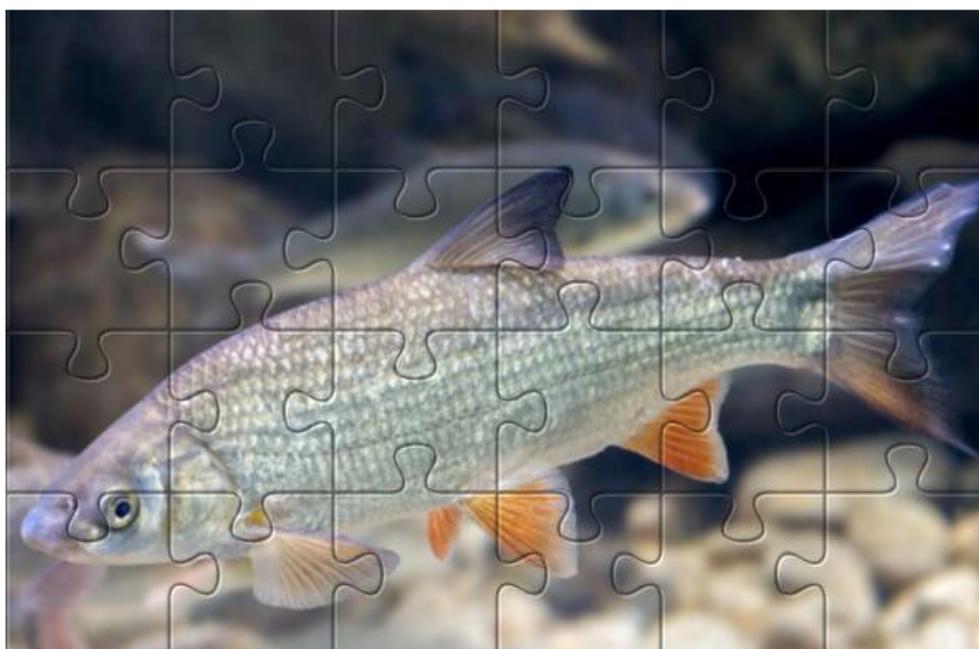


Рисунок 3 – Содержание элемента лэпбука «Собери картинку»

7. Вращающийся диск «Строение рыбы» (рис. 4). Совместить элементы рыбы. Игра «Что у рыбы, для чего». При передаче друг другу рыбки-игрушки ребенок должен ответить на вопрос ведущего. Начинает воспитатель: У рыбы есть глаза. Спрашиваю: для чего и передаю рыбку? Ребёнок: отвечает – чтобы смотреть, а ещё есть жабры, и передаёт рыбку. Следующий ребёнок говорит: Жабры нужны, чтобы дышать и называет другую часть тела и т.д. «Строение рыбы». Рассматривание и обсуждение строение рыб. Беседа по картинке.



Рисунок 4 – Содержание элемента лэпбука «Вращающийся диск» [4]

8. Дидактическая игра «Жизненный цикл рыбы» (интерактивное окошко). Рассматривание и обсуждение строения рыб. Беседа по картинке.

9. Дидактическая игра «Поможем рыбе вернуться домой». Детям предлагаются карточки с изображением лабиринта. Необходимо правильно провести линию не отрывая пальца от картинки и найти дом рыбки.

10. Дидактическая игра «Парные картинки». Игроки по очереди поднимают по 2 карточки. Если изображения одинаковые, игрок забирает карточки себе и делает еще один ход. Если разные, кладет обратно. Выигрывает игрок, собравший больше всего пар рыб.

11. Дидактическая игра «Сравни рыб». Выбираются 2 любые карточки с изображениями рыб. Дети по очереди называют их сходство (различие). Выигрывает тот, кто последним назвал признак (цвету, размеру и т.д.).

12. Дидактическая игра «Откуда фрагмент». Детям предлагается сюжетная картинка-основа. Рассмотрев ее, ребенок должен найти и положить на нее подходящий фрагмент, который изображен на разрезных карточках. Задание выполняется до тех пор, пока не будут выложены все фрагменты.

13. Кармашки и титульный лист.

Все материалы, используемые для изготовления данного пособия безопасны, детали легко заменяемы. Для не читающих детей актуально будет сделать обозначения на кармашках в виде картинок-подсказок.

Лэпбук можно представить двумя блоками: 1 блок – игры и задания в конвертах и карманах; 2 блок – содержит дидактическую игру «Водоем с обитателями», подготовленную из фетра. Данный блок направлен на совершенствование навыков количественного и порядкового счета, закрепление состава числа в пределах 10, цветов спектра, развитие мелкой моторики. Водоем - многофункциональный пальчиковый тренажер с разными застежками (пуговицы, липучки, кнопки, шнуровка, крючки, прищепки). На эти застежки прикрепляются разнообразные рыбки, водоросли, ракушки, черепахи, ракообразные. Дополняются насекомыми, уточками и цифрами.

Таким образом, оформленный материал помогает ребёнку узнать новую информацию по обитателям рек, прудов и других водоёмов, их строению, особенностях питания и обитания, сортировать и анализировать полученную информацию. Подталкивает ребенка к самостоятельному изучению новых сопутствующих тем.

#### **Список использованных источников**

1. Блохина, Е.Г. Лэпбук - «Наколенная книга» / Е.Г. Блохина, Т. Лиханова // Обруч. 2015. №4. С. 29-30.
2. [http://www.tavika.ru/p/blog-page\\_5.html](http://www.tavika.ru/p/blog-page_5.html)
3. <https://cicon.ru/ribi-pr-mosobl.html>

4. <https://ds04.infourok.ru/uploads/ex/0728/0010f717-f3896fbe/2/img24.jpg>

*Бубунец Светлана Олеговна, кандидат биологических наук, доцент кафедры начального и дошкольного образования, Государственного образовательного учреждения высшего образования Московской области Государственный социально-гуманитарный университет*

*Ichthyofauna of the Moscow region, features of acquaintance of preschool children with the red book of the moscow region via a lapbook. Bubunets Svetlana Olegovna, Ph.D. in Biology, docent Department of primary and pre-school education, State educational institution of higher education of the Moscow region State social and humanitarian University*

**ОЦЕНКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ  
ЗИМОВКИ АНАДРОМНЫХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ  
БЕРЕГОВЫХ ХОЗЯЙСТВ И ИНДУСТРИАЛЬНОГО ТИПА**

**Бубунец Э.В.**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации» (ФГБУ «ЦУРЭН») Федерального агентства по рыболовству, ed\_fish\_69@mail.ru*

**ESTIMATION OF DURATION OF TEMPERATURE CONDITIONS OF  
WINTERING OF ANADROMOUS STURGEON FISH IN CONDITIONS OF  
COASTAL FARMS AND INDUSTRIAL TYPE**

**Bubunets E.V.**

**Резюме.** В работе рассмотрены температурные условия зимовки анадромных осетровых, в природных условиях и в промышленных хозяйствах. Проведён анализ температурных диапазонов, их продолжительность, предложены варианты зимовки для белуги, шипа и севрюги.

**Ключевые слова:** температура воды, зимовка, анадромные осетровые.

**Summary.** *The paper considers the temperature conditions of wintering anadromous sturgeon, in natural conditions and in industrial farms. The analysis of temperature ranges, their duration, and suggested wintering options for great sturgeon, spiny sturgeon and stellate sturgeon.*

**Key words:** *water temperature, wintering, anadromous sturgeon.*

**Введение.**

Температура - условная величина, характеризующая тепловое состояние тел или окружающей среды, выражающаяся чаще всего в градусах шкалы Цельсия. Но в биологической литературе этот термин часто используется для тепловых потребностей организмов температурных характеристик.

В современных условиях интенсификации рыбоводства особую роль занимает получение качественных половых продуктов и как следствие жизнестойкого посадочного материала. Зимовка является значимым этапом как в жизни рыб из естественного ареала, так и в технологическом звене рыбоводных предприятий, т.к. предшествует нересту.

По авторитетному мнению А.Ф. Карпевич, весенненерестующие рыбы из природного ареала размножаются после длительной зимы, когда интенсивность физиологических процессов или минимальна (дыхание) или подавлена

(пищеварение) и поступлений пищевого материала извне нет, расход на дыхание осуществляется за счёт внутренних резервов. Объем расхода резерва и потери массы тела определяют жизнеспособность гидробионтов в конце холодного периода и допустимость его длительности. Чем дольше зима, тем меньше объем белка, липидов и гликогена передается в ооциты для развития эмбрионов. Поэтому порогом для гидробионтов является не сама низкая температура, а длительность пребывания их в температурных условиях ниже толерантных. Следовательно, содержание маточного стада и ремонта, в условиях низких, критических, температур небеспредельно [9].

О необходимости, продолжительности температурном режиме во время зимовки производителей существует ряд мнений. Так М.С. Чебанов и Е.В. Галич зимовку определяет как содержание рыб при низкой температуре (2-6°C) в течение 2-3 месяцев. Оптимальный температурный интервал в это время составляет 4-5°C, при этом, авторы допускают кратковременное повышение до 7°C и понижение до 2°C [15].

В рекомендациях по работе с производителями осетровых, мигрантами разного типа по непрерывному графику в цехах длительного выдерживания рыбы (ЦДВР) с регулируемой температурой воды показана возможность пролонгации периода зимовки. Для увеличения продолжительности загрузки инкубационно-выростных мощностей в зависимости от стадии развития гонад самок гаметогенез сдвигали на 1,5 и 3,0 месяца. У содержащихся в ЦДВР производителей при температуре воды 3-4 °C половой цикл продлевали на 1,5 месяца, при 2-3 °C на 2 и 3 месяца [12].

Если данные по зимовке особей из природных популяция можно найти в печати, то относительно подробного анализа по анадромным осетровым из промышленных хозяйств крайне мало. Ранее было показано влияние критериев зимовки самок русского осетра на продолжительность инкубации и выдерживания предличинок в промышленном хозяйстве [2]. В этой связи проанализированы результаты зимовки белуги, севрюги и шипа из рыбодомных хозяйств, базирующихся на сбросных водах ГРЭС, а также данные по содержанию производителей в низовьях р. Волга. В статье рассматриваются различные периоды выдерживания производителей осетровых на зимовке.

В связи с этим возникает необходимость обозначить для отдельных видов осетровых длительность периода зимовки «холодостойкости» и температурные границы без нарушения генеративной функции.

Цель и задачи: проанализировать условия и продолжительность зимовки в различных типах хозяйств по средствам математической обработки, провести их сравнение, предложить временные и температурные границы.

## **Материалы и методы исследования**

Сбор исходных температурных показателей проводили в промышленных тепловодных рыбоводных хозяйствах Московской области и Пермского края с 2001 по 2013 гг. Для ЦДВР взяты усреднённые ретроспективные данные (1964-1968 гг.) по посту г. Астрахань [12]. Объектом для исследования послужила температура воды в период зимовки производителей. Фактический материал выражен в °С и градусо-днях (°/д) зависящих от продолжительности и диапазона температур.

Так как наступление температурных характеристик для зимнего периода на рыбоводных хозяйствах начинается в разные сроки, и отличается по годам, продолжительность зимовки производителей шипа, севрюги и белуги рассчитана с 1 ноября предыдущего года до начала их вывода на нерестовые температуры воды. Производителей севрюги после бонитировки (25 декабря) из бетонных бассейнов переводили в пластиковые с возможностью поддержания постоянного температурного режима на уровне 5-8 °С. Отобранных для получения половых продуктов самок и самцов белуги и шипа переводили в бассейны, оборудованные терморегуляцией за 2-3 недели непосредственно перед началом прогрева воды до нерестовых значений. Помимо этого, зимний диапазон разбит на три температурных интервала:  $\leq 3,9$  °С; 4,0-8,0 °С;  $\geq 8,1$  °С.

Ранее были показаны отличия температурного режима в хозяйствах по ряду критериев, в том числе по зимнему содержанию производителей в диапазоне К-1 (0,0-7,9°С) [5]. Проведение нерестовых кампаний старались планировать в соответствии с биологическими потребностями вида, показателями поляризации ооцитов и загруженностью инкубационного-выростного цеха хозяйств. График получения половых продуктов для белуги рассчитывали с последней декады марта до последней декады апреля, для шипа второй декада апреля и первая декада мая, для севрюги середина марта и первая декада июня. Для удобства изложения материала с учётом результатов отобранных биопсийных проб [11], производители разделены на группы: белуга Б 1-Б 3; шип Ш 1, Ш 2 и севрюга С 1-С 2 в которых учтены условия и продолжительность зимовки.

## **Обсуждение результатов**

Термические режимы за период зимовки производителей в промышленных хозяйствах, в зависимости от вида осетровых рыб представлены в таблице 1 и изображены на рисунке 1. Продолжительность зимовки, у самого холодолюбивого из рассматриваемых видов белуги варьировала от 4,2 (Б 1) до 5,3 (Б 3) месяца при лимитах температур 2,0-7,0 °С и средних значениях 3,2-3,9 °С. Сумма накопленного тепла в диапазоне ниже 4 °С составила от 21,9 до 80,1% варианты Б 2 и Б 3 соответственно, в диапазоне 4,0-8,0 °С 19,9-78,1 % от общего за зимовку.

У производителей шипа при продолжительности зимовки от 5 (Ш 2) до 6 (Ш 1) месяцев, крайние значения температуры составили 3,0-19,0 °С при средних значениях 7,5-8,8 °С. Сумма набранного тепла в диапазоне  $\leq 3,9$  °С зафиксирована только в варианте Ш 2 (3,6 %), в интервале 4,0-8,0 °С ~ 50 %,  $\geq 8,1$  °С 48-51 % от общего за зимовку. Температурные скачки выше 8 °С фиксировались как в начале, так и на завершающих этапах зимовок.

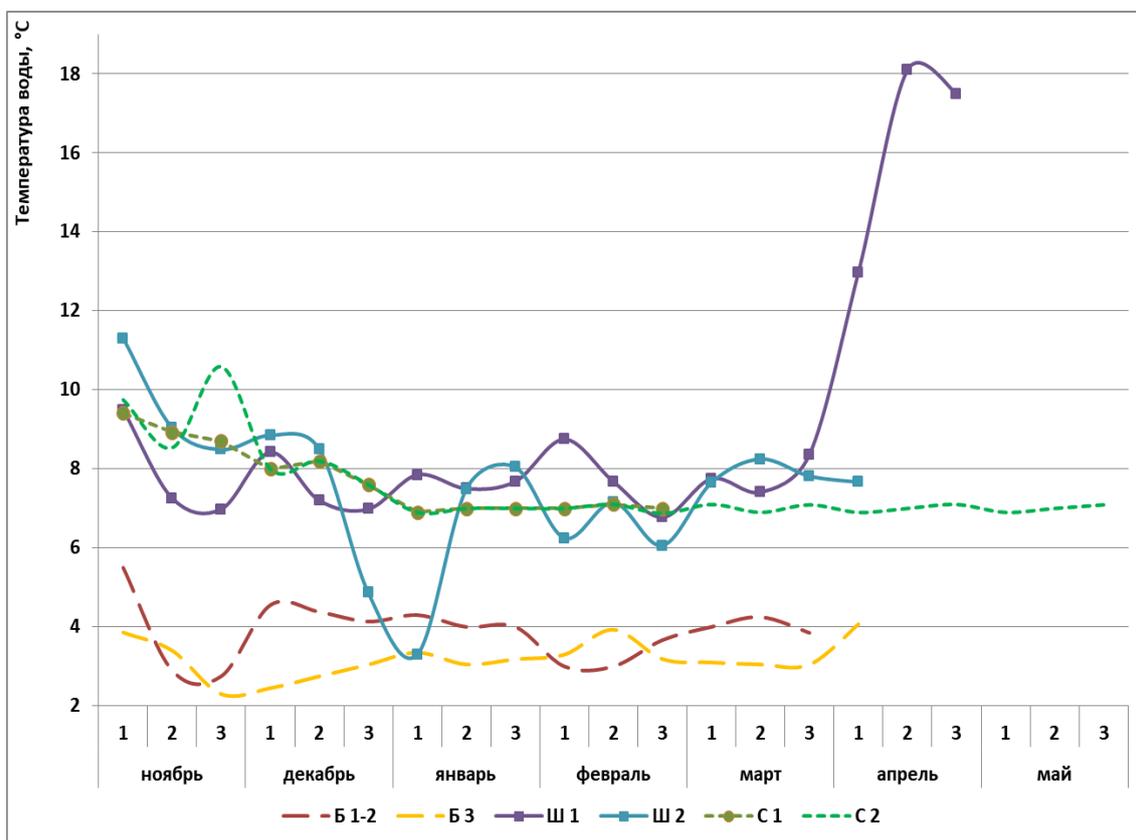


Рисунок 1 – Температура воды в промышленных хозяйствах за период зимовки производителей

У севрюги, самого теплолюбивого вида, период зимовки составил 3,9 (С 1) и 7,1 (С 2) месяца. Температурные значения укладывались от 6,0 до 12,1 °С при средних значениях 7,5-7,8 °С. Температуры ниже 4,0 °С отсутствовали. Количество тепла за зимовку в диапазоне температур 4,0-8,0 °С составило 61,6-79,8 %,  $\geq 8,1$  °С 20,2-38,4 %. Максимальные значения фиксировались на начальных этапах зимовок.

Несмотря на различия условий и продолжительности зимовки (рис. 1) при использовании комбинированного метода гипофизации [4, 6, 10] от всех производителей получены половые продукты и выращены сеголетки удовлетворительного рыболовного качества [1, 3, 7, 8, 13, 14].

Таблица 1 - Условия зимовки производителей в индустриальных хозяйствах и на р. Волга

Вариант	Период зимовки				Количество °/д за зимовку с температурами		
	сут.	°/д	М, °С	Lim	≤ 3,9	4,0-8,0	≥ 8,1
Белуга							
Б 1	127	490	3,8	2,0-7,0	117	373	0
Б 2	143	557	3,9	2,0-7,0	122	435	0
Б 3	158	502	3,2	2,0-4,8	402	100	0
Севрюга							
С 1	116	902	7,8	6,0-10,6	0	556	346
С 2	212	1592	7,5	6,0-12,1	0	1271	321
Шип							
Ш 1	174	1523	8,8	5,2-19,0	0	747	776
Ш 2	154	1162	7,5	3,0-14,5	42	560	560
р. Волга, усреднённые данные по декадам за 1964-1968 гг.							
А 1	182	354,5	1,9	0,0-8,6	61	285	8,6
А 2	212	703,4	3,3	0,0-14,5	61	285	357
ЦДВР (Икрянинский рыболовный завод)							
3-4°С	227	464,9	2,0	0,0-7,7	291,9	173	0
2-3°С	273	513,9	1,9	0,0-7,7	340,9	173	0

Для оценки условий зимовки производителей находящихся в состоянии естественной свободы рассмотрим термический режим р. Волга после зарегулирования в том же интервале с 1 ноября до наступления нерестовых температур у белуги 8,0 °С (А 1) и русского осетра 14,0°С (А 2). При расчетах за основу взят принцип работ с озимым осетром. Для вычислений использовали фактический термический режим с усреднёнными по декадам данным (табл. 1, рис. 2).

При средней температуре 1,9 °С за 6 месяцев зимовки температура воды у производителей белуги из естественной среды варьировал от 0 до 8,6 °С (вариант А 1). С учётом того, что более 2-х месяцев температура воды держится в районе 0 °С сумма набранного тепла в диапазоне до 4°С составляет 17,2 %, от 4,0 до 8,0°С - 80,4%, выше 8,0°С - 2,4 %. На протяжении последующих 30 дней температуры растут, верхний предел достигает 14,5°С, средняя за зимовку -

3,3 °С (вариант А 1). Сумма набранного тепла до 4°С снижается до 8,7 %, 4-8°С до 40,5 %, а выше 8°С возрастает до 50,8% (табл. 1, рис. 2).

В р. Волга период с нулевыми температурами длится на протяжении 70 дней. С 1 ноября до наступления нерестовых температур для белуги проходит 180-185 дней, для русского осетра 210-215 дней.

Проведённые работы в прошедшем столетии показали, что при содержании осетровых рыб в цехах длительного выдерживания в зависимости от температуры можно смещать половые циклы на 1,5 и 3,0 месяца. Следовательно, производители в режиме зимовки и пищевой депривации находились 7,5-9,0 месяцев. В таких условиях средняя за зимовку составляет 1,9-2,0 °С, что более характерно для варианта А 1, сумма набранного тепла в диапазоне до 4°С 60-70 %, 4-8°С 30-40 %.

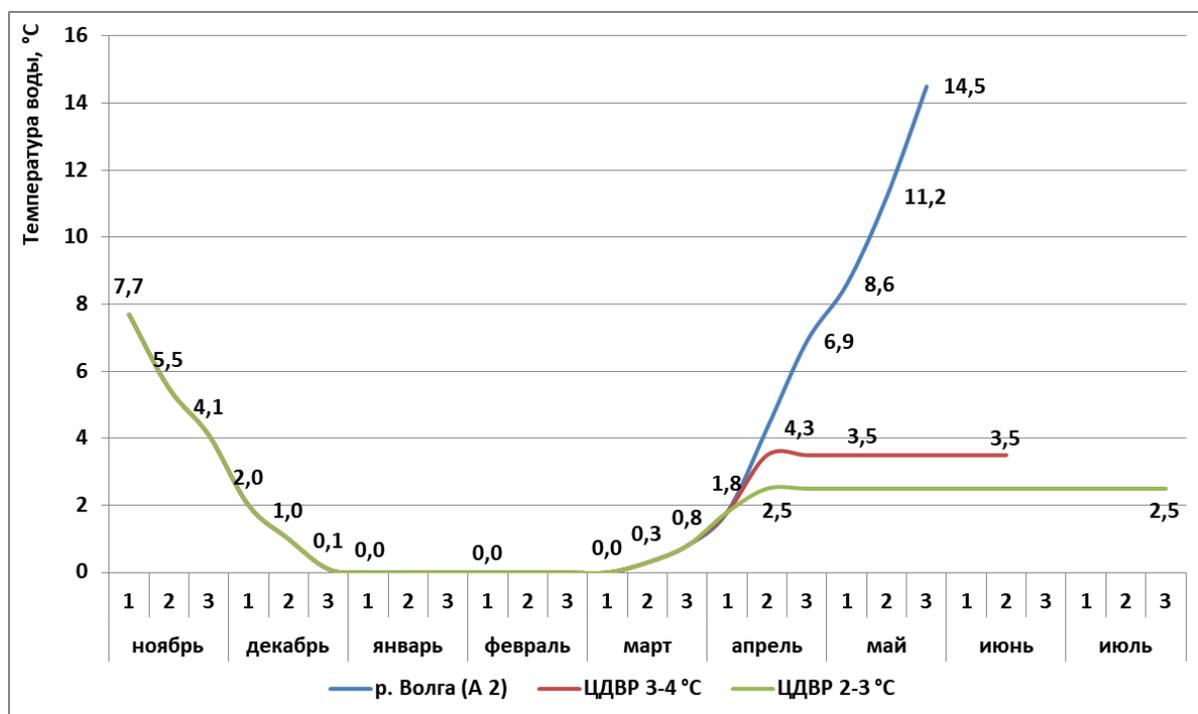


Рисунок 2 – Изменение температуры в реке Волга (естественное) и при регулируемых температурах в ЦДВР

### Предложения производству

Обобщая проанализированные как ретроспективные данные, так и полученные в промышленных тепловодных хозяйствах, можно констатировать, что успешное получение половых продуктов от анадромных осетровых возможно после продолжительности зимовки от 4 до 9 месяцев.

В условиях УЗВ, промышленных и комбинированных хозяйств, обладающих возможностью терморегуляции в зимний период, при переводе

производителей в зимовальный комплекс можно рекомендовать температурные диапазоны и их интервалы представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые температурные диапазоны и их интервалы при переводе производителей в зимовальный комплекс

Вид	Температура воды, (Lim / M) °С	Продолжительность, мес.
Белуга	2-4 / 3	4-6
Севрюга	5-8 / 6,5	3,5 – 6,5
Шип	4-7 / 5,5	3,5 - 5,5

### Список использованных источников

1. Бубунец, Э.В. Биометрические критерии качества овулировавших ооцитов впервые нерестующих анадромных осетровых в условиях культивирования / Э.В. Бубунец // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 4. – С. 48–50.

2. Бубунец, Э.В. Влияние условий зимовки самок русского осетра на продолжительность инкубации икры и перехода предличинок на экзогенное питание / Э.В. Бубунец // Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы: сборник статей Междунар. науч.-практ. конф., 10–12 октября 2017 г., г. Астрахань С. 53-55.

3. Бубунец, Э.В. Воспроизводство и выращивание анадромных осетровых рыб Понто-Каспийского бассейна в условиях тепловодных хозяйств. Автореф. дисс. докт. с.-х. н. 06.04.01 -рыбное хозяйство и аквакультура. - М.: 2016. - 42 с.

4. Бубунец, Э.В. Инновационная модель комбинированного стимулирования овуляции у осетровых рыб и цитометрические особенности продуцируемых ооцитов / Э.В. Бубунец, А.О. Ревякин, А.В. Лабенец // Биомедицина. - 2014. - №4. – С. 65-69.

5. Бубунец, Э.В. К вопросу об оценке температурных условий при культивировании осетровых в тепловодных хозяйствах / Э.В. Бубунец // Рыбное хозяйство – 2017. – № 2. – С. 75-79.

6. Бубунец, Э.В. Подбор оптимальных вариантов гормональной стимуляции самок осетровых при внесезонном получении икры на предприятиях аквакультуры / Э.В. Бубунец // Рыбное хозяйство. - 2012. - № 5.- С. 59-67.

7. Бубунец, Э.В. Рост и линейно-массовая изменчивость молоди белуги (*Huso huso*) при полноциклическом культивировании в рыбоводном хозяйстве /

Э.В. Бубунец // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 1. – С. 65–67.

8. Бубунец, Э.В. Рыбохозяйственные характеристики маточного стада шипа, выращенного в промышленных условиях / Э.В. Бубунец // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук – 2010. – № 2. – С. 72–74.

9. Карпевич, А.Ф. Избранные труды: в 2-х томах. Акклиматизация гидробионтов и научные основы аквакультуры/А.Ф. Карпевич. - М., 1998. -Т 2. 870 с.

10. Патент № 2500101 Российская Федерация, МПК А01К 61/00 (2006.01). Способ воспроизводства осетровых рыб: № 2012139088/13: заявл. 13.09.2012: опубл. 10.12.2013 / Бубунец Э.В., Лабенец А.В., Жигин А.В.; - 7с.

11. Патент № 2708156 Российская Федерация, МПК А01К 61/00 (2006.01). Устройство для определения состояния ооцитов и стадии зрелости гонад у осетрообразных и карповых рыб: № 2019105326: заявл. 08.06.2018: опубл. 04.12.2019 / Бубунец Э.В., Новосадов А.Г., Жигин А.В., Лабенец А.В.; - 9 с.

12. Рекомендации по работе с производителями осетровых, мигрантами разного типа, по непрерывному графику в цехах с регулируемой температурой воды / Сост. д-р биол. наук Б. Н. Казанский, А. Н. Молодцов. – М., 1974. – 48 с.

13. Технология выращивания севрюги (*Acipenser stellatus*) в промышленных условиях / Э.В. Бубунец, Е.И. Шишанова, А.В. Лабенец. и др. - М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. - 62 с.

14. Технология полноциклического культивирования белуги (*Huso huso* L.) для резервирования генетических ресурсов вида и рациональной коммерческой эксплуатации/А.В. Лабенец, Э.В. Бубунец, Е.И. Шишанова и др. - М.: Изд-во «Перо», 2018. - 72 с.

15. Чебанов, М.С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб / М.С. Чебанов, Е.В. Галич. - Анкара: ФАО, 2013. - 325 с.

*Бубунец Эдуард Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, начальник отдела рыбохозяйственной экспертизы сооружений и технологий, оказывающих воздействие на ВБР и среду их обитания, ФГБУ «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации»*

*Estimation of duration of temperature conditions of wintering of anadromous sturgeon fish in conditions of coastal farms and industrial type, Bubunets Eduard Vladimirovich, Doctor of Sciences, chief of department, the Department of fisheries examination of the structures and technologies that have an impact on aquatic bioresources and their habitats, Central Department for Fishery Regulations and Norms*

УДК 639.2/35:639.3.05

ГРНТИ 69.25.99

## БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗЕРА ВОЛКОТА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1,2</sup>Варенцова Е.Ю., <sup>1</sup>Горячев Д.В., <sup>1,2</sup>Головина Н.А.

<sup>1</sup> «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ ВНИРО («ВНИИПРХ»), п. Рыбное, Российская Федерация

<sup>2</sup> Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет», п. Рыбное, Российская Федерация

## BIOLOGICAL GROUNDS FOR POSSIBLE FISHERY USE OF LAKE VOLKOTA IN THE TVER AREA

Varentsova E.Yu., Goryachev D.V., Golovina N.A.

**Резюме.** На примере озера Волкота, расположенного на юго-западе Тверской области, проведен анализ гидрологических, гидрохимических, гидробиологических показателей и оценен продукционный потенциал.

Для дальнейшего рыбохозяйственного использования рекомендуем на оз. Волкота создать рекреационное хозяйство с садковой линией для товарного выращивания ленского осетра и стерляди.

**Ключевые слова.** Аквакультура, биопродуктивность, зообентос, ихтиофауна, озеро, осетр, стерлядь

**Summary.** On the example lake Volkota in the south west of the Tver area, the analysis of hydrological, hydrochemical, hydrobiological characteristics has been carried out and their production potential estimated.

For further fishery use, we recommend to arrange an industrial (cage) farm at the lake Volkota for commercial cultivation of the Lena sturgeon and sterlet.

**Key words.** Aquaculture, bioproductivity, zoobenthos, ichthyofaunal, lake, sturgeon, starlet

Практика создания интенсивных рыбоводных товарных хозяйств в нашей стране обусловлена необходимостью расширения рыбохозяйственного использования озер [4]. В нашей стране товарное озерное рыбоводство осуществляется на основе правительственных документов: Федеральных законов № 166 от 20 декабря 2004 г. «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», № 148 от 3 июля 2013 г. «Об аквакультуре

(рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты» и Постановлений Правительства РФ № 1183 от 11 ноября 2014 г. «Об утверждении ...», № 450 от 15 мая 2014 г. «Об утверждении правил организации и проведения торгов (конкурсов, аукционов) на право заключения договора пользования рыбноводным участком», N 1419 от 23 ноября 2017 г. [7,8,9,13,14].

Получение права рыбохозяйственного пользования озера для осуществления товарного рыбоводства возникает на основании заключенного договора пользования рыбноводным участком с Территориальным управлением по рыболовству. При этом, прежде всего, необходимо разработать технологический проект, который выполняют на основе рыбоводно-биологического обоснования. Для этого проводят комплексное рыбохозяйственное обследование водоема. В ходе исследований определяют морфометрию, гидрологические и гидробиологические качества, которые позволяют выявить принадлежность озера к определенному лимнологическому и ихтиологическому типам. Совокупность природных качеств озера, включающих сведения о климатических условиях, характере почв водосборной площади, морфометрических показателях, характере водного баланса, химическом составе воды, уровнях первичной и вторичной биопродукции, составе рыбного сообщества, позволяет довольно объективно оценить настоящую и потенциальную значимость водоема при определенных формах хозяйствования (экстенсивном, интенсивном) и рассчитать возможный выход рыбной продукции [4].

В настоящее время на территории Тверской области водный фонд насчитывает 750 озер площадью 110 тыс. га и 90, 5 тыс. га прочих озер, на них сформировано 99 рыбноводных и рыбопромысловых участков. На территории Андреапольского района – 4 рыбноводных участка. Целью нашей работы являлось разработка биологического обоснования использования озера Волкота для формирования на них границ рыбноводных участков.

Материал собирался в середине октября 2019 г. на озере Волкота, которое расположено на западных отрогах Валдайской возвышенности в административных границах Андреапольского района Тверской области (30-35 км в северо-западном направлении от г. Андреаполь). Данные по составу уловов других лет были любезно предоставлены Верхне-Волжским отделением ГосНИОРХ [5,11]. Расчет по получению товарной рыбной продукции (стерлядь, ленский осетр) проводили в соответствии с нормативами для садков типа «ПАРС» с общей площадью 36 м<sup>2</sup> [2,6,12].

Озеро Волкота – рыбохозяйственный водный объект первой категории [1]. Водосборный бассейн озера Волкота относится к бассейну реки Западная Двина. Общая площадь озера составляет около 270 га. Ширина на разных участках изменяется от 230 до 1300 м, преобладающие глубины 3,5 – 4 м. Длина береговой

линии 13 км. Озеро проточное, имеет сильно вытянутую с северо-запада на юго-восток форму и состоит из трех участков соединенных перешейком. Участок акватории, расположенный около н.п. Бобровые Луки, несколько смещен восточнее средней части озера.

Рельеф дна озера волнистый, без резких свалов и перепадов глубин. На акватории озера насчитывается 5 островов. Имеются береговые родники и донные ключи. В северо-восточной окраине озера существует связь с безымянным озером и с озером Мыза, в юго-западной окраине Волкота соединяется с озером Долосец через пересыхающий летом и промерзающий зимой ручей без названия. Рельеф берега холмисто-равнинный, в понижениях между холмами заболоченные низины. Почвы подзолистые, местами торфяно-болотные, супесчаные и суглинистые. Имеются участки озера, где толщина иловых наносов достигает 0,75 м. Площадь водосбора занимают хвойные и мелколиственные леса.

Цвет воды желтый, желто-коричневый, прозрачность низкая: 1,1-2,0 м. Вода озера маломинерализованная, минерализация колебалась в пределах от 103,3 до 104,9 мг/дм<sup>3</sup>. Кислородные условия вполне благоприятные. Содержание растворенного кислорода составляет 8,5-10,7 мг/дм<sup>3</sup> (70-89% насыщения). Величина рН составляет 7,4-7,5. Вода характеризуется высокими показателями цветности, перманганатной окисляемости и железа общего. Превышение ПДК для последнего было отмечено в 9,6-16 раз.

В зоне прибрежных и надводных растений наибольшее развитие получают осоки, камыш, хвощи, рогоз и др., которые часто способны образовать густые заросли. В зоне растений с плавающими листьями встречаются представители семейства нимфейных (кубышка, кувшинка), рдесты. Зона погруженных растений характеризуется присутствием роголистника, урути. По степени зарастания озеро Волкота является средне-заросшим водоемом (менее 25 %).

Общий состав макрозообентоса озера Волкота представлен следующими группами: личинками насекомых (хируномид, хаборусов, мокрецов, ручейников), олигохетами, пиявками, моллюсками (двустворчатыми и брюхоногими).

В среднем по озеру численность ценных кормовых организмов бентоса составила 1213 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 4,0 г/м<sup>2</sup>, биомасса моллюсков, используемых рыбой в пищу (размером до 2 см), – составляла 26,3 г/м<sup>2</sup>. Количественные показатели общего макрозообентоса по численности составили 1267 экз./м<sup>2</sup>, по биомассе – 227,1 г/м<sup>2</sup>.

В состав ихтиофауны озера Волкота входят следующие виды: лещ, щука, плотва, окунь пресноводный, ерш, густера, налим, уклея, язь, красноперка, карась, линь. В таблице 1 представлен состав ихтиофауны водоема в уловах разных лет.

Как видно из таблицы по видовому составу рыбного сообщества в последние четырнадцать лет показывают, что он находится в относительно стабильном состоянии. Преобладающими видами является окунь пресноводный, лещ, густера, плотва. По опросным данным рыбаков любителей в уловах также встречается уклейка и единичные экземпляры щуки.

Таблица 1 - Состав ихтиофауны оз. Волкота, в различные годы, %

Вид рыб	Данные 1949 г.	Данные 2005 г.	Контрольные уловы 2019 г.
Лещ	5,0	25,0	17,1
Щука	10,0	8,0	-
Плотва	20,0	30,0	8,6
Окунь пресноводный	15,0	10,0	52,9
Ерш	10,0	-	-
Густера	15,0	9,0	14,3
Налим	5,0	-	-
Уклейка	10,0	-	-
Язь	5,0	7,0	-
Красноперка	5,0	-	5,0
Карась	-	6,0	-
Линь	-	5,0	-

Согласно классификации Руденко Г.П., озеро Волкота можно отнести к эвтрофным водоемам с признаками дистрофии. Для водоемов такой категории, наиболее подходящими объектами аквакультуры при выращивании в пастбищном рыбоводстве является: сазан, судак, гибрид толстолобиков [10].

По результатам проведенных исследований, можно сделать вывод, что наиболее подходящими видами для выращивания в садках являются, стерлядь и сибирский осетр.

Хорошие показатели роста плотвы и гидробиологические данные указывают на возможность вселения в этот водоем для пастбищного рыбоводства – сазана. Наличие значительного количества уклейки в уловах рыбаков любителей, а также сравнительно высокие значения размерно-весовых показателей окуня пресноводного являются основанием, чтобы рекомендовать вселение судака. Данные по кормовой базе расцениваются как благоприятные для вселения в водоем гибрида толстолобиков. Таким образом, исходя из трофности водоема, состояния его кормовой базы и состава местной ихтиофауны, можно рекомендовать для осуществления пастбищной аквакультуры сазана, судака, гибрида толстолобиков.

Расчеты по зарыблению, выполнены по рыбохозяйственным нормативам с учетом кормовой емкости водоема показали, что вселение 50 г сеголетка (годовика) сазана можно посадить 15100 экз., 5 г судака 10710 экз., а 20 г гибрида толстолобика 51200 экз.

Основным объектом выращивания в садках в данном водоеме рекомендована стерлядь и ленский осетр, т.к. они обладают высокой адаптационной пластичностью в садковых условиях, хорошо используют корма и дают высокий экономический эффект [3]. Исходя из максимально возможной общей площади садкового хозяйства, и принятых размеров садков 6х6х3 м их общее количество может составить не более 12, из которых максимум только 10 рабочих и 2 резервных.

Для получения товарных четырехлетков (3+) сибирского осетра, средней массой около 1,5 кг, необходимо 36,0 тысяч штук двухлеток (1+), с начальной массой 50-100 г. Выход товарной продукции составит 40,5 т. Рекомендуемая плотность посадки 15 кг/м<sup>3</sup>.

При посадке двухлеток стерляди (1+) в количестве 72 тысячи штук, средней массой 20-30 г, ожидается выход товарной продукции порядка 25,9 т, конечной массой около 400 г. Выживаемость стерляди старших возрастных групп составляет 90 %. Плотность посадки – 10 кг/га.

### **Выводы**

1. На территории Тверской области водный фонд насчитывает 750 озер площадью 110 тыс. га и 90, 5 тыс.га прочих озер, на них сформировано 99 рыбоводных и рыбопромысловых участков. На территории Андреапольского района – 4 рыбоводных участка.

2. Озера Волкота являются пригодным для использования в рыбохозяйственных целях и осуществления товарного рыбоводства (рекреационная, пастбищная и индустриальная аквакультура).

3. Биоценологические особенности озера Волкота позволяют его использование в пастбищной аквакультуре при зарыблении и дальнейшем изъятии сазана 1,586 т, судака 1,044 т, гибрида толстолобиков 6,144 т.

4. Основными объектами выращивания в индустриальной аквакультуре в озере Волкота рекомендуются, осетр сибирский и стерлядь, возможный выход товарной продукции при выращивании в садках составляет: для сибирского осетра – 40, 5 т, для стерляди – 25,9 т.

### **Список использованных источников**

1. Государственный рыбохозяйственный реестр – UPL: <https://grr.fish.gov.ru/Fishing/>.

2. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. - М.: Наука, 1984. – 207 с.
3. Михеев П.В. Садковое выращивание товарной рыбы. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 215 с.
4. Мухачев И. С. Озерное товарное рыбоводство: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. 400 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Паспорт оз. Волкота. – Фонды Верхне-Волжского отделения ГосНИОРХ, Конаково 1949, 12 с.
6. Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. – М.: Колос, 2009. – 312 с.
7. Постановление Правительства РФ от 11 ноября 2014 г. N 1183 "Об утверждении Правил определения береговых линий (границ водных объектов) и (или) границ частей водных объектов, участков континентального шельфа Российской Федерации и участков исключительной экономической зоны Российской Федерации, признаваемых рыбоводными участками" (с изменениями и дополнениями) – UPL: <https://base.garant.ru/70792050/>.
8. Постановление Правительства РФ от 15.05.2014 N 450 (ред. от 22.02.2018) «Об утверждении Правил организации и проведения торгов (конкурсов, аукционов) на право заключения договора пользования рыбоводным участком» – UPL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_163173/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163173/).
9. Постановления Правительства РФ от 23.11.2017 N 1419 «О внесении изменений в правила организации и проведения торгов (конкурсов, аукционов) на право заключения договора пользования рыбоводным участком» - UPL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=303802>.
10. Руденко Г.П. Продукционные особенности ихтиоценозов малых и средних озер северо-запада и их классификация. - СПб.: ГОСНИОРХ, 2000. – 223 с., 253 с.
11. Рыбоводно-биологическое обоснование на организацию КРХ на озерах Круглое и Волкота Андреапольского района Тверской области. – Фонды Верхне-Волжского отделения ГосНИОРХ, Конаково 2005, 12 с.
12. Титарев Е.Ф. Индустриальные методы разведения и выращивания рыб: курс лекций. – М.: Экон-Информ, 2010. – 427 с.
13. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 г. N 166-ФЗ – UPL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_50799/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/)
14. Федеральный закон «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 02.07.2013 г. N 148-ФЗ – UPL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_148460/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148460/).

УДК: 639.3.032-639.371.52

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РЫБ ЗА СЧЕТ ОТБОРА ПО СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ НА РАННИХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ**

**Виноградов Е.В., Симонов В.М.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыболовства и  
океанографии» Филиал по пресноводному рыбному хозяйству («ВНИИПРХ»),  
Федеральное агентство по рыболовству, [vinogradov\\_ev@vniiprh.ru](mailto:vinogradov_ev@vniiprh.ru)*

## **FISH PRODUCTIVITY EFFICIENCY IMPROVEMENT BASED ON SELECTION FOR STRESS RESISTANCE AT EARLY STAGES OF DEVELOPMENT**

**Vinogradov E.V., Simonov V.M.**

***Резюме.** Представлены рыбоводно-биологические характеристики семей карпа. Семьи были получены в результате диаллельных индивидуальных скрещиваний. Показано что, семьи обладали разной устойчивостью к воздействию обезвоживания в личиночном периоде развития. Из полученных данных следует, что семьи с высокой устойчивостью к стрессу на ранних стадиях развития имеют повышенные рыбохозяйственные характеристики.*

***Ключевые слова:** карпа, семья, индивидуальные скрещивания, устойчивость, обезвоживание*

***Summary.** The fish-biological characteristics of carp families are presented. Families were obtained as a result of diallelic individual crosses. It was shown that families had different resistance to the effects of dehydration in the larval period of development. From the data obtained it follows that families with high resistance to stress in the early stages of development have increased fishery characteristics.*

***Key words:** carp, family, individual crosses, resistance, dehydration*

### **Введение**

Выживаемость рыб зависит от возможности выдерживать воздействие со стороны биотических, абиотических и техногенных факторов в ходе выращивания, которые оказывают стрессирующее влияние на организм [Conte, 2004; Harper, Wolf, 2009].

Снижение стрессирования рыб за период выращивания может реализовано с использованием двух подходов. Первый заключается в создании идеальных условий внешней среды для каждого конкретного объекта. Второй подход

основан на изменении свойств объекта под имеющиеся условия содержания. Этот подход может быть контролируемым или стихийным (Серебровский, 1969).

В настоящее время существуют методы селекции направленные на повышение стрессоустойчивости рыб.

Отбор с использованием полиморфизма белка. Изначально, после открытия белкового полиморфизма у рыб [Creysse, et al, 1966] предполагалось, что продуктивные показатели, а также выживаемость и устойчивость к факторам внешней среды имеют связь с определенным типом белков, которые могут находится как гомозиготном, так и в гетерозиготном состоянии [Сапрыкин, 1977]. В последствии было показано, что корреляция «быстрых или медленных» аллелей трансферринов с признаками продуктивности у карпа носит неустойчивый характер и не имеют достоверности [Паавер, 1983], и явно проявляются, только при условии высокой напряженности отбора при селекции [Ильина, 1987], следовательно, биохимический полиморфизм можно использовать лишь как маркер при проведении селекционных работ [Катасонов и др., 1986; Демкина, Демкин, 1986].

Отбор с использованием маркеров стресса. После стрессирования проводится первоначальный отбор рыб с необходимой силой ответа на стрессор. Затем этих рыб выращивают и получают от них потомство. Афонсо с коллегами [Afonso et al, 1998] предлагал использовать этот способ при селекции дорадо (*Sparus aurata*) и лососевых. В качестве стрессового маркера был использован кортизол. Было показано, что рыбы с низкой концентрацией кортизола в плазме крови обладают лучшим темпом роста по сравнению с рыбами имеющих большее количество кортизола.

Формирование маточных стад с повышенной стрессоустойчивостью. Разрабатывались методы формирования маточных стад с повышенной сопротивляемостью к действию определенного фактора среды, например, к хронической гипоксии [Ломакина, Черноротов, 1998]. Метод основан на двухступенчатом отборе по устойчивости к хронической гипоксии вначале личинок, а затем выращенных из них годовиков.

Отбор семейных групп с повышенной устойчивостью к действию стрессовых факторов в личиночном периоде развития [Илясов, Симонов, 1997; Симонов, Виноградов, 2013]. Метод заключается в определении устойчивости семейных групп карпа к воздействию стрессовых факторов в раннем онтогенезе и отборе лучших семей для дальнейшего выращивания.

Цель работы: провести сравнение рыбоводных показателей и биологических характеристик у семей карпа, полученных от индивидуальных скрещиваний и отобранных по устойчивости к стрессовому воздействию во время личиночного развития.

В задачи исследования входило:

1. Установить возможность разделения семей карпа по устойчивости к обезвоживанию в личиночном периоде развития;
2. Изучить рыбохозяйственные показатели сеголетков и двухлетков, выращенных из семей, отобранных по устойчивости к обезвоживанию в раннем онтогенезе при выращивании в прудах;
3. Определить отношение к дефициту кислорода у сеголетков, полученных из семей с разной устойчивостью к обезвоживанию на ранних стадиях развития;
4. Определить различия в ответе на стресс по величине изменения биохимических показателей крови и слизи опытных и контрольных семейных групп.

### **Материалы и методы**

Материалом для работ служили личинки, сеголетки, годовики и двухлетки карпа отводки «загорская» из племенного стада ОСПХ «Якоть».

В результате скрещиваний шести производителей по полной диаллельной схеме было получено 9 семей.

Инкубация проводилась в аппаратах Вейса.

Устойчивость семей к обезвоживанию определяли следующим способом: 200 личинок от каждой семьи помещали в емкость, на дне которой располагалась газовая сетка, сетку вместе с личинкой вынимали из воды на воздух, стараясь равномерно распределить личинок по площади сетки и помещали в 3-5 см от поверхности воды. Емкость накрывали крышкой во избежание повреждения покровов личинок за счет высыхания [Симонов, Виноградов, 2013].

После оценки семейных групп по устойчивости к стрессу (обезвоживание) проводили летнее выращивание трех семей, которые показали лучшую выживаемость личинок (опыт), в качестве контроля использовали прудовое выращивание смеси личинок от всех исследуемых семей (контроль).

Устойчивость сеголетков к острой гипоксии определяли при температуре 19-20 °С в герметично закрытых емкостях. Сеголетков опытных и контрольных семей тестировали совместно. Фиксировали время жизни каждой рыбы. Время LT-50 определяли методом пробит-анализа [Урбах, 1964].

Биохимические параметры крови и кожной слизи определяли по стандартным методикам до и после проведения стресса (хэндлинга) [Лабораторный практикум по болезням рыб, 1983; Лебедева, 2001; Романова, 2005]. Показатели снимали у голодной рыбы, которая адаптировалась к условиям не менее 21 суток [Лав, 1976].

Рыбы всех семей выращивались в прудах согласно методике выращивания племенных рыб [Инструкция по племенной работе с карпом в репродукторах и промышленных хозяйствах, 1982]. Для того, чтобы сравнить продуктивные характеристики опыта и контроля после выращивания и устранить влияние условий пруда использовали в качестве фонового контроля подсадку во все

пруды карасекарпового гибрида [Катасонов и др., 2007]. Темп роста двухлетков определяли по величине коэффициента массонакопления [Резников и др., 1978].

### Результаты

Показатели устойчивости семейных групп загорского карпа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Выживаемость семейных групп после обезвоживания

Семья	Выживаемость, %
5x5	35,13±11,48
5x7	51,11±5,87
5x9	12,04±2,52
7x5	52,74±8,94
7x7	15,40±3,33
7x9	41,46±4,92
9x5	21,02±6,49
9x7	36,12±8,22
9x9	34,42±4,54
<i>Среднее</i>	<i>32,91±3,21</i>

По результатам определения устойчивости к обезвоживанию для летнего выращивания были отобраны семьи 5x5, 7x5, 7x9. Семья 5x5 имела выживаемость 35,13 %, семья 7x5 – 52,74%, а семья 7x9 – 41,46%. Смесь всех девяти потомств являлась контролем, со средней выживаемостью 32,91%.

Результаты прудового выращивания сеголетков показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Рыбоводные характеристики сеголетков

Группа	Средняя масса, г	Выживаемость, %	Рыбопродуктивность, кг/га
Опыт 5x5	35,3±0,29	62,04±5,17	775,45±75,3
Опыт 7x5	32,42±0,41	42,5±4,47	488,97±45,06
Опыт 7x9	36,08±1,61	45,6±2,49	592,38±41,55
Опыт среднее	34,6±0,74	50,05±3,69	618,93±50,39
Контроль	31,79±1,18	26,79±2,56	297,6±17,83

После облова прудов определяли устойчивость сеголетков карпа к воздействию острой гипоксии, характер изменчивости биохимических показателей крови и слизи годовиков при стрессовом воздействии.

Результаты тестирования устойчивости сеголетков к острой гипоксии представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения LT-50 опытных и контрольных групп загорского карпа при воздействии острой гипоксии

Группа	LT-50, мин
Опыт 5x5	227,12±10,24
Опыт 7x5	196,13±2,65
Опыт 7x9	169,37±2,35
Контроль	325,42±24,46

Динамика биохимических показателей при стрессе представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Биохимические показатели слизи и крови годовиков загорского карпа опытных и контрольной групп до и после стрессового воздействия

Биохимические показатели	Группа			
	Опытная группа		Контрольная группа	
	до стресса	после стресса	до стресса	после стресса
Гемоглобин (Hb) в крови, г/л	93,1±3,0	72,7±4,6	85,4±3,2	71,4±6,22
Число эритроцитов в крови, млн. шт./мкл.	1,24±0,04	0,72±0,08	1,08±0,11	0,68±0,08
Белок слизи, г/л	0,62±0,09	0,51±0,07	0,66±0,13	0,50±0,1
Число эритроцитов в слизи, шт./мл	54,72±16,94	38,07±10,88	25,00±10,67	38,00±9,16
Глюкоза в крови, мг/дл.	26,20±2,39	32,65±4,57	27,5±4,92	45,6±6,64

На следующий год после завершения зимовки каждую семью выращивали в двукратной повторности совместно с контролем. Средние значения результатов выращивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Рыбоводные характеристики двухлетков карпа

Группа	Ср. масса, кг	Выживаемость, %	Км
Опыт 5x5	1,04±0,03	80,43±19,56	0,23±0,006
Опыт 7x5	1,06±0,04	68,65±4,26	0,21±0,003
Опыт 7x9	0,47±0,19	55,15±31,39	0,15±0,03
Опыт среднее	0,86±0,13	82,02±24,82	0,20±0,002
Контроль	0,88±0,12	81,63±10,58	0,18±0,01

### Обсуждение

В таблице 6 представлены результаты факторного анализа влияния самки, самца и их сочетания на оплодотворение и выход личинок при индивидуальных скрещивания.

Из результатов анализа следует, что при индивидуальных скрещиваниях на процент оплодотворения достоверно влияют как самки (на 42,22 %), так и самцы (на 8,88 %). На показатель процента выхода личинок достоверно только влияние самка (на 41,98 %).

Таблица 6 – Результаты факторного анализа влияния производителей на оплодотворение и выход личинок

Исслед. признак	Фактор	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$ , %
% оплодотворения	Самка	3283,9	2	1642,0	19,82	0,000002	42,22
	Самец	691,2	2	345,6	4,17	0,023	8,88
	Самка*Самец	819,4	4	204,8	2,47	0,06	10,53
	Ошибка	2982,0	36	82,8			
% выхода от оплодотворенных	Самка	4297,37	2	2148,69	15,60	0,000013	41,98
	Самец	428,24	2	214,12	1,55	0,22	4,18
	Самка*Самец	552,99	4	138,25	1,00	0,41	5,40
	Ошибка	4957,10	36	137,70			

В таблице 7 представлены результаты факторного анализа влияния производителей на выживаемость семей после воздействия обезвоживания.

Таблица 7 – Результаты факторного анализа выживаемости семей после обезвоживания

Эффект	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$ , %
Самка	109,82	2	54,91	0,39	0,68	1,51
Самец	180,54	2	90,27	0,64	0,53	2,48
Самка*Самец	4452,77	4	1113,19	7,97	0,0006	61,37
Ошибка	2512,45	18	139,58			

Анализ выживаемости семей после воздействия обезвоживания показывает, что основным фактором, влияющим на устойчивость семей к этому воздействию, является комбинация производителей. Сочетание производителей определяет выживаемость семей на 61,37 %. В то время как эффект самки составляет 1,51 %, а самца 2,48%.

Результаты выращивания сеголетков загорского карпа показывают явное превосходство устойчивых к обезвоживанию семей над контролем по всем рыбохозяйственным характеристикам. Средняя масса опытных групп выше на 8 %, выживаемость на 46,5 %, а рыбопродуктивность на 51,9% по сравнению с контролем. Показано достоверное влияние фактора семьи на результаты прудового выращивания сеголетков, (таблица 4.2) то есть различия рыбохозяйственных показателей определяются семейными группами, полученными в результате сочетания производителей при скрещивании. Семьи,

устойчивые к стрессу на ранних стадиях развития, показали лучшие потенции роста и выживаемость сеголетков при прудовом содержании.

Двухлетки семьи 7х9 не имеют достоверных различий с контролем ни по средней массе, ни по выживаемости. Однако, две других группы имели преимущество по средней массе на 12%. Выявлены достоверные различия между этими семьями и контролем по показателю темпа роста. Коэффициент массонакопления на 68,4% определяется влиянием семьи (таблица 5).

Из таблицы 3 следует, что устойчивость сеголетков из опытных семей к дефициту кислорода достоверно ниже, чем в контроле. Наибольшую выживаемость в условиях гипоксии имеет семья 5х5, и она же имеет самую низкую устойчивость к обезвоживанию в личиночном периоде. Между устойчивостью семей к обезвоживанию и устойчивостью к острой гипоксии существует обратно пропорциональная связь, коэффициент корреляции между ними составляет – 0,73 при  $p=0,0001$ .

Исследование характера изменений биохимических параметров слизи и крови в практике используют при изучении ответа рыб на воздействие стресса.

Полученные результаты биохимических показателей крови и слизи опытных и контрольных семейных групп (таблица 4) показывают, что семьи карпа с высокой выживаемостью на ранних стадиях развития, в возрасте сеголетков имеют отличную от контрольного варианта природу пассивной биохимической защиты к стрессовому воздействию. Эта защита выражается в замедленной динамике изменчивости (относительно контрольной группы) содержания глюкозы, белка и эритроцитов в крови и слизи, что позволяет организму рыб более эффективно использовать энергетические ресурсы. Для загорского карпа при стрессе достоверными являются различия по изменчивости содержания глюкозы в крови: у контроля возрастание глюкозы наблюдается на 65,8 %, у опыта - на 24,6%.

На основании полученных результатов можно предположить, что отбор семейных групп карпа с высокой устойчивостью к обезвоживанию в личиночном периоде, может повысить эффективность прудового рыбоводства за счет выращивания более продуктивных семейных групп.

#### **Выводы:**

1) установлена высокая изменчивость семейных групп карпа по устойчивости личинок к действию обезвоживания;

2) сеголетки и двухлетки семейных групп карпа, которые имеют повышенную устойчивость к стрессу на ранних стадиях развития, имеют преимущество по показателям роста и выживаемости при выращивании их в прудах;

3) семейные группы с высокой устойчивостью к обезвоживанию в личиночном периоде имеют низкую устойчивость к воздействию острой гипоксии в возрасте сеголетка;

4) у семей с разной устойчивостью к обезвоживанию в личиночном периоде развития в возрасте сеголетков наблюдаются различия в характере изменений биохимических компонентов крови и кожной слизи в ответ на действие стресса. Уровень глюкозы в крови контрольных рыб повышается на 65,8 %, тогда как для опытных сеголетков всего лишь на 24,6%.

### **Список использованных источников**

1. Демкина Н.В., Демкин А.П. Возможность использования биохимических маркеров при двухлинейном разведении карпа в рыбхозе «Ставропольский». Сб. науч. трудов. Генетические исследования, селекция и племенное дело в рыбководстве. Вып. 48. М.: ВНИИПРХ – 1986. С. 130 – 134.

2. Ильина И.Д. Связь генотипов белков крови со скоростью роста и выживаемостью селекционируемых отводок среднерусского карпа. АН СССР. ИБВВ им. Папанина. Первый симпозиум по экологической биохимии рыб. Тезисы докладов. Ярославль, 1987. С.77 – 78.

3. Илясов Ю.И., Симонов В.М. Основы селекции рыб на толерантность к воздействию неблагоприятных факторов среды. Сборник научных трудов ВНИИПРХ. Современные проблемы аквакультуры. М.:1997. – Вып.73. С. 72– 84.

4. Инструкция по племенной работе с карпом в репродукторах и промышленных хозяйствах. ВНИИПРХ, М.: 1982. 39 с.

5. Катасонов В.Я., Дементьев В.Н., Поддубная А.В., Симонов В.М. Рекомендации, по комплексной оценке, карпа в ходе селекции с использованием экспресс методов. Племенные рыбководные хозяйства Российской Федерации. Справочник. – М.: ФГНУ «Росинформотех», 2007. – С. 63 – 64.

6. Катасонов В.Я., Ильина И.Д., Демкина Н.В., Трувеллер К.А. Использование биохимических маркеров в селекции среднерусского карпа. Сб. науч. трудов. Генетические исследования, селекция и племенное дело в рыбководстве. Вып. 48. М.: ВНИИПРХ – 1986. С. 14 – 24.

7. Лабораторный практикум по болезням рыб/ В.А. Мусселиус, В.Ф. Ванятинский, А.А. Вихман и др., под ред. В.А. Мусселиус. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 296 с.

8. Лав Р.М. Химическая биология рыб. М.: Пищевая промышленность, 1976. С. 44-46.

9. Лебедева Н.Е. Слизь кожи рыб – индикаторная система их физиологического статуса. Рыбное хозяйство. Серия Болезни гидробионтов в аквакультуре. Аналитическая и реферативная информация. М.: 2001. С. 1–23.

10. Ломакина Т.Ю., Черноротов С.П. Способ формирования маточного стада карпа. Патент Российской Федерации. № 2122319. Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства. 1998.
11. Паавер Т. Биохимическая генетика карпа. Таллин: Валтус, 1983. 122 с.
12. Резников В.Ф., Баранов С.А., Стариков Е.А., Толчинский Г.И. Стандартная модель массонакопления рыбы. Сборник научных трудов. Механизация и автоматизация рыбоводства и рыболовства во внутренних водоемах. 1978. Вып. 22. М.: ВНИИПРХ. С. 182 – 196.
13. Романова Н.Н. Оценка стресс реактивности рыб-объектов аквакультуры и ее коррекция психином. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Москва, 2005. С.21.
14. Сапрыкин В.Г. Жизнестойкость сеголетков карпа с разными типами трансферрина при зимовке в термальных водах Верхнетагильской ГРЭС. Труды Пермской лаборатории ГосНИОРХ. Основные рыбохозяйственные проблемы Урала. Том 1. Пермское книжное издательство. 1977. С. 130 – 135.
15. Серебровский А.С. Селекция животных и растений. - М.: Колос, 1969. - 295 с.
16. Симонов В.М., Виноградов Е.В. Способ селекции карповых рыб. Патент 2494617 Рос. Федерация: МПК А01К61/00. Заявитель и патентообладатель ФГУП «ВНИИПРХ». № 2012120067/1; заявл. 16.05.2012; опубл. 10.10.2013. Бюл. № 28.
17. Урбах В.Ю. Биометрические методы. (Статистическая обработка опытных данных в биологии, сельском хозяйстве и медицине). Издательство «Наука». М.: 1964. С. 80 – 84.
18. Afonso J.M., Montero D., Robaina L, Fernandez H., Izquierdo M., Gines R. // Selection programmes for stress tolerance in fish Abstr. int. Symp. Adv. Biochem. and Mol. Approaches Sea Bream Aquaculture. and Its Impact Envi-ron., Eilat, Sept. 13—17, 1998.
19. Conte F.S. Stress and the welfare of cultured fish. J. Applied Animal Behaviour Science. № 86 (2004) P. 295-223.
20. Creyssel R., Richard G.B., Silbezahn P. Transferrin variants in carp serum. Nature. – 1966. Vol. 212. 1362.
21. Harper C., Wolf J.C. Morphological effects of the stress response in fish. ILAR journal. Volume 50, Number 4. 2009. P. 387-396.

**ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ САДКОВОГО ХОЗЯЙСТВА НА  
ВОДНУЮ ЭКОСИСТЕМУ НА ПРИМЕРЕ ООО «АРК БЕЛУГА»  
(АСТРАХАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Вятчин В.В., Федоровых Ю.В., Владимиров В.С.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Астраханский государственный технический  
университет», Федеральное агентство по рыболовству, [jaqua@yandex.ru](mailto:jaqua@yandex.ru)*

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GARDENING ON THE AQUATIC  
ECOSYSTEM ON THE EXAMPLE OF LLC «ARK BELUGA»  
(ASTRAKHAN REGION)**

**Vyatchin V.V., Fedorovykh Yu.V., Vladimirov V.S.**

***Резюме.** Садковое осетровое хозяйство ООО «АРК Белуга» функционирует с 1998 г. и располагается в 3 км от г. Нариманов в верховье реки Волга (шлюз №32 вододелиителя). Объем выращиваемой товарной продукции во время эксплуатации хозяйства колеблется в пределах от 400 до 450 т. По результатам гидрохимического мониторинга качества воды на садковом хозяйстве ООО «АРК Белуга», можно сделать вывод, что все показатели данного водоема находятся в норме и данное предприятия не оказывает ощутимого негативного влияния на экологию р. Волга.*

***Ключевые слова:** садки, Волга, осетровые, гидрохимические показатели, экология, индекс С.*

***Summary.** Sturgeon cages fish farm ООО «ARK Beluga» has been functioning since 1998 and is 3 km from the Narimanov city in the upper reaches of the Volga River (lock No. 32 of division gate). The volume of marketable products grown during the operation of the farm ranges from 400 to 450 tons. According to the results of hydrochemical monitoring of water quality on the cages farm ООО "ARK Beluga", it can be concluded that all the indicators of this reservoir are normal and this enterprise does not have a significant negative impact on the ecology of the Volga River.*

***Key words:** cages, Volga river, sturgeon, hydrochemical parameters, ecology, index C.*

Государственная экологическая экспертиза, проводимая при проектировании осетровых хозяйств, и ведомственный контроль за качеством воды при их функционировании не могут решить многие проблемы сохранения природных водных и наземных экосистем. Такие проблемы решаются лишь на

основании материалов многолетнего экологического мониторинга, регулярное выполнение программы которого позволяет систематически получать достоверные данные о химическом составе вод, состоянии гидробионтов и их биоресурсов, токсикологических параметрах водной среды в районе функционирования осетровых хозяйств.

На вододелителе №32 в Наримановском районе г. Астрахани исследовалось влияние на водную среду и ее биоресурсы садкового хозяйства ООО «АРК Белуга», функционирующего с 1998 г. Расположено оно в 3 км от г. Нариманов с глубинами более 5 м. Объем выращиваемой товарной продукции во время эксплуатации хозяйства колебался в пределах от 400 до 450 т. Садки размещены вдоль шлюзовой камеры в прибрежной зоне на глубине 4-6 м. Объемы выращивания рыбной продукции доходили до 500 т/год. На территории осетровой фермы ООО «АРК Белуга» отбор проб производится регулярно, каждый месяц для тщательного контроля за качеством воды данной акватории.

Пробы для гидрохимического, и токсикологического анализов отбирались в хозяйстве в июле на постоянных станциях, расположенных непосредственно в зоне размещения садков, и на расстоянии 500 м (контроль). Исследовались качество водной среды по гидрохимическим и токсикологическим показателям. Определялся видовой и количественный состав местных рыб в зоне влияния садкового хозяйства [4].

Анализы по определению химического состава воды выполнялись по стандартным методикам [1]. Регистрировались следующие гидрохимические показатели: величина рН, содержание растворенного в воде кислорода, цветность, запах, мутность, окисляемость, формы минерального азота (аммонийный, нитритный, нитратный). Полученные показатели гидрохимического состава речной воды сравнивались с установленными государственными нормативами (ПДК р/х) для водоемов рыбохозяйственного назначения [2]. Для оценки уровня воздействия садковых хозяйств на водные экосистемы использовался запатентованный способ определения соотношения (индекс С) абсолютных показателей в зоне садков и в контроле [3].

Исследование качества воды и взятие проб проводились на протяжении всего июля месяца каждые 10 дней на территории хозяйства и в 500 метрах от каждой точки взятия проб на участках хозяйства (контроль). Пробы воды на исследование брали в бутылках емкостью 1,5 л. На протяжении всего периода исследования Вододелителя №32 газовый режим в районе размещения садкового хозяйства был благоприятный. Летом во всей толще воды (от поверхности до дна) содержание растворенного в воде кислорода колебалось в пределах 6-7 мг/л (насыщенность 80-90%). Показатели углекислоты на протяжении всего года также изменялись в благоприятном интервале (10-20 мг/л). Активная реакция воды в основном была нейтральной (рН 6,5-7,0). Показатели нитритов и

нитратов в данном водоеме за время всего исследования также находились в пределах нормы. Количество нитритов в воде не превышало (0,2-0,3 мг/л.), нитратов (2,0-3,0 мг/л) соответственно. Следов сероводорода за все время проведения анализа воды в исследуемом водоеме обнаружено не было. Прозрачность воды в зависимости от сезона года изменялась в пределах 1-2м, т.е. была в пределах биологической нормы. Цвет воды изменялся от желтоватого до желто-зеленого. Цветность воды летом колебалась от 20 до 40 градусов. Показатели мутности воды исследуемого водоема также находились в пределах биологической нормы. Динамика показателей содержания органических компонентов летом (июль) 2018 г. в зоне садкового хозяйства не выходила за пределы природных колебаний и в основном была сходной с контролем (табл. 1-3). В период от создания хозяйства (1998 г.) до 2018 г. объемы выращиваемой в садках рыбы были небольшими и не превышали 50 т/год. Следовательно, воздействие хозяйства на водную среду также должно быть минимальным и не могло привести к изменениям ее состояния. О благополучном состоянии водной среды в зоне садков можно также судить по индексам С, величина которых колебалась в пределах нормы (0,70- 1,33). В течение всего периода исследования общее содержание в водной толще Вододелителя №32 (в контроле и у садков) легко окисляемых (ПО) и биохимически лабильных (БПК<sub>5</sub>) веществ в среднем увеличилось на 5% (табл. 1). Количество нитратов и нитритов оставались на прежнем уровне, что свидетельствует о стабильности содержания биогенных элементов вод на протяжении длительного периода (4-6 лет). В то же время, несмотря на общее увеличение содержания органических веществ, влияние садкового хозяйства на окружающую среду не проявилось. Это хорошо подтверждается не только абсолютными показателями, но и величинами индекса С, которые в основном сохранялись в пределах биологической нормы (0,79-1,06). В июле месяце 2018 г. содержание органики в водной толще контрольной зоны сохранялось на одном уровне (табл. 2). Последствием же функционирования садкового хозяйства на окружающую среду практически не проявилось. Величины индексов С сохранялись, в основном, в нижней части биологической нормы (0,8-1,18). Результаты приведенных исследований по декадам представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 - Результаты гидрохимического исследования качества воды шлюза № 32 г. Нариманов (1-ая декада июля)

Водоемы	Показатели											
	цвет	за-пах	мут-ность	pH	окисляе-мость, мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> мг/л	NH <sub>3</sub> мг/л	Cl <sup>-</sup> мг/л	CO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> мг/л	H <sub>2</sub> S мг/л
норма	Б/цв	Б/зп	Прозр.	6,5-8,5	До 30	0,2-0,3	2,0-3,0	0,05	До 30	10-20	До 1000	0
Участок РМС (садки)	Б/цв	Б/зп	Прозр.	6,7	18	0,1	2,0	0,03	12	8	95	0
Контроль	Б/цв	Б/зп	Прозр.	6,9	17	0,12	1,9	0,02	10	10	90	0
Индекс С	-	-	-	0,86	0,93	0,8	0,95	0,66	0,8	1,2	0,94	1,0
Товарный участок (садки)	Б/цв.	Б/зп.	Прозр.	6,7	17	0,1	2,0	0,03	11	8	80	0
Контроль	Б/цв.	Б/зп.	Прозр.	6,9	20	0,13	2,2	0,04	14	10	90	0
Индекс С	-	-	-	0,84	0,78	0,7	0,9	0,75	0,7	0,8	0,9	1,0

Таблица 2 - Результаты гидрохимического исследования качества воды шлюза № 32 Г. Нариманов (2-ая декада июля)

Водоемы	Показатели											
	цвет	запах	мут-ность	pH	окисляе-мость	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> мг/л	NH <sub>3</sub> мг/л	Cl <sup>-</sup> мг/л	CO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> мг/л	H <sub>2</sub> S мг/л
норма	Б/цв	Б/зп	Прозр.	6,5-8,5	До 30 мг/л	0,2-0,3	2,0-3,0	0,05	До 30	10-20	До 1000	0
Участок РМС (садки)	Б/цв	Б/зп	Прозр.	6,6	20	0,1	2,0	0,05	15	10	93	0
Контроль	Б/цв	Б/зп	Прозр.	6,4	15	0,08	2,0	0,04	10	10	92	0
Индекс С	-	-	-	1,2	1,25	1,2	1,0	1,25	1,5	1,0	1.01	1,0
Товарный участок (садки)	Б/цв.	Б/зп.	Прозр.	7,0	20	0,15	2,5	0,035	18	12	110	0
Контроль	Б/цв.	Б/зп.	Прозр.	6,9	20	0,13	2,2	0,04	14	10	90	0
Индекс С	-	-	-	1,04	1,0	1,04	1.18	0,95	1,24	1,2	1,3	1,0

Таблица 3 - Результаты гидрохимического исследования качества воды шлюза № 32 Г. Нариманов (3-я декада июля)

Водоемы	Показатели											
	цвет	запах	мутность	pH	окисляемость мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> мг/л	NH <sub>3</sub> мг/л	Cl <sup>-</sup> мг/л	CO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> мг/л	H <sub>2</sub> S мг/л
норма	Б/цв	Б/зп	Прозр.	6,5-8,5	До 30	0,2-0,3	2,0-3,0	0,05	До 30	10-20	До 1000	0
Участок РМС (садки)	Б/цв	Б/зп	Прозр.	7,5	25	0,2	2,5	0,04	20	15	95	0
Контроль	Б/цв	Б/зп	Прозр.	6,8	18	0,1	2,0	0,03	15	10	92	0
Индекс С	-	-	-	1,33	1,35	1,1	1,2	1,33	1,25	1,33	1,04	1,0
Товарный участок (садки)	Б/цв.	Б/зп.	Прозр.	7,4	20	0,2	2,0	0,03	20	15	95	0
Контроль	Б/цв.	Б/зп.	Прозр.	6,9	24	0,13	2,2	0,02	14	10	90	0
Индекс С	-	-	-	1,15	0,88	1,33	0,9	1,33	1,21	1,5	1,06	1,0

При сравнении с контрольной пробой воды сильного воздействия данного садкового хозяйства на экологию р. Волга обнаружено не было. Исходя из вышеизложенного в предыдущих таблицах по гидрохимическому мониторингу качества воды на садковом хозяйстве ООО «АРК Белуга», можно сделать вывод, что все гидрохимические показатели данного водоема находятся в норме и данное садковое хозяйство не оказывает негативного влияния на экологию р. Волга.

#### Список использованных источников

1. Алекин, А.О. Руководство по химическому анализу вод суши / А.О. Алекин и др. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 276 с.
2. Макрушин, А.В. Биологический анализ качества вод / А.В. Макрушин - Л.: Наука, 1974. - 60 с.
3. Рыжков, Л.П. Способ оценки влияния садковой аквакультуры на состояние водной экосистемы / Л.П. Рыжков // ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет» (RU). Патент № 124534. 10.12.2012.
4. Семенов, А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / А.Д. Семенов. - Л.: Гидрометиздат, 1977. - 541 с.

УДК: 639.3.032-639.371.52

**РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРОССОВ  
МЕЖДУ МОСКОВСКИМИ И АНГЕЛИНСКИМИ ПОРОДАМИ КАРПА**  
Дементьев В.Н., Шарт Л.А., Юхименко Л.Н., Симонов В.М., Караваяев В.В.,  
Зингис И.В., Балашов Д.А., Рекубратский Н.В., Тихонов Г.Ф.,  
Рекубратский А.В.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и  
океанографии», Филиал по пресноводному рыбному хозяйству («ВНИИПРХ»),  
Федеральное агентство по рыболовству, [tambovskiy2006@rambler.ru](mailto:tambovskiy2006@rambler.ru)*

**AQUACULTURAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CROSSES  
BETWEEN MOSCOW AND ANGELINSKIY COMMON CARP BREEDS**  
Dementiev V., Shart L., Ukhimenko L., Simonov V., Karavaev V., Zingis I.,  
Balashov D., Recoubratsky N., Tikhonov G., Recoubratsky A.

***Резюме.** Показано, что кроссы между породами московского карпа и породами ангелинского карпа сохранили свойства родительских форм, проявив по сравнению с внутривидовыми кроссами хорошие рыбохозяйственные свойства и устойчивость к заболеванию краснухой. Межпородные кроссы между московскими и ангелинскими карпами могут быть рекомендованы для использования в прудовой аквакультуре.*

***Ключевые слова:** кросс, устойчивость к заболеваниям, краснуха, аэромоноз, рыбохозяйственные свойства, морфометрия, московские и ангелинские породы карпа*

***Summary.** Interbreed crosses between Moscow and Angelinskiy common carp breeds were shown to possess valuable traits of parental forms exceeding intrabreed crosses in aquacultural performance and resistance to dropsy. These interbreed crosses could be recommended for commercial use in pond aquaculture.*

***Key words.** Cross, disease resistance, dropsy, aeromonosis, aquacultural performance, morphometry, Moscow and Angelinskiy common carp breeds*

В настоящее время карп является основным объектом пресноводной аквакультуры России, на его долю приходится более 50% общего объёма продукции. Основной способ выращивания карпа – прудовая аквакультура с различными уровнями интенсификации. Большая часть карпов, выращиваемых в настоящее время в России, принадлежит к беспородным локальным группам с невысокой продуктивностью. Замена беспородного карпа на выращивание

высокопродуктивных кроссов позволит резко, на 25-50%, повысить продуктивность отечественного карповодства [Катасонов и др., 2015].

В России создан целый ряд пород карпа, предназначенных для различных климатических зон и условий выращивания. В отдельных хозяйствах имеются маточные стада амурского сазана. Завезены и культивируются несколько зарубежных пород. Большую ценность представляют локальные стада, адаптированные к конкретным условиям выращивания и обладающие повышенной резистентностью к местной ихтиопатофауне. Весь этот племенной фонд дает возможность получать высокопродуктивные специализированные кроссы и обеспечивать ими товарные хозяйства во всех климатических зонах карповодства.

Лучшей, наиболее востребованной отечественной породой является парский карп и два его внутривидовых типа, московский чешуйчатый и московский разбросанный [Катасонов и др., 2015].

Создание породы парского карпа начато в 1950 г. под руководством К.А. Головинской и Ю.П. Бобровой в рыбхозе «Пара» на основе скрещивания местных самок с разбросанным типом чешуйного покрова и амурского сазана. Отобранные во втором-третьем поколениях гибриды чешуйчатых особей послужили основой для формирования одной из племенных групп, получившей впоследствии название «отводка М». В 1964 г. была заложена вторая племенная группа — отводка УМ, полученная от скрещивания производителей отводки М с разбросанным чешуйным покровом и украинских рамчатых карпов. В 1981 г. обе отводки парского карпа были завезены в Опытное селекционно-племенное хозяйство ВНИИПРХ «Якоть» (пос. Рыбное, Московская обл.).

В 1999 г. было получено авторское свидетельство и патент на внутривидовый тип парского карпа московский чешуйчатый (МЧ), а в 2004 г. статус внутривидового типа получил московский разбросанный карп (МР) [Рекубратский и др., 2012].

Селекция ангелинского карпа, начатая в 1963 г. под руководством В.С. Кирпичникова в рыбхозе «Ангелинский» Краснодарского края, была направлена на повышение устойчивости карпа к заболеванию краснуха. Под термином «краснуха» мы понимаем симптомо-комплекс таких болезней как аэромоноз и весенняя виремия карпа. Работу проводили одновременно с тремя племенными группами — местными с разбросанным типом чешуи (М), ропшинскими чешуйчатыми (Р, завезенными из рыбхоза «Ропша» Ленинградской обл.), и украинско-ропшинскими (УР, помеси украинских рамчатых и ропшинских карпов, среди которых в процессе селекции отбирали только чешуйчатых особей). В 1998 г отводки М и УР были признаны селекционными достижениями с наследственной устойчивостью к заболеванию краснухой, эти породы

получили названия ангелинский зеркальный и ангелинский чешуйчатый [Рекубратский и др., 2012].

Цель настоящего исследования заключается в изучении рыбоводно-биологических свойств кроссов между породами московских и ангелинских карпов.

### **Материал и методы**

В Ангелинском рыбхозе (Краснодарский край) и в Опытном селекционно-племенном хозяйстве ВНИИПРХ «Якоть» (пос. Рыбное, Московская обл.) в 2018 г. были получены кроссы ангелинских и московских карпов. На ОСПХ Якоть от московских разбросанных карпов была отобрана сперма и перевезена в Ангелинский рыбхоз для постановки скрещивания с самками ангелинского зеркального карпа (скрещивание АЗ×МР). Сперма ангелинских чешуйчатых карпов привезена на ОСПХ Якоть для скрещивания с самками московского разбросанного карпа (скрещивание МР×АЧ). В качестве контроля на ОСПХ Якоть использовали скрещивание МР×МЧ, а в Ангелинском рыбхозе - АЗ×АЧ.

На ОСПХ Якоть личинки каждого из кроссов МР×АЧ и МР×МЧ высажены в пруды на летнее выращивание в двойной повторности. В Ангелинском рыбхозе личинок из кроссов АЗ×МР и АЗ×АЧ выращивали в двух разных прудах без повторностей (см. табл. 1). Осенью 2018 г. часть сеголетков из Ангелинского рыбхоза перевезли на ОСПХ Якоть.

В опытах по выращиванию двухлетков на ОСПХ Якоть в пруды, где выращивали кроссы МР×АЧ и МР×МЧ, для корректировки влияния пруда на рост рыб в качестве фонового контроля подсадили двухлетков из породной группы ЗУ-НК [Головинская и др., 1975] (см. табл. 3).

Опыт по изучению устойчивости карпов к аэромонозу провели в феврале-марте 2019 г. в трех бассейнах аквариального комплекса. В первые два посадили совместно по 19 сеголетков каждого из четырех изучаемых кроссов. Рыб заразили аэромонозом с помощью внутримышечных инъекций суточной бульонной культуры вирулентного штамма *Aeromonas sobria*, выделенного от карпов с клиническими признаками заболевания, в дозе 0,2 мл. В третьем бассейне (интактный контроль) содержали по 2 рыбы каждого из кроссов, этих рыб заражению не подвергали. После заражения рыб содержали в бассейнах при ежедневном кормлении и комнатной температуре в течение 25 дней.

Измерение рыб проводили по традиционной схеме при помощи штангенциркуля [Правдин, 1966]. В работе использовали методы статистического анализа в пакетных программах Microsoft Office Excel 2007 и Stat Soft Statistica 8.

### **Результаты**

*Рыбоводная характеристика.* Результаты летнего выращивания сеголетков на ОСПХ Якоть показывают, что кросс МР×АЧ имел преимущество

перед контролем МР×МЧ по средней массе рыб на 15,4%, по выживаемости на 23,7% и по рыбопродуктивности на 72,2% (табл. 1, рис. 1).

В рыбхозе Ангелинский рыбопродуктивность кроссов АЗ×МР и АЗ×АЧ была выше, чем у кроссов на ОСПХ «Якоть», но отсутствие повторности не позволяет провести объективное сравнение рыбоводных характеристик.

Таблица 1 - Результаты летнего выращивания кроссов московских и ангелинских карпов на ОСПХ Якоть и в рыбхозе Ангелинский

Кросс	Посадка весной		Выловлено осенью				
	штук	плотность, тыс. шт/га	штук	общ. масса.кг	ср. масса. г	% выж.	Рыбопрод., кг/га
МР×АЧ*	30000	68,2	9547	344,5	36,0	31,8	782,95
МР×АЧ*	30000	71,4	9909	386,1	39,0	33,0	919,29
<b>Среднее</b>	<b>30000</b>	<b>69,8</b>	<b>9728</b>	<b>365,3</b>	<b>37,5</b>	<b>32,4</b>	<b>851,12</b>
МР×МЧ*	30000	73,2	4212	177,1	42,0	14,0	431,95
МР×МЧ*	30000	66,7	11511	264,6	23,0	38,4	556,59
<b>Среднее</b>	<b>30000</b>	<b>69,9</b>	<b>7861,5</b>	<b>220,9</b>	<b>32,5</b>	<b>26,2</b>	<b>494,27</b>
АЗ×МР**	20000	80,0	2830	223,8	79,1	28,3	895,2
АЗ×АЧ**	10000	100,0	2790	109,6	39,3	27,9	1096,0

\*Получение личинок и летнее выращивание на ОСПХ Якоть (Московская обл.).

\*\*Получение личинок и летнее выращивание в р/х Ангелинский (Краснодарский край).

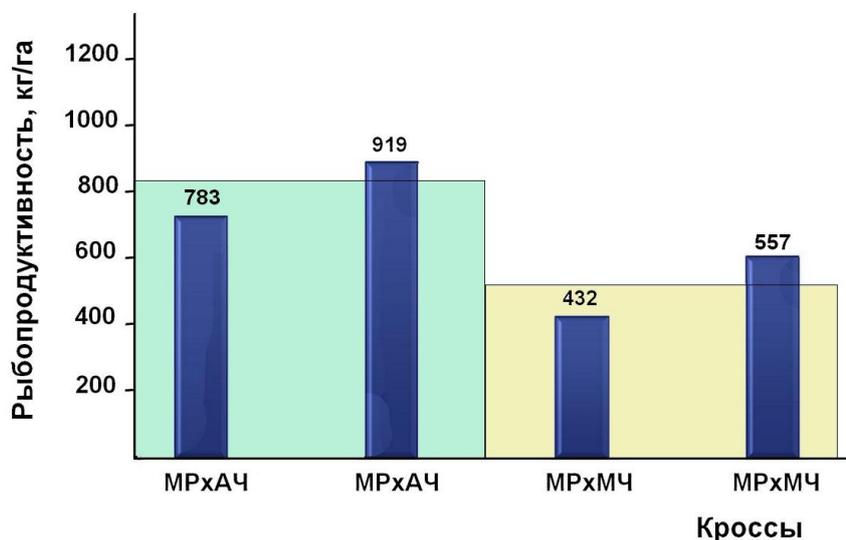


Рисунок 1 - Рыбопродуктивность сеголетков из кроссов московских и ангелинского чешуйчатого карпов при выращивании в прудах ОСПХ Якоть  
АЧ – ангелинский чешуйчатый; МЧ – московский чешуйчатый; МР – московский разбросанный. Выделены средние значения продуктивности по двум повторностям

На ОСПХ Якоть сеголетки были посажены на зимовку в два разных пруда при плотности посадки 319,4 и 256,2 тыс.шт/га. В рыбхозе Ангелинский

сеголетки кроссов АЗ×МР и АЗ×АЧ были посажены совместно в один зимовал. Результаты зимовки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты зимовки кроссов московских и ангелинских карпов на ОСПХ Якоть и в рыбхозе Ангелинский.

Породная группа	Посажено осенью		Выловлено весной			Место
	шт.	ср. масса, г	шт.	ср. масса, г	выход, %	
МР×АЧ	6803	36,0	5227	36,2	76,8	ОСПХ «Якоть»
МР×МЧ	8095	31,5	4924	32,4	60,8	
АЗ×МР	100	160	88	150,0	88,0	р/х Ангелинский
АЗ×АЧ	130	40,7	115	38,3	88,5	

Кросс МР×АЧ продемонстрировал преимущество по зимостойкости перед кроссом МР×МЧ (на 26,3%). Менее жесткие условия зимовки в условиях Краснодарского края, возможно, определили лучшую выживаемость кроссов АЗ×МР и АЗ×АЧ.

Выращивание кроссов на втором году жизни в условиях рыбхоза Ангелинский осуществить не удалось. Рыбоводные данные по выращиванию двухлетков на ОСПХ Якоть представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Результаты выращивания двухлетков на ОСПХ Якоть

№ и площадь нагульн. пруда (га)	Группа	Посажено весной		Выловлено осенью				
		кол-во шт.	средняя масса, г	кол-во шт.	средн. масса, г	прирост г	выжив. %	продукт кг/га
Результаты выращивания гибридов по прудам								
44 0.41	ЗУ-НК	516	38.4	189	451	412.6	36.6	190.2
	МР×МЧ	1000	35.0	575	467	432,0	57.5	605.8
	<b>ИТОГО</b>	<b>1516</b>		<b>764</b>			<b>50.4</b>	<b>796,0</b>
46 0.44	ЗУ-НК	500	30.0	300	425	395,0	60,0	269.3
	МР×МЧ	1000	32.8	674	513	480,2	67.4	735.6
	<b>ИТОГО</b>	<b>1500</b>		<b>974</b>			<b>64.9</b>	<b>1004,9</b>
47 0.42	ЗУ-НК	500	29.2	238	404	374,8	47.6	212.4
	МР×АЧ	1000	35.7	789	493	457,3	78.9	858,1
	<b>ИТОГО</b>	<b>1500</b>		<b>1027</b>			<b>68.5</b>	<b>1070.5</b>
48 0.42	ЗУ-НК	500	33.0	255	413	380,0	51,0	230.7
	МР×МЧ	500	34.6	310	496	471,4	62.0	347.9
	МР×АЧ	500	36.4	307	491	454,6	61.4	332.3
	<b>ИТОГО</b>	<b>1500</b>		<b>872</b>			<b>58.1</b>	<b>910.9</b>
49 0.45	ЗУ-НК	500	29.2	272	488	458,0	54.4	277.3
	МР×АЧ	1000	36.9	819	583	546,1	81.9	993,9
	<b>ИТОГО</b>	<b>1500</b>		<b>1090</b>			<b>72.7</b>	<b>1271.2</b>
Результаты выращивания по всем прудам								
5 прудов	ЗУ-НК	2516	32,0	1254	436,2	404,2	49,8	1179,9
3 пруда	МР×МЧ	2500	30,8	1559	492,0	461,2	62,4	1689,3
3 пруда	МР×АЧ	2500	36,3	1915	522,3	486,0	76,6	2184,3

Таблица 4 - Показатель продуктивности кроссов МР×МЧ и МР×АЧ в процентах от показателей фонового контроля (группа ЗУ-НК)

Пруд	Группа	Относительный средний вес, %	Относительная выживаемость, %
44	МР×МЧ	103,5	151,1
46	МР×МЧ	120,7	112,3
48	МР×МЧ	120,1	121,6
	<b>МР×МЧ, среднее</b>	<b>114,8</b>	<b>128,3</b>
47	МР×АЧ	122,0	165,8
49	МР×АЧ	119,5	150,6
48	МР×АЧ	118,9	120,3
	<b>МР×АЧ, среднее</b>	<b>120,1</b>	<b>145,6</b>

Показатели определены отношением фактического значения среднего веса и выживаемости опытной или контрольной группы из данного пруда к показателям группы ЗУ-НК в этом же пруду.

Кросс МР×АЧ опередил контрольную группу МР×МЧ по средней массе двухлетков, выживаемости и рыбопродуктивности.

*Морфометрический анализ.* Сеголетков из каждого кросса подвергли морфологическому анализу. Сравнение морфотипов исследуемых кроссов выполнено при помощи многомерной статистики. В анализе использовали только индексы – промеры пластических признаков брали относительно длины тела и длины головы (табл. 5).

В каноническом пространстве морфометрических признаков исследуемые группы расположились так, что оба кросса, выращенные на ОСПХ Якоть (МР х МЧ и МР х АЧ) оказались с левой стороны рисунка, а с правой стороны расположились кроссы, полученные в рыбхозе Ангелинский (АЗ×МР и АЗ×АЧ) (рис.2).

*Устойчивость к аэромонозу.* Данные о выживаемости зараженных аэромонадами рыб представлены в таблице 6 и на рисунке 3. Среди интактных рыб из третьего бассейна гибели не отмечено.

Таблица 5 – Значения морфологических признаков у сеголетков из кроссов московского и ангелинского карпов

Признак	MP×MЧ, n=55	MP×AЧ, n=53	A3×MP, n=45	A3×AЧ, n=48
<i>l</i> , см	11,62±1,30	11,19±0,84	16,55±1,05	12,97±0,85
<i>C</i> , см	3,61±0,39	3,53±0,26	5,15±0,39	3,95±0,29
Пластические признаки, в % <i>l</i>				
<i>c</i>	31,10±1,36	31,59±1,55	31,16±2,03	30,46±1,83
<i>H</i>	37,09±1,45	36,60±1,36	36,54±1,38	37,73±1,47
<i>h</i>	13,16±0,62	12,88±0,49	13,40±0,44	13,74±0,38
<i>lpc</i>	15,22±0,97	15,29±1,03	13,57±1,22	12,61±1,19
<i>lD</i>	35,19±1,83	35,22±1,70	40,66±1,82	39,14±2,28
<i>hD</i>	11,29±2,10	12,93±1,92	12,55±1,38	11,42±1,40
<i>lA</i>	8,13±1,19	8,15±0,68	9,18±0,82	9,49±0,68
<i>hA</i>	12,68±1,45	13,43±1,46	13,69±1,95	13,67±1,11
<i>lP</i>	19,47±1,05	19,75±1,39	20,28±0,79	19,85±1,33
<i>lV</i>	15,04±1,49	15,10±1,39	15,87±1,14	16,35±0,89
<i>aD</i>	55,41±1,78	54,18±1,99	52,34±1,64	55,72±2,63
<i>pD</i>	18,13±1,33	17,75±1,19	17,02±1,08	16,52±1,47
<i>P-V</i>	24,00±1,39	24,51±1,46	22,06±0,93	24,31±1,29
<i>V-A</i>	26,32±1,38	24,89±1,63	25,68±1,23	25,54±0,82
Пластические признаки, в % <i>C</i>				
<i>ao</i>	29,30±2,58	28,05±2,39	32,08±3,23	28,72±2,17
<i>o</i>	19,90±1,67	21,41±1,79	18,03±2,16	20,53±1,73
<i>po</i>	52,25±2,41	51,03±2,29	51,81±2,24	51,82±1,88
<i>CH</i>	29,30±2,58	28,05±2,39	32,08±3,23	28,72±2,17

Примечание. *l* – стандартная длина, *C* – длина головы, *ao* – длина рыла, *o* – горизонтальный диаметр глаза, *po* – заглазничное расстояние, *CH* – высота головы на уровне затылка, *H* – наибольшая высота тела, *h* – высота хвостового стебля, *lpc* – длина хвостового стебля, *lD* – длина основания спинного плавника, *hD* – высота спинного плавника, *lA* – длина основания анального плавника, *hA* – высота анального плавника, *lP* и *lV* – длина грудного и брюшного плавников, *aD* – расстояние от кончика рыла до начала основания спинного плавника, *pD* – расстояние от заднего края спинного плавника до основания средних лучей хвостового плавника, *P-V* и *V-A* – пектоанальное и вентроанальное расстояния;  $M \pm m$  – среднее значение и его ошибка.

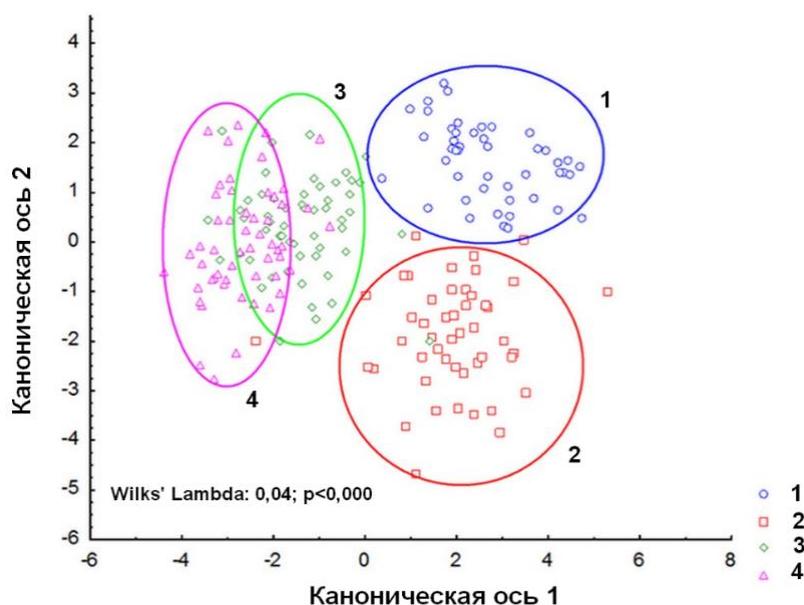


Рисунок 2 – Распределение сеголетков из кроссов московского и ангелинского карпов в пространстве двух первых канонических осей.  
1 – АЗ×МР, 2 – АЗ×АЧ, 3 – МР×МЧ, 4 – МР×АЧ.

Таблица 6 - Выживаемость рыб из различных кроссов после заражения аэромонадами

Кросс	Выживаемость, %		
	24-й день после заражения		
	1 басс.	2 басс.	Среднее
АЗ×АЧ	100	94	97,0±3,0
АЗ×МР	89	94	92,5±2,5
МР×АЧ	52	39	46,5±6,5
МР×МЧ	44	32	38,0±6,0

Из полученных данных следует, что на 24 день эксперимента наименьшую выживаемость при заболевании показала группа МР×МЧ. На рисунке 3 показано, что начало интенсивной гибели рыб для этой группы началось уже на 6 день после начала заражения.

Кросс МР×АЧ показал лучшую выживаемость чем кросс МР×МЧ на 8,5%, для этого кросса начало значимого отхода рыб наблюдалась только на 16 день опыта.

Кроссы АЗ×АЧ и АЗ×МР имели высокую выживаемость с начала исследования и до конца. На 6 день после заражения смертность у них составляла 3,0 и 5,6%, в дальнейшем гибели не было. На 24 день выживаемость рыб из обоих кроссов составила 97,0 и 92,5%, соответственно. На момент завершения опыта выживаемость кроссов АЗ×АЧ и АЗ×МР превышала выживаемость кроссов МР×АЧ и МР×МЧ более, чем в два раза.

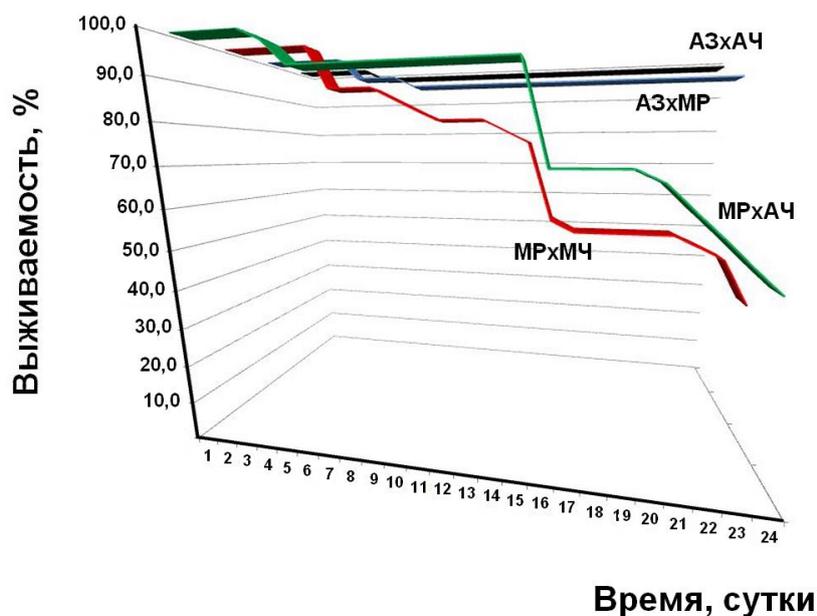


Рисунок 3 – Динамика выживаемости рыб из разных кроссов между ангелинскими и московскими карпами после заражения вирулентной формой аэромонад (штамм *Aeromonas sobria*)

### Обсуждение

Намечающаяся в настоящее время интенсификация карповодства вновь выводит на первый план проблему болезней, в том числе таких серьезных заболеваний, как аэромоноз и весенняя виремия, составляющих симптомо-комплекс «краснуха». Причем угроза заболевания краснухой существует не только в Краснодарском крае, но и во всех регионах карповодства, включая первую рыбоводную зону.

Созданные во ВНИИПРХ уникальные краснухоустойчивые породы карпа ангелинский зеркальный и ангелинский чешуйчатый могли бы внести существенный вклад в решение проблемы, однако их использование пока ограничено югом РФ. Породы ангелинского карпа предназначены для получения промышленных гибридов, сочетающих в себе резистентность к краснухе, повышенные темпы роста и жизнеспособность. Породы и экотип районированы для зоны Северного Кавказа - хронического очага краснухи.

Создатели ангелинских пород считали, что их антиинфекционная устойчивость контролируется преимущественно рецессивными генами, поэтому не рекомендовали скрещивать их с другими группами [Илясов, 1997]. Однако это обстоятельство в значительной мере ограничивает использование ангелинских карпов в российской аквакультуре. Поэтому представлялось важным определить, на каком уровне сохраняется устойчивость к краснухе у карпов из кроссов ангелинских пород с другими породами и, в частности, с парским карпом.

Результаты показывают, что устойчивость к аэромонозу определяется влиянием материнской формы, участвующей в образовании данного кросса. Если материнской формой кросса является краснухостойчивая порода, то его устойчивость к заболеванию гораздо выше, чем в реципрокной комбинации.

Эти данные совпадают с результатами биопробы, проведенной в условиях КрасНИРХ в 1988-1989 гг., где по результатам комиссионной оценки, преимущество ангелинских краснухостойчивых карпов по сравнению с контрольными рыбами составило при бактериальном заражении до 30%, при вирусном – до 60% [Илясов и др., 1989].

Таким образом, кроссы с участием ангелинских карпов в большей или меньшей степени сохраняют их устойчивость к заболеваниям, что открывает возможность широкого использования ангелинских карпов для промышленной гибридизации с другими породами и формами. Обнаруженный в настоящем исследовании эффект матроклинии необходимо учитывать при составлении родительских форм в кроссе.

Кроссы ангелинских и московских карпов кроме устойчивости к заболеваниям проявили также хорошие рыбоводные свойства. При выращивании сеголетков и двухлетков в прудах у межпородных кроссов отмечены более высокие показатели выживаемости и скорости роста по сравнению с внутривидовыми кроссами. При этом следует подчеркнуть, что высокие рыбоводные показатели межпородного кросса МР×АЧ получены в сравнении с весьма высокопродуктивным эталонным кроссом московских карпов МР×МЧ, лучшим на настоящее время в отечественном карповодстве.

Методы многомерного анализа данных позволяют минимизировать средовое влияние на изменчивость измеряемых признаков морфотипа, что дает возможность определять генетические различия сравниваемых групп рыб [Волчков, 1993]. Подходы к описанию совокупностей количественных признаков показаны Животовским [Животовский, 1984]. Предлагается заменять исходные признаки их комбинациями (индексами), проводить выделение групп по степени их близости в пространстве признаков, проводить обобщенный анализ изменчивости комплекса признаков. Эти задачи возможно осуществить при использовании дискриминантного, канонического или факторного анализов.

Существенно, что “снятие” средовых и возрастных эффектов достигается в рамках анализа той же системы признаков. Так, при оценке сходства семей по корреляционной структуре морфометрических признаков они группируются в кластеры по происхождению (общность самки), несмотря на различия в возрасте, когда проведено морфометрическое описание. В качестве меры близости между популяциями часто используют так называемое расстояние по Махаланобису, которое в системном морфологическом анализе трактуется как аналог

генетического расстояния [Волчков, 1993; Животовский, 1984; Радецкий, 1989 и др.]

Канонический анализ показал достоверное влияние материнской формы на морфотип потомства. Наибольшие различия наблюдаются между МР×АЧ и группами, образованными при участии самок ангелинского зеркального карпа; расстояние Махаланобиса составляет 31,58 и 25,09, соответственно для АЗ×МР и АЗ×АЧ, а также между МР×МЧ и группами АЗ×МР и АЗ×АЧ - 20,51 и 17,09 [Симонов и др., 2019].

Таким образом, канонический анализ показал значительное и достоверное расхождение между анализируемыми кроссами. При этом расстояния между кроссами (расстояния Махаланобиса) характеризуют генетические различия между сравниваемыми группами. Различные условия выращивания сеголетков, которые определяют изменчивость морфотипа, на результаты проведенного анализа не влияют. Показано, что наиболее удалены друг от друга кроссы полученные от самки ангелинский зеркальный карп и кроссы полученные от самки московский разбросанный, что также позволяет говорить о эффекте матроклинии.

#### **Список использованных источников**

1. Волчков Ю.А. Системный анализ изменчивости в селекции рыб. – Диссертация д.б.н. – Краснодар, 1993. – 310 с.
2. Головинская К.А., Катасонов В.Я., Боброва Ю.П., Попова А.А. Работы по созданию среднерусского карпа // Материалы Всесоюзного совещания по организации селекционно-племенной работы и улучшению содержания маточных стад в рыбхозах страны. М. 1975. С. 15-29.
3. Животовский Л.А. Интеграция полигенных систем в популяциях. – М., «Наука», 1984. – 181 с.
4. Илясов Ю.И., Симонов В.М., Вихман А.А., Осташевский А.Л., Шарт Л.А. Оценка эффективности селекции карпа на устойчивость к краснухе в экспериментальных и полевых условиях // Сб. н. тр. ВНИИПРХ. – Вып. 58. – М., 1989. – С. 34-40.
5. Илясов Ю.И. Генетические исследования и селекция объектов карповодства // Рыбоводство и рыболовство. - № 2. – 1997. – С. 9-11.
6. Катасонов В.Я., Поддубная А.В., Рекубрятский А.В., Дементьев В.Н., Симонов В.М., Шарт Л.А., Балашов Д.А. Породы и кроссы карпа селекции ВНИИПРХ. - М., 2015. – 38 с.
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром., 1966. - 375 с.

8. Радецкий В.П. Анализ комплексов признаков как основа селекционной и племенной работы в рыбоводстве. – Диссертация на соискание ученой степени кбн. – Краснодар, 1989. – 146 с.

9. Рекубратский А.В., Поддубная А.В., Катасонов В.Я., Демкина Н.В., Шарт Л.А., Симонов В.М., Цветкова Л.И., Дементьев В.Н. Основные итоги исследований лаборатории генетики и селекции рыб ВНИИПРХ за 80 лет ее существования // Вопросы рыболовства. – 2012. - Т. 13, № 3 (51). – С. 503-521.

10. Симонов В.М., Дементьев В.Н., Шарт Л.А. Морфология кроссов парского и ангелинского карпов // Сборник научных трудов ВНИИПРХ / Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. - М.: ООО Сельскохозяйственные технологии, 2019. - Вып. 90. – С. 98-102.

УДК 639.3/.6:639.371.5

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ БЕЛКОВОГО ПОЛИМОРФИЗМА КАРПОВЫХ РЫБ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Демкина Н.В.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ВНИИПРХ») [defish1@mail.ru](mailto:defish1@mail.ru)

## INVESTIGATION RESULTS OF CARP FISHES PROTEIN POLYMORPHISM AND THEIR USE IN AQUACULTURE

Demkina N.V.

**Резюме.** Обсуждается опыт использования в аквакультуре белкового полиморфизма карпа, белого и пестрого толстолобиков, белого амурса для оценки генетической гетерогенности групп, их маркирования, для анализа изменений генотипической структуры стад в процессе разведения и селекции.

**Ключевые слова.** Белковый полиморфизм, аквакультура, карп, сазан, белый и пестрый толстолобик, белый амур

**Summary.** The experience is discussed concerning use in aquaculture the protein polymorphism of carp, silver carp and bighead carp, grass carp to assess the genetic heterogeneity of fish groups, their marking, to analyze alterations of genetic stocks structure during the process of cultivation and selection.

**Key words:** protein polymorphism, aquaculture, carp, sazan, silver and bighead carps, grass carp

Основным объектом прудового рыбоводства в нашей стране в 20 веке был карп. Другие виды семейства карповых, используемых в аквакультуре с конца 50-х годов - это преимущественно белый и пестрый толстолобик, белый амур. Изучены были и природные популяции волжского и амурского сазана, других видов карповых (плотвы, ельца сибирского и др.). При популяционных исследованиях шире было разнообразие изученных тканей и локусов, реже использовали кровь, поскольку взять ее нужно у живой рыбы. При работе с объектами рыбоводства требования к выбору биохимических маркеров включали: возможность прижизненного сбора проб; наличие данных гибридологического анализа о характере наследования продуктов данного локуса; отсутствие псевдополиморфизма; возможность одновременного получения электрофоретических спектров продуктов двух и более полиморфных локусов в параллельных пластинах геля и даже невысокую стоимость реактивов для выявления ферментных и белковых продуктов полиморфных локусов.

Использование для проведения вертикального электрофореза в полиакриламидном геле камеры конструкции МГУ [Трувеллер, Нефедов, 1974], позволяло даже при минимальном объеме собранных прижизненно проб получать параллельные пластины геля и выявлять белковые продукты разных локусов.

Сазан (*Cyprinus carpio* L.) и его культурная форма - карп изучены наиболее полно. Имеются сведения о полиморфизме 2-х подвидов сазана, обитающих на территории нашей страны - европейского (*Cyprinus carpio carpio* - волжский сазан) и дальневосточного (*Cyprinus carpio haematopterus* - амурский сазан) [Паавер, 1983] (таблица 1).

Таблица 1 - Полиморфные и мономорфные биохимические локусы сазана и карпа

Полиморфные локусы	Мономорфные локусы
<i>Tf</i>	<i>s-Aat B<sup>2</sup></i>
<i>Prealb</i>	<i>Hb 1</i>
<i>Alb</i>	<i>Hb 2</i>
<i>Hp</i>	<i>Ldh-A</i>
<i>My-3</i>	<i>Ldh-B2</i>
<i>Est-1</i>	<i>s-Mdh B</i>
<i>Est-2</i>	<i>m-Mdh A</i>
<i>Ldh-B1</i>	<i>m-Mdh B</i>
<i>Ldh-C1</i>	<i>m-Idh 1</i>
<i>Ldh-C2</i>	<i>m-Idh 2</i>
<i>s-Mdh A</i>	<i>s-Aat A<sup>1</sup></i>
<i>s-Idh 1</i>	<i>s-Aat B<sup>1</sup></i>
<i>s-Idh 2</i>	<i>Ck B</i>
<i>s-Aat A<sup>2</sup></i>	<i>Sdh</i>
<i>Ck A</i>	<i>Sod 1</i>
<i>Sod 2</i>	<i>6-Pgdh 1</i>
<i>Pgm</i>	<i>6-Pgdh 2</i>
<i>G-6-Pdh</i>	
Всего: 18	17

У представителей европейского подвида (волжский сазан) преобладают аллели *My-3<sup>A</sup>*, *Est-1<sup>0,96</sup>* и *Pgm<sup>1,00</sup>*.

Дальневосточный подвид - амурский сазан значительно отличается от европейского. Для этого подвида характерно преобладание альтернативных

европейскому подвиду аллелей  $My^a$ ,  $Est-1^{1,00}$ ,  $Pgm^{0,94}$ , а также значительная изменчивость по локусам  $Ldh-C1$  ( $N_A=4$ ) и  $Est-2$  ( $N_A=5$ ).

Наибольший уровень разнообразия у амурского сазана отмечен по локусу трансферрина ( $Tf$ ) ( $N_A=10$ ) [Демкина, 2011] (рис.1). Для 8 аллелей проведен гибридологический анализ характера наследования (исключение представляют аллели  $Tf^e$  и  $Tf^x$ ).

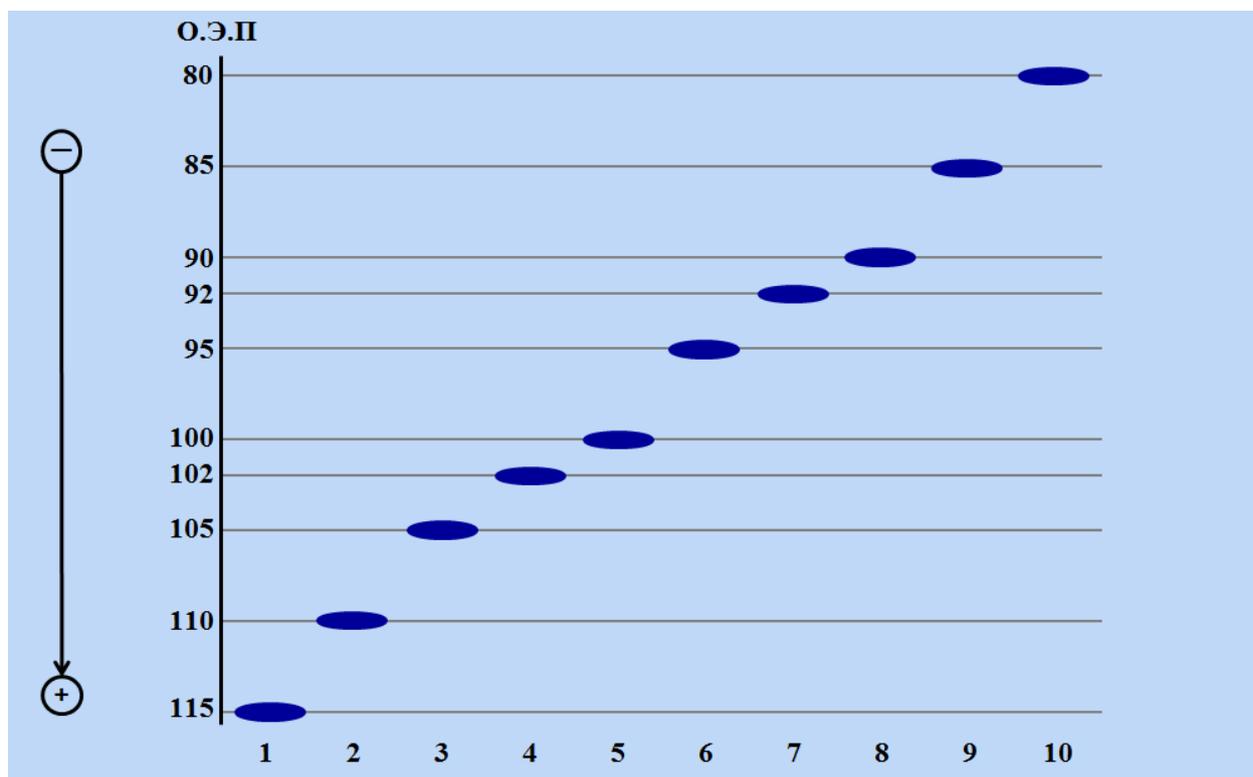


Рисунок 1 - Схема фракций трансферрина карпа: 1-X, 2-Y, 3-Z, 4- $A^f$ , 5-A, 6-B, 7- $C^f$ , 8-C, 9-D, 10-E; О.Э.П. – относительная электрофоретическая подвижность

У всех европейских сазанов (*Syrpinus carpio carpio*) уровень изменчивости гораздо ниже, было описано три основных аллеля  $Tf$ :  $a$ ,  $b$  и  $c$  [Сержант, Панкова, 1979; Трувеллер и др., 1991]. Преобладающим в популяциях европейского сазана всегда является  $Tf^a$ , частота его встречаемости 0,52-0,95 [Балахнин, Галаган, 1972 б].

Кроме того, у волжского и дунайского сазанов найдены встречающиеся с небольшой частотой аллель  $Tf^d$  и один-два более быстрых, чем  $Tf^a$ , варианта трансферрина [Балахнин, Галаган, 1972б; Галаган, 1973; Сапрыкин, 1980; Трувеллер и др., 1991] (таблица 2).

Остается открытым вопрос, свойственны ли эти аллели европейскому сазану, или эти особи имели карповое происхождение, и возможно, несут наследственность, полученную в ходе гибридизации с амурским сазаном.

Таблица 2 - Полиморфизм трансферрина в стадах карпа и сазана

Группа	Частоты аллелей трансферрина									N <sub>A</sub>	Авторы
	<i>a</i>	<i>a<sup>f</sup></i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>c<sup>f</sup></i>	<i>d</i>	<i>z</i>	<i>y</i>	<i>x</i>		
Галицийский карп (Урал)	0,30 0	0	0,30 0	0,40 0	-	-	-	-	-	<b>3</b>	Сапрыкин, 1977а, 1979а
Немецкий карп (Подмосковье)	0,63 6	0	0,08 0	0,28 4	-	-	-	-	-	<b>3</b>	Демкина, 1993
Карп фресинет (Молдова)	0,39 6	0	0,09 4	0,51 0	-	-	-	-	-	<b>3</b>	Доманчук, 1993
Ангелинский чешуйчатый карп	0,68 5	0	0,03 7	0,02 2	0,24 6	0,01 0	-	-	-	<b>5</b>	Дубинкин и др., 2005
Ангелинский зеркальный карп	0,62 4	0	0,03 7	0,01 7	0,29 8	0,02 4	-	-	-	<b>5</b>	Дубинкин и др., 2005
Парский карп	0,27 6	0	0,29 2	0,30 3	0,05 2	0,06 1	0,01 5	0,00 1	-	<b>7</b>	Боброва и др., 2000
Волжский сазан («Якоть»)	0,54 8	0	0,10 0	0,22 7	0,01 9	0	0,01 2	0,01 2	0,01 2	<b>7</b>	Лукин, Демкина, 2020
Амурск. сазан («Сускан» из Хаб. края)	0,45 0	0,01 1	0,07 0	0,160		0,05 0	0,12 0	0,13 0	0,01 0	<b>23</b> *	Сапрыкин, 1979
Амурск. сазан («Якоть» из р. Амур)	0,37 4	0,02 0	0,11 5	0,25 6	0,02 0	0,10 4	0,01 0	0,11 5	0,37 4	<b>8</b>	Катасонов и др., 2000
Амурск. сазан («Вилейка» из оз.Ханко)	0,23 0	0	0,21 0	0,28 0	-	-	0,05 0	0,05 0	0,08 0	<b>7</b>	Трувеллер и др., 1991

Примечание: \* - 23 фракции трансферрина были получены Сапрыкиным в камере собственной конструкции с измененным режимом электрофореза. Характер наследования не подтвержден данными гибридологического анализа.

Высокий уровень полиморфизма трансферринов у карпа и сазана позволяет оценить генетическую гетерогенность разных групп.

В породах карпа, прошедших длительную селекцию (фресинет, галицийские и немецкие), число аллелей трансферрина невелико, как правило, не больше трех ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) [Демкина, 1993; Доманчук, 1993; Сапрыкин, 1977, 1979]. У представителей пород, находящихся на первых этапах селекции или созданных при участии амурского сазана (парский карп, лахвинский и тремлянский карп), количество аллелей  $Tf$  может достигать 7 [Боброва и др., 2000; Демкина, Таразевич, 1992]. Ш. Кишшу [Кишш, 1979] удалось показать, что среди дунайских сазанов аллель  $Tf^c$  встречается только у особей с карповым экстерьером, которые, по его мнению, были или одичавшими карпами, или гибридами. Т.К. Паавер (1983) также наблюдал среди дунайских карпов особей с карповым экстерьером и зеркальным типом чешуйного покрова, что свидетельствует о появлении в реке карпов из прибрежных рыбхозов. Весьма вероятным было и попадание карпов в популяцию волжского сазана, в настоящее время это подтверждается встречаемостью в Волге зеркальных особей, а число аллелей трансферрина по нашим данным, достигает 7 [Лукин, Демкина, 2020].

Использование данных о частотах аллелей полиморфных локусов для оценки изменений, происходящих в процессе селекции карпа, демонстрируют данные таблицы 3.

Как свидетельствуют представленные данные, в процессе многолетней селекции в группах карпа меняется распределение частот аллелей, как правило, снижается генетическое разнообразие, в первую очередь, утрачиваются редко встречавшиеся аллели, другие встречаются все реже [Демкина, 2004а]. Сравнение динамики частот аллелей с условиями проведения селекционных работ в этих группах позволило сделать вывод о том, что основной причиной снижения изменчивости в селекционных группах являлся не напряженный отбор, а низкая эффективная численность групп.

Мониторинг влияния отбора выявил увеличение гетерозиготности по локусам сывороточной эстеразы и трансферрина в селекционных поколениях среднерусского карпа [Демкина, Катасонов, 1992]. В трех племенных группах среднерусского карпа генотипы трансферрина AA и CC были использованы в качестве маркеров в сочетании с типом чешуйного покрова [Демкина, 2004б].

Таким образом, используя полиморфизм белковых локусов у карпа, удастся не только оценить уровень генетической изменчивости, но и проследить за изменениями генотипической структуры, определить причины изменений, выявлять особенности коллекционного материала, провести маркирование отдельных групп.

Таблица 3 - Аллели полиморфных белковых локусов в селекционных группах карпа

Группа	Полиморфные локусы, аллели																	
	<i>Tf</i>								<i>Est-1</i>				<i>Est-2</i>			<i>My-3</i>		
	<i>a</i>	<i>a<sup>f</sup></i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>c<sup>f</sup></i>	<i>d</i>	<i>z</i>	<i>y</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>z</i>	<i>0</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>A</i>	<i>a</i>
	Парские карпы																	
Московский чешуйчатый	п	Ур	Н	П	0	Н	Н	Р	П	Н	Н	Н	Н	Н	П	Н	П	Н
Московский разбросанный	П	0	Н	Н	Н	Н	Н	0	П	п	Н	Н	Н	Н	П	Н	П	Н
	Среднерусские карпы																	
З-НК	М	0	м	м	0	м	0	0	У	П	У	0	Н	Н	П	Ур	Н	П
ЗУ-НК	0	0	0	М	0	0	0	0	Н	П	У	0	Н	Н	П	Н	Н	П
ЗУ-НУ	М	0	0	м	м	0	0	0	п	П	У	0	п	Н	П	Н	П	Н
Загорские	п	0	У	П	0	Н	0	0	П	П	У	Н	п	Н	П	Н	П	Н
Нем/У-НК <sup>D</sup>	п	Ур	Н	П	0	У	р	У	Н	Н	Р	Н	Н	Н	П	Н	Н	П
	Ангелинские карпы																	
Ангелинский зеркальный	П	0	Н	Н	Ур	0	0	0	П	П	Н	Р	Н	Н	П	Н	Н	П
Ангелинский чешуйчатый	П	0	Н	Н	Р	Ур	0	0	П	Н	Р	0	Н	Н	П	Н	п	П
Ропшинский	П	0	Н	п	Р	0	0	0	П	п	Р	0	Н	Н	П	Н	Н	П
	Амурский сазан (КМ1)																	
КМ1	П	Р	Н	Н	Р	р	Н	Н	П	Н	Н	Н	Н	Н	П	р	м	М

**Примечание.** Обозначения: Н – частота встречаемости данного аллеля изменяется в разных генерациях и поколениях селекции, но составляет более 0,005; Р – «редкий» аллель, частота встречаемости менее 0,005; р – аллель стал «редким» в процессе селекции; У – аллель утрачен в процессе селекции; Ур - «редкий» аллель утрачен в процессе селекции; М – аллель является генетической меткой данной группы; м – аллель утрачен в процессе маркирования; 0 – аллель никогда не встречался в данной группе; П – аллель является преобладающим; п – аллель был преобладающим ранее.

Как свидетельствуют представленные данные, в процессе многолетней селекции в группах карпа меняется распределение частот аллелей, как правило, снижается генетическое разнообразие, в первую очередь, утрачиваются редко встречавшиеся аллели, другие встречаются все реже [Демкина, 2004а]. Сравнение динамики частот аллелей с условиями проведения селекционных работ в этих группах позволило сделать вывод о том, что основной причиной снижения изменчивости в селекционных группах являлся не напряженный отбор, а низкая эффективная численность групп.

Мониторинг влияния отбора выявил увеличение гетерозиготности по локусам сывороточной эстеразы и трансферрина в селекционных поколениях среднерусского карпа [Демкина, Катасонов, 1992]. В трех племенных группах

среднерусского карпа генотипы трансферрина AA и CC были использованы в качестве маркеров в сочетании с типом чешуйного покрова [Демкина, 2004б].

Таким образом, используя полиморфизм белковых локусов у карпа, удастся не только оценить уровень генетической изменчивости, но и проследить за изменениями генотипической структуры, определить причины изменений, выявлять особенности коллекционного материала, провести маркирование отдельных групп.

Рыб дальневосточного комплекса (белый амур, белый и пестрый толстолобики) начали использовать в поликультуре прудового, а затем и пастбищного рыбоводства СССР с конца 50-х годов прошлого века [Виноградов, Ерохина, 1973].

У двух видов толстолобиков выявлены низкие показатели генетической изменчивости ( $H_e=0,03$ ,  $P=0,07$ ) [Паюсова и др., 1988], что затрудняет контроль за поддержанием генетической гетерогенности стад. Из исследованных 22 белковых систем, кодируемых 41 локусом, у белого толстолобика полиморфными оказались только три локуса: эстераза мышц, лактатдегидрогеназа печени и трансферрины [Паюсова, Целикова, 1985]. У пестрого толстолобика полиморфны лишь трансферрины [Паюсова и др., 1988], характер наследования которых раскрыть не удалось в связи с присоединением к молекуле трансферрина остатков сиаловой кислоты [Valenta et.al., 1977], что, по-видимому, влияет на количество проявляющихся фракций.

У белого амура полиморфными являются локусы супероксиддисмутазы, эстеразы сыворотки крови и эстеразы мышц [Паюсова и др., 1988].

Вместе с тем, в случае исследования выборок белого амура, состоящих из разновозрастных и разнополых особей, исследователи могут столкнуться с явлением псевдополиморфизма. Обусловлено оно половым диморфизмом [Безруков, 1987] и наличием возрастной (онтогенетической) изменчивости быстрых фракций миогенов [Безруков, Бердышев, 1983]. При изучении стад белого и пестрого толстолобиков к указанным причинам псевдополиморфизма добавляется возможное смешение особей чистых видов и межвидовых гибридов толстолобиков. Выявление возвратных гибридов ( $F_B$ ) и гибридов второго ( $F_2$ ) и последующих поколений лишь по морфологическим признакам провести сложно.

В качестве генетических меток в подобных случаях было предложено применять биохимические маркеры - мономорфные видоспецифичные белки: преальбумины, миогены, супероксиддисмутазу и щелочную фосфатазу [Паюсова, Целикова, 1983; Паюсова и др., 1988]. При этом гибридов первого поколения ( $F_1$ ) можно выявить в 100% случаев, а вероятность определения гибридов  $F_2$  и  $F_B$  была первоначально оценена как 50% [Паюсова, Целикова, 1983].

Опыт использования предложенных маркеров для выявления межвидовых гибридов толстолобиков в рыбхозе "Селец" республики Беларусь [Демкина и др., 2005] позволил определить, что племенной материал в этом хозяйстве засорен, в основном, не гибридами первого поколения, а  $F_2$  и  $F_3$  (16,7% в целом по хозяйству). Полученные данные продемонстрировали отсутствие сцепления между используемыми локусами. Это повышает вероятность выявления гибридов  $F_2$  в стадах исходных видов до 99%.

#### Список использованных источников

1. Балахнин И.А., Галаган Н.П. Типы трансферрина *Cyprinus carpio* (L.) // Гидробиол.журн. - Т.8. - N 6. - 1972. - С. 108-110.
2. Безруков В.Ф. Половой диморфизм электрофоретических спектров сывороточных белков растительноядных рыб. // Цитол. и генет. – Т.21. - N 3. - 1987. - С.199-203.
3. Безруков В.Ф., Бердышев Г.Д. Изменчивость мышечных белков белого амура *Stenopharyngodon idella* (Val.), белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) и пестрого толстолобика *Aristichthys nobilis* (Rich.). // Вопросы ихтиологии. -Т.23. - Вып.3. - 1983. - С. 502-507.
4. Боброва Ю.П., Катасонов В.Я., Демкина Н.В. Зональный тип породы парского карпа: московский чешуйчатый. // Сборник научных трудов. ВНИИПРХ, вып. 76.- 2000. - С. 36-47.
5. Виноградов В.К., Ерохина Л.В. Новые формы и новые объекты промышленного рыбоводства / Сб. науч. трудов ВНИИПРХ, т.21. – 1973. С. 3-6.
6. Галаган Н.П. О трансферринах дунайского сазана. // Гидробиол. журн. - 1973. - Т.9 – N 2. - С.94-99.
7. Демкина Н.В., Катасонов В.Я. Увеличение гетерозиготности в селекционных поколениях среднерусского карпа по локусам сывороточной эстеразы и трансферрина / Сб. науч. трудов ВНИИПРХ, вып. 68. 1992. - С. 23-29
8. Демкина Н.В., Таразевич Е.В. Биохимический полиморфизм трансферринов и сывороточных эстераз лахвинского и тремлянского карпов. // Сб. научн. трудов ВНИИПРХ, вып. 68. - 1992. - С.48-55.
9. Демкина Н.В. Биохимический полиморфизм различных породных групп карпа / Автореферат канд. диссерт., М.: ВНИИПРХ, 1993. 23 с.
10. Демкина Н.В. Снижение генетического разнообразия племенных групп карпа в процессе селекции//Вестник РАСХН. – 2004а. - № 6. – С.70-71.
11. Демкина Н.В. Генетическое маркирование при селекции среднерусского карпа. // Зоотехния. – 2004б. - N 6. - С.12-13.
12. Демкина Н.В., Таразевич Е.В., Семенов А.П., Сазанов В.Б. Моно- и полиморфные системы в генетическом мониторинге стад белого и пестрого

толстолобиков. // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ «Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры». - М.: Спутник +, 2005. - Вып. 80. - С. 129-135.

13. Демкина Н.В. Генетический мониторинг: использование биохимических маркеров в селекции и разведении карповых и осетровых рыб. - М: Экон-Информ, 2011. - 100 с.

14. Доманчук В.И. Сравнительная рыбохозяйственная оценка карпа породной группы «Фресинет» в условиях Молдовы // Автореферат канд. диссерт., М.: ВНИИПРХ, 1993.- 31 с.

15. Дубинкин П.Н., Демкина Н.В., Шарт Л.А. Изменение генетической структуры стада ангелинских карпов за 6 поколений селекции. // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ «Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры». - М.: Спутник +, 2005. - Вып. 80. - С. 177-181.

16. Кишш Ш. Трансферрины карпа и сазана (*Cyprinus carpio* L.)//Биохимич. и популяц. генетика рыб. - Л., 1979. - С.172-176.

17. Лукин Н.С., Демкина Н.В. Фенотипические отличия волжского сазана от племенной группы загорского карпа//Мат-лы Всерос. научно-практ. конф. «Новейшие генетические технологии для аквакультуры», / М., 2020

18. Паавер Т.К. Биохимическая генетика карпа // Таллин, Валгус. - 1983. - 122 с.

19. Паюсова А.Н., Целикова Т.Н. Рекомендации по использованию биохимических маркеров для идентификации гибридов между белым и пестрым толстолобиками - М.: ВНИИПРХ. - 1983. - 24 с.

20. Паюсова А.Н., Целикова Т.Н. Полиморфные системы неспецифической эстеразы мышц и лактатдегидрогеназы печени у белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix* (Val.)) и их генетический контроль // Генетика – 1985-Т.21- N 6.- С.1026-1035.

21. Паюсова А.Н., Безруков В.Ф., Целикова Т.Н., Зюзин А.А., Демкина Н.В. Использование биохимических маркеров в генетических исследованиях и селекции растительноядных рыб (Рекомендации) М.: ВНИИПРХ, 1988. - 34 с.

22. Сапрыкин В.Г. Система трансферринов карпов Урала. // Проблемы генетики и селекции на Урале. - Свердловск, 1977.- С.172-173.

23. Сапрыкин В.Г. Электрофоретические спектры трансферрина амурского сазана (предварительное сообщение). // Мат-лы Всес. науч. конф. по интенсиф. рыбоводства во внутр. водоемах Сев. Кавказа. - Ростов-на-Дону, 1979. - С. 195-196.

24. Сапрыкин В.Г. Изменчивость трансферрина некоторых представителей *Cyprinus carpio* L. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1980. - Вып.160. - С. 70-74.

25. Сержант Л.А., Панкова Т.А. Полиморфизм трансферринов и миогенов у карпов и сазанов Краснодарского края. // Биохимич. и попул. генетика рыб. - Л., 1979. - С. 167-171.

26. Трувеллер К.А., Нефедов Г.Н. Многоцелевой прибор для вертикального электрофореза в параллельных пластинах полиакриламидного геля // Докл. высш. школы. Сер. биол. науки. - 1974. - N 9. - С. 137-140.

27. Трувеллер К.А., Нефедов Г.Г., Осинев А.Г. и др. Биохимический полиморфизм у ценных рыб и беспозвоночных объектов криоконсервации и рекомендации по комплектации их генетических коллекций в низкотемпературных банках. // М., Ихтиологическая комиссия. - 1991. - Отчет № 336.

28. Valenta M., Kalal K., Stratil A. Polymorphism and heterogeneity of transferrin in some species of the fish family Cyprinidae. // Anim. Blood Groups Biochem. Genet. - 1977. - V.8, N1. - P. 93-109.

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КРИОКОНСЕРВАЦИИ СПЕРМЫ КАРПОВЫХ И ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству («ВНИИПРХ») федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,  
Федеральное агентство по рыболовству, [olgadokina@mail.ru](mailto:olgadokina@mail.ru)

## EFFECTIVE TECHNOLOGIES OF CYPRINIDS AND STURGEONS SPERM CRYOPRESERVATION

Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Milenko V.A.

**Резюме.** Представлены этапы и результаты усовершенствования технологий криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб в низкотемпературном генетическом банке ВНИИПРХ. Исследования были связаны, главным образом, с поиском новых, более эффективных протективных сред. Применение разработанных простых и удобных на практике протоколов обеспечивает получение устойчивого приемлемого уровня оплодотворения икры криоконсервированной спермой, а также позволяет замораживать большие объемы спермы для промышленного использования. Эффективность технологий криоконсервации подтверждается многочисленными результатами проверки качества образцов спермы из криобанка.

**Ключевые слова:** криобанк, криоконсервация, криопротектор, криоконсервированная сперма, карповые рыб, осетровые рыбы

**Summary.** Stages and results of improvement of cyprinids and sturgeons sperm cryopreservation technologies in a low-temperature gene bank of VNIIPRKh are presented. Research has been concerned mainly with finding new, more effective, protective media. Employment of the developed protocols, which are simple and convenient in practice, ensures the obtaining of stable acceptable level of eggs fertilization with cryopreserved sperm, and allows to preserve large volume of sperm for industrial use. Numerous results of quality evaluation of sperm samples out of cryobank confirm the effectiveness of cryopreservation technologies.

**Key words:** cryobank, cryopreservation, cryoprotectant, cryopreserved sperm, cyprinid fishes, sturgeon fishes

Криоконсервация спермы рыб как общепризнанный метод сохранения и восстановления генофонда не только редких и исчезающих видов, но и объектов аквакультуры, позволяет решать многие природоохранные, селекционные и

другие научные задачи. Для решения этих задач в 1989 г. во ВНИИ пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) был основан низкотемпературный генетический банк, в ходе становления которого наряду с формированием коллекции происходило развитие и совершенствование технологий криоконсервации спермы разных видов рыб.

Технологии криоконсервации спермы рыб уже более 70 лет развиваются во всем мире и известны для многих видов. Они включают обычно разбавление спермы растворами видоспецифичных криопротекторов, замораживание полученной суспензии по определенной программе, хранение в жидком азоте, размораживание в оптимальных условиях и оценку результата по подвижности оттаявшей спермы и оплодотворению ею икры. Успех криоконсервации, т.е. сохранение замороженными клетками жизнеспособности и оплодотворяющей способности, зависит от множества факторов: качества нативной спермы, подбора оптимальных для данного вида рыб состава криозащитной среды, соотношения разбавления спермы средой, режимов замораживания и оттаивания, способа активации размороженной спермы и других технических деталей, поэтому потребность в совершенствовании технологий всегда остается актуальной.

На первоначальном этапе, до конца прошлого века, в криобанке ВНИИПРХ для замораживания спермы карповых рыб применялся способ, разработанный украинскими учеными Института проблем криобиологии и криомедицины (ИПКиК) АН УССР, предполагающий использование сложной по составу криозащитной среды на основе трис-буфера с добавлением в качестве криопротекторов этиленгликоля и куриного желтка при трехэтапном режиме замораживания спермы в пластиковых пробирках в парах жидкого азота [6]. Данный способ обеспечивал сохранение оплодотворяющей способности в лучшем случае у 50% оттаявших клеток. В подобной технологии, разработанной нами для криоконсервации спермы осетровых рыб, был скорректирован режим замораживания и использовался трис-буферный раствор, содержащий сахарозу, диметилсульфоксид (ДМСО) и желток [49]. Оплодотворяющая способность размороженной спермы осетровых обычно была ниже, чем у карповых рыб (табл. 1).

В любом способе криоконсервирования спермы рыб для достижения успешного результата определяющее значение имеет подбор подходящей защитной среды, которая должна быть нетоксичной для спермы, немного гипертоничной за счет точных концентраций растворенных веществ, содержать видоспецифичные проникающие в клетку и непроникающие криопротекторы в оптимальных концентрациях. Поэтому усовершенствование технологий криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб, проведенное в 2001-2003 гг. в лаборатории криобиологии ВНИИПРХ, было, главным образом, связано с поиском новых,

более эффективных протективных сред. На основе анализа мирового опыта в области криоконсервации спермы рыб и результатов многочисленных собственных экспериментов были разработаны так называемые базовые криозащитные среды для этих видов рыб [3, 11, 12], применение которых позволило повысить оплодотворяющую способность размороженной спермы в среднем в 2-2,5 раза. Высокую криоустойчивость клеток обеспечивало, в первую очередь, присутствие в базовых средах эффективного внутриклеточного протектора метанола.

Таблица 1 - Составы криозащитных сред для замораживания спермы карповых и осетровых рыб в криобанке ВНИИПРХ

Годы	Процентная концентрация компонентов в водном растворе	
	карповые среды	осетровые среды
1989-2002	NaCl 0,35% KCl 0,005% CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O 0,015% MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0,05% NaHCO <sub>3</sub> 0,23% сахароза 0,113% желток 10% этиленгликоль 17,9% трис-НСl, pH 8,1	сахароза 0,8% ДМСО 15% желток 20% трис-НСl, pH 8
2003-2016	сахароза 0,1% NaCl 0,35% метанол 24% этиленгликоль 18%	сахароза 0,1% KCl 0,08% метанол 8%
2017-2019	сахароза 0,1% NaCl 0,35% метанол 20-24% этиленгликоль 3-6%	сахароза 0,1% KCl 0,08% метанол 8% формамид 0,5-1%

В известных в то время способах криоконсервации спермы карповых рыб, как правило, в качестве разбавителей спермы использовались различные водные или трис-буферные растворы неорганических солей и сахаров (иногда с добавлением других веществ), а в качестве проникающих криопротекторов — этиленгликоль [6, 10] и диметилсульфоксид [25, 40, 43, 53]. Замораживание спермы осетровых рыб обычно осуществлялось в трис-НСl-буферных растворах, содержащих диметилсульфоксид и желток [4, 26, 28]. Метанол был впервые использован для криозащиты спермы данио-рерио [30], карпа [45] и стерляди [34], но с ограниченным успехом.

В наших исследованиях 2001-2003 гг. при разработке базовых криопротективных сред было показано отсутствие необходимости

использования в них трис-буферных систем с разными значениями рН, а также в результате сравнения влияния на криозащиту сперматозоидов различных солевых растворов выявлена определяющая роль и оптимальная концентрация хлорида натрия в среде для карповых и хлорида калия в среде для осетровых рыб. В осетровой среде метанол стал присутствовать как единственный проникающий криопротектор, а в карповой среде наибольшую выживаемость клеток обеспечивало его сочетание с этиленгликолем (табл. 1). Сравнение действия описанных в мировой научной литературе криозащитных сред в предложенных нами технологиях, проведенное в лаборатории криобиологии ВНИИПРХ, показывало явные преимущества разработанных нами сред как по эффективности действия, так и по простоте приготовления.

Тем не менее, потребность в совершенствовании технологии криоконсервации и корректировке состава среды для усиления ее протективных свойств остается актуальной в связи с непостоянством качества используемой нативной спермы. Криоустойчивость спермы рыб обусловлена не только генетическими особенностями, но и в большой степени зависит от влияния окружающей среды на процесс сперматогенеза и от условий содержания производителей в аквакультуре.

Криозащитное действие среды оценивается обычно по двум показателям: проценту подвижности клеток в размороженной сперме и проценту оплодотворения ею икры. Поскольку корреляция между этими показателями наблюдается далеко не всегда [9], окончательный вывод о пригодности конкретной среды может быть сделан только по устойчивому воспроизведению результатов оплодотворения (в определенном интервале значений) в сериях опытов с образцами спермы и икры разного качества от разных производителей.

Предпринятое нами в 2017-2018 гг. дальнейшее усовершенствование технологий криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб проводилось за счет оптимизации состава протективных сред для повышения криорезистентности клеток спермы разного качества [1, 2].

Результаты наших экспериментов показали, что заметное повышение защитного действия базовой карповой среды обеспечивалось при оптимальном соотношении двух наиболее пригодных для замораживания спермы карпов криопротекторов: метанола и этиленгликоля (табл. 1). Усовершенствованный состав выявлен в результате испытаний более 50 экспериментальных сред. Использование данной среды обеспечивало сохранение размороженными клетками оплодотворяющей способности на уровне нативной спермы [2].

Дополнительные испытания некоторых выявленных на разных этапах работы эффективных экспериментальных сред проводились также при криоконсервации образцов спермы карповых рыб для закладки на хранение в криобанк. Анализ полученных данных показал, что сохранение наиболее

высокой оплодотворяющей способности размороженной спермы было достигнуто при использовании сред, содержащих в базовом разбавителе криопротекторы в пределах концентраций: 20-24% для метанола и 3-6% для этиленгликоля (табл.2).

Таблица 2 - Оценка качества образцов криоконсервированной спермы карповых рыб перед закладкой в криобанк

№ самца	№ среды*	Подвижность, %		Оплодотворение икры, %		
		нативная	размороженная	нативная (контроль)	размороженная	% от контроля
1	2	3	4	5	6	7
Карп инверсant F <sub>2</sub> (июнь 2017)						
1	7	90	30	91,5	92,5	101,1
2		70	30	96,8	78,3	80,9
3		70	30	94,4	84,4	89,4
4		90	30	93,9	85,1	90,6
5		70	20	97,7	88,3	90,4
Карп Баттерфляй (июнь 2017)						
1	7	90	25	94,3	77,1	81,8
2		90	20	96,2	79,2	82,3
3		90	25	91,3	84,9	93,0
4		90	20	94,5	82,6	87,4
1	1	90	25	94,3	74,4	78,9
2		90	25	96,2	73,5	76,4
Карп загорский (июнь 2018)						
1	19	100	15	95,7	90,6	94,7
	5		25		91,8	95,9
	20		10		92,5	96,7
2	19	100	10	99	79,0	79,8
	20		10		92,0	92,9
3	19	100	7	98,7	86,4	87,5
Сазан волжский (июнь 2018)						
1	20	100	30	96,4	87,4	90,7
	38		25		88,4	91,7
2	31	100	5	100	84,7	84,7
3	19	100	8	97,3	87,7	90,1
	31		10		77,8	80,0
	20		30		95,3	97,9
	38		20		72,6	74,6
4	19	90	25	97,2	87,3	89,8
5	31	90	10	85,6	86,6	101,2
6	20	90	20	91,0	97,0	106,6
7	19	100	30	98,3	89,0	90,5
8	20	100	3	96,7	91,5	94,6
9	38	70	3	97,9	86,7	88,6
Сазан амурский (июнь 2018)						
1	20	-	-	83,1	84,6	101,8
2	19	-	-	88,5	63,8	72,1
Карп мутант (без анального плавника) (июнь 2018)						
1	20	80	15	96,1	94,6	98,4

Продолжение таблицы 2						
1	2	3	4	5	6	7
2	31	70	20	97,7	86,8	88,8
3	31	70	10	95,9	86,0	89,7
Карп Столин XVIII (май 2019)						
1	19	90	20	-	79,0	-
Карп Три прим (май 2019)						
1	19	85	30	-	88,9	-
2	19	90	30	-	96,0	-
Карп московский чешуйчатый (май 2019)						
1	20	-	-	87,3	82,6	94,6
2	20	-	-	92,6	84,5	91,3
3	20	-	-	88,0	89,1	101,3
4	19	-	-	94,1	82,4	87,6

\* рабочая нумерация сред

Проводимая ежегодно выборочная проверка качества образцов спермы карповых рыб из коллекции криобанка также иллюстрирует результативность совершенствования криозащитной среды (табл. 3). Кроме того, большие массивы близких значений оплодотворяющей способности криоконсервированной спермы по некоторым породам сазана и карпа, полученные в разные годы для разных самцов, убедительно демонстрируют воспроизводимость результатов действия базовой и усовершенствованной карповых сред.

Таблица 3 - Результаты проверки качества образцов криоконсервированной спермы карповых рыб, хранящихся в криобанке ВНИИПРХ

Оплодотворяющая способность, %		
годы закладки в криобанк		
1989-2002	2003-2016	2017-2019
1	2	3
Сазан амурский		
5,0; 7,6; 14,3; 0,5; 24,5; 29,2	93,0; 94,9; 95,8; 79,4; 83,6; 66,7; 64,3; 61,9; 71,8; 70,6; 89,9; 47,6; 79,0; 86,5; 82,6; 87,5; 46,7; 53,2; 72,3; 71,1; 36,4; 43,2; 91,5; 93,7; 89,0; 83,7	84,6; 63,8
Сазан волжский		
-	-	87,4; 88,4; 84,7; 87,7; 77,8; 95,3; 72,6; 87,3; 86,6; 97,0; 89,0; 91,5; 86,7
Карп парский		
-	79,8; 96,9; 93,8; 95,4; 91,8; 80,6; 88,6; 91,0; 87,6; 87,2; 79,8; 78,3; 57,4; 88,2; 82,8; 62,4; 50,0; 89,0; 92,4; 94,3; 57,0; 50,2; 80,9; 7,0; 40,3; 26,0; 88,0; 68,4; 93,5; 84,4; 95,7; 56,9; 70,6; 93,3; 85,0; 86,2; 98,1; 79,4; 65,3; 70,0; 78,8; 59,3; 80,6; 27,2	-
Карп загорский		
-	78,9; 81,2; 91,8; 93,5; 90,5; 87,8; 91,6; 98,6; 94,5; 94,6; 96,7; 38,4; 90,7; 92,4; 85,2; 94,1	90,6; 91,8; 92,5; 79,0; 92,0; 86,4
Карп московский чешуйчатый		
-	41,3; 83,0; 81,6	82,6; 84,5; 89,1; 82,4
Карп Батгерфляй		

Продолжение таблицы 3		
1	2	3
-	-	77,1; 79,2; 84,9; 82,6; 74,4; 73,5
Карп ЗУ-НК		
-	42,1; 25,8; 37,1	-
Карп F-крио		
32,1; 48,1; 41,9; 37,1; 42,1; 50,7; 34,2; 32,3; 28,1; 50,1; 43,1	-	-
Карп малокостный		
7,9; 18,9	-	-
Карп цветной		
-	73,1; 91,9	-
Карп краснухоустойчивый		
-	85,2; 74,0; 92,5; 95,3; 91,7; 93,2; 81,1; 85,6; 88,8; 85,3; 79,8; 7,3; 92,4; 91,4; 82,9; 66,9; 95,6; 90,0; 87,4; 91,3; 93,9; 81,5; 38,9; 49,3; 74,2; 62,8; 63,8; 37,2; 58,8; 42,8; 32,6; 86,0; 95,4; 50,0; 93,7; 93,7; 91,3; 91,1; 89,9; 96,0; 94,8; 96,3; 70,3; 91,5; 71,8; 90,4; 95,1; 91,2; 85,5; 90,1	-
Карп ропшинский		
26,4; 34,1	-	-
Карп сарбоянский		
23,4	-	-
Карп бубяйский		
45,0	-	-
Карп Фресинет		
39,3; 29,1; 7,7; 30,7; 15,8; 7,7; 14,6; 7,4; 7,1; 12,2; 10,5	-	-
Карп немецкий		
-	83,4; 90,5; 84,3; 85,2; 83,9; 60,3; 79,5; 90,7; 88,7; 31,1; 83,0; 83,4; 87,5; 60,2; 58,8; 31,8; 78,9	-
Карп мутант (без анального плавника)		
-	13,5	94,6; 86,8; 86,0
Карп инверсант F <sub>2</sub>		
41,0; 37,2	-	92,5; 78,3; 84,4; 85,1; 88,3
Карп трансгенный		
-	88,7; 92,9; 89,4; 94,3; 85,7; 85,6; 89,1; 94,7; 86,6; 86,2; 86,2; 71,3; 75,0	-
Карп трансплантант		
-	77,3	-
Карп гомозиготный по гену D		
-	98,0	-

При усовершенствовании среды для замораживания спермы осетровых рыб исследовалось действие ряда амидов как основных и дополнительных криопротекторов. Результаты проведенных экспериментов показали, что наибольшую сохранность клеток (до 93,4%) обеспечивает добавление к базовой осетровой среде формамида в концентрации 0,5-1%. Эффективность усовершенствованной криозащитной среды подтверждена испытаниями 40 экспериментальных сред [1], а также при замораживании образцов спермы

осетровых рыб разного качества для пополнения коллекции криобанка (табл. 4).

Таблица 4 - Оценка качества образцов криоконсервированной спермы осетровых рыб перед закладкой в криобанк

№ самца	№ среды*	Подвижность, %		Оплодотворение икры, %		
		нативная	размороженная	нативная (контроль)	размороженная	% от контроля
Стерлядь (март 2017)						
1	2	100	80	69,2	60,9	88,0
2		80	60	80,0	68,9	86,1
3	2	90	60	79,3	60,0	75,7
	1				41,0	51,7
Сибирский осетр (март 2017)						
1	2	90	30	81,2	81,0	99,8
2		85	25	89,7	75,0	83,6
3		80	20	92,6	65,6	70,8
Стерлядь (апрель 2017)						
1	2	70	45	43,5	34,1	78,4
2		80	40	38,4	36,0	93,8
Сибирский осетр (апрель 2017)						
1	2	80	40	46,7	48,3	103,4
	1				33,8	72,4
2	2	50	15	43,3	39,7	91,7
	1				36,2	83,6
3	2	80	40	43,8	51,0	116,4
	1				42,8	97,7
Сибирский осетр (февраль 2018)						
1	2	95	25	-	78,6	-
2		95	25	-	62,5	-
Стерлядь (февраль 2018)						
1	2	80	30	90,6	90,5	99,9
2		90	10	91,4	85,1	93,1
Стерлядь (март 2018)						
1	2	80	25	-	67,6	-
2		70	15	-	66,7	-
3		70	25	-	81,0	-
4		80	20	-	73,1	-
5		70	30	-	74,0	-
6		70	20	-	67,0	-
Калуга (май 2018)						
1	2	60	15	-	86,9; 91,6	-
	1			-	82,5; 82,9	-
Русский осетр (январь 2019)						
1	2	50	30	-	89,6	-
2		80	30	-	71,8	-
3		70	15	-	79,0	-
4		70	10	-	75,8	-
Сибирский осетр (январь 2019)						
1	2	70	30	-	70,2	-
2		70	20	-	76,5	-
3		70	15	-	71,8	-

\* № 1 — базовая осетровая среда, № 2 — усовершенствованная осетровая среда

Как показал проведенный нами анализ литературных сведений [2], в публикациях последних 20 лет, касающихся способов криоконсервации спермы карповых рыб, приводилось описание большого количества различных протоколов, среди которых выбор наиболее эффективного представляется весьма затруднительным. В качестве разбавителей спермы часто упоминалось применение так называемого “модифицированного разбавителя Курокуры” (водного раствора хлоридов натрия, калия, кальция, магния и гидрокарбоната натрия), других физиологических солевых растворов, как водных, так и трис-буферных, иногда дополняемых сахарами, а также просто водных или трис-буферных растворов сахаров. В качестве проникающих криопротекторов наиболее часто применялись диметилсульфоксид, метанол и диметилацетамид. Как дополнительный непроницающий протектор, стабилизирующий мембраны клеток, во многих криозащитных средах применялся желток куриного яйца. Ряд исследователей до сих пор пользуется средой Е.Ф. Копейки [6]. Объемное соотношение, в котором сперма разбавляется средой, сильно варьируется у разных авторов: от 1:1 до 1:9. Рекомендуемый период эквilibрации суспензии сперма - среда также отличается: от 0 до 60 минут. В большинстве технологий замораживание разбавленной спермы осуществляется в пластиковых соломинках объемом 0,25 или 0,5 мл на полистироловой рамке в 3-4 см над поверхностью жидкого азота в течение 3-20 минут с последующим погружением. Некоторыми авторами приводятся описания различных трехэтапных режимов замораживания, в том числе в программируемых замораживателях.

Близкая многим авторам идея стандартизации протокола криоконсервации для карпа, базирующаяся на широком распространении практически одинаковой у всех техники замораживания спермы в соломинках, по-видимому, пока далека от реального воплощения на практике. В рассмотренных исследованиях наиболее высокие результаты по оплодотворению икры криоконсервированной спермой были достигнуты при использовании различных разбавителей и криопротекторов. Проведенное в ряде работ сравнение результатов криоконсервирования в различных защитных средах в рамках одного протокола на одной и той же сперме также приводило к разным выводам. Кроме того, по-прежнему низкой остается воспроизводимость результатов криоконсервации.

Для замораживания спермы осетровых рыб с начала XXI века чаще всего стал использоваться метанол в концентрациях 5, 10 или 15% (об.) в трис-буферных растворах сахарозы и хлорида калия [18, 20, 23, 27, 29, 35, 37, 39, 41, 42, 47, 51], солевом растворе Хэнкса [36, 37, 52] или водных растворах глюкозы [19, 38]. Было обнаружено, что широко применявшийся ранее ДМСО сильно повышает осмоляльность разбавителя, что может приводить к преждевременной акросомной реакции и, как следствие, к снижению оплодотворения и выклева [36], хотя некоторые исследователи продолжали работать с ДМСО [7, 8, 44, 46].

В опубликованных исследованиях преобладала техника замораживания разбавленной спермы в соломинках различного объема с разными режимами, хотя использовались и пластиковые ампулы [44], и криопробирки [42, 46], и гранулы [5], и капельная витрификация [16]. Однако большинство протоколов не обеспечивало достижения высокой степени оплодотворения икры оттаявшей спермой.

В проведенных нами исследованиях было показано отсутствие необходимости в использовании трис-буферных разбавителей и сложных солевых составов, а также в раздельном смешивании спермы сначала с разбавителем, а затем с криопротектором, и в периоде эквilibрации.

Эффективность применения метанола для криозащиты спермы карповых [22, 24, 31-33, 45, 48] и осетровых рыб [18, 35, 36, 42] объяснялась быстрым проникновением молекул малого размера через клеточную мембрану [24], однако особенности его действия остаются неизвестными [31]. Результаты наших экспериментов показали, что значительное повышение протективного действия базовых сред обеспечивалось при оптимальном соотношении двух криопротекторов: метанола и этиленгликоля в карповой среде, метанола и формамида в осетровой среде, что может быть связано с проявлением эффекта синергизма. Совместное влияние двух проникающих криопротекторов, возможно, способствует продлению защитного действия среды за счет разной скорости их диффузии через мембрану и взаимодействию с разными структурами клетки. Использование всех компонентов сред в уточненных концентрациях позволяет получить умеренно гипертоничные растворы, обеспечивающие небольшое обезвоживание клеток, исключающее вероятность осмотического шока и снижающее риск внутриклеточной кристаллизации.

Дальнейшее совершенствование разработанных нами сред возможно за счет добавления к ним других веществ, таких как аминокислоты, фосфолипиды, витамины и др., способствующих повышению криоустойчивости клеток. Среди таких добавок, испытанных нами в базовых средах, наибольшим протективным действием обладали антифризные гликопротеины [13- 15, 50].

Технологические детали разработанных нами протоколов криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб кратко представлены в таблице 5.

Практика наших исследований показывает, что испытание разных протоколов на сперме высокого качества часто дает близкие результаты. На сперме более низкого качества использование даже самых эффективных протоколов не обеспечивает устойчивого воспроизведения результатов. Определение качества нативной спермы остается главной проблемой при прогнозировании ее криоустойчивости.

Таблица 5 - Технологические этапы криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб

карповые	осетровые
<i>Сбор гамет и оценка качества спермы</i>	
Сцеживание в калиброванные 50 мл-пробирки для проб. Транспортировка при 1-5 °С в термосумке с хладозементами. Определение подвижности под 400×микроскопом при смешивании 1 мкл спермы с 20 мкл воды при 18-20 °С. Отбор образцов с подвижностью 90-100% для криоконсервации.	Так же.
<i>Процедура криоконсервации</i>	
Охлаждение спермы и криозащитной среды до 10-12°С. Разбавление спермы криозащитной средой в объемном отношении 1:1 по каплям при непрерывном перемешивании. Разлив полученной суспензии без эквilibрации в криопробирки объёмом 1,5 мл и их установка в замораживатель. Замораживание по следующей программе: I этап: от +10 до -15°С со скоростью 1-2 град/мин, II этап: от -15 до -70°С со скоростью 15-20 град/мин, III этап: погружение в жидкий азот.	Так же. Замораживание по следующей программе: I этап: от +10 до -15°С со скоростью 2-5 град/мин, II этап: от -15 до -70°С со скоростью 10-20 град/мин, III этап: погружение в жидкий азот.
<i>Размораживание спермы и осеменение икры</i>	
Размораживание пробирок в водяной бане при температуре 38-40°С в течение 1 мин. Определение подвижности оттаявшей спермы под микроскопом при активации раствором 0,1% гидрокарбоната натрия. Оплодотворение икры (100-150 шт.) на чашках Петри при разбавлении спермы активатором в объемном отношении 1:100. Через 1 мин. промывание икры водой и инкубация в термостате при 18-22°С.	Так же. Активация оттаявшей спермы технологической водой.
<i>Закладка и хранение образцов в криобанке</i>	
Перенос образцов из замораживателя на хранение в сосуды Дьюара. Маркировка образцов с указанием присвоенных им номеров, номеров больших и малых стаканов и сосуда Дьюара. Занесение сведений об образцах в журнал и компьютерную базу данных.	Так же.

Высокая подвижность свежей спермы часто не гарантирует достижения высокой оплодотворяющей способности криоконсервированной спермы. Выводы исследователей о связи между подвижностью и оплодотворяющей способностью спермы расходятся: одни обнаруживают четкую корреляцию [43], другие – ее отсутствие [9, 17]. Определение связи между биохимическими параметрами спермы и ее криоустойчивостью – трудоемкая задача, требующая

больших затрат времени. Воспроизводимость результатов криоконсервации в большой степени зависит также от быстрой и точной оценки качества икры.

По нашему мнению, успехом криоконсервации может считаться обеспечение устойчивого приемлемого уровня оплодотворения икры криоконсервированной спермой при использовании простого, удобного на практике протокола. В аквакультуре существует потребность в простых протоколах [21] и замораживании больших объемов спермы для промышленного использования. Наши исследования были направлены на достижение этих целей. Предлагаемые технологии криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб предназначены для использования в крупномасштабном криобанке.

### Список использованных источников

1. Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А. Защитная среда для криоконсервации спермы осетровых рыб. Пат. № 2683682 (РФ). МПК А 01 N 1/02 (2006.01). Заявл. 18.07.2018, № 2018126466; Оpubл. в бюл. № 10, 01.04.2019
2. Докина О.Б., Пронина Н.Д., Ковалев К.В., Миленко В.А., Цветкова Л.И. Усовершенствованная технология криоконсервации спермы карпа в крупномасштабном криобанке. Рыбное хозяйство, 2019, 5, 97-105.
3. Докина О.Б., Цветкова Л.И., Пронина Н.Д., Миленко В.А. Метод криоконсервации спермы осетровых рыб – объектов аквакультуры. Мат-лы докл. IV Межд. науч.-практ. конф. “Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития”, Астрахань, 13-15 марта 2006. М.: изд-во ВНИРО, 2006, 76-79.
4. Дрокин С.И., Черепанов В.В., Копейка Е.Ф., Шилин Н.И. Сахалинский осетр: как сохранить генофонд. Рыбное хозяйство, 1991, 7, 38-39.
5. Кононенко И.С., Пуговкин А.Ю., Кононенко Р.В., Черепнин В.А., Буцкий К.И., Копейка Е.Ф. Оптимизация условий криоконсервирования спермы стерляди (*Acipenser ruthenus*, L. 1758) для оплодотворения икры в условиях рыбных хозяйств. Рибогосподарська наука України, 2017, 3, 83-97.
6. Копейка Е.Ф. Инструкция по низкотемпературному консервированию спермы карпа. М.: ВНПО по рыбоводству, ИПКиК АН УССР, 1986, 10 с.
7. Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Совершенствование криобиологических подходов с целью повышения резистентности сперматозоидов рыб при низкотемпературном консервировании. Мат-лы Межд. науч. конф. «Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России», Ростов-на-Дону, 1-3 октября 2014, 193-196.
8. Пономарева Е.Н., Богатырева М.М., Антонова Н.А., Осипова В.П. Оптимизация процесса криоконсервации спермы осетровых рыб при использовании различных сред. Известия Самарского научного центра РАН, 2009, 11, 1 (2), 132-134.

9. Пронина Н.Д. Оценка качества криоконсервированной спермы рыб. Докл. Межд. конф. «Сохранение генетических ресурсов», Санкт-Петербург, 19-22 октября 2004. Цитология, 2004, 46, 9, 843-844.
10. Пушкарь Н.С., Белоус А.М., Копейка Е.Ф. и др. Способ консервирования спермы рыб. А.с. № 818578 (СССР) А 01 К 61/00. Заявл. 09.01.79; Оpubл. в бюл. № 13, 07.04.81.
11. Цветкова Л.И., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Миленко В.А. Способ криоконсервирования спермы карповых рыб. Пат. № 2241324 (РФ). 7 А 01 D 19/02, А 01 К 61/00. Заявл. 18.02.03, № 200.310.45.95; Оpubл. в бюл. № 34, 10.12.04.
12. Цветкова Л.И., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Миленко В.А., Тансыкбаев А.Н. Криоконсервация спермы осетровых рыб - объектов аквакультуры. Мат-лы III Межд. научно-практ. конф. "Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы", Астрахань, 22-25 марта 2004. Астрахань, 2004, 213-214.
13. Цветкова Л.И., Каранова М.В., Пронина Н.Д., Докина О.Б., Козовкова Н.А. Репродуктивная способность спермиев осетровых и карповых рыб, замороженной в присутствии антифризных гликопротеинов. Сб. науч. трудов ВНИИПРХ. Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. Дмитров, ИД «Вести», 2007, 83, 68-71.
14. Цветкова Л.И., Каранова М.В., Пронина Н.Д., Докина О.Б., Миленко В.А. Репродуктивная способность спермы осетровых и карповых рыб, замороженной в присутствии антифризных гликопротеинов. Мат-лы Межд. конф. «Биоресурсы, биотехнологии, экологически безопасное развитие регионов Юга России», Сочи, 3-5 окт. 2007. Астрахань, 2007, 111-112.
15. Цветкова Л.И., Пронина Н.Д., Докина О.Б., Каранова М.В. Использование антифризных гликопротеинов при криоконсервации спермы рыб. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2009, 2, 57-59.
16. Abed-Elmdoust A., Farahmand H., Mojazi-Amiri B., Rafiee G., Rahimi R. Novel droplet vitrification combined with fish antifreeze protein type III enhances cryoprotection of semen in wild endangered Persian sturgeon *Acipenser persicus* (Borodin, 1897). Aquacult. Res., 2015, 46, 2392-2397.
17. Аксац Е., Bozkurt Y., Tekin N. Cryopreservation of mirror carp semen. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 2004, 28, 837-843.
18. Aramli M.S., Golshahi K., Nazari R.M., Aramli S. Effect of freezing rate on motility, adenosine triphosphate content and fertilizability in beluga sturgeon (*Huso huso*) spermatozoa. Cryobiology, 2015, 70, 2, 170-174.
19. Aramli M.S., Golshahi K., Nazari R.M., Aramli S., Banan A. Effectiveness of glucose-methanol extender for cryopreservation of *Huso huso* spermatozoa. Anim. Reprod. Sci., 2015, 162, 37-42.

20. Aramli M.S., Golshahi K., Nazari R.M., Sotoudeh E., Aramli S., Habibi E. Effect of freezing rate for cryopreservation of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) spermatozoa. *Theriogenology*, 2016, 85, 734-739.
21. Babiak I., Glogowski J., Kujawa R., Kucharczyk D., Mamcarz A. Cryopreservation of sperm from asp *Aspius aspius*. *The Progr. Fish-Culturist*, 1998, 60, 146-148.
22. Bernath G., Zarski D, Kása E., Staszny Á., Várkonyi L., Kollár T., Hegyi Á., Bokor Z., Urbányi B., Horváth Á. Improvement of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm cryopreservation using a programmable freezer. *General and Comparative Endocrinology*, 2016, 237, 78-88.
23. Boryshpolets S., Dzyuba B., Rodina M., Alavi S.M.H., Gela D., Linhart O. Cryopreservation of starlet (*Acipenser ruthenus*) spermatozoa using different cryoprotectants. *J. Appl. Ichthyol.*, 2011, 27, 1147-1149.
24. Bozkurt Y., Yavas I. Effect of different straw volumes and thawing rates on post-thaw quality and fertilization ability of cryopreserved common carp (*Cyprinus carpio*) sperm. *LIMNOFISH - Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2017, 3(1), 25-31.
25. Chen S.L., Liu X., LuD. et al. Cryopreservation of Chinese carps spermatozoa and fertilization success. Workshop on gamete and embryo storage and cryopreservation in aquatic organisms, Marly le Roy/ France, 30 march-2 april 1992, P. 37.
26. Cherepanov V.V., Kopeika E.F. Cryopreservation and low temperature storage of sperm of sturgeons at the Institute for problems of cryobiology and cryomedicine of the National Academy of Sciences of the Ukraine. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Sturgeon, Piacenza, Italy, July 8-11, 1997.
27. Ciereszko A., Dabrowski K., Froschauer J., Wolfe T.D. Cryopreservation of semen from lake sturgeon. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 2006, 135, 232-240.
28. Drokin S.I., Kopeika E.F. Cryopreservation and phospholipid content of spermatozoa of some sturgeon species. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Sturgeon, Piacenza, Italy, July 8-11, 1997.
29. Glogowski J., Kolman R., Szczepkowski M., Horváth Á., Urbányi B., Sieczynski P., Rzemieniecki A., Domagala J., Demianowicz W., Kowalski R., Ciereszko A. Fertilization rate of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt) milt cryopreserved with methanol. *Aquaculture*, 2002, 211, 367-373.
30. Harvey B., Kelley R.N., Ashwood-Smith M.J. Cryopreservation of zebra fish spermatozoa using methanol. *Can. J. Zool.*, 1982, 60, 1867-1870.
31. Horváth Á., Miskolczi E., Urbányi B. Cryopreservation of common carp sperm. *Aquat. Living Resource*, 2003, 16, 457-460.

32. Horváth Á., Miskolczi E., Urbányi B. Cryopreservation of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm in 1.2 and 5 ml straws and occurrence of haploids among larvae produced with cryopreserved sperm. *Cryobiology*, 2007, 54, 251-257.
33. Horváth Á., Urbányi B. Cryopreservation of sperm of some European Cyprinids and Percids. *Aquaculture America 2002*, San Diego, California, January 27-30, 2002. Book of Abstracts, 300.
34. Horvath A., Urbanyi B. Cryopreservation of sterlet (*Acipenser ruthenus*) sperm. 6<sup>th</sup> Int. Symp. Reproductive Physiology of Fish, Bergen, Norway 4-7 July, 1999. Proceedings, Bergen, Norway, 2000, 441.
35. Horváth Á., Urbányi B., Mims S.D., Bean W.B., Gomelsky B., Tiersch T.R. Improved cryopreservation of sperm of paddlefish *Polyodon spathula*. *J. World Aquacult. Soc.*, 2006, 37, 356-362.
36. Horváth Á., Wayman W.R., Dean J.C., Urbányi B., Tiersch T.R., Mims S.D., Johnson D., Jenkins J.A. Viability and fertilizing capacity of cryopreserved sperm from three Northern American Acipenseriformes species: a retrospective study. *J. Appl. Ichthyol.*, 2008, 24, 443-449.
37. Horváth Á., Wayman W.R., Urbányi B., Ware K.M., Dean J.C., Tiersch T.R. The relationship of cryoprotectants methanol and dimethyl sulfoxide and Tiersch T.R. hyperosmotic extenders on sperm cryopreservation of two North-American sturgeon species. *Aquaculture*, 2005, 247, 243-251.
38. Judycka S, Szczepkowski M., Ciereszko A., Dietrich G.J. New extender for cryopreservation of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) semen. *Cryobiology*, 2015, 70, 184-189.
39. Judycka S, Szczepkowski M., Ciereszko A., Słowińska M., Bodek G., Dietrich G.J. Characterization of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt 1869) sperm obtained out of season. *J. Appl. Ichthyol.*, 2015, 31, 34-40.
40. Kurokura H., Hirano R., Tomita M., Iwahashi M. Cryopreservation of carp sperm. *Aquaculture*, 1984, 37, 267-273.
41. Li P., Wei Q., Liu L. DNA integrity of *Polyodon spathula* cryopreserved sperm. *J. Appl. Ichthyol.*, 2008, 24, 2, 121-125.
42. Linhart O., Mims S.D., Gomelsky B., Tsvetkova L.I., Cosson J., Rodina M., Horváth Á., Urbányi B. Effect of cryoprotectants and male on motility parameters and fertilization rate in paddlefish (*Polyodon spathula*) frozen-thawed spermatozoa. *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, 22, 389-394.
43. Linhart O., Rodina M., Cosson J. Cryopreservation of sperm in common carp *Cyprinus carpio*: sperm motility and hatching success of embryos. *Cryobiology*, 2000, 41, 241-250.
44. Liu L., Wei Q., Guo F., Zhang J., Zhang T. Cryopreservation of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) sperm. *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, 22, 384-388.

45. Lubzens E., Rothbard S., Hadani A. Cryopreservation and viability of spermatozoa from the ornamental Japanese carp (nishikidoi). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 1993, 45 (4), 169-174.
46. Mirzoyan A.V., Nebesikhina N.A., Voynova N.V., Chistyakov V.A. Preliminary results on ascorbic acid and lysine suppression of clastogenic effect of deep-frozen sperm of the Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*). *Int. J. Refrigeration*, 2006, 29, 374-378.
47. Shalvei F., Sadeghi A., Zadmajid V. Cryopreservation of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) sperm: effects of cryoprotectants, antioxidant, membrane stabilizer, equilibration time and dilution ratio on sperm motility and fertility. *Aquacult. Res.*, 2017, 48, 1031-1040.
48. Sultana M., Nahiduzzaman M., Hassan M.M., Khanam M.U.H., Hossain M.A.R. Fertility of cryopreserved common carp (*Cyprinus carpio*) spermatozoa. *Univ. j. zool. Rajshahi. Univ.*, 2010, 28, 51-55.
49. Tsvetkova L.I., Cosson J., Linhart O., Billard R. Motility and fertilizing capacity of fresh and frozen-thawed spermatozoa in sturgeons *Acipenser baeri* and *A. ruthenus*. *J. Appl. Ichthyol.*, 1996, 12, 107-112.
50. Tsvetkova L.I., Karanova M.V., Pronina N.D., Dokina O.B. Reproductive capacity of sturgeon and carp sperm frozen in the presence of antifreezing glycoproteins. The 1<sup>st</sup> International Workshop on the Biology of Fish Sperm, Vodnany, Czech Republic, 29-31 August 2007. *Abstract Book, Vodnany*, 2007, 93-95.
51. Urbányi B., Horváth Á., Kovács B. Successful hybridization of *Acipenser* species using cryopreserved sperm. *Aquacult. Int.*, 2004, 12, 47-56.
52. Wayman W.R., Looney G.L., Holm R.J., Tiersch T.R. Cryopreservation of sperm from endangered pallid sturgeon. *North Am. J. Fish. Management*, 2008, 28, 740-744.
53. Withler F.C. Cryopreservation of spermatozoa of some freshwater fishes cultured in South and Southeast Asia. *Aquaculture*, 1982, 26, 395-398.

УДК 502.05:504.738, 574.633

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ВОДОЁМОВ ГОРОДА МОСКВЫ

Ермилов Е.В.<sup>1</sup>, Розумная Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский государственный социальный  
университет», *ermilov.e.g@yandex.ru*

<sup>2</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
иригационного рыбоводства», *rozumnaya65@mail.ru*

## APPLICATION OF BIOINDICATION METHODS IN THE ECOLOGICAL EVALUATION OF THE STATE OF THE RESERVOIRS OF MOSCOW CITY

Ermilov E.V., Rozumnaya L.A.

*Резюме.* В статье представлены результаты биоиндикационных исследований городских прудов Москвы. Анализ видового состава макрофитов показал, что исследуемые водоемы относятся к переходному типу между мезотрофным и эвтрофным и имеют промежуточную степень загрязнения между умеренной и сильной.

*Ключевые слова:* макрофиты, индикаторы, экологическое состояние, трофность, степень загрязнения

*Summary:* The article presents the results of bioindication studies of urban ponds in Moscow. Analysis of the macrophyte species composition has shown that the studied reservoirs are of a transitional type between mesotrophic and eutrophic and have an intermediate degree of contamination between moderate and severe.

*Key words:* macrophytes, indicators, ecological state, trophic status, degree of contamination

В условиях постоянного увеличения объема производств, загазованности воздуха, повышения плотности населения городов, увеличения нагрузки на системы водоснабжения и канализации санитарное состояние рекреационных водоемов быстро ухудшается. В результате поступления загрязненного поверхностного стока с городских территорий, сброса коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, не соответствующих установленным нормативам качества, в водоёмы попадает большое количество органических и неорганических веществ. Антропогенное загрязнение приводит к увеличению нагрузки на трофические цепи, нарушается естественное равновесие между абиотической и биотической составляющими [5]. Водная экосистема становится

менее устойчивой, изменяется видовой состав сообществ и соотношение численности слагающих их видов.

Оценка степени загрязнения водоема по видовому составу и количественному развитию гидробионтов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения [12]. Методы обнаружения и определения экологически значимых природных и антропогенных факторов, основывающихся на реакциях живых организмов (биоиндикаторами) непосредственно в среде их обитания получили название методы биоиндикации [4]. Преимущество данных методов в том, что при отсутствии серьёзных затрат они позволяют быстро определить текущий уровень трофности и загрязнения водоёма [3].

Один из методов биоиндикации основан на анализе состояния водной среды при помощи высших водных растений – макрофитов. Он отличается высокой скоростью анализа, не требует сложных приспособлений или дорогостоящих реагентов. Высшие водные растения видны невооружённым глазом, что позволяет использовать их как объект для наблюдения и исследования. Различные виды растений–индикаторов произрастают в водоёмах с определённым уровнем трофности и степенью загрязнения. Базируясь на знаниях закономерности произрастания макрофитов–индикаторов и уровне загрязнения воды, можно сделать вывод о количестве биогенных элементов, находящихся в исследуемом объекте [7].

Водные объекты, расположенные в рекреационных зонах Москвы, подвергаются серьёзным антропогенным и техногенным нагрузкам, обеспечивая отвод поверхностного стока и грунтовых вод [8], поэтому для анализа экологического состояния таких водоемов и для своевременного предупреждения изменения их трофического статуса был использован метод биоиндикации, основанный на изучение состояния прудовой высшей водной растительности. Данный метод использовался при изучении экологического состояния Большого Головинского (САО), Лебедянского (ВАО) прудов и пруда Бекет (ЮВАО), расположенных в Москве.

Исследования предполагали комплексный подход к проведению анализа водных объектов и включали в себя предварительное изучение литературы по выбранному водоёму и составление карты (план-схемы) зарастания водоёма высшими водными растениями., где указывалась степень их зарастания макрофитами и распределения растительных сообществ (рис. 1), сбор макрофитов и гербаризацию, определение видового состава растений, определение трофности и степени загрязнения водоемов по водным растениям-индикаторам.



Рисунок 1 - План-схема зарастания макрофитами исследуемых прудов  
 а - Большой Головинский пруд, б- Пруд Бекет, в - Лебединский пруд

Сбор материала для биоиндикационного анализа осуществлялся в 4 створах, створы исследования представлены на рисунке 2. Первичный анализ показал преобладание гидрофитов (т.н. настоящих водных растений) над гидрогигрофитами (гелиофитами) и мезофитами. Это связано с декоративным назначением водоёмов - их берега уложены бетонными плитами, а гидрогигрофиты и мезофиты – земноводные растения, произрастающие в зонах достаточного увлажнения, и их переходная форма [9].

Сбор макрофитов, их сортировка и дальнейшего определения видового состава проводился по общепринятой методике [1], адаптированной для городских водоёмов с повышенной антропогенной нагрузкой [2].



Рисунок 2 – Места отбора проб в исследуемых водоёмах

Определение общей трофности и степени загрязнённости водоёмов проводилось по видовому разнообразию макрофитов и их индикаторной значимости. Принцип метода заключается в обнаружении в водной среде индикаторных растений, адаптированных к определенным трофическим свойствам водоема и уровню загрязнённости [4]. Для определения индикаторной

значимости высших водных растений использовались перечни видов-индикаторов загрязнения воды [3,6,7,11]. Однако выявление определённых видов макрофитов-индикаторов было затруднено из-за того, что многие из них обладают широким экологическим и географическим ареалами произрастания. Помимо этого, в различных физико-географических условиях индикаторные виды растений могут находиться в разных водоёмах с разной трофностью и степенью органического загрязнения [4].

Анализ видового разнообразия высших водных растений исследуемых прудов показал, что наиболее многочисленны виды макрофитов, произрастающие в мезотрофных или эвтрофных типах водоёмов. В качестве примера можно привести Элодею Канадскую, распространённую в эвтрофных водоёмах и обнаруженную во всех исследуемых прудах. Исследования показали, что пруды (Верхний Головинский, Лебедянский и Бекет) относятся к переходному типу водоёмов между мезотрофным и эвтрофным и имеет промежуточную степень загрязнения между умеренной и сильной. Установленный при исследовании макрофитов городских прудов уровень загрязнения характерен для водных объектов, подвергающихся сильной антропогенной нагрузке, так как эти водоёмы популярны среди москвичей в качестве проведения досуга.

Комплекс мер, направленных на накопление избытка биогенных веществ в высших водных растениях и их последующего изъятия из экосистемы водоёма [11], позволит сохранить оптимальный баланс биогенных элементов в водном объекте и таким образом предупредить процессы эвтрофикации.

Необходимо усилить контроль за сохранением экосистемы исследуемых прудов (Верхний Головинский, Лебедянский и Бекет) и снизить антропогенную нагрузку, чтобы избежать окончательной деградации экосистемы.

### **Список использованных источников**

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – М.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
2. Ермилов Е.В., Розумная Л.А. Методические аспекты биоиндикации водоёмов в условиях повышенной антропогенной нагрузки // В сб. «Инновационные решения для повышения эффективности» Материалы Всероссийской научно-практической конференции – М.: Изд.-во «Перо», 2019. – С.136-141
3. Ляшенко О.А, Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие. – СПб., 2012 – 67 с.
4. Мелехова О. П., Егорова Е. И., Евсеева Т. И. и др.; Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб.пособие

для студ. высш. учеб. заведений / под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 288 с.

5. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем: методические указания - СПб.: Гидрометеиздат, 2003.- 21 с.

6. Папченков В.Г. Щербаков. А. В. Ключ для определения рдестов (*Potamogeton L., Potamogetonaceae*) средней полосы европейской части России // Гидробиотаника: методология и методы: мат-лы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8-12 апреля 2003 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати», 2003. — С.92-95.

7. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Гидробиотаника: прибрежно-водная растительность: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 240с.

8. Состояние водных объектов / Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.dpioos.ru/eco/ru/water> (Дата обращения: 29.12.2019)

9. Чеснокова С.М. Биологические методы оценка качества объектов окружающей среды: учебное пособие. – Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 2007. – 83 с.

10. Чтобы водоем не «цвел», надо снизить поступление в него фосфора / Элементы.ру [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://elementy.ru/novosti\\_nauki/431887](http://elementy.ru/novosti_nauki/431887) (Дата обращения: 03.12.2019)

11. Федченко Б.А. Биология высших водных растений - М.- Л. Госиздат, 1925 - 132 с.

12. Фундаментальные и прикладные науки, проблемы и перспективы /Ханипова Э.Р., Дубовик В.А., Надежкина Е.В. и др.–М., 2014. –150 с.

УДК: 597.2/5; 636.082(075.5)

## ЦВЕТОВЫЕ МУТАЦИИ У ПРОМЫСЛОВЫХ И ВВЕДЁННЫХ В АКВАКУЛЬТУРУ РЫБ И ДРУГИХ ГИДРОБИОНТОВ

Есавкин Ю.И.<sup>1</sup>, Павлов А.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет МСХА им.  
К.А. Тимирязева;

<sup>2</sup> ФГБУ «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и  
нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и  
акклиматизации»

[ichthyodrug@mail.ru](mailto:ichthyodrug@mail.ru)

## COLOR MUTATIONS IN COMMERCIAL AND INTRODUCED INTO AQUACULTURE FISH AND OTHER HYDROBIONTS

Esavkin Y.I., Pavlov A.D.

**Summary.** *The article provides a review of literature and electronic sources devoted to color mutations of commercial fish grown in aquaculture. More than 50 drawings of fish and other hydrobionts of chromis are offered.*

**Key words:** *albinos fish, painted fish, fish CR, color mutations, aberration, fish breeding.*

«Аквариумистам хорошо знакомы селекционные формы многих видов декоративных рыб с удлинёнными плавниками (так называемые "вуалевые" формы). Изредка такие особи встречаются и в природных популяциях». Такими словами начинает свою статью «рыбы с удлинёнными плавниками» С.Б. Подушка, в которой приводит подборку фотографий, посвящённую подобным абберациям [5].

Объём контента электронных ресурсов, в рамках этой тематики, продолжает расти. Благодаря сети интернет, появилась возможность сбора и обобщения материалов, посвящённых схожим, не менее интересным типам мутаций у рыб и других гидробионтов, т.е. фактам появления альбиносов и т.н. «хромистов» в естественных популяциях. Не менее важно, что количество таких фотографий увеличивается благодаря селекционным достижениям рыбоводов.

Только по запросу в браузере сети интернет «crab albino» появляется порядка 9 тыс. ссылок на фотографии ракообразных со специфической окраской. Широко представлены фотографии «окрашенных» рыб или т.н. «colored» на сайтах, посвящённых аквариумистике, а также диких рыб, сделанных рыболовами любителями.

Большинство представленных рисунков, как показано, заимствовано из электронных ресурсов. При этом проводилась тщательная подборка материала на предмет отсутствия признаков фото-редактирования и применения других программ. Эти рисунки, в связи с объёмом используемого материала, представлены ниже (рис. 1 – 56).

В живой природе у большинства представителей фауны встречаются мутации, связанные с пигментацией (в том числе рептилий, амфибий, птиц и млекопитающих). Например, у птиц, кроме полных альбиносов, выделяют т.н. «луцинов», «креминов» и «пегих». Известно, что классификация цветowych мутаций птиц довольно обширна, как и их разнообразие.

Также слово "пегий" характеризует окрас шерсти животных (как правило, лошадей и собак) в тех случаях, когда он состоит сразу из нескольких цветов (к основному цвету добавляются пятна, которые называются пегинами). В рыбоводстве декоративные линии и породы золотых рыбок (серебряный карась) и карпов КОИ, имеющих подобную цветовую расцветку называют «ситцевыми». Причём отдельные экземпляры таких рыб одновременно сочетают несколько вариантов цветовой гаммы (с вкраплениями синих, жёлтых, оранжевых и красных пятен).

Цветные мутации, как принято считать, являются качественными фенотипическими признаками. Однако гены, отвечающие за их проявление, могут быть сцеплены с другими важными генами, влияющими, например, на устойчивость к воздействию низкой температуры воды, восприимчивость к различным бактериальным и вирусным заболеваниям и др. По большей части, как показано на пещерных видах рыб, полная блокировка синтеза меланина (альбинизм) связана с включением рецессивных аллелей, и наследуется как простой рецессив [3]. Что касается частичного подавления синтеза этого пигмента, и/или проявления других расцветок у рыб: алой, желтой, синей, то для нас этот вопрос остаётся до конца не выясненным. Как известно, в природе много ярко окрашенных видов рыб и других гидробионтов, которые имеют врождённую яркую (часто многоцветную) окраску. В наибольшей мере это можно отнести к обитателям морских вод.

В этой связи можно отметить разнообразие окрашенных линий гуппи. Показано, что большинство генов окраски у этих рыб, а также генов, влияющих на строение плавников, сконцентрировано в половых хромосомах X и Y [3]. Например, генетике гуппи посвящена целая серия публикаций сотрудника кафедры ихтиологии МГУ им. Ломоносова - Сергея Апрятина, под названием «генетика гуппи». В одной из его работ показано, что включение аллелей, отвечающих за определённый пигмент, носит последовательный и взаимообуславливающий характер (как известно гуппи приобретают окончательную расцветку только при достижении половозрелого возраста).

Тоже наблюдается у карпов КОИ, когда цвета, наблюдаемые у сеголетков, впоследствии исчезают, и окончательная окраска половозрелых особей выглядит уже иначе.

У старых экземпляров рыб, или рыб подверженных стрессу (перенесших заболевание или прошедших курс дачи антибиотиков) окраска становится более тусклой.

Другим «ярким» примером частой смены окраски являются представители африканских или южноамериканских окунеобразных, чей цвет в зависимости от состояния рыб может меняться практически мгновенно. В этом аспекте необходимо упомянуть проявление полового деморфизма в нерестовый период у лососёвых рыб и т.д.

Как полных, так и частичных альбиносов (с наличием пигмента в глазах), или хромистов - других цветовых форм, описывали ещё в начале прошлого века известные Русские ихтиологи. Л.С. Берг – обращал внимание на факты поимки т.н. «дегенеративных» особей стерляди, русского осетра, белуги – дающих «царскую» янтарную икру. Л.П. Сабанеев называл такие экземпляры рыб (осетровых, карповых и др.) т.н. «выродками» [1; 9].

Считается, что альбиносы встречаются у рыб в соотношении 1:10000 экз. [4; 10]. По нашим наблюдениям, появление хромистов (при заводском способе получения) на рыбоводных хозяйствах происходит значительно чаще. Так в 2010 г. на Шатурской производственно-экспериментальной садковой линии (ШПЭТСЛ) из 2,5 тыс. шт. икры стерляди Окской популяции, оставленной на инкубацию и дальнейшее подращивание, было получено порядка 7 депигментированных сеголетков. В такой же пропорции в лаборатории аквакультуры ФГБНУ «ВНИРО» периодически получают молодь бестера различных пород.

Закономерно, что выживаемость рыб, имеющих покровительственную окраску, в естественной среде значительно выше по причине прессинга хищников и др. Однако, необходимо отметить, что хромосомный материал икры, вымётываемой самками, находится в процессе мейотического созревания, т.е. на стадии метафазы II. Поэтому в процессе закладки веретен деления, слияния пронуклеусов, и даже в начале дробления, на проявление аллелей, влияющих на изменение окраски, могут оказывать различные факторы среды, в том числе физические – температурные экстремумы, рН, наличие мутагенных токсикантов в воде (в том числе аммиак) и др.

Относительно изменчивости генетической наследственности у рыб интересно отметить следующее. В аквариальных комнатах лаборатории эколого-токсикологических исследований (ЛЭТИ) ФГБНУ «ВНИРО» в настоящее время выращивается ремонтно-маточное поголовье т.н. промысловой золотой рыбки (ПЗР), популяция которой обнаружена С.Б. Подушкой в притоках реки Кубань,

в пределах Краснодарского края. Все экземпляры этих рыб имеют яркую окраску, вуалевые плавники и способны достигать массы тела более 0,5 кг. Причём популяция ПЗР, в природных условиях представлена только самками, размножающимися гиногенетически [6; 7; 8]. Однако, впоследствии, среди этих клонов, выращиваемых в искусственных условиях, С.Б. Подушкой были обнаружены самцы, продуцирующие эякулят. Так, по нашим наблюдениям, в аквариальных ФГБНУ «ВНИРО» в период 2016-2018 гг. у ПЗР, содержащихся в отдельном бассейне, периодически происходил нерест (без применения стимуляторов). При этом икра нормально развивалась и полученная молодь не имела каких-либо признаков тератогенеза. В настоящее время соотношение между полами у линии ПЗР, выращиваемой на базе ЛЭТИ, составляет порядка: 30♀ / 1♂.

Неоспоримо, что описываемые признаки, передаются по потомству. Например, весной 2017 г. был проведён опыт скрещивания близких видов золотого и серебряного карасей, в котором была использована самка золотого (как сейчас принято корректировать – горбатого золотого карася) и самец серебряного карася от культурной линии «комета». В настоящее время в аквариальных комнатах МСХА им. К.А. Тимирязева, выращивается потомство поколения F<sub>1</sub> в возрасте 3+, полученное в ходе опыта от этих производителей. Большинство сипсов (> 60 %) имеют удлинённые плавники и цветную (оранжевую) окраску.

У глубоководных видов и обитателей пещер часто полностью отсутствует пигмент, что обусловлено постепенным накоплением аллелей, ослабляющих его синтез. К настоящему времени описано достаточно много видов рыб и других водных животных, которые в процессе своего становления приобрели ту или иную форму окраски, отличную от покровительственной.

Также установлено, что на степень проявления пигментации в значительной мере влияют условия выращивания. Так, у рыб потребляющих комбикорма с добавлением кератиноидов, или выращиваемых в прудах (с возможностью использования естественной кормовой базы), пигментация выражена ярче. Также можно отметить, относительно процесса прохождения зимовки, когда у рыб, перезимовавших при низких температурах воды, пигмент выражен ярче.

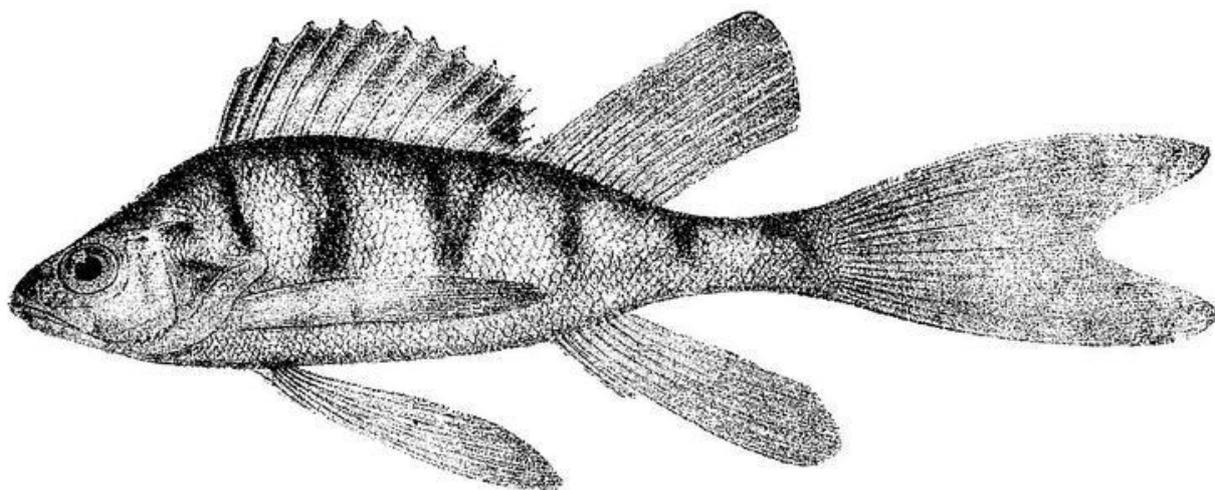
В данной работе, мы не делаем выводов о природе возникновения цветовых aberrаций, а лишь находим интересным обобщить накопленные фотоматериалы, и привлечь взор ихтиологов и рыбоводов к этой теме исследований.

Цветовые мутации у рыб, ракообразных и других гидробионтов, являются качественными признаками, но они с успехом могут быть закреплены в аквакультуре. Большое внимание вопросу развития аквакультуры, в том числе

осетроводства, в этом направлении, уделено в ряде статей известных Российских специалистов. К сожалению, темпы введения в аквакультуру цветных абберрантов ценных видов рыб в нашей стране пока не достаточны [2]. Однако, практически на всех крупных осетровых хозяйствах Росрыболовства, благодаря энтузиазму рыбоводов, имеются подобные половозрелые экземпляры. Например, более 10 крупных особей стерляди, выращивается на Можайском ПЭРЗ, накоплено ремонтно-маточное стадо цветной стерляди (не полных альбиносов) на рыбозаводе в г. Добрянка (Пермь), и других различных хозяйствах ФГБУ «Главрыбвод», ФГБНУ «ВНИРО», (ВНИИПРХ) и др.

Много работ по культивированию рыб «хромистов» проводится в Европе. На платных и/или рекреационных водоёмах не редки случаи поимки сомов альбиносов и «луцинов», длиной более 2,0 м. В рыбоводных хозяйствах Италии, Испании и Франции, Чехии, Польши ведутся работы по введению в аквакультуру других ценных видов или линий рыб с цветовыми абберрациями (осетровых рыб, краснопёрки, язя, линя, густеры и др.). В этом аспекте можно упомянуть янтарную радужную форель, в том числе выращиваемую в Российских хозяйствах. По нашим наблюдениям, при скрещивании янтарной формы с обычной цветовой формой радужной форели происходит появление в потомстве т.н. «далматинов». В форелеводстве также встречаются экземпляры с удлинёнными плавниками.

Мы благодарим всех авторов и энтузиастов, разместивших фотоматериал в сети интернет.



Фиг. 760. Окунь с уродливо удлинёнными плавниками. *Perca fluviatilis monstrositas exocoetoides*. Енисей у Минусинска. (Из Варпаховского, 1889).

Рисунок 1 - Рисунок приведён из статьи С. Б. Подушки «Рыбы с удлинёнными плавниками»



Рисунок 2 - Белый лопатонос (дословный перевод с английского языка – мертвенно бледный осётр) pallid sturgeon (*Scaphirhynchus albus*). Обычная окраска представителей этого вида, рисунок с электронных ресурсов: <http://Wikipedia.org>



Рисунок 3 - Амударьинский лжелопатонос. Обычная окраска представителей этого вида [www.fishbase.se](http://www.fishbase.se)



Рисунок 4 - Малый амударьинский лжелопатонос. Интерес представляет, в том числе, цвет половых продуктов  
[http://fishbiosystem.ru/ganoigei/Acipenseridae/Pseudoscaphirhynchus\\_hermannii2.html](http://fishbiosystem.ru/ganoigei/Acipenseridae/Pseudoscaphirhynchus_hermannii2.html)



Рисунок 5 - «Светлоокрашенный» белый осётр (*Acipenser transmontanus*. L) — вид рыб семейства осетровых, встречающийся вдоль западного побережья Северной Америки от Алеутских островов до центральной Калифорнии. Крупнейшая пресноводная рыба Северной Америки, третий по величине из представителей семейства, наравне с атлантическим осетром (после белуги и калуги)

([https://ru.wikipedia.org/wiki/Белый\\_осётр](https://ru.wikipedia.org/wiki/Белый_осётр)).

Обычная окраска рыб этого вида, носит покровительственный характер и схожа с таковой, как и у большинства (из 26) видов этого семейства



Рисунок 7 - Ротан. <http://popgun.ru>



Рисунок 6 - Подборка фотографий, посвящённых поимке окрашенных особей ротана головешки (*Perccottus glenii*. L), (Фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 8 - <http://Ryiba-rotan-67.mirzhivotnye.ru>



Рисунок 9 - Роган. (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 10 - Карп КОИ (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 11 - Заслуживает интерес размер этого экземпляра КОИ – L, более 75 см. Фото любезно предоставлено сотрудником лаборатории аквакультуры ФГБНУ «ВНИРО» И.Ф. Олемским



Рисунок 12 - Обыкновенный карась, отловленный на территории Якутии (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 13 - Серебряный карась (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 14 - Белый амур альбинос (культурная форма) (фото заимствовано в сети интернет). Достаточно широко встречается в последнее время на торговых точках Москвы, реализующих посадочный материал для зарыбления приусадебных водоёмов



Рисунок 15 - Огненный окунь. Автор фото - Дмитрий Львович, <http://fion.ru>



Рисунок 16 - <http://zolotoj-okun.astravolga.ru>



Рисунок 17 - Фото заимствовано в сети интернет



Рисунок 18 - Фото заимствовано в сети интернет



Рисунок 19 - Вариация окраски окунь «пегий», или т.н. «далматин» (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 20 - Карась и травяная лягушка (неизвестный приусадебный водоём) – фото заимствовано в сети интернет

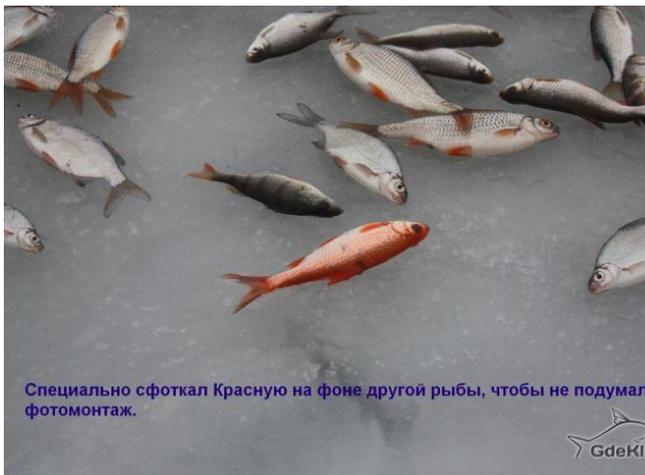


Рисунок 21 - Плотва (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 23 - Фото: «Золотистая тарань», форум <http://Kuban.ru>



Рисунок 22 - Плотва, сайт: <http://ribalkaforum.ru>



Рисунок 24 - Фото серебряного карася и жабы, сделанное, по-видимому, весной, так как амфибия проявляет поведение характерное периоду размножения. Рыба находится в т.н. состоянии «амплектус» (когда самец амфибии крепко обхватывает самку). Это не означает факт прохождения нереста между этими видами, как минимум, по причине разницы температурных критериев, биохимических факторов и др. (фото заимствовано в сети интернет) <http://dlyavas.ru>



Рисунок 25 - Язь Орфа (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 26 - Золотая краснопёрка (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 27 - Золотая краснопёрка (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 28 - Линь <https://grand-fish.ru/kupit-linya-zolotistogo>



Рисунок 29 - Золотой линь (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 30 - Выдающийся экземпляр язя Орфа (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 31 - Белый толстолобик (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 32 - Белый толстолобик (рыбоводное хозяйство)

<https://en.goodtimes.my>



Рисунок 33 - Две цветные формы стерляди (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 34 - Стерлядь «луцин-далматин». Чехия (культурная форма). Фото заимствовано в материалах доклада Э.В. Бубунца и А.В. Лабенца



Рисунок 35 - Амурский вьюн (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 36 - Амурский вьюн. Но встречаются окрашенные особи и у обыкновенного вьюна (на птичьем рынке в 2019 г. нами были приобретены две особи). К сожалению, потомства от них получено не было. Особи утрачены по причине перебоев в работе оборудования. (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 37 - Налим (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 38 - Радужная форель – альбинос (полное отсутствие меланина). (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 39 - Янтарная форель <http://www.elisey24.ru/> (одно из рыбоводных хозяйств – г. Красноярск)



Рисунок 40 - Цветовые aberrации у «десятиногих раков» из промысловых уловов - лобстеры (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 41 - ветовые aberrации у «десятиногих раков» из промысловых уловов – омары (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 42 - Цветовые aberrации у «десятиногих раков» из промысловых уловов - луизианские крабы <http://pinterest.ru>



Рисунок 43 - Рак с голубыми усами (Черепетское вдхр. Весна 2020 г.).



Рисунок 44 - Щука (фото заимствовано в сети интернет)



Рисунок 45 - Фото «Щука белоснежка»  
[www.ribalov.kzforumviewtopic.php?id=350](http://www.ribalov.kzforumviewtopic.php?id=350)



Рисунок 46 - Красноперка (культурно выведенная линия - Чехия)

<https://www.aquacarpio.cz/kontakt/>



Рисунок 47 - Европейский сом (фото заимствовано в сети интернет).



Рисунок 48 - Канальный сом  
<http://pinterest.dk>



Рисунок 49 - Европейский и (вероятно) Амурский сом <http://en.goodtimes.my>



Рисунок 50 - Сом пангасиус – альбинос (акулий сом) <http://Albino White Shark> – YouTube



Рисунок 51 - Клариевый сом, «далматин». Фото любезно предоставлено сотрудником лаборатории аквакультуры ФГБНУ «ВНИРО» И. Ф. Олемским

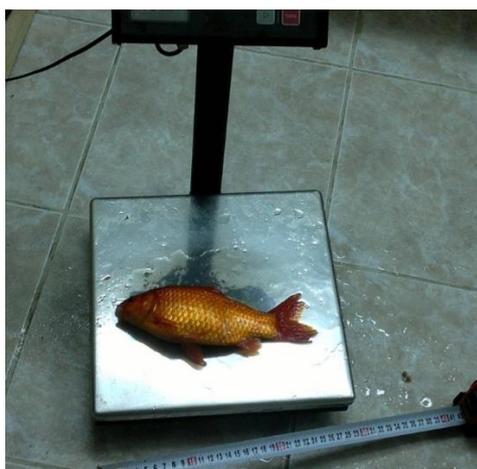


Рисунок 52 - Цветной серебряный карась из Боровского монастыря. Половозрелый экземпляр, (самец), был перевезён в ФГБНУ «ВНИРО». Факт поимки карася в монастырском пруду в 2014 г., впоследствии признан «чудом»



Рисунок 53 - Фото из сети интернет «Карась на рыбалке». Автор фото сообщает, что желание не исполнил



Рисунок 54 - Гибрид F<sub>1</sub> (*Carassius carassius* L. x *Carassius auratus Complex (gibelio) chromis*).

Как показано на рисунке, в опыте произошло скрещивание и, соответственно, слияние генетического материала обоих видов. Причём экстерьерные признаки серебряного карася подавили таковые у золотого, т.н. «горбатого» карася



Рисунок 55 - Маточное поголовье стерляди (Чехия). Фото заимствовано в материалах доклада Э.В. Бубунца и А.В. Лабенца.



Рисунок 56 - Фото приведено из интернета (общедоступные электронные ресурсы компаний «Икорный дом», и Иранская икра)

### Список использованных источников

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Том 1-3. М-Л, Изд-во АН СССР, 1949, 1384 с.
2. Бубунец Э.В. Лабенец А.В. Полтора столетия российского осетроводства. Перспективы и возможности отрасли. Рыбоводство и рыбное хозяйство № 10 (165) 2019 г., С. 8 – 16.
3. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. 2-е изд. перераб. доп. Л., Наука, 1987. 520 с.
4. Константинов А.С. Общая гидробиология - М.: Высш. шк., 1986. 472 с.
5. Подушка С.Б. Рыбы с удлинёнными плавниками Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. Вып. 14. СПб. 2008. С. 14-24.
6. Подушка С.Б. Золотая рыбка в водоемах Северного Кавказа // Животные в антропогенном ландшафте. Материалы 1 Международной научно-практической конф. – Астрахань: Изд-во Астраханского гос. ун-та, – 2003. – С.50-52.
7. Подушка С.Б., Ивойлов А.А. Промысловая золотая рыбка – гиногенетическая форма. Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. № 15. СПб. 2009. С.10-16.
8. Радзимовский В.Д. Морфологическая характеристика золотой рыбки из прудов хозяйства «Пуца-Водица» // Рыбное хозяйство. Республиканский межведомственный тематический научный сборник. – Киев. – 1973. – Вып. 17. – С.35-39.
9. Сабанеев Л.П. Жизнь и ловля пресноводных рыб — М.: РИПОЛ классик, 2007. в 2т. ,750 с.
10. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М, Росинформагротех, 2004, 148 с.

УДК 574.58: 639.2/3

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ В ПРЭСНОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ**

**Жаравин Н.А, Никифоров А.И.**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский государственный институт  
международных отношений (университет) Министерства иностранных дел  
Российской Федерации» [zharavin\\_01@mail.ru](mailto:zharavin_01@mail.ru)*

**CURRENT ISSUES OF CONCERN FOR BIOSAFETY IN FRESHWATER  
AQUACULTURE**

**Zharavin N.A., Nikiforov A.I.**

**Резюме:** В статье обсуждаются актуальные аспекты обеспечения биологической безопасности в пресноводной аквакультуре. В частности, затронуты вопросы правового регулирования биологической безопасности в международном и российском правовом поле; рассмотрены наиболее существенные риски деградации водных экосистем в рамках указанной проблематики. Подвергнуты анализу региональные и локальные проблемы в пресноводной аквакультуре, связанные с необходимостью обеспечения биологической безопасности, а также лучшие мировые практики по их решению.

**Ключевые слова:** биологическая безопасность, аквакультура, Картахенский протокол, ихтиоценоз, антропогенная эвтрофикация, пресноводные экосистемы, биоразнообразие, инвазивные виды

**Summary:** The article discusses topical aspects of ensuring biological safety in freshwater aquaculture. In particular, questions of legal regulation of biological safety in the international and Russian legal field are raised; the most essential risks of degradation of aquatic ecosystems within the limits of the specified problem are considered. The analysis of regional and local problems in fresh water aquaculture, related to the need to ensure biological safety, as well as the best world practices to address these problems.

**Key words:** biological safety, aquaculture, Cartagena Protocol, ichthyocenosis, human-made eutrophication, freshwater ecosystems, biodiversity, invasive species

Пресноводные экосистемы представляют собой богатейший источник биологического разнообразия. Несмотря на то, что эти экосистемы занимают всего лишь около 1 % всей поверхности Земли, именно они являются средой обитания для огромнейшего количества различных гидробионтов. Так, почти

половина видового многообразия современных рыб сосредоточена в подобных биогеоценозах. При использовании пресноводных водоёмов в различных сферах аграрного производства, видовое многообразие гидробионтов (рыб, ракообразных, моллюсков и др.) выступает в качестве наиболее важной экономической составляющей. В частности, известно, что в системах рисовых чеков обитает более 200 видов разнообразных гидробионтов, и их совокупная экономическая ценность как продуктов питания многократно превышает стоимость возделываемого риса. [9].

При должном управлении этим биоразнообразием, например, за счет комплексной борьбы с сельскохозяйственными вредителями или корректировке режимов обводнения чеков, фермеры не только производят дополнительное количество продовольствия и получают дополнительные доходы, но также могут существенно ограничить применение различных пестицидов. Важно отметить, что для подобного многокомпонентного биоразнообразия огромную опасность представляет изменение методов ведения сельского хозяйства, так как оно приводит к деградации или же полной утрате специфической среды обитания. [7, 8]

Предохранение естественных или рукотворных пресноводных экосистем от широкомасштабных изменений и потерь компонентов биологического разнообразия вследствие негативного антропогенного влияния является сегодня предметом особо пристального внимания как в международном, так и в страновом масштабе.

Так, странам-членам Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (FAO) было рекомендовано разработать и официально утвердить национальные стратегии и процедуры в области охраны здоровья водных животных (FAO, 2011), внедрить механизм поэтапного управления связанными с этим рисками. Согласно международным стандартам, все предпринимаемые меры должны опираться на совместные действия, соответствовать положениям региональных договорённостей, а также основываться на результатах, полученных в результате совместного сотрудничества.

Говоря об обеспечении биологической безопасности в пресноводной аквакультуре в России, следует упомянуть Указ Президента РФ от 11 марта 2019 г. № 97 **"Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу"**. В упомянутом документе определены цели, приоритетные направления, основные принципы и задачи государственной политики Российской Федерации в области обеспечения биологической безопасности, а также механизмы ее реализации – в том числе и в отношении пресноводной аквакультуры. [2]

В рамках рассматриваемой проблематики неотъемлемым компонентом реализации международным сообществом программы действий по обеспечению биологической безопасности является, безусловно, и **Картахенский протокол по биобезопасности**, который был разработан в 2000 году на основе **Конвенции о биологическом разнообразии**. В частности, считаем необходимым отметить, что «в соответствии с принципом принятия мер предосторожности, содержащимся в Принципе 15 Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию, цель настоящего Протокола заключается в содействии обеспечению надлежащего уровня защиты в области безопасной передачи, обработки и использования живых измененных организмов, являющихся результатом применения современной биотехнологии и способных оказать неблагоприятное воздействие на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия, с учетом также рисков для здоровья человека и с уделением особого внимания их трансграничному перемещению". [1]

Большинством специалистов в области биологической безопасности в отношении пресноводной аквакультуры выделяются следующие приоритетные риски:

- риск деградации качества воды водных объектов вследствие накопления биогенов;
- риск утраты популяций гидробионтов вследствие прогрессирующей эвтрофикации пресноводных экосистем;
- риск распространения различных болезней (инфекционных и инвазионных);
- риск внедрения инвазивных видов рыб и других объектов аквакультуры в нативные ихтиоценозы;
- риск нарушения генетической структуры нативных популяций гидробионтов за счёт гибридизации с объектами выращивания;

Как показывает международная практика, в целом пресноводная аквакультура весьма уязвима в отношении эпизоотий различных заболеваний гидробионтов. Так, за последние несколько лет в мировой практике не только регистрируется расширение ареалов распространения возбудителей таких заболеваний, как инфекционный мионекроз и эпизоотический язвенный синдром, но и выявлены некоторые новые болезни объектов выращивания (острый гепатопанкреатический некроз). Борьбу с распространенными в аквакультуре болезнями также затрудняет внедрение в существующие экосистемы трудновывявляемых криптических патогенных организмов, по отношению к которым как культивируемые, так и «дикие» виды гидробионтов не обладает резистентностью. Безусловно, это представляет большую опасность для водных экосистем, в частности для ихтиоценозов. [5]

Относительно антропогенной эвтрофикации следует подчеркнуть, что, несмотря на длительную историю изучения связанных с ней процессов, она до сих пор является одной из реальных угроз водным экосистемам. Негативные процессы, являющиеся следствием эвтрофикации (увеличение биомассы фитопланктона, снижение прозрачности воды, уменьшение концентрации растворённого кислорода и др.), сопровождаются значительным снижением биоразнообразия, оказывая, естественно, крайне негативное влияние на компоненты пресноводной аквакультуры. В настоящее время процессы антропогенной эвтрофикации охватывают не только начальные компоненты многих гидрографических систем (ручьи, малые реки), но затрагивают многие крупные пресноводные водоёмы мира — Великие Американские озера, Ладожское озеро, Женевское озеро и мн. др., а также водохранилища и речные экосистемы.

Эвтрофикация представляет опасность не только для ихтиоценозов, но и для человека. Так, летом 2014 года загрязнение вод озера Эри биогенами вызвало колоссальный всплеск размножения биомассы сине-зеленых водорослей, которое в три раза превышало любое ранее наблюдавшееся цветение озера. Это вызвало проблемы у 500 000 жителей города Толидо (штат Огайо, США), так как водопроводная вода в городе стала опасной для здоровья вследствие попадания в неё токсичных соединений, продуцируемых цианобактерией *Microcystis*. В итоге город Толидо потратил тысячи долларов на специальную систему очистки воды. [8]

Накопление химических веществ в воде и продукции аквакультуры может носить и иной характер. Так, ответственное использование ветеринарных лекарств, в том числе противомикробных, имеет преимущества в плане улучшения биобезопасности водных экосистем, в том числе на фермах по выращиванию объектов пресноводной аквакультуры (например, благодаря использованию вакцин и дезинфицирующих средств). Такие лекарства полезны как при лечении хронических заболеваний, так и в борьбе с эпизоотическими заболеваниями, которые могут привести к массовой смертности организмов. Однако неосторожное использование антибиотиков в аквакультуре приводит к проблемам, связанным с остатками противомикробных препаратов и устойчивостью к ним. Несмотря на то, что в последнее время количество доступных на рынке вакцин для аквакультуры увеличилось, все еще существует множество болезней, вакцины для профилактики которых отсутствуют либо недостаточно эффективны. Креветки, например, не вакцинируются в принципе, поскольку их организм не располагает адаптивной иммунной системой. Проблема выявления и регистрации возбудителя, применения соответствующих мер контроля и управления рисками в срок является на текущий момент одной из самых острых. [5]

Одной из лучших мировых практик по поддержанию биобезопасности аквакультуры является практически полное прекращение использования антибиотиков при выращивании лосося в Норвегии благодаря внедрению программ вакцинации рыб. Так, согласно данным Норвежского ветеринарного института, весь выращиваемый лосось в Норвегии проходит вакцинацию. Это обеспечивает в целом хорошую защиту от наиболее распространенных бактериальных инфекций. Благодаря программе вакцинации удалось значительно снизить смертность лосося от различных болезней, в частности, таких как инфекционный фурункулез, вибриоз и холодный ватервibriоз. [3, 4]

Однако защита от паразитов является более сложной задачей. В частности, рыбоводы Норвегии отмечают, что лососевые вши (*Lepeophtheirus salmonis*) – паразитические ракообразные, представляющие серьёзную угрозу для здоровья рыб - всё чаще развивают резистентность к применяемым для борьбы с ними лекарственным средствам, в результате чего приходится увеличивать дозы препаратов и проводить повторные обработки для рыб. Атакованная паразитом рыба теряет в весе и становится уязвимой для инфекций, не говоря уже о потере товарного вида. В настоящее время в Норвегии активно разрабатываются различные методы борьбы с лососевой вошью. [3]

Ещё одной серьёзной угрозой для пресноводной аквакультуры является внедрение инвазивных видов в водные экосистемы, представляющее собой один из видов биологического загрязнения. Как правило, инвазивные виды способны в благоприятных условиях быстро размножаться, конкурируя при этом с местными видами. В итоге нарушается устоявшаяся веками иерархия межвидовых взаимоотношений, перестраиваются цепи питания и продуктивность биоценоза может существенно снижаться.

Одним из ярких примеров внедрения инвазивного вида в нативные ихтиоценозы является непреднамеренная акклиматизация ротана (*Perccottus glenii*). Помимо серьёзного урона популяциям других видов рыб (который ротан наносит, выедая молодь), вторжение этого вида привело к резкому снижению численности земноводных, особенно тритонов. Инвазия ротанов в экосистему естественного водоёма часто приводит к ее деградации, выраженной в невозможной утрате биологического разнообразия. [6]

#### **Список использованных источников**

1. «Картахенский протокол по биобезопасности к конвенции о биологическом разнообразии» от 29.01.2000 [Электронный источник] / [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/pdf/cartagena.pdf](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/cartagena.pdf) (дата обращения 03.02.2020)
2. Федеральный закон от 11.03.2019 г. № 97 "Об основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения

химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу” [Электронный источник] / <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72092478/> (дата обращения 03.02.2020)

3. Выращивание лосося [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uifsa.ua/about-fish/norwegian-salmon/salmon-farming>, свободный (дата обращения: 03.02.2020).

4. Вакцинация лосося: как Норвегия избегает использования антибиотиков при разведении рыбы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.who.int/features/2015/antibiotics-norway/ru/>, свободный (дата обращения: 03.02.2020).

5. Гришин В.Н. Современные проблемы пресноводной аквакультуры: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 138 с.: ил.

6. Козлов В.И. Экологическое прогнозирование ихтиофауны пресных вод (на примере Понто-Каспийского региона). - М.: ВНИРО, 1993. - 252 с.

7. The state of world fisheries and aquaculture. – Rome: FAO, 2018 – p.227

8. David Dudgeon. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges/ David Dudgeon, Angela H. Arthington, Mark O. Gessner, Zen-Ichiro Kawabata, Duncan J. Knowler, Christian Leveque, Robert J. Naiman, Anne-Helene Prieur-Richard, Doris Soto, Melanie L. J. Stiassny, Caroline A. Sullivan. – United Kingdom: Cambridge Philosophical Society, 2005 – pp. 163–182

9. Matthias Halwart. Culture of fish in rice fields/ Matthias Halwart, Modadugu V. Gupta. – Rome: Practical Printers Sdn. Bhd., 2004 – p. 83

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ, ВЕТЕРИНАРНЫЕ И ЗООТЕХНИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ (*PELOPHYLAX  
RIDIBUNDUS*) В УСЛОВИЯХ ФЕРМЫ**

**Желанкин Р.В.**

*ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет-МСХА  
им. К.А. Тимирязева, e-mail: zhelankin86@mail.ru*

**BIOLOGICAL, VETERINARY AND ZOOTECNICAL FEATURES OF  
CAPTURE LAKE FROG (*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS*) IN FARM  
CONDITIONS**

**Zhelankin R.V.**

***Резюме.** В статье описывается возможность разведения широко распространенного в России вида земноводных – озерной лягушки. Лягушки обладают большой плодовитостью, небольшим периодом наступления половой зрелости, относительной неразборчивостью в пище и при этом быстрым набором веса при кормлении. Оптимальным кормом могут считаться насекомые, т.к. составляют более 85% рациона лягушки в природе. По нашим подсчетам, основанным на расчетных коэффициентах потребления корма на 1 г живой массы лягушки в день, для лягушачьей фермы в 3600 лягушек, состоящей из 3000 сеголеток и 600 взрослых особей, потребуется 4752 г насекомых в день.*

*Среди болезней следует выделить ранадвироз, герпесвироз, хламидиоз, другие бактериальные и грибковые поражения, заражение кровепаразитами, инфузориями, гельминтозы (77 видов) – как половозрелые паразиты, так и личинки; а также ряд незаразных патологий. Лягушачьи фермы существуют в нескольких странах Европы, Азии и Америки, но в остальных странах, где существует культура использования лягушек в пищу, в основном практикуют их отлавливание в природе. Несмотря на сложность культивирования лягушки в хозяйстве, ее зоотехнические характеристики позволяют разводить этот вид на территории России.*

***Ключевые слова:** разведение лягушек, кормление амфибий, болезни амфибий*

***Summary.** The article describes the possibility of breeding a widespread amphibian species in Russia - the lake frog. Frogs have great fecundity, a short period of puberty, relative illegibility in food, and at the same time fast weight gain during feeding. The best food can be insects, because make up more than 85% of the frog's diet in nature. According to our calculations, based on the estimated feed consumption*

*factors per 1 g of frog live weight, for a frog farm of 3600 frogs, consisting of 3000 one-year-old and 600 adult individuals, 4752 g of insects per day will be required.*

*Among the diseases, one should single out ranavirus, herpesvirus, chlamydia, other bacterial and fungal infections, infection with blood parasites, ciliates, helminthiasis (77 species) - both mature parasites and larvae; as well as a number of non-communicable pathologies. Frog farms exist in several countries of Europe, Asia and America, but in other countries where there is a culture of using frogs for food, they mainly catch them in nature. Despite the complexity of frog cultivation on the farm, its zootechnical characteristics make it possible to breed this species in Russia.*

**Key words:** *frog breeding, amphibian feeding, amphibian diseases*

**Введение.** Озерная лягушка (*Pelophylax ridibundus*) является самым крупным и основным используемым в пищу земноводным в Европе – длина тела взрослой особи достигает до 17 см и средняя масса - 128 – 250 г [21]. Продолжительность жизни этого земноводного в природе составляет 6 - 10 лет, и оно занимает важное место в пищевых цепях биоценоза водоемов [17]. Тем не менее, лягушки – пойкилотермные животные, что означает зависимость их метаболизма от температуры окружающей среды. В связи с этим жизненная активность в течение года и даже в течение суток может резко меняться, и самым длинным периодом отсутствия активности является зимняя спячка, которая может длиться от 4 до 7 месяцев в зависимости от климатической зоны. При этом многие качества озерной лягушки позволяют рассматривать это животное как объект для массового культивирования. Этими качествами являются большая плодовитость, быстрый набор веса при кормлении, небольшой период наступления половой зрелости, а также относительная неразборчивость лягушек в пище.

**Целью работы** является рассмотреть некоторые физиологические свойства и параметры жизненного цикла озерной лягушки с позиций зоотехнической и ветеринарной науки.

**Онтогенез и размножение.** Общее количество икринок, выметанных самкой озерной лягушки, колеблется от 1100 до 16400 штук. Эмбриональное развитие длится 3 – 10 суток (в среднем 5 суток). С момента выклева первой партии личинок из икры до начала выхода сеголеток проходит 72 – 100 дней. В условиях повышенной плотности календарные сроки начала выхода сеголеток значительно более поздние, чем в контроле (на 11 – 25 дней) [18]. Высокая плотность икры и личинок ведет к ухудшению условий жизни внутри скопления вследствие накопления токсичных продуктов обмена и гипоксии, и высокой смертности.

Головастики питаются одноклеточными, диатомовыми и зелеными водорослями, а также простейшими, и соскабливают детрит с предметов.

Размеры головастика составляют 40 – 90 мм. Рост головастика озерной лягушки происходит быстрее, чем у других бесхвостых амфибий – до 1 мм в сутки. Личинки ведут дневной образ жизни при температуре 18-28° С, пик их активности приходится на 12 часов дня, на ночь они прячутся на дно. В дельте Волги у головастика длиной в 17 мм вес пищи составляет в среднем 5,9% от веса их тела, при длине в 35 мм - 5,4%, а при длине 63 мм - 2,3%, т. е. потребление пищи в процессе развития уменьшается примерно в 3 раза.

В природе головастики озерной лягушки зимуют, и в зависимости от их активности в зимовальном водоеме, головастики выходят из зимовки либо наиболее крупные (при активном питании в течение зимы), либо мелкие (если зимой они не питаются). Соответственно, такое же соотношение размеров наблюдается у метаморфизировавших особей. У озерной лягушки стратегии личиночного развития направлены на более крупные размеры метаморфов (сеголеток), часто в ущерб более быстрому развитию: размеры сеголеток колеблются между 16 – 30 мм. Это связано с конкуренцией с одновозрастными сородичами, а также каннибализмом со стороны взрослых особей, так как метаморфы остаются в водных и околоводных местообитаниях [16]. Половозрелость наступает с 2 лет при размере 80 – 100 мм и массе 92 - 110 г.

**Температурные параметры активности озерной лягушки.** Метаболизм земноводных зависит от температуры, наиболее эффективные показатели метаболизма наблюдаются при температуре 20 - 25° С, при более низких температурах потребление кислорода снижается и животные отказываются от пищи, а при более высоких они прячутся в воду или прохладные убежища, дабы снизить потребление кислорода. Животные уходят на зимовку при 10° С, а прекращается их активность при 6 - 9° С. Зимуют лягушки под водой, и при этом живут только за счет кожного дыхания: при 0° С потребление кислорода уменьшается в 2 раза, а выделение CO<sub>2</sub> – в 20 раз [5]. Откладка икры начинается при температуре воды 15,6 – 18,6° С [10].

**Питание.** Для культивирования лягушек основным вопросом является вопрос составления рациона и частоты кормления этих животных, что позволит автоматизировать процесс кормления. Известно, что активность лягушек при оптимальных «летних» температурах круглосуточная, поэтому в условиях помещения при поддержании оптимальной температуры потребуются частое или обильное питание.

В рацион сеголеток озерной лягушки в осенний период входят, по большей части, брюхоногие моллюски и хирономиды – личинки комаров. В летний период в городских популяциях лягушек доминируют насекомые: жуки (54,5%), стрекозы и сетчатокрылые (по 4,5%), ручейники (6,1%), перепончатокрылые (7%) и менее 2% - двукрылые, прочие насекомые - 7,8%. Также встречаются в рационе лягушек пауки (4,5%) и рыбы (6,1%) и моллюски (3%). В условиях

природной и лесопарковой зоны в Самарской области лягушки потребляют больше позвоночных животных – рыб до 15%, других лягушек или мелких особей своего вида – 4%, и мелких млекопитающих – 5% [13]. В общем, наблюдается снижение видового разнообразия и числа жертв в рационе зеленых лягушек с возрастанием антропогенной нагрузки на урбанизированных территориях. Для понимания соотношения различных объектов питания озерной лягушки они подвергались классификации в соответствии с их средой обитания и передвижением. В рационе озерной лягушки преобладали обитатели наземно-воздушной среды (атмобионты – 65%), намного меньше – гидробионты (5,5%), остальные – обитатели почвы, надводные организмы и случайно упавшие в воду животные. По способу передвижения наиболее выделяются ходяче-бегающие (51,2%) и активно летающие животные (только насекомые – 23,2%). Также присутствуют активно плавающие (4,1%), прыгающие (прямокрылые насекомые – 2,6%), малоподвижные (7,6%), ползающие попадались крайне редко (0,1%), а для остальных животных способ передвижения был неясен (видимо, из-за недостаточности материала для определения видов). Причем было выяснено, что озерная лягушка больше чем другие водные лягушки Воронежской области, потребляет 43,8% насекомых-фитофагов – вредителей сельского хозяйства [14].

Наблюдается тенденция снижения величины рациона лягушек по мере удвоения массы особи. Для озерных лягушек массой тела 20 г потребление пищи в процентах от массы тела составляет 6%. При массе в 128 г потребление пищи составляет 1,5%. Для сравнения, более крупный представитель бесхвостых земноводных, культивируемых в условиях южных стран - лягушка-бык массой в 19,2 г потребляет пищи 3,7% от массы тела, при 35 г – 3,3%, а при 256 г – 0,7%.

Для лягушки калорийность среднесуточной дозы корма, состоящего из насекомых, составляет 4,6 – 8,8 кДж/ г живой массы. В среднем земноводные ассимилируют 77% потребленной пищи и 32% ассимилированного органического вещества превращают в новую биомассу, так что валовый коэффициент экологической эффективности (отношение продукции к потреблению) взрослых особей достигает 25% [5].

**Паразиты, болезни, смертность.** Амфибии чаще являются носителями инфекционных и инвазионных патогенов, а сами болезни проявляются не так часто. Из грибковых заболеваний у лягушек встречаются: грибковые поражения кожи (в т.ч. хитридиомикоз), сапролегниоз (у личинок). Из бактериальных поражений необходимо отметить хламидиоз (пневмония, анемия, поражения печени и отёки), болезнь «красных ног» (аэромоназ), микобактериоз, фавобактериоз, бактериальная дерматосептицемия смешанной этиологии, а также кишечный сальмонеллез. В частности, в аквариумной культуре шпорцевых лягушек был выявлен высокий уровень смертности (90%) при хламидиозе, вызванном *Chlamydia pneumoniae*, опасной для человека, а в

природе носителями этих бактерий оказались прудовые лягушки (*Pelophylax lessonae*) – близкие родственники озерных лягушек [1]. Вирусные болезни лягушек включают ранавирусную инфекцию (иридовирин, герпесвирус Люка [4]. Протозойные болезни лягушек вызываются кровепаразитами (5 видов), трипаносомами (*Trypanosoma rotatorium*), споровиками (*Lankestellina minima*, *Dactylosoma ranarum*, *Haemogregarina magna*, *Cyrtamoeba bacterifera*). В частности, кишечными паразитическими простейшими являются 7 видов, среди которых наиболее распространены инфузории (*Opalina ranarum*, *Balantidium entozoon*, *Nyctotenus cordiformis*). В 1950-х гг. в дельте Волги наблюдался высокий процент заражения простейшими лягушек всех возрастных групп, а также головастиков, но зимой интенсивность несколько снижалась [6].

У озерной лягушки зарегистрировано 77 видов гельминтов, среди которых трематод – 45 (как взрослых паразитов, так и личинок – церкарий и цист) , моногеней – 1 (*Polystoma integerrimum*), цестод – 2 (*Nematotaenia dispar*, *Mesocestodes sp.* - личинки), акантоцефалов – 6 и нематод – 23 вида (как взрослых паразитов, так и личинок). Церкарии, метацеркарии и цисты трематод вызывают изъязвление кожных покровов, а метацеркарии трематод *Codonoccephalus urnigerus* вызывают поражение гонад и патологическую кастрацию самцов и самок лягушек [12].

Незаразные патологии озерной лягушки включают: аномалии личиночных стадий и сеголеток, связанные с генетическими отклонениями (например, полидактилия), скелетные аномалии (в т.ч. удвоение конечностей) и аномалии органов, связанные с паразитарными инвазиями [2; 20], опухоли (кожные аденомы, гепатома, саркома) [22]. Также отдельно следует выделить саркоидоз – хроническое системное заболевание, при котором в различных органах возникают неказеифицирующиеся гранулемы шаровидно-грибовидной формы и плотной консистенции. Этиология саркоидоза невыяснена, но предполагается что он возникает как следствие инфекционных, алергогенных или химических факторов. У лягушек были выявлены случаи саркоидоза желудочно-кишечного тракта и печени [3].

Наибольшая смертность наблюдается на стадии икры (87%), а в момент выклева головастиков гибнет до 16,9 % отложенной икры [10]. Также немало гибнет личинок. Так, смертность на эмбриональном этапе развития озерной лягушки в 1980-х гг. в окрестностях г. Краснодар была 60 - 68,2 %. При метаморфозе уровень смертности сеголеток в природе повышается по сравнению с таковой у личинок. Процент личинок, закончивших метаморфоз, от общего количества вылупившихся головастиков, составляет 20,8 %, а по отношению к отложенной икре - 6,6 % [9]. При этом выживаемость личинок в проточных водоемах наблюдается больше 20%, а в стоячих – менее 2%. У взрослых лягушек уровень смертности невелик – гибель наступает при нападении врагов и от

хронических болезней. Особенно большая смертность взрослых особей происходит во время зимовки при промерзании водоемов (заморы) и нередко гибель во время брачных миграций.

**Расчеты и рекомендации для организации лягушачьей фермы.** При создании автоматизированной фермы по выращиванию и размножению озерной лягушки мы предлагаем проект, согласно которому в одном из резервуаров содержатся взрослые лягушки репродуктивного возраста (около 600 особей), в другом – головастики, в третьем – сеголетки (около 3000 особей) [8]. Взяв средний показатель откладки икры одной лягушкой 1500 икринок, в соответствии с показателем выживаемости в 6,6%, для получения достаточного количества (3000) лягушат-метаморфов (сеголеток) потребуется не более  $3000 \div 99 = 30$  лягушек-самок, и соответственно 10 – 30 самцов. Но если взять наиболее плодовитых лягушек, может даже потребоваться всего 1 самка.

Наиболее перспективным для хозяйственного содержания озерной лягушки мы считаем кормление насекомыми, содержащимися в двух разных культурах – мучных хрущаков (*Tenebrio molitor*), на основе которых был разработан проект программно-аппаратного комплекса [7] и туркменских тараканов (*Shelfordella turkmeniaca*). Так, при содержании 3000 лягушат-сеголеток на специализированной ферме потребуется  $1,2 \text{ г} \times 3000 = 3600 \text{ г}$  насекомых в день; а для 600 взрослых лягушек  $1,92 \text{ г} \times 600 = 1152 \text{ г}$ . Итого для лягушачьей фермы в 3600 лягушек потребуется 4752 г насекомых в день. Допуская, что на 1 г массы сеголетка приходится максимальная калорийность, а на 1 г массы взрослой особи – минимальная, сеголетки массой 20 г потребляют  $20 \times 8,8 = 176 \text{ КДж/ день}$ , а взрослые особи массой 128 г:  $128 \times 4,6 = 588,8 \text{ КДж/ день}$ . Рассчитаем потребление насекомых в лягушачьей ферме на примере кормления личинками мучного хрущака. Так, калорийность 1 г личинок мучного хрущака составляет 180 ккал =  $4,1868 \times 180 = 753,624 \text{ КДж}$ . При учете среднего показателя ассимиляции корма лягушками 25% получим для сеголеток  $176 \times 4 = 704$ , т.е. необходимый минимум менее 1 г; а для взрослых лягушек:  $588 \times 4 = 2352$  – более 3 г в день. Из этого следует, что по сравнению с предыдущим расчетом исходя из процентов массы корма от массы особи, расчет по энергетической ценности более актуален для ведения хозяйства, и именно из него нужно вычислять рационы откорма лягушек.

Отдельно нужно указать, что при ветеринарном контроле отловленных в водоеме и вводимых в хозяйство лягушек необходимо проводить микроскопическую, серологическую и бактериологическую диагностику, а также общеклинический анализ крови [11]. При обнаружении патогенов у отдельных особей нужно отсаживать больных (или определенных как носители) лягушек и проводить лечение, а в карантинных бассейнах (аквариумах) – профилактические и противозооотические мероприятия. При выявлении

бактериальных и вирусных патологий в порядке лечения следует применять энрофлоксацин или тетрациклин, грибковых - итраконазол, а паразитарных – фенбендазол, левамизол и ивермектин. При лечении заболеваний, поражающих желудочно-кишечный тракт, следует применять хлорамфеникол [23]. Карантинные бассейны следует дезинфицировать четвертичными аммонийными соединениями или препаратами на основе полигуанидинов [15]. В воду бассейна после смыывания дезинфектанта следует добавить метиленовую синь.

**Заключение.** Таким образом, для выращивания озерной лягушки – ценного объекта аквакультуры – необходимо учитывать параметры роста сеголеток до достижения ими половозрелости, а для взрослых особей - в нагульный период. Расчеты показали, что для лягушачьей фермы в 3600 особей (3000 сеголеток и 600 взрослых лягушек) в день потребуется в среднем 4752 г насекомых, но возможна оптимизация кормления ввиду несоответствия весовых коэффициентов потребления на 1 г массы лягушки и расчетных данных при учете среднего показателя ассимиляции корма. Анализ литературных источников показал, что основными заболеваниями, поражающими озерную лягушку являются ранамироз, герпесвироз (с возникновением опухолей), хламидиоз, сальмонеллез, хитридиомикоз, заражение кровепаразитами, инфузориями, гельминтозы – как половозрелые паразиты, так и личинки; а также генетические аномалии и саркоидоз. При выявлении патологий следует применять карантинные меры, изолировать и лечить больных животных. Это необходимо учитывать при культивировании озерной лягушки.

### **Литература.**

1. Буракова А.В., Равилов Р.Х., Герасимов В.В., Замалетдинов Р.И. К исследованию распространения хламидиоза в городских популяциях земноводных // Вопросы герпетологии: Материалы III съезда Герпетологического общества им. А.М. Никольского. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 60 – 63
2. Буракова А.В., Вершинин В.Л. Паразитарные инвазии как источник скелетных аномалий амфибий // Аномалии и патологии амфибий и рептилий: Материалы международной школы-конференции. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та. – С. 37 – 45.
3. Ведерников А.А., Дробот Г.П. О случае саркоидоза у бесхвостых амфибий на территории республики Марий Эл // Вопросы герпетологии: Материалы V съезда Герпетологического общества им. А.М. Никольского. - Минск: Право и экономика, 2012. – С. 46 – 48
4. Вершинин В.Л. Основы методологии и методы исследования аномалий и патологий амфибий. Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2015. – 80 с.

5. Гильманов Т.Г. Введение в количественную трофологию и экологическую биоэнергетику наземных позвоночных. Часть 1. Основные модели. Пойкилотермные животные. Учебно-методическое пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 180 с.
6. Дубинина М. Н. Экологическое исследование паразитофауны озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) дельты Волги // Паразитол. сб. зоол. ин-та АН СССР. 1953. Т. 12. – С. 300-350
7. Желанкин Р.В. Спиридонов А.В. Проектная разработка автоматизированной линии кормления животных с использованием личинок насекомых в качестве живого корма // Теоретический и научно-практический журнал «Инновации в сельском хозяйстве» ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. - 2017. - №3 (24). – С. 233 – 239.
8. Желанкин Р.В., Дернаков В.В., Пронина Г.И. Автоматизация кормления лягушек при аквариальном разведении // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. Часть I. Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2020.– С. 232 - 236
9. Жукова Т. И., Писаренко М. М. Выживаемость и темп роста головастиков некоторых видов бесхвостых амфибий на Северном Кавказе // Фауна и экология амфибий и рептилий. Краснодар: 1984. – С. 30–38.
10. Жукова Т. И., Сайгашева Т. Г. особенности размножения внутривидовых группировок озерной лягушки в окрестностях г. Кропоткина // Фауна и экология некоторых видов беспозвоночных и позвоночных животных Предкавказья. – Краснодар: 1990. – С. 47–55.
11. Иванов А.А., Пронина Г.И., Корягина Н.Ю. Гематология пойкилотермных гидробионтов. Монография. Иркутск: ООО «Мегапринт», 2018. – 133 с.
12. Иванов В. М., Семенова Н. Н., Калмыков А. П. Влияние гельминтов на поведение амфибий в дельте Волги // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2009. № 5 (24). – С. 60–61. ISSN 1993-5552.
13. Кузовенко А.Е., Файзулин А.И. Трофические связи зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) урбанизированных территорий Самарской области // Вопросы герпетологии – материалы V съезда Герпетологического общества им. А.М. Никольского. – Минск: Право и экономика, 2012. – С. 130 – 134
14. Кулакова Е. Ю., Лада Г. А., Резванцева М. В. Питание зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) в смешанной популяционной системе *Rel*-типа в Хоперском заповеднике (Воронежская область)// в кн.: Вопросы герпетологии: Материалы Четвертого съезда Герпетологического общества им. А. М. Никольского. С-Пб: Изд-во «Русская коллекция», 2011. – С.124–127.

15. Ким И.Н., Ткаченко Т.И. Моющие и дезинфицирующие средства, используемые в рыбоперерабатывающей промышленности // Пищевая промышленность №2, 2009. – С. 28 – 30.
16. Ляпков С.М., Фоминых А.С. Внутрипопуляционная изменчивость длительности водной фазы жизненного цикла озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* (Anura, Amphibia) и размеров головастиков и метаморфов // Эволюционная и функциональная морфология позвоночных. Материалы Всероссийской конференции и школы для молодых ученых памяти Ф.Я. Дзержинского. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2017. – С. 192–199.
17. Ноздрачёв А.Д., Поляков Е.Л. Анатомия лягушки: практ. пособие для биол., медич. и с.-х. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1994. – 320 с.: ил.
18. Пикулик М.М. Экспериментальное изучение роста и развития личинок бесхвостых амфибий в природных условиях // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биол. наук. Свердловск, 1977.
19. Рыжиков К.М., Шарпило В.П., Шевченко Н.Н. Гельминты амфибий фауны СССР. - М.: Наука, 1980. – 279 с.
20. Файзулин А.И. Анализ морфологических аномалий в условиях антропогенной трансформации местообитаний бесхвостых земноводных // Аномалии и патологии амфибий и рептилий: материалы международной школы-конференции. - Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та. - С. 171 – 178.
21. Хай В. Д. Мукатова М. Д., Сколков С. А. О возможности использования озерной лягушки (*Rana ridibunda*) в качестве пищевого сырья // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 2013. № 1. – С. 190-193.
22. Schlumberger H.G., Lucke V. Tumors of fishes, amphibians and reptiles. *Cancer research*, 1948. – Vol. 8(12): 657 – 754.
23. Wright K.N., Whitaker B.R. *Amphibian Medicine and Captive Husbandry*. 1st Edition. Krieger Publishing Company, 2001. – 570 p.

## НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ В АКВАКУЛЬТУРЕ

**Жигин А.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и  
океанографии», Федеральное агентство по рыболовству,  
[azhigin@gmail.com](mailto:azhigin@gmail.com)

## SOME RESULTS AND TRENDS IN THE USE OF RECULATING SYSTEMS IN AQUACULTURE

**Zhigin A.V.**

**Резюме.** Изложена краткая хронология появления циркуляционных установок в мировой и отечественной аквакультуре. Представлены главные приоритеты разработок российских ученых в области методов и аппаратов очистки воды, биотехнике товарного осетроводства в рыбоводных установках, решение проблемы создания безотходного рыбоводного хозяйства с применением гидропоники для утилизации осадков. Показано, что технология УЗВ – базовая инновация в аквакультуре, способная в сочетании с другими методами вывести все ее направления на новый технологический уровень. Отмечена современная устойчивая положительная тенденция к импортозамещению технологического оборудования на российские высокоэффективные образцы меньшей стоимости.

**Ключевые слова:** установки с замкнутым водоиспользованием, УЗВ, рыбоводное оборудование, инновация в аквакультуре.

**Summary.** A brief chronology of the appearance of circulating devices in the world and domestic aquaculture is presented. The main priorities of Russian scientists' developing in the field of water cleaning methods and devices, biotechnics of commercial sturgeon culture in fish-breeding installations, and solving the problem of creating a waste-free fish farm using hydroponics for sludge utilization are presented. It is shown that the RAS-technology is a basic innovation in aquaculture, which in combination with other methods can take all its directions to a new technological level. A modern stable positive tendency towards import substitution of technological equipment for Russian high-effective samples of lower cost is noted.

**Key words:** recirculations systems, RAS, fish-breeding equipment, innovation in aquaculture.

За последние годы в мировой практике накоплен огромный положительный опыт в области разработки и эксплуатации рыбоводных

установок с замкнутым водоиспользованием (УЗВ), широкое внедрение которых будет способствовать решению стоящих перед человечеством насущных экологических и продовольственных проблем в третьем тысячелетии.

Предшественниками промышленных замкнутых систем, безусловно, являлись известные с давних времен всевозможные аквариумные искусственные экосистемы разного уровня сложности, на которых мы не будем останавливаться. В основном их назначение заключалось в удовлетворении эстетических потребностей человека, реже – в содержании пищевых организмов.

По имеющимся у нас данным (табл. 1) первое промышленное предприятие для выращивания рыбы с использованием замкнутой системы водоснабжения бассейнов было введено в эксплуатацию в 1951 году в Японии для выращивания карпа [Steffens, 1968; Александрийская, Котляр, 1979; Стеффенс, 1985].

Таблица 1 – Хронология появления в мире промышленных УЗВ

Страна	Год
Япония	1951
США	1957
Австрия, ФРГ	Конец 60-х – начало 70-х
СССР	Конец 60-х – начало 70-х

Первые установки с замкнутым водоиспользованием в США появились в 1957 году в Калифорнии для выращивания лососевых видов рыб [Лавровский, 1976].

Чуть позднее, в 60-х годах прошлого века, исследования в этой области начались в Западной Европе. К началу 70-х годов в ФРГ стали появляться первые опытно-промышленные рыбоводные установки. В частности, была широко разрекламирована, в т.ч. и в нашей стране, компания «Штеллерматик». Интенсивно в этом направлении в тот же период велись исследования и разработки в бывшей ГДР.

Бурное развитие этого направления исследований отмечалось в 80-х годах прошлого века и в других промышленно развитых европейских странах, особенно тех, экономика которых традиционно тесно связана с рыбным хозяйством, например, в Норвегии, Дании, Франции, Голландии.

Тогда же отмечена активизация аналогичных исследований в СССР. Однако по нашим данным работы по промышленной аквакультуре в замкнутых системах в нашей стране ведут начало с 1966 года (табл. 2), когда В.К. Мозгов

разработал способ круглогодичного выращивания рыб [Мозгов, 1966], а через год и устройство для его осуществления [Мозгов, 1968]. Но, к сожалению, эти отечественные изобретения в те годы не нашли практического применения, хотя являлись для своего времени определенным достижением в области аквакультуры.

Таблица 2 – Хронология появления УЗВ в СССР

Разработка	Год	Авторы
Способ круглогодичного выращивания рыб и устройство для его осуществления	1966-68	В.К. Мозгов
Первая промышленная система в ф/х «Сходня»	1973	В.В. Лавровский
Первая промышленная УЗВ «Биорек»	1978	Аси А.А., Рельве П.Ф., Херем Х.-Я.Э.
Начало широкого внедрения	1980	

Первая система с оборотным водоснабжением промышленного масштаба пущена в эксплуатацию в 1973 г. в форелевом хозяйстве «Сходня». Она разработана В.В. Лавровским в МСХА им. К.А. Тимирязева для инкубационно-малькового цеха с многократным использованием артезианской воды и очисткой её в биологических прудах-отстойниках [Лавровский, 1976, 1979, 1981]. Благодаря внедрению системы оборотного водоснабжения бассейнов, только за первые пять лет её эксплуатации, объём производства товарной рыбы в хозяйстве вырос в 3,7 раза [Санько, 1982].

В 1978 году специалистами эстонского рыболовецкого колхоза им. С.М. Кирова разработана первая в СССР промышленная установка для круглогодичного выращивания товарной рыбы «Биорек» с вращающимся дисковым биофильтром [Аси, Ууккиви, Херем и др., 1980] для выращивания форели. Прототипом при её создании послужила немецкая установка «Штеллерматик». Максимальная единовременно содержащаяся ихтиомасса в УЗВ «Биорек» достигала 900 кг (75 кг/м<sup>3</sup>).

Мощный рывок в развитии рыбоводства с использованием замкнутых систем в нашей стране произошёл в начале 80-х годов 20-го века, что было вызвано двумя основными причинами.

Во-первых, к этому времени был накоплен определённый научно-практический опыт эксплуатации замкнутых систем, требующий своего перехода в новое качество – практическое воплощение в промышленных масштабах рыбохозяйственной отрасли. Именно тогда во ВНИИПРХ

лаборатория индустриального рыбоводства, руководимая В.И. Филатовым, начала комплексные широкомасштабные исследования, возглавив процесс систематизации и обобщения имеющегося в стране опыта, а также ведение целенаправленных дальнейших исследований в этой области и их внедрение в отечественную аквакультуру.

Во-вторых, обостряющиеся трудности в обеспечении населения страны продуктами питания вынудили тогдашнее государственное руководство провозгласить курс на развитие аграрных подсобных хозяйств при каждом промышленном предприятии, многие из которых стали создавать рыбоводные цеха, использующие современные достижения аквакультуры. Появилась возможность объединить научный потенциал рыбохозяйственной науки с мощным научно-производственным потенциалом индустриальных предприятий и целых отраслей.

В конце 80-х годов прошлого столетия в стране функционировало примерно 100 подсобных рыбоводных хозяйств промышленных предприятий, которые производили около 5 тыс. тонн товарной рыбы в год [Рабчёнок, Орлов, Рычагов, 1987]. Из них более 1 тыс. тонн производилось в хозяйствах с замкнутым водоснабжением рыбоводных бассейнов.

При этом специалисты создаваемых хозяйств активно вели рыбоводно-технологические и опытно-конструкторские работы в области аквакультуры. Ярким примером создания подсобного хозяйства на промышленном предприятии стал крупнейший цех по выращиванию рыбы Верх-Исетского металлургического комбината в Свердловске (ныне Екатеринбург) мощностью около 300 тонн товарной рыбы в год [Бобылев, Трунилов, Швец, Щербань, 1985 и др.]. Он стал своеобразным научно-практическим полигоном, на котором был создан целый ряд рыбоводных установок и аппаратов очистки воды.

Важный вклад в развитие индустриальной аквакультуры внесли сотрудники подсобного рыбоводного хозяйства Новолипецкого металлургического комбината. Именно в этом хозяйстве впервые в нашей стране было освоено культивирование клариевого африканского сома в промышленных масштабах, совместно с сотрудниками МСХА выведена отечественная порода нильской тилляпии «Тимирязевская», предназначенная для индустриального выращивания, налажено крупнейшее производство ряда осетровых видов рыб. Особых успехов специалисты хозяйства добились по выращиванию русского осетра, кроме того, здесь велась работа по оценке продуктивности ряда гибридных форм осетровых [Орлов, Рычагов, 1985; Лабенец, 1991; Устинов, Севрюков, Семьянихин, Подушка, 2000 и др.].

Работы в области замкнутых систем проводились исследователями ГосНИОРХ в лаборатории Е.П. Попова, внедрявшиеся в подсобном рыбоводном цехе ВНИИ «Электрон» (г. Санкт-Петербург).

Следует отметить исследования Е.И. Хрусталева [2008 и многие др.], И.В. Проскуренко [2003], а так же многочисленные публикации популяризатора УЗВ Ю.И. Орлова, которые много сделали для распространения передового опыта применения установок в аквакультуре.

Важно отметить, что некоторые разработки российских ученых в области очистки воды в мире имеют принципиальный приоритет.

Например, возвращаясь к разрекламированным УЗВ «Штеллерматик», интересно вспомнить, что ещё в 1917 году в России была выдана «Привилегия на способ биологического очищения воды, отличающийся тем, что в бассейне с очищаемой водой повторно погружаются и поднимаются для предоставления действию воздуха железный каркас с натянутыми в нём проволоками, на которые насажены пластины из пробки, ваты или кусков ткани, или тела из лёгкого материала» [Яковлев, Воронов, 1975].

Нашей стране принадлежит приоритет в разработке блочных типов загрузки биофильтров, поверхности элементов которой, например, труб, располагались с наклоном в 60°, что обеспечивает сползание отмирающей биоплёнки в нижнюю часть аппарата. Впервые в мире подобные блочные субстраты для биологической очистки сточных вод были использованы в нашей стране ещё во второй половине 30-х годов прошлого века, опередив зарубежные страны на 20 лет [Яковлев, Воронов, 1975].

Важным этапом в развитии рыбоводных циркуляционных систем стало использование плавающих наполнителей для биофильтров, впервые в мире применённое в 1981 году в подсобном рыбоводном хозяйстве ЛНПО «Союз» д.т.н. В.Н. Кореньковым с соавторами [1983, 1984, 1985 и др.]. Чуть позднее исследователи Ленинградского инженерно-строительного института (ЛИСИ) под руководством д.т.н. Ю.А. Феофанова [1991 и др.] предложили использовать в качестве загрузочного материала биофильтров плавающие гранулы из полиэтилена. В основу работы таких биофильтров с плавающими наполнителями заложен принцип постоянной регенерации загрузки при осуществлении ее организованного движения в объёме аппарата, которое обеспечивается гидравлическим или пневматическим способом. В этом направлении отечественные научные достижения также опередили зарубежные страны на 10-15 лет.

Нарастающий разрыв между спросом и предложением осетровой рыбопродукции в 90-е годы способствовал становлению и развитию товарного осетроводства. Кроме того, встал вопрос о получении икры осетровых видов для пищевых целей. Использование замкнутых рыбоводных систем в товарном осетроводстве также является бесспорным мировым приоритетом нашей страны. Тут можно назвать работы ВНИРО, ВНИИПРХ, центра осетроводства «БИОС»,

Волгоградского и Можайского ОРЗ, Южного научного центра РАН и других организаций.

Одним из путей повышения эффективности УЗВ является использование интегрированных технологий за счёт создания на базе рыбоводных установок искусственных экосистем, называемых агрогидроэкосистемы [Киселёв, Коваленко, Борщёв и др., 1997]. Такие комплексные системы включают выращивание гидробионтов и утилизацию продуктов их жизнедеятельности путем выращивания различных видов растений, в том числе овощных культур на гидропонике.

Первые попытки создать такую установку, по нашим сведениям, предприняты в Европе и США в 70-е годы прошлого века. В нашей стране такие исследования проводились, начиная с 1984-85 годов главным образом в МСХА имени К.А. Тимирязева [Апостол, Есавкин, Лавровский и др., 1984 и др.]. При этом на каждый килограмм выращенной рыбы получали до 18-19 кг овощей.

Под руководством В.Н. Коренькова была разработана технологическая схема безотходного рыбоводного хозяйства с полной утилизацией и переработкой осадка, образующегося в процессе очистки оборотной воды, с применением гидропоники, компостирования и вермикультуры [Кореньков, Жигин, Калинин и др., 1991].

К сожалению, следует признать, что широкое внедрение разработок существенно отставало от научных достижений и пришлось на период кардинальных социально-экономических изменений в стране. А через некоторое время отечественные разработки стали часто возвращаться в нашу страну в виде серийного зарубежного оборудования и технологий. Причем далеко не всегда это были лучшие образцы.

Сегодня на разных уровнях много говорится об инновационном развитии экономики и производства. На наш взгляд ярким примером инновационного направления развития аквакультуры можно считать внедрение установок с замкнутым водоиспользованием.

Развернутое определение понятия «инновация» может быть сформулировано как процесс освоения и внедрения в производство новых идей, технических разработок, технологий по его усовершенствованию, их коммерциализации с тем, чтобы наилучшим образом удовлетворить потребности населения и получить максимальную прибыль хозяйствующему субъекту.

Экономисты выделяют базисные инновации и псевдоинновации. В результате первых - происходит появление новых отраслей, рынков, сфер деятельности, вторые же только совершенствуют уже созданное.

Известно, что аквакультура включает в себя воспроизводство водных биоресурсов и товарную (пастбищную, прудовую, индустриальную) аквакультуру. Рассматривая результаты использования УЗВ применительно к

каждому из перечисленных направлений, можно сказать, что предлагаемые технологии и средства для их осуществления коренным образом меняют организацию каждого из них.

При воспроизводстве водных биологических ресурсов использование УЗВ позволяет в 2-3 раза быстрее сформировать маточные стада ценных, редких и исчезающих видов гидробионтов, осуществлять раннее получение половых продуктов и личинок, и в итоге иметь более крупную и жизнестойкую молодь в целях последующего ее выпуска в естественную среду обитания. Это значительно сокращает истребление молоди хищниками, позволяет выпускать ее в природные водоемы при оптимальных условиях среды, что в целом обеспечивает высокую (на порядок и более) выживаемость. В свою очередь выживаемость молоди способствует резкому росту ее промыслового возврата. В качестве примера можно привести данные исследований И.А. Бурцева (табл. 3).

Таблица – 3 Промысловый возврат русского осетра от выпуска стандартной и крупной молоди из УЗВ [Бурцев, 2013]

Средняя масса молоди, г	Количество молоди, шт.		Коэффициент промвозврата, % от выпущенного	Промысловый возврат	
	выращено	выпущено		тыс. шт.	тонн
3	1200	800	3,2	25,6	384,0
10	360	160	10,2	16,32	244,8
50	180	180	41,8	75,2	1128
Всего	-	1140	-	117,12	1756,8

Таким образом, использование циркуляционных систем способно принципиально повысить эффективность работы рыбоводных заводов по воспроизводству водных биологических ресурсов.

Кардинально меняется производственный процесс и его продолжительность при осуществлении товарного выращивания гидробионтов в прудах, садках или бассейнах с использованием крупного посадочного материала, выращенного в УЗВ, за счет раннего искусственного нереста и соответствующего продления срока подращивания.

Зарыбление подращенным в УЗВ посадочным материалом даёт возможность сократить время выращивания товарной рыбы в среднем на один год (вместо двухлетнего оборота ввести однолетний, соответственно, вместо

трехлетнего - двухлетний), при одновременном увеличении продуктивности прудов, озер и повышении качества получаемой продукции.

Такое радикальное сокращение сроков товарного выращивания позволяет высвободить значительные площади выростных, зимовальных прудов, садков и бассейнов, перепрофилировав их на производство дополнительной товарной продукции, объем которой может достигать 30% и более от производимого по традиционным технологиям. При этом полностью меняется градация климатических зон прудовой и пастбищной аквакультуры, расширяется география аквакультуры в целом.

В качестве примера можно привести опыт работы рыбхоза «Пихтовка» Воткинского района Удмуртской Республики в 2011-2017 гг., который находится в первой климатической зоне рыбоводства (табл. 4). Использование простейшей УЗВ для подращивания личинок позволило увеличить вегетационный период выращивания посадочного материала и получать сеголетков массой 100-250 г, а товарную рыбу на второй год выращивания массой 1,5-2,5 кг при рыбопродуктивности нагульных прудов 22 ц/га, против средней - 9 ц/га в 1 зоне рыбоводства [Докучаев, 2019].

Таблица 4 - Оценка экономических показателей при выращивании сеголетков карпа в ГУП УР «Рыбхоз «Пихтовка» в 2016 г. [Докучаев, 2019]

Показатель	В среднем по России	Принятая в хозяйстве технология	Усовершенствованная технология (с УЗВ)
Рыбопродуктивность, ц/га	9,0	17,2	22,0
Себестоимость 1 кг посадочного материала, руб.	120,0	63,9	45,0
Себестоимость посадочного материала с 1 га пруда, руб.	108 000,0	109 908,0	99 000,0
Выручка от реализации посадочного материала с 1 га пруда, руб.	225 000,0	430 000,0	550 000,0
Прибыль с 1 га пруда, руб.	117 000,0	320 092,0	451 000,0
Уровень рентабельности, %	108,3	291,2	455,6

Важный результат рассматриваемой инновации - возможность массового товарного выращивания помимо осетровых и лососевых практически любых, ранее недоступных для аквакультуры России гидробионтов: африканского клариевого сома, тилапий, гигантских пресноводных креветок, австралийского

красноклешневого рака, белоногой креветки колоссомы, полосатого окуня, баррамунди и некоторых других. Кроме этого, в нашей стране проводились исследования по выращиванию угря, налима, молоди пеляди, щуки, судака, речного окуня, речных раков, воспроизводству морских видов гидробионтов: бычка-кругляка, камбалы-калкана, кефалей, камчатского краба [Жигин, 2011].

Это далеко не полный перечень выращиваемых в нашей стране гидробионтов в циркуляционных системах. Уровень освоения технологии культивирования этих и других гидробионтов в УЗВ находится на разных этапах, но их широкий спектр показывает, какими огромными потенциальными возможностями в плане видового разнообразия культивируемых объектов обладают установки с замкнутым водоиспользованием.

Опираясь на вышеназванные критерии «инновационности» можно констатировать, что применение УЗВ способно кардинально изменить организацию культивирования гидробионтов во всех без исключения направлениях аквакультуры, достигая немислимых в недалеком прошлом результатов.

Другими словами, применение УЗВ в практике аквакультуры – это базисная инновация, поскольку она связана с внедрением новых идей, технических и технологических разработок, подразумевает необходимость целевого изменения организации и управления рыбоводным процессом на предприятии и дает возможность получать такие результаты, достигать которые ранее было невозможно. При этом появляется новая сфера деятельности – создание новых технологий аквакультуры и циркуляционных установок для их воплощения и соответствующий рынок для их реализации.

Однако, надо признать, что сдерживающим фактором широкого внедрения рыбоводных установок в практику аквакультуры являются высокие капитальные и эксплуатационные затраты и, в связи с этим, относительно высокая себестоимость получаемой рыбопродукции.

В последние 20 лет развитие замкнутых систем в аквакультуре осуществляется на новых технической и технологической основах.

Достаточно вспомнить, что еще в 80-е годы рыбоводные бассейны, другое емкостное оборудование и трубопроводы исполнялись в металле. Сегодня для этого используется широкий спектр всевозможных пластиков. Резко сократилась металлоемкость, упростился и ускорился монтаж пластикового оборудования. Соответственно сократилась стоимость монтажа и других капитальных затрат.

Появилось современное эффективное насосное, кислородное оборудование, озонаторы, приборы контроля. Для которых характерны экономичность, надежность в работе, низкое энергопотребление.

Разработаны специализированные для УЗВ корма для различных видов и возрастов рыб, обеспечивающие минимальные затраты корма на прирост рыбопродукции: 1,0-1,5, против 2,0-3,0 в недалеком прошлом.

Важнейшим достижением современных технологий является возможность полной компьютеризации производственного процесса с его автоматизацией, обеспечивающая не только дистанционный контроль над технологическими процессами выращивания, но и возможность дистанционного управления исполнительными механизмами, позволяющими корректировать все необходимые параметры водной среды УЗВ с выводом параметров на экран монитора и автоматической их записью. На порядок повышается качество контроля и сопровождения технологического процесса культивирования при одновременном сокращении ручного труда и обслуживающего персонала. Новое качество труда повышает престиж профессии рыбовода, но одновременно выдвигает новые повышенные требования к квалификации персонала.

Ярким примером такого инновационного предприятия является форелевое хозяйство «Ф-траут» в Калужской области мощностью 600 тонн товарной рыбы в год.

Все эти новации позволяют снижать себестоимость получаемой рыбопродукции, улучшая экономические показатели производства.

К сожалению, приходится констатировать, что на сегодняшний день большинство качественного посадочного материала, специализированных кормов, материалов и оборудования для УЗВ рыбоводы по-прежнему получают за счет импортных поставок.

Вместе с тем постепенно отмечается устойчивая положительная тенденция к импортозамещению всех выше перечисленных составляющих. Производство пластиковых бассейнов, оксигенаторов, другого емкостного и трубопроводного оборудования, загрузки для биофильтров уже давно освоено отечественными компаниями. На российском рынке появились предложения более сложного отечественного оборудования: механических фильтров, генераторов кислорода, озонаторов, которые не уступают зарубежным аналогам, но в 1,5-2 раза дешевле по стоимости.

В качестве примера можно привести компанию «Фиштехно» (г. Сочи), занимающуюся производством барабанных сетчатых фильтров, компании «Salmo.ru» (г. Жуковский), и «Ейскполимер» (г. Ейск), специализирующиеся на целом спектре рыбоводного оборудования.

К сожалению, надо отметить отсутствие официальных статистических данных о количестве работающих в нашей стране УЗВ, объемах их производства и видовом составе выращиваемых гидробионтов. По нашей оценке в России в УЗВ выращивается около 3 000 тонн рыбопродукции.

Несомненно, что эти объемы в перспективе будут возрастать, а дальнейшие разработки путей и методов повышения эффективности эксплуатации установок с замкнутым водоиспользованием позволят активизировать их применение во всех областях рыбного хозяйства.

В заключении отметим, что сами по себе УЗВ не являются единственной и главной инновацией развивающейся аквакультуры. Это лишь один из инструментов повышения ее результативности, который наиболее эффективен в сочетании с другими методами интенсификации.

### **Список использованных источников**

1. Александрийская А., Котляр О. Выращивание рыбы в циркуляционных системах // Рыбоводство и рыболовство.- 1979.- № 6.- С. 13-15.
2. Апостол П.А., Есавкин Ю.И., Лавровский В.В. и др. Совместное выращивание овощей и рыбы в замкнутой системе // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ, 1985.- № 46.- С. 165-166.
3. Аси А.А., Ууккиви А.А., Херем Х.Э. и др. А.С. 873999 СССР, МКИ А01К61/00. Установка для выращивания рыбы - № 2934703/28-13. Заявл. 09.06.80; Оpubл. 23.10.81.
4. Бобылев Ю.В., Трунилов А.А., Швец Э.М., Щербань Г.Н. Рыбоводная компактная установка «ВИЗ-РКУ(к)-240» // Рыбное хозяйство. Сер. Рыбхозхозяйственное использование внутренних водоёмов: Экспресс-информация. Отечественный производственный опыт.- М.: ЦНИИТЭИРХ, 1985.- Вып. 2.- С. 7-11.
5. Бурцев И.А. Биологические основы полноциклового культивирования осетровых рыб и создания новых пород методами гибридизации и селекции // Автореф. дисс. ... д. б. н.: 03.02.06. - Москва, 2013. - 47 с.
6. Докучаев П.В. Усовершенствование технологии выращивания рыбопосадочного материала карпа в первой зоне прудового рыбоводства // Автореф. дисс. к. с.-х. н.: 06.02.10.- Ижевск.- 2019.- 20 с.
7. Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре // М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011.- 664 с.
8. Киселёв А.Ю., Коваленко В.Н., Борщёв В.А. и др. Агروهидроэкосистема: безотходное производство сельскохозяйственной рыбной продукции // Рыбоводство.- 1997.- № 2.- С. 13.
9. Кореньков В., Лавровский В., Жигин А. и др. Безотказная работа, высокий выход продукции // Рыбоводство и рыболовство.- 1984.- № 10.- С. 7-8.
10. Кореньков В.Н., Жигин А.В., Калинин А.В. и др. Безотходный рыбоводный комплекс с замкнутым циклом водоиспользования //

Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- М., 1991.- С. 5-9.

11. Кореньков В.Н., Жигин А.В., Калинин А.В., Марченко А.А. Установка для выращивания товарной рыбы // Рыбное хозяйство.- 1985.- № 8.- С. 32-34.

12. Кореньков В.Н., Жигин А.В., Калинин А.В., Шевелёв А.А. А.С. 1514289 СССР, МКИ А01К61/00. Способ очистки оборотной воды при выращивании рыбы - № 3660999/28-13. Заявл. 09.11.83; Оpubл. 15.10.89.

13. Лабенец А.В. Температурный и гидрохимический режимы рыбоводных бассейнов системы оборотного водоснабжения // Пути повышения эффективности пресноводной аквакультуры.- М.: ТСХА, 1991.- С. 98-102.

14. Лавровский В. Первая промышленная система оборотного водоснабжения для молоди форели // Рыбоводство и рыболовство.- 1979.- № 6.- С. 7.

15. Лавровский В.В. Опыт промышленного выращивания молоди радужной форели при замкнутом водоснабжении // Изв. ГосНИОРХ: Биологические основы форелеводства.- 1976.- Т. 117.- С. 87-102.

16. Лавровский В.В. Пути интенсификации форелеводства.- М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981.- 168 с.

17. Мозгов В.К. А.С. 211941 СССР, НКИ 45 h 61/00. Способ круглогодичного выращивания рыбы - № 1106616/28-13. Заявл. 10.10.66; Оpubл. 06.12.67.

18. Мозгов В.К. А.С. 270381 СССР, МКИ А01К61/00. Устройство для выращивания рыбы - № 1218111. Заявл. 13.02.68; Оpubл. 20.02.70.

19. Орлов Ю.И., Рычагов Л.Н. Подсобные рыбоводные хозяйства промышленных предприятий // Рыбное хозяйство. Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоёмов. Обзорная информация.- М.: ЦНИИТЭИРХ, 1985.- Вып. 3.- 72 с.

20. Проскуренко И.В. Замкнутые рыбоводные установки.- М.: ВНИРО.- 2003.- 152 с.

21. Рабчёнок В., Орлов Ю., Рычагов Л. Свежая рыба на промышленных предприятиях // Рыбоводство.- 1987.- № 2.- С. 2-5.

22. Санько В. Как снизить себестоимость // Рыбоводство и рыболовство.- 1982.- № 1.- С. 8.

23. Стеффенс В. Индустриальные методы выращивания рыб // М.: Агропромиздат, 1985.- 386 с.

24. Устинов А.С., Севрюков В.Н., Семьянихин В.В., Подушка С.Б. Осетровые в опытно-промышленном рыбоводном цехе Новолипецкого металлургического комбината // Междунар. конф.: Осетровые на рубеже 21 века, Астрахань, 11-15 сент. 2000: Тез. докл.– Астрахань, 2000.- С. 321-322.

25. Феофанов Ю.А. Биореакторы с движущейся мелкозернистой загрузкой для очистки оборотных вод промышленных рыбоводных систем // Промышленное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр.- М.: ВНИИПРХ, 1991.- Вып. 64.- С. 17-18.

26. Хрусталёв Е.И. Полициклические технологии в промышленном рыбоводстве // Рыбное х-во.- № 5.- 2008.- С. 57-59.

27. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Биологические фильтры.- М.: Стройиздат, 1975.- 136с.

28. Steffens W. Neuere Japanische Ergebnisse bei der intensiven Karpfen aufzucht in Kafigen und Kreislaufanlagen // Deutsche Fischerei-Zeitung.- 1968. -В. 15, 12.- S. 323-328.

## ОПЫТ ФОРЕЛЕВОДСТВА В ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМАХ

**Жигин А.В., Максименкова А.А.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», Минсельхоз России, [azhigin@gmail.com](mailto:azhigin@gmail.com)*

## EXPIRIENCE OF TROUT BREEDING IN RECIRCULATING SYSTEMS

**Zhigin A.V., Maksimenkova A.A.**

**Резюме.** *Кратко изложено современное состояние отечественного товарного лососеводства. Представлена ретроспектива использования замкнутых систем в форелеводстве. Обобщены основные результаты полноциклового выращивания в рыбоводных установках от формирования маточного стада до получения товарной продукции.*

**Ключевые слова.** *Радужная форель, *Oncorhynchus mykiss*, установки с замкнутым водоиспользованием, УЗВ, товарное выращивание*

**Summary.** *The current state of domestic commercial salmon farming is briefly described. A retrospective of the use of recirculating systems in trout farming is presented. The main results of full-cycle cultivation in fish-breeding installations from the formation of breeding stock to the production of commercial products are summarized.*

**Key words:** *Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, recirculating aquaculture system, RAS, commercial cultivation*

В настоящее время в нашей стране лососеводство испытывает интенсивное развитие. Производство лососевых за 5 лет выросло более чем в 2 раза – до 90,8 тыс. тонн. Из них более 86% выращивается на предприятиях Северо-Западного федерального округа (СЗФО) [Электронный ресурс 1], который по итогам 2019 года занял в России первое место по темпам развития аквакультуры. Лидерами в этой отрасли являются Республика Карелия, Мурманская и Ленинградская области, где очень заметно продвинулась индустриальная аквакультура. Увеличение объемов производства связано с формированием новых рыбоводных участков, технологической модернизацией рыбоводных хозяйств, увеличением их производственных мощностей, а также мерами государственной поддержки аквакультуры, реализуемыми на территории СЗФО [Электронный ресурс 2]. На лидирующие позиции по производству рыбы стали выходить регионы, где ведется интенсивное выращивание рыбы с использованием высокоиндустриальных, современных технологий. Именно они демонстрируют

самые высокие темпы роста. Хорошо известны такие крупные инвестиционные проекты, как «Русское море – аквакультура» и «Русский лосось», позволившие за последние годы в десятки раз увеличить объемы товарного выращивания рыбы в Мурманской области.

В Ленинградской области расположено более 40 предприятий, специализирующихся на товарном рыбоводстве (главным образом это форелеводство). Более трех четвертей всего объема товарной рыбоводной продукции выращивается в естественных водоемах Приозерского и Выборгского районов, имеющих доступ к Выборгскому заливу и Ладожскому озеру. За последние годы рост объема производства составлял до 15% в год. В Ленинградской области, имеется своя база по производству рыбопосадочного материала - «Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства» в Ропше, который дает около 1 млн штук малька в год.

Вместе с тем задача обеспечения товарных форелевых рыбоводных хозяйств качественным рыбопосадочным материалом по-прежнему остается одной из главных проблем, сдерживающих это направление рыбоводства. В этой связи в Мурманской области рассматривается проект строительства современного комплекса для производства посадочного материала лосося и форели. Аналогичная задача стоит в Карелии, где планируется запустить селекционно-племенной центр по производству оплодотворенной икры и молоди в 2024 году. Однако такие инвестиции могут позволить себе только крупные компании.

В этой связи не лишним будет вспомнить имеющийся положительный опыт использования циркуляционных установок для быстрого создания ремонтно-маточных стад, внесезонной инкубации икры и получения крупного посадочного материала, с целью последующего зарыбления садков и бассейнов для товарного выращивания в традиционных условиях.

Выращивание лососевых рыб относится к холодноводному направлению аквакультуры, требующему большого количества проточной воды высокого качества. Именно относительный дефицит таких водоисточников во многом и привёл когда-то специалистов аквакультуры к разработке замкнутых рыбоводных систем. Именно одно из наиболее развитых в технологическом и техническом плане направлений рыбоводства – форелеводство - дало толчок развитию индустриальных бассейновых и садковых рыбоводных хозяйств.

В форелеводстве часто применяется повторное (многократное) водоиспользование с последовательным каскадным расположением бассейнов, без какой либо очистки. При этом в каждом последующем лотке плотность посадки рыбы, как правило, снижают на 10% относительно предыдущего. В поисках более рационального использования проточной воды и снижения её потребления столь водоёмким направлением аквакультуры, разработчики

постепенно пришли к применению циркуляционных установок.

Первые установки с замкнутым водоснабжением бассейнов по выращиванию радужной форели и других лососей были созданы в США примерно в 1957 году [Лавровский, 1976], которые затем нашли своё применение и в европейских странах. В частности в бывшей ГДР именно за счёт использования УЗВ было значительно увеличено и стабилизировано получение посадочного материала форели [Knösche, Predel, 1985].

Впервые в СССР промышленная система оборотного водоснабжения бассейнов инкубационно-личиночного цеха форелевого хозяйства «Сходня» (Московская обл.) была использована в 1973 году с очисткой воды в биологических прудах [Лавровский, 1976 и др.]. А первая циркуляционная установка промышленных объёмов, хорошо известная специалистам, была создана в Эстонском колхозе им. С.М. Кирова, называлась «Биорек» и являлась аналогом немецкой установки «Штеллерматик» с вращающимся биологическим фильтром. Именно на этой установке отечественными специалистами в основном и отработывалась биотехника полносистемного выращивания форели в УЗВ. Кроме того, работы по созданию полносистемного форелевого хозяйства на базе УЗВ и последующее выращивание рыбы осуществлялось в рыболовецком колхозе «Балтика» (Ленинградской обл.) [Лев, Плотников, Соколов, 1985].

Вместе с тем товарное выращивание форели в УЗВ не является столь актуальным вопросом для севера и северо-запада нашей страны, так как эти регионы обладают благоприятными природно-климатическими условиями для осуществления лососеводства в естественных условиях многочисленных водных объектов, в том числе в морских акваториях Белого и Баренцева морей.

Применение таких УЗВ более актуально с точки зрения раннего получения оплодотворенной икры и крупного посадочного материала. При этом их работу следует подстраивать под естественный годовой цикл производства рыбопродукции. Поскольку известно, что температура оборотной воды в УЗВ стремится к температуре окружающего её воздуха, установка для инкубации икры форели должна быть размещена в отдельном помещении, где в зимнее и весеннее время можно поддерживать температуру воздуха, близкую к оптимальным температурам воды в период инкубации икры и свободных эмбрионов. Бассейны для маточного стада также рекомендовано размещать в отдельном помещении с более низкой температурой воздуха (и соответственно воды) в преднерестовый и нерестовый периоды [Новоженин, Аси, Рельве, Херем, 1988].

Поскольку радужная форель является распространённым и традиционным объектом аквакультуры, её отношение к основным технологическим факторам водной среды достаточно хорошо изучены.

В нашей стране данные, касающиеся выращивания форели в УЗВ, накоплены в основном в период существования СССР и главным образом были получены на базе установки «Биорек» при выращивании форели Дональдсона - породной группы радужной форели, выведенной в результате длительной селекции в США, при этом основное внимание уделялось увеличению размеров и плодовитости.

Работы по рыбохозяйственному освоению форели Дональдсона были начаты в 1982 году. Результаты исследований показали, что эта форель обладала большей потенцией роста по сравнению с культивируемой в хозяйствах радужной форелью. При этом наилучшие результаты по жизнестойкости, темпу роста, ускоренному половому созреванию были получены в условиях регулируемых оптимальных параметров среды в УЗВ. Уже через год исследователям удалось получить икру от впервые созревших производителей, выращенных в УЗВ «Биорек». Первые самки созревали при средней массе 1 кг, однако полученная от них икра оказалась низкого качества и практически не оплодотворялась. Самцы созревали на 1-2 месяца раньше самок в возрасте 9-12 месяцев, но качество их спермы также было ниже по сравнению с самцами старшего возраста. К первому нересту созревало 100 % самцов и 80 % самок (ко второму все – 100 %).

В этой связи формирование маточного стада форели в УЗВ рекомендуется начинать с отбора пар повторно нерестящихся производителей, отдельной инкубации качественной икры и раздельного выращивания молоди при посадках в 2-3 раза более низких по сравнению с нормативами промышленного производства посадочного материала. Масса сеголетков в этих условиях должна составлять 500 г, и в этом возрасте уже производится отбраковка части самцов, достигших половой зрелости для составления нужной пропорции в стаде производителей, масса которых в возрасте одного года должна составлять около 1 кг, созревание самок происходит в возрасте до 1,5 лет [Киселёв, 1999]. Основные технологические принципы работы на данном этапе практически воспроизводят традиционные методы формирования маточных стад форели в индустриальных хозяйствах [Канидьеv, Новоженин, Титарев, 1985; Титарев, Сергеева, Линник, 1991], за исключением главного отличия по более быстрым срокам созревания и более крупной массе получаемых производителей [Новоженин, Аси, Рельве, Херем, 1988; Киселёв, 1999].

Температуру воды при содержании производителей в межнерестовый период рекомендовано поддерживать на уровне 16-17°C, а за 1,5 месяца до нереста и в период нереста снижать до 13-8°C. При этом в бассейны рекомендуют подавать воздух, не только для аэрации, но и для создания внутри него дополнительной циркуляции, которая благотворно воздействует на производителей при созревании гонад.

В преднерестовый период до созревания первых самок, особей кормят полноценным витаминизированным кормом с увеличением количества премикса до 2-3 %, но суточную норму уменьшают до 0,5 % от массы форели. Кормление прекращают за 4 дня до сортировки производителей по половым признакам, которую проводят за 2 недели до нереста. Кормление пастообразными смесями исключается, так как они загрязняют воду.

Рекомендуемый срок эксплуатации самцов в УЗВ составляет 1-2 года, при этом установлено, что их можно использовать 5-6 (не более 8) раз за нерест с интервалом 3 суток, самок – в течение 2-3 лет (включая первый нерест), далее необходима отбраковка производителей из-за достижения крупных размеров [Аси, Рельве, Херем, 1986; Новоженин, Аси, Рельве, Херем, 1988].

Проведённые американской компанией «Clear Springs Trout Company» эксперименты показывают, что под влиянием усиленного питания, постоянной температуры воды 15°C и контролируемого фотопериода, половые продукты форели могут созревать до 4 раз в год. Однако, при четырехразовом нересте качество икры получается довольно низким, при трёхразовом – допустимое для рыбоводных целей, а при двухразовом – хорошее, что позволяет предприятию получать икру в течение всего года [Овчинникова, 1990].

В процессе отработки инкубации икры форели и выдерживания свободных эмбрионов в УЗВ было показано, что их выживаемость зависела от возраста полового созревания самок и качества половых продуктов. При этом наибольший отход наблюдался в период инкубации икры до стадии «глазка» и при выдерживании свободных эмбрионов, хотя он не превышал существующие нормативы для прамочных систем, а выживаемость выдерживаемых эмбрионов была выше нормативных требований [Херем, Новоженин, 1985].

В дальнейшем интенсивность роста личинок обеспечивала достижение средней массы особей 1 г в течение 30-40 дней при выживаемости до 95 %, затратах корма 0,8-0,9 кг/кг привеса и плотности посадки в мальковых бассейнах типа «силос» до 30 тыс. шт./м<sup>3</sup>. Последующее опытное выращивание посадочного материала форели в УЗВ из полученной молоди средней массой 1 г показало, что при исходной плотности посадки рыбы 5 тыс. шт./м<sup>3</sup> форель достигает веса 10 г через 35 дней, и далее - 20 г за 25 суток, при выходе рыбопродукции молоди массой 10 и 20 г - соответственно 40 и 60 кг/м<sup>3</sup>, а выживаемости 90-98 % [Киселёв, 1999].

Другими исследователями установлено, что основные физиолого-биохимические и гематологические показатели сеголетков форели Дональдсона и стальноголового лосося, выращенных в регулируемых условиях УЗВ оказались в норме или близки к таковой [Шестеренко, Яновская, Быковская, Борбан, 1989].

В целом результаты многолетней эксплуатации УЗВ «Биорек» показали, что масса форели увеличивалась от 0,2 до 50 г за 120-140 дней выращивания, а

за год достигала 1 кг [Орлов, Швец, Щербань, Бутусова, 1990]. При этом максимальный индивидуальный прирост рыбы и минимальные затраты корма отмечены при ихтиомассе в бассейне 70 кг/м<sup>3</sup> [Древс, 1987], а максимально достигнутая нагрузка по товарной форели составила 83,3 кг/м<sup>3</sup> бассейна [Новоженин, Аси, Рельве, Херем, 1988].

Отмечено, что превосходство в скорости роста форели, выращиваемой в УЗВ, проявляется особенно заметно на стадии получения посадочного материала, когда она в 2-3 раза превышала таковую по сравнению с традиционными методами выращивания. Это также предопределило схему преимущественного использования УЗВ на этапе получения посадочного материала форели во внесезонные сроки с последующей её пересадкой в хозяйства нагульного типа. В результате общий срок производства товарной продукции сокращается до 1 года и менее. Примером комбинированного выращивания товарной форели с использованием УЗВ и прямоточных бассейнов являлось хозяйство рыболовецкого колхоза им. С.М. Кирова, где в течение зимнего времени в УЗВ «Биорек» выращивался крупный (100-200 г) посадочный материал, который в дальнейшем, при наступлении благоприятных условий, пересаживали в бассейны, где он достигал к концу первого года 400-800 г. То есть получаемая продукция переходила в разряд ценной и более дорогой, что повышало рентабельность работы хозяйства в целом [Киселёв, 1999].

В условиях Ленинградской области, за счёт проведения ранних сроков нереста и выращивания посадочного материала форели в УЗВ, удаётся зарыблять озёрные садки рыбой массой 20 г, а не 5 г, как при традиционной технологии. В свою очередь к концу сезона выращивания форель достигает товарной массы 500 г, против 165 г, то есть за один сезон [Ивойлов, Чмилевский, Стадник, 2007].

На основании положительного опыта содержания форели в солоноватых водах, были разработаны рекомендации по комбинированному выращиванию её посадочного материала массой до 50 г в УЗВ для последующего получения товарной рыбы в морских садках. Процесс культивирования рекомендуется начинать с момента инкубации икры при солёности 3-5‰. Затем, с момента начала подращивания личинок, её постепенно увеличивают до 5,0-7,5‰. При подращивании личинок до 500 мг температуру воды рекомендовано поддерживать в диапазоне 15-18°C. В ходе дальнейшего выращивания температуру воды постепенно повышают до 20°C. Поскольку наличие солей в оборотной воде снижает негативное воздействие на рыб соединений азота, нормативы допускают содержание азота нитритов от 0,1 до 0,3 мг/л, а нитратов – от 100 до 200 мг/л [Хрусталёв, Киселёв, Илясов и др., 1994]. Общая продолжительность выращивания рыбы в УЗВ при этом составляет 165 суток (табл. 1).

Таблица 1 - Некоторые параметры технологии выращивания молоди форели в УЗВ на солоноватых водах (солёность 5,0-7,5‰) [Киселёв, 1999]

Плотность посадки, шт./м <sup>3</sup>	Средняя масса, г		Выживаемость, %	Время выращивания, сут.
	исходная	конечная		
10 000	0,1	0,5-1,0	70	45
5 000	0,5	5,0	80	50
2 000	5,0	50,0	80	70

Что касается специфических особенностей возникновения заболеваний лососёвых в условиях циркуляционных установок, то сведения об этом практически отсутствуют. Скорее данные носят общий характер, свойственный всем УЗВ в целом.

Известна гибель радужной форели от газопузырькового заболевания при насыщении воды азотом до 109-120%, сопровождавшаяся множественными патологическими отклонениями состояния организма, как функционального, так и структурного характера. При этом после уменьшения насыщения до 103,8% гибель рыбы прекратилась [Dalbelo, Katavic, Fijan, 1987; Дементьева, Чаплыгин, Кирилин, Исаков, 1988]. В этой связи не рекомендуется превышать уровень насыщения воды азотом выше 100% [Machado, Garling, Kevern et al., 1985].

В целом можно констатировать, что содержание ремонтно-маточного стада, инкубация икры и выращивание посадочного материала форели в условиях УЗВ достаточно хорошо отработаны и этот опыт может быть с успехом использован для расширения производства посадочного материала и дальнейшего наращивания объемов производства товарной продукции форелеводства.

#### **Список использованных источников**

1. Аси А.А., Рельве П.Ф., Херем Х.Я.-Э. Основные итоги эксплуатации установки «Биорек» и выращивания в ней радужной форели Дональдсона // Тез. докл. всес. совещания по рыбоводству в замкнутых системах (25-27 фев.).- М., 1986.- С. 34-36.
2. Дементьева М.А., Чаплыгин В.М., Кирилин С.Ю., Исаков А.А. Газопузырьковое заболевание форели при бассейновом выращивании на сбросных тёплых водах // Сб. науч. тр.: Научные основы интенсификации тепловодного рыбоводства.- Л.: Промрыбвод, 1988.- Вып. 274.- С. 99-112.

3. Древис Т.К. Влияние плотности посадки на темп роста радужной форели // Биол. ресурсы водоём. басс. Балт. моря: матер. 22 науч. конф. по изуч. водоёмов Прибалтики.- Вильнюс, 1987.- С. 50-51.

4. Ивойлов А.А., Чмилевский Д.А., Стадник М.А. Выращивание сибирского осетра и радужной форели в установке с замкнутым циклом водообеспечения, оснащённой погружным фильтром с постоянно регенерирующейся загрузкой // Науч.-техн. бюлл. лаб. ихтиол. ИНЭНКО.- Вып. 13.- С. 16-29.

5. Канидзев А.Н., Новоженин Н.П., Титарев Е.Ф. Инструкция по разведению радужной форели.- М.: ВНИИПРХ, 1985.- 59 с.

6. Киселёв А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: Автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.10. - М., 1999. - 62 с.

7. Лавровский В.В. Опыт промышленного выращивания молоди радужной форели при замкнутом водоснабжении // Изв. ГосНИОРХ: Биологические основы форелеводства.- 1976.- Т. 117.- С. 87-102.

8. Лев В.Б., Плотников В.Т., Соколов Ю.М. и др. А.С. 1331466 СССР МКИ А01К61/00. Установка для выращивания рыбы - № 3965886/28-13. Заявл. 07.08.85; Оpubл. 23.08.87.

9. Новоженин Н.П., Аси А.А., Рельве П.Ф., Херем Х.-Я.Э. Рекомендации по разведению и выращиванию форели Дональдсона с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения // М.: ВНИИПРХ, 1988.- 33 с.

10. Овчинникова Т. Выращивание форели в США // Рыбное хозяйство. Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоёмов. Экспресс-информация.- М.: ВНИЭРХ, 1990.- Вып. 8.- С. 22-26.

11. Орлов Ю.И., Швец Э.М., Щербань Г.Н., Бутусова Е.Н. Рыбоводные установки: современное состояние // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура. Рыбохозяйственное использование водоёмов: Обзорная информация. - М.: ВНИЭРХ, 1990.- Вып. 3.- 84 с.

12. Титарев Е.Ф., Сергеева Л.С., Линник А.В. Типовая технология разведения и выращивания разных форм радужной форели // М.: ВНИИПРХ, 1991.- 86 с.

13. Херем Х.-Я.Э., Новоженин Н.П. Установка с замкнутым циклом водоиспользования для инкубации икры форели // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. - 1985.- № 46.- С. 103-109.

14. Хрусталёв Е.И., Киселёв А.Ю., Илясов А.Ю. и др. Технология комбинированного выращивания камбалы, форели и налима в установках с

замкнутым циклом водообеспечения и открытых солоноватых системах.- М.: ВНИИПРХ, 1995.- 13 с.

15. Шестеренко А.Е., Яновская Г.Н., Быковская Н.И., Борбан Н.А. Некоторые физиолого-биохимические показатели сеголетков форели Дональдсона и стальноголового лосося, выращиваемых в лотках с оборотной системой водоснабжения // Рыбное х-во (Киев).- 1989.- № 43.- С. 35-37.

16. Электронный ресурс 1. РФ за прошлый год увеличила производство продукции аквакультуры почти на 20% - URL. <http://fishery.ru/news?idnews=508491> (дата обращения 13.02.2020).

17. Электронный ресурс 2. Итоги года: производство лососевых за 5 лет выросло более чем в 2 раза – до 90,8 тыс. тонн - предварительные данные. - URL. <http://www.fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/29775-itogi-goda-proizvodstvo-lososevykh-za-5-let-vyroslo-bolee-chem-v-2-raza-do-90-8-tys-tonn-predvaritelnye-dannye> (дата обращения 13.02.2020).

18. Dalbelo M., Katavic J., Fijan N. Mjehuricavost kalifornijske pastrve (*Salmo gairdneri* Rich) uzrokovana gojilistu // Ribar. Jugosl. - 1987. - 42, № 6. -S. 121-124.

19. Knösche R., Predel J. Stabilisierung und Erhöhung Satzfishproduktion durch die Aufzucht in geschlossenen Kreislaufanlagen // Z. Binnenfisch. DDR. - 1985. -32, № 11.- S. 330-341.

20. Machado J.P., Garling D.L., Kevern N.P. et all. Histopathology and the Pathogenesis of embolism (Gas Bubble Disease) in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*).- Can. J. Fish. And Aquat. Sci.- 1987.- 44, № 11.- P. 1985-1994.

УДК 639.3:908(470.319)

## ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АКВАКУЛЬТУРЫ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Зуенко В.А.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», [ecologya-zentr@yandex.ru](mailto:ecologya-zentr@yandex.ru)*

## INNOVATIVE SOLUTIONS FOR INCREASING EFFICIENCY OF AQUACULTURE IN ORYOL REGION

**Zuenko V.A.**

**Резюме:** Проанализированы пути развития аквакультуры в Орловской области. Показана необходимость применения наукоемких и ресурсосберегающих технологий аквакультуры для обеспечения населения региона качественной рыбной продукцией, создания рабочих мест в сельской местности.

**Ключевые слова:** аквакультура, рыбохозяйственный фонд области, пруды, биопродукционный потенциал, поликультура, объекты выращивания, ресурсосберегающие технологии, интенсификационные методы, кадровое обеспечение отрасли.

**Summary:** The ways of development of aquaculture in the Oryol region are analyzed. The necessity of using knowledge-intensive and resource-saving technologies of aquaculture to provide the region's population with high-quality fish products and create jobs in rural areas is shown.

**Key words:** aquaculture, fisheries fund of the Oryol region, ponds, bio-production potential, polyculture, cultivation objects, resource-saving technologies, intensification methods of aquaculture, staffing of the industry.

Важнейшей отраслью развития экономики Орловской области, вносящей значительный вклад в обеспечение экономической и продовольственной безопасности, остается сельское хозяйство. Объем производства продукции сельского хозяйства в 2019 г. достиг 93,2 млрд руб. (108,8% в сопоставимой оценке к уровню 2018 года). В региональной экономике агропромышленный комплекс стабильно показывает положительную динамику. Сельскохозяйственными организациями Орловской области в 2019 г. произведено 76,6% всей продукции АПК, 12,6% – крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями, 10,8% – личными хозяйствами населения. В 2019 г. государственная поддержка

агропромышленного комплекса Орловской области с учётом льготного кредитования составила более 2,2 млрд рублей.



Рисунок 1 - Динамика производства продукции сельского хозяйства Орловской области во всех категориях хозяйств в действующих ценах, млрд. рублей

2019 год в Орловской области отмечен высокими показателями по урожаю зерновых и технических культур. В структуре продукции растениеводства наибольшую долю занимает зерно. Зерновые и зернобобовые культуры в регионе убраны на площади 894,5 тыс. га. Намолот зерновых и зернобобовых культур в весе после доработки составил 3 672,9 тыс. тонн и превысил прошлогодний показатель на 479,1 тыс. тонн (115,0 % к уровню 2018 года). В хозяйствах всех категорий в 2019 году продуктивность зернового поля составила 41,3 центнера с гектара против 36,7 центнера с гектара годом ранее. В 2019 г. свеклы сахарной выращено 2 250,2 тыс. тонн или на 19,9 % больше, чем в 2018 г. за счет увеличения продуктивности свекловичного поля на 14,5%. Картофеля в области собрали 240,7 тыс. тонн. Создание в 2019 г. новых тепличных хозяйств в области позволило увеличить по сравнению с 2018 годом сбор овощей на 16 % или на 7,9 тыс. тонн, в том числе закрытого грунта – в 4,0 раза. Валовой сбор масличных (в весе после доработки) – 443,4 тыс. тонн. Соя намолочено 195,5 тыс. т (в 2018 году намолот составил 150,9 тыс. т). Подсолнечника намолочено 181,5 тыс. т (в 2018 году – 160,7 тыс. т), рапса – 66,3 тыс. тонн (в 2018 году – 65,9 тыс. тонн). Ежегодно в регионе проводится работа по внедрению в производство новых высокопродуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Доля площади, засеваемой элитными семенами составила 8,7 %.

В центре особого внимания находится комплексное решение задачи развития животноводства. В 2019 по сравнению с 2018 годом увеличилось

производство мяса и молока. 2019 год объем производства скота и птицы на убой в живом весе во всех категориях хозяйств составил 192,0 тыс. тонн (125,4 % к 2018 году). Производство молока составило 165,1 тыс. тонн (101,5 % к 2018 году). Производство молока увеличилось на 3,7 тыс. тонн (3,5 %) при среднем надое 5676 кг от одной коровы (106,2 % к уровню предыдущего года). В развитии молочного скотоводства большую роль играет государственная поддержка, которая в регионе осуществляется за счет реализации мероприятий Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, предусматривающая финансирование из федерального бюджета. В целом 2019 году значительно увеличился объем финансирования предприятий, занимающихся животноводством, всего на поддержку отрасли животноводства выплачено 599 млн рублей (в 2018 году – 477 млн рублей).

Однако в богатом водными ресурсами регионе развитие аквакультуры слабое. По данным Росрыболовства в Орловской области, ежегодно производится от 142 до 400 тонн товарной рыбы ежегодно. Между тем прирост продукции аквакультуры в мире наблюдается с конца 80-х годов XX столетия. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в 1974 г. доля аквакультуры составляла 7% производства рыбы для употребления в пищу людьми, в 1994 году эта доля возросла до 26%, в 2014 г. до 39%. Отраслевой программой развития товарного рыбоводства в РФ на 2015-2020 гг. поставлена задача к 2020 г. производить 315 тыс. т рыбной продукции [4]. Цели аквакультуры – получение рыбной продукции, пополнение промысловых запасов водных биоресурсов и сохранение их биоразнообразия.

Водный фонд Орловской области насчитывает свыше 2100 водотоков общей протяженностью 9154 км, в т.ч. около 180 водотоков длиной 10 или более километров и с общей протяженностью свыше 4000 км. Практически весь поверхностный сток с территории области уходит за её пределы. центральной части области расположены возвышенные холмы, представляющие собой водораздел рек Оки и Зуши, который в своей южной части в районе г. Малоархангельска с соединяется с водоразделами Оки и Сосны, Оки и Десны Имеющиеся на территории области пруды, водохранилища, озёра и болота, в основном, работают по принципу многолетнего пассивного регулирования стока, аккумулируя до 91,4 млн. м<sup>3</sup> поверхностной влаги, что соответствует 2,6% общего стока среднего по водности года и всего около 4,0% от общего стока за год с минимальной водностью 95% обеспеченности. Водосборы рек разделены двумя водораздельными участками. Первый - проходит от г. Малоархангельска на север к д. Алексеевке, затем на северо-восток к станции Верховье и к д. Паньково. Этот участок является водоразделом между реками Окой, Зушей с её притоком Неручь и рекой Сосной [7].



Рисунок 2 - Реки в границах Орловской области

Для осуществления товарного производства рыбы в области имеется 46 водоемов, оборудованных донными выпусками и рыбоприемниками, общей площадью 1,8 тыс. га. Значение рыбохозяйственного комплекса определяется его ролью в продовольственном комплексе Орловской области, а именно: насыщение внутреннего рынка рыбной продукцией, увеличение доходной части областного и местного бюджетов, обеспечение притока инвестиций. Социальная значимость рыбного хозяйства состоит в обеспечении занятости населения и производстве рыбы и рыбной продукции по доступным для населения ценам.

Ихтиофауна водотоков Орловской области включает 1 вид круглоротых и 38 видов рыб, относящихся к 7 отрядам, 13 семействам. Из них к категории редких отнесено 3 вида. Так же на территории области обитают 12 видов земноводных, относящихся к 2 отрядам, включающим 6 семейств. Из них к категории редких отнесено 4 вида, 1 вид – гребенчатый тритон – внесён в основной список Красной книги Орловской области. По числу видов преобладают карповые, что обычно для водоемов и водотоков Центра России (каarp, карась золотой, карась серебряный, линь, плотва, красноперка, язь, лещ, густера). Из других семейств, наиболее богато в

видовом отношении, представлены окуневые и вьюновые. Широко распространенными являются окунь, щука, ерш, судак [4].

С 1976 года в Орловской области работает Шаховский рыболовный завод ФГБУ «Центррыбвод», расположенный в 29 км от г. Орла в одном из живописных мест Центрального Черноземья. Ежегодно завод пополняет молодью сазана, стерляди реки Ока, Зуша, их притоки. В водоемы выпускается жизнестойкие сеголетки: 60 – 70 тыс. шт. стерляди, 500 – 600 шт. сазана, что способствует поддержанию численности популяций указанных видов.

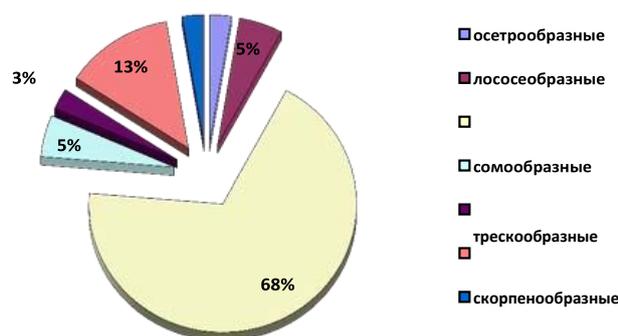


Рисунок 3 - Соотношение видов рыб, обитающих на территории Орловской области

Рекреационное рыболовство проводится более 50 хозяйствами, эксплуатирующими имеющиеся водоемы (всего, примерно 500 га из 4700 га имеющихся в области). Эти водоемы используются в основном для организации платной рыбалки [5]. Выращиваемые виды: карп, карась, плотва, окунь, толстолобик, щука, белый амур. Единично представлены – судак, линь, сазан – это как правило вселяемые, сезонные рыбы для рыболовов - любителей.

Биологические особенности объектов выращивания (высокая плодовитость рыб; более эффективное, чем в животноводстве и птицеводстве, потребление рыбами кормов, так как рыбы являются пойкилотермными организмами) делают рыбководство одной из наиболее выгодных отраслей животноводства. Особое внимание при этом уделяется ресурсосберегающим направлениям, связанным с разработкой новых рецептур кормов и технологий кормления, использовании в кормлении пробиотических препаратов, способствующих эффективному потреблению кормов и являющихся альтернативой антибиотикам [6,7].

Управления естественной кормовой базой и первично-продукционными процессами в водоёмах, применение интегрированных технологий, поликультуры, а также рекреационного рыбководства способствуют эффективному развитию аквакультуры. Из истории рыбководства России известно, что зачастую в помещичьих, монастырских прудах выращивали рыбу.

Стерлядь, сом, вырезуб, сазан, карп, язь, карась и др. рыбы были объектами выращивания в те времена. В подмосковных прудах при Петре I выращивали не менее 50 видов рыб. В настоящее время в прудовом рыбоводстве ограничивается 1-2, реже 4-5 видами.). Правильный выбор объектов выращивания с учетом естественных кормовых ресурсов водоема – большой резерв развития аквакультуры. В Орловской области имеются предпосылки для занятия профессиональным рыбоводством, но развивать отрасль необходимо на научной основе, используя имеющиеся природные ресурсы. Одной из острых проблем, препятствующих развитию аквакультуры в регионе, является практически отсутствие кадров для отрасли.

Поликультура – совместное выращивание в водоеме рыб разных видов, основанное на различии их спектра питания. Для средней полосы России плотность посадки пестрого толстолобика в спускных прудах, в связи с преобладанием зоопланктона, может быть увеличена, а белого толстолобика — уменьшена (табл.1). При заселении водохранилищ карп может быть заменен буффало, а пестрый толстолобик веслоносом.

Выращивание карпа совместно с растительноядными рыбами в условиях юга страны дает большой экономический эффект. Рыбопродуктивность спускных прудов составляет 25-35 ц/га, в том числе 10-20 ц/га за счет эффективного потребления объектами выращивания естественной кормовой базы (без затрат концентрированных кормов).

Таблица 1 - Плотность посадки растительноядных рыб совместно с карпом

Вид рыбы	Пруд			Лиман, озеро	Водохранилище
	пойменный, одамбированный	руслый	на базе лимана		
Карп	2,5 – 3	0,8 – 1	1,5 - 2	0,5 – 1	0,5 – 1
Белый толстолобик	1,5 – 2	1- 1,5	1 - 1,5	0,8- 1	0,5 – 1
Пестрый толстолобик	0,5-0,6	0,5-0,8	0,3-0,6	0,2-0,3	0,3-0,6
Белый амур	0,3-0,6	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,5	0,05-1
Всего	4,55-5,7	2,4-3,5	3-4,4	1,8-2,8	1,35-2,7

Последние годы в связи с климатическими изменениями в Орловской области длительность вегетационного периода меняется в сторону увеличения (весна ранняя, осень поздняя), что способствует эффективному выращиванию теплолюбивых видов рыб. В силу экономических, технических и организационных причин (подорожание материальных ресурсов, рыбопосадочного материала, электроэнергии, ГСМ, кормов) рыбоводство в области ведется, в основном, на экстенсивной основе. Рыбопродуктивность не превышает 10 ц/га. Производственный потенциал прудов не используется и

наполовину. Опыт показывает, что увеличить объемы выращивания возможно путем расширения видового состава объектов выращивания. Зачастую для аквакультуры используются русловые пруды, расположенные на реках или ручьях с собственной ихтиофауной. Попадая в пруды, представители аборигенной ихтиофауны (карась, плотва, окунь, ерш и др.) благодаря высокой плодовитости, быстрым срокам созревания, раннему нересту, неприхотливости к нерестовым субстратам, короткому инкубационному периоду, формируют самовоспроизводящиеся популяции в нагульных прудах. Зачастую нагульные пруды имеют заросли макрофитов, что способствует распространению ихтиофауны, неэффективно потребляющей корма и естественную кормовую базу пруда. Для борьбы с сорными видами вселяют хищных рыб. В зависимости от наличия в пруду сорной рыбы, посадка судака составляет 80-100 шт/га. Молодь судака с месячного возраста начинает питаться мальками других видов рыб, поэтому плотность посадки мальков судака исчисляется так же, как и годовиков, в зависимости от количества в прудах сорной рыбы. Сеголеток и двухлеток судака можно выращивать в нагульных прудах (табл.2). При посадке личинок судака норма увеличивается на 30%. Рыбопродуктивность нагульных прудов при совместном выращивании карпа и судака увеличивается на 60-100 кг/га, в том числе за счет судака — на 15-20 кг/га.

Таблица 2 - Плотность посадки мальков судака в выростные пруды

Количество сорной рыбы, кг/га	Плотность посадки мальков судака, шт/га
До 50	900
50-90	1540
100-140	2240
150-200	3200
Более 200	4000

В нагульные пруды к карпу-годовику можно подсаживать мальков щуки на 18-20 день после выклева личинок. Сеголетки щуки в условиях достигают массы 350-500 г. Плотность посадки щуки в нагульные карповые пруды составляет 70-100 шт/га, а при хорошей обеспеченности пищей (разведение кормовых рыб) — 200- 250 шт/га. Темп роста щуки в прудах значительно выше, чем в естественных водоемах. В нагульных прудах рыбопродуктивность щуки может составлять 40-50 кг/га.

Следует отметить, что при посадке хищников в нагульные пруды при выращивании карпа и растительноядных рыб, заболеваемость выращиваемых рыб в прудах значительно снижается: хищники в данном случае являются биологическими мелиораторами, «подбирая» в первую очередь больных или ослабленных рыб.

Удачный выбор объектов при выращивании рыб в поликультуре способствует эффективному использованию естественных кормовых ресурсов водоемов, получению ценной пищевой рыбной продукции, улучшению экономических показателей работы рыбоводных хозяйств.

Для развития аквакультуры, обеспечения внутреннего рынка региона ценной рыбной продукцией, необходимо решить ряд задач, одной из которых является эффективное использование естественных кормовых ресурсов водоемов за счет культивирования высокопродуктивных видов гидробионтов, применения наукоемких и ресурсосберегающих технологий. Большой вклад в решение теоретических и практических вопросов акклиматизации гидробионтов внесли Е.В. Бурмакин [1], П.А. Дрягин [2] и ряд других исследователей. Акклиматизация рыб преследует следующие цели: повышение промысловой продуктивности используемых водоемов за счет эффективного использования имеющихся кормовых ресурсов; улучшение качественного состава уловов путем вселения новых видов рыб, обладающими более ценными потребительскими качествами по сравнению с аборигенными видами; обеспечение аквакультуры продуктивными видами рыб, способными быстро наращивать ихтиомассу в индустриальных условиях выращивания, эффективно использовать искусственные корма, обладающими высокими товарными качествами [1,2,6].

Известно, что дальневосточные рыбы - белый толстолобик, пестрый толстолобик, белый амур - обладают большой экологической пластичностью и высокими товарными качествами. Они акклиматизированы во многих странах мира. Большая работа проведена по акклиматизации растительноядных рыб дальневосточного комплекса – пестрого толстолобика *Aristichthus nobilis* (Richardson, 1846) и белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valensiennes, 1844). Нередко в новых местах обитания (юг Европы) эти рыбы обладают более высоким темпом роста, более ранними сроками созревания, чем в водоемах основных мест обитания. К примеру, в связи с тем, что аборигенная ихтиофауна Маньчжунских водохранилищ представлена в основном бентофагами и хищниками, целесообразно было вселение в водоем с 1964 г. представителей дальневосточной ихтиофауны: белого толстолобика, пестрого толстолобика и белого амура. В условиях Маньчжунских водохранилищ теплолюбивые растительноядные рыбы обладают высоким темпом роста, который обеспечивается богатой кормовой базой, продолжительным нагулом, длительным вегетационным периодом (на Маньчжунских водохранилищах вегетационный период составляет 200-230 дней, в р. Амур 127 дней) [6]. Известно, что темп роста рыб определяется обеспеченностью их кормом, интенсивностью потребления корма, степенью усвоения, продолжительностью нагула, термическим режимом водоема. Сопоставление линейного роста белого толстолобика из р. Амур и Маньчжунских водохранилищ показало, что во всех

возрастных группах белый толстолобик, вселенный в Маньчжурские водохранилища, растет быстрее, чем в р. Амур

Осетровых с давних лет в нашей стране называли «царской рыбой», поскольку они обладают прекрасными вкусовыми качествами. Исследования биологических особенностей осетровых рыб, отработка биотехнологий выращивания ценных объектов, дают возможность их товарного выращивания в разных регионах России [11,12,13]. Распоряжением Правительства РФ от 3 октября 2015 года №1962-р. В рамках госпрограммы «Развитие рыбохозяйственного комплекса» выделены средства на развитие аквакультуры и осетрового хозяйства. Товарное осетроводство - одно из рентабельных и динамично развивающихся направлений аквакультуры в Российской Федерации. Наиболее распространенными объектами выращивания остаются - сибирский (ленский) осетр, стерлядь и гибриды осетровых. Высокая пластичность осетровых видов рыб позволяет выращивать их в садках на реках, озерах, водохранилищах, бассейновых комплексах, установках замкнутого водоснабжения. В Орловской области осетроводство в зачаточном состоянии; в садковых хозяйствах Малоархангельского и Кромского районов Орловской области на стадии эксперимента выращивается небольшое количество стерляди. Тормозит развитие осетроводства отсутствие кадров. Одной из проблем является кормление стерляди. Успешно проведены эксперименты по использованию пробиотика на основе бактерий *Bacillus subtilis* при выращивании рыбы в садковых хозяйствах. Пробиотик *Bacillus subtilis* вызывает поглощение белка и более интенсивное использование метаболитов азота микрофлорой кишечника для синтеза собственной биомассы. При этом возрастает среднесуточный прирост массы стерляди на 35% [14].

В Орловской области Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2019 года № 426 «О создании территории опережающего социально-экономического развития «Мценск» в соответствии с Федеральным законом «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» создана территория опережающего социально-экономического развития, что является действенным механизмом, направленным на поддержку и развитие моногорода Мценска путем привлечения инвестиций и реализации проектов по внедрению новых высокотехнологичных производств. Наличие территории опережающего социально-экономического развития открывает возможности внедрения в том числе и технологий аквакультуры. Пришел инвестор, в планах которого строительство форелевой фермы для выращивания 100 – 120 тонн рыбы в год.

Аквакультура в Орловской области у истоков развития. В сравнении с соседними Тульской, Курской областями производство товарной рыбы в разы меньше. Существуют проблемы с кадрами, обеспечением посадочным

материалом для товарного выращивания и др. Внедрение в производство ценных объектов выращивания, применение ресурсосберегающих технологий увеличит объемы выращивания ценной продукции аквакультуры в Орловской области.

### **Список использованных источников**

1. Бурмакин Е.В. Акклиматизация пресноводных рыб в СССР // Известия ГосНИОРХ. 1963. 317 с.
2. Дрягин П.А. Акклиматизация рыб во внутренних водоемах СССР // Известия ВНИОРХ. 1953. Т 32. С 10-98.
3. ФАО. 2018. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. Рим, Лицензия: CC BY- NC SA 3.0IGO.
4. Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года / МСХ РФ – М., 2007 – 34 с.
5. Доклад об экологической ситуации в Орловской области в 2017 году// Правительство Орловской области. Управление по охране и использованию объектов животного мира, водных биоресурсов и экологической безопасности Орловской области. – Орел, 2018.
6. Зуенко В.А. Биология амурский рыб, вселенных в водоемы южной зоны европейской части СССР и пути создания их промыслового запаса (на примере Маньчжских водохранилищ)
7. Зуенко В.А. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Орловской области// Рациональная эксплуатация биоресурсов: проблемы и возможности в контексте целей устойчивого развития ООН. Материалы Всероссийской научно – практической конференции (Москва, ФГБОУ ВО РГСУ, 19 марта 2018 г.) /Издательство «Перо», С. 177 – 184.
8. В.А. Зуенко В.А. Использование пробиотика на основе бактерий *Bacillus subtilis* как резерв повышение продуктивности при выращивании рыбы в садковых хозяйствах // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сб. материалов в 2 кн./ Международная научно – практическая конференция (7-8 февраля 2019г.) Барнаул: РИО Алтайского ГАПУ, 2019.-Кн.2.-С. 137-139.
9. Зуенко В.А. Увеличение продукции аквакультуры за счет внедрения ресурсосберегающих объектов и технологий// European Scientific Conference: Сборник статей X Международной научно-практической конференции/ В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». –2018. – С. 20-27.
10. Зуенко В.А. Повышение эффективности развития аквакультуры в Орловской области путем оптимизации рыбохозяйственного использования биопродукционного потенциала водоемов// Мат-лы Национальной науч. Конф. «Наука, образование и инновации в современном мире (НОИ-19)», секция

«Ветеринарные и сельскохозяйственные науки», 17-18 апреля 2019 г. Воронежский гос. аграрный университет имени императора Петра I.

11. Подушка С.В. О систематическом положении азовского осетра// Научно – технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭННКО, №7, 2003, СПб, С.19-44.

12. Шишанова Е.И. Эколого-морфологическая и генетическая изменчивость популяции севрюги р. Урал// Автореферат дисс., М, 2003, 28с.

13. Шишанова Е.И. Проблемы сохранения и эксплуатации популяций осетровых рыб Каспийского бассейна // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2009. - № 1 (2), т. 11, №1(2), 2009.

14. Zuenko V.A., Laktionov K.S, Pravdin I.V., Kravtsova L.Z., Ushakova N.A. Effect of Bacillus subtilis in feed probiotic on the digestion of fish cultured in cages // Journal of Ichthyology, 2017, Vol. 57 (1). – 152-157.

15. Pavlov S.D., Ushakova N.S., Pravdin V.G. et al. 2014. The ProStor and Ferm KM-1 complex probiotic additives – innovations biotechnological preparations for enhancing the qyaliti of domestic fish mixed feed / Nova Shi. Publ. V. 20. P. 239-244.

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛЕМЕННЫХ ГРУПП  
КАРПОВЫХ РЫБ ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ДНК-МАРКЕРАМ**

**Иванёха Е.В., Дума Л.Н.**

*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»  
(«ВНИИПРХ»), Федеральное агентство по рыболовству,  
elena\_ivaneha@mail.ru*

**GENETIC CHARACTERISTIC OF CARP BREEDING GROUPS USING  
MICROSATELLITE DNA MARKERS**

**Ivanekha E.V., Duma L.N.**

**Резюме.** Для оценки генетической изменчивости пяти групп карповых рыб были использованы семь микросателлитных локусов поли-(CA) типа. Все исследованные локусы являются высокополиморфными у московского чешуйчатого и московского разбросанного карпов, загорского карпа и волжского сазана. У породы черфас уровень генетического полиморфизма значительно ниже. Средняя гетерозиготность по локусам микросателлитов высокая, не менее 85%, во всех пяти племенных группах карповых.

**Ключевые слова:** карп, волжский сазан, генетическая изменчивость, микросателлиты, селекция, гетерозиготность

**Summary.** Seven microsatellite loci of the poly (CA) type were used for estimation of genetic variability in five carp groups. All examined loci were found to be highly polymorphic in Moscow Scaly carp, Moscow Mirror carp, Zagorsky carp and Volga carp groups. The breed "Cherfas" has too much lower polymorphism level. The average heterozygosity in all these carp breeding groups was high, more than 85%.

**Key words:** common carp, Volga carp, genetic variability, microsatellites, selection, heterozygosity

Изменение уровня генетического разнообразия племенных групп рыб зависит от особенностей селекции и воспроизводства. Так, чем выше напряжённость отбора и чем меньше число используемых для воспроизводства производителей, тем больше может быть потеря генетического разнообразия.

Породы и породные группы карпа (*Cyprinus carpio* L.), созданные во ВНИИПРХе, прошли не одно поколение селекции при разных условиях ее проведения. Например, на опытном селекционно-племенном хозяйстве «Якоть» проводятся работы с двумя внутривидовыми типами парской породы карпа: московским чешуйчатым (МЧ) 11-го и 12-го поколений селекции и московским

разбросанным (МР) 9-го и 10-го поколений. В селекции карпов МЧ и МР применяли жесткий отбор и использовали большое число производителей для воспроизводства. Загорский карп (породная группа создававшейся породы среднерусского карпа) прошел 6 поколений селекции, в процессе которой напряженность отбора была гораздо ниже, а коэффициент инбридинга в несколько раз больше, чем у МЧ и МР (число используемых производителей небольшое). Порода черфас (диплоидные карасекарпы) воспроизводится посредством индуцированного гиногенеза; получено восьмое гиногенетическое поколение, G8.

Волжский сазан завезен личинками в 2010 г. из ООО «Рыбопитомник Чаганский» (Астраханская обл.) на ОСПХ «Якоть», где получено три генерации первого поколения его воспроизводства. В стаде волжского сазана для сохранения генетического разнообразия отбор по хозяйственно-ценным признакам не проводился. Отбраковывались только особи с разбросанным чешуйным покровом и с повреждениями.

На основании результатов исследования генетической структуры естественных и искусственных популяций карпа тремя методами с использованием разных молекулярных маркеров (анализ аллозимов, микросателлитов и митохондриальной ДНК) сделано заключение о предпочтительности микросателлитного анализа [5]. Микросателлиты успешно использовались для изучения и мониторинга генетического разнообразия различных пород и диких популяций карпа [3-8].

Для оценки генетической изменчивости пяти племенных групп карповых рыб проведен анализ полиморфизма семи микросателлитных локусов ДНК поли-(СА) типа [3].

### **Материал и методы исследования**

Материал для микросателлитного анализа (фрагменты плавников) был взят у карпов МЧ и МР двух последних поколений селекции, у породы черфас G8, у загорских карпов 6-го поколения селекции и у волжского сазана из двух генераций первого поколения воспроизводства, полученного во ВНИИПРХе.

Фрагменты плавников фиксировали в 96%-ном этаноле. Для выделения ДНК применяли солевую экстракцию. Полученную ДНК использовали для анализа аллельного полиморфизма семи локусов микросателлитов с динуклеотидным (СА)-повтором – MFW1, MFW4, MFW7, MFW9, MFW16, MFW28 и MFW31 [3].

Для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовали Hot Start Taq ДНК-полимеразу Maxima (Fermentas), затем HotStarTaq Plus и HotStar HiFidelity ДНК-полимеразы (Qiagen). Состав реакционной смеси подбирался индивидуально для каждого фермента и для некоторых локусов.

ПЦР проводили на амплификаторах Mastercycler gradient и Mastercycler personal (Eppendorf, Germany). Для постановки амплификации применялся режим touchdown-ПЦР, конкретные условия проведения реакции менялись в соответствии с оптимизированными протоколами для разных ДНК-полимераз.

Разделение продуктов специфической амплификации проводили посредством вертикального электрофореза в 6% или 8% полиакриламидном геле в камере VE-20 с источником питания Эльф-8,  $V = 250$  В. После окончания электрофореза гель окрашивали в растворе бромистого этидия (0,5 мкг/мл) в течение 30 мин, а затем промывали в дистиллированной воде 30 мин. Результаты электрофореза регистрировали в системе AutoChemі для изучения изображений, размеры аллелей определяли с помощью программного обеспечения LabWork 4.5 (UVP, USA).

### **Результаты и обсуждение**

У московских чешуйчатых, московских разбросанных и загорских карпов, а также у волжского сазана полиморфными являются все исследованные локусы микросателлитов (таблица). Число аллелей на локус: у карпов МЧ от 5 до 11 (в среднем 8,7); у МР от 7 до 12 (в среднем 9,4); у загорских карпов от 4 до 8 (в среднем 6,0); у волжского сазана первой генерации от 9 до 14 (в среднем 11,3), второй – от 7 до 12 (в среднем 9,9). У породы черфас полиморфными являются шесть локусов из семи исследованных; число аллелей гораздо меньше (таблица), чем в остальных четырёх группах карповых, 2 или 3 на локус, в среднем 2,1. Локус MFW1, в котором обнаружен только 1 аллель, рассматривается как мономорфный (рис. 1). Однако не исключено, что отсутствие гетерозигот по этому локусу у черфас может объясняться наличием нуль-аллелей [2]. Все рыбы этой группы имели одинаковые наборы аллелей в каждом из семи микросателлитных локусов, что видно на рисунках 1 и 3 для MFW1 и MFW31.

Уровень полиморфизма у загорского карпа несколько ниже, чем у МЧ и МР. В получении первого поколения селекции загорских карпов принимали участие всего одна самка и два самца [1]. В результате их исходная гетерогенность была ниже, чем у парских карпов, из-за малого числа использованных производителей.

В первой генерации волжского сазана число аллелей на локус немного больше, чем во второй (таблица). Первая генерация была получена в результате естественного массового нереста производителей, выращенных в прудах ОСПХ «Якоть» из завезённых личинок. При воспроизводстве второй генерации потомство получали заводским способом.

Таблица 1 – Характеристика микросателлитных локусов у племенных групп карповых рыб

Локусы	Группы рыб	Число аллелей на локус	Размер аллелей, пн	Среднее число аллелей на особь
MFW1	МЧ	11	164-250	2,7
	МР	9	164-248	2,7
	Загорский карп	8	166-248	2,0
	Волжский сазан	9/7*	168-248	2,0
	Черфас	1	164	1
MFW4	МЧ	11	110-170	2,7
	МР	12	112-174	2,9
	Загорский карп	5	144-166	1,9
	Волжский сазан	11/11*	142-182	1,9
	Черфас	3	110, 148, 170	3
MFW7	МЧ	10	184-278	2,0
	МР	12	178-284	2,0
	Загорский карп	6	190-292	2,0
	Волжский сазан	11/10*	184-290	2,0
	Черфас	2	160, 178	2
MFW9	МЧ	7	86-148	1,8
	МР	7	86-140	1,96
	Загорский карп	6	86-134	1,6
	Волжский сазан	11/9*	86-150	1,7
	Черфас	2	120, 134	2
MFW16	МЧ	8	134-190	2,0
	МР	8	132-182	2,0
	Загорский карп	5	134-170	2,0
	Волжский сазан	11/8*	140-192	2,0
	Черфас	2	138, 154	2
MFW28	МЧ	9	316-388	2,0
	МР	9	304-380	1,94
	Загорский карп	4	330-376	2,0
	Волжский сазан	12/12*	320-390	2,0
	Черфас	2	342, 380	2
MFW31	МЧ	5	242-315	3,2
	МР	9	238-315	3,4
	Загорский карп	8	245-327	2,4
	Волжский сазан	14/12*	245-327	2,5
	Черфас	3	244, 294, 315	3

\* – 1 генерация/2 генерация первого поколения воспроизводства

У всех пяти групп рыб наибольшее число аллелей на особь имелось в локусе MFW31 (табл. 1), предположительно тетраплоидном, с дополнительным продуктом амплификации [3]. Два аллеля этого локуса, относящиеся к полиморфному продукту амплификации в ожидаемом размерном диапазоне в соответствии с результатами секвенирования, обнаружены у всей выборки карпов МЧ (рис. 2). Однако надежда на то, что с их помощью можно будет генетически маркировать внутривидовой тип МЧ, не оправдалась, поскольку при дальнейшем исследовании эти аллели выявлены у 100% рыб породы черфас (рис. 3), а также в трёх остальных анализируемых группах, хотя и с гораздо меньшей частотой.

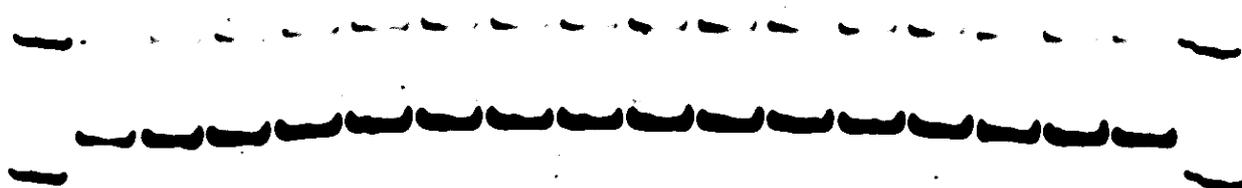


Рисунок 1 – Электрофореграмма продуктов амплификации микросателлитного локуса MFW1 у породы черфас. Слева направо: дорожки 1, 18 – ДНК-маркер (полосы снизу вверх: 150, 200 пн); дорожки 2-17 – продукты ПЦР с ДНК черфас

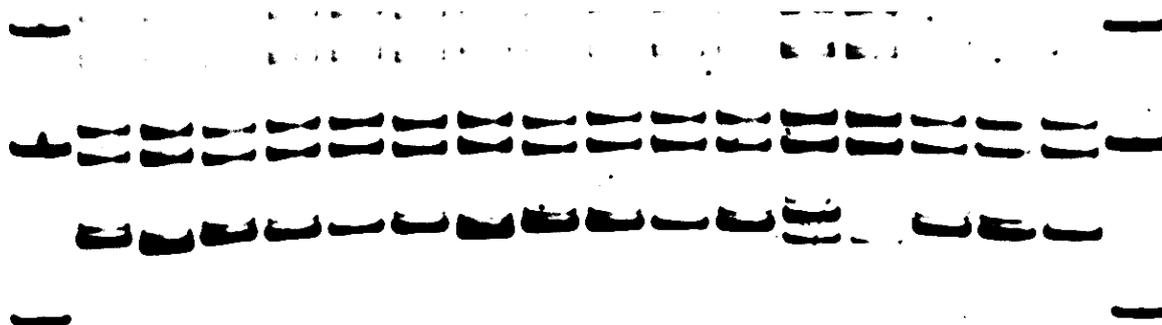


Рисунок 2 – Электрофореграмма продуктов амплификации микросателлитного локуса MFW31 у карпов МЧ. Слева направо: дорожки 1, 18 – ДНК-маркер (полосы снизу вверх: 200, 300, 400 пн); дорожки 2-17 – продукты ПЦР с ДНК МЧ

Гетерозиготность по микросателлитным локусам сохранялась на высоком уровне во всех пяти группах рыб. У МЧ средняя гетерозиготность по семи

локусам находится на уровне 91,7%, у МР – 97,9%. В этих двух селекционных группах имелись гомозиготы по 2 локусам.

Уровень гетерозиготности у загорского карпа 6-го поколения селекции – в среднем 89,0%, у волжского сазана – больше 90% (первая генерация – 93,7% и вторая – 98,6%). Гомозиготы у сазана встречались по тем же трём локусам микросателлитов, что и у загорского карпа. У породы черфас средняя гетерозиготность (по семи локусам) даже при отсутствии гетерозигот по локусу MFW1 составила 85,7%.

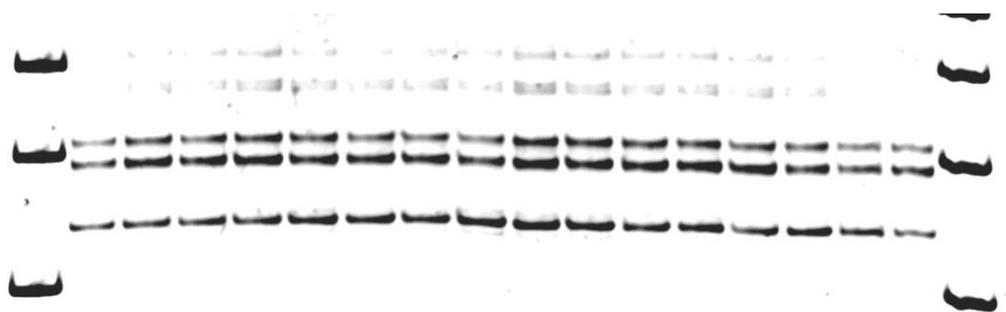


Рисунок 3 – Электрофореграмма продуктов амплификации микросателлитного локуса MFW31 у породы черфас. Слева направо: дорожки 1-18 – ДНК-маркер (полосы снизу вверх: 200, 300, 400 пн); дорожки 2-17 – продукты ПЦР с ДНК черфас

Полученные на данном этапе исследования результаты анализа полиморфизма семи микросателлитных локусов, включающих (CA)-повтор, свидетельствуют о том, что у московского чешуйчатого карпа 11-го и 12-го селекционных поколений, московского разбросанного карпа 9-го и 10-го поколений, загорского карпа 6-го поколения селекции и у волжского сазана двух генераций 1-го поколения воспроизводства сохраняется высокий уровень генетической изменчивости. У породы черфас G8 уровень генетического полиморфизма значительно ниже – число аллелей на локус в несколько раз меньше. Средняя гетерозиготность по локусам микросателлитной ДНК во всех пяти племенных группах карповых рыб высокая, не менее 85%.

#### **Список использованных источников**

1. Катасонов В.Я., Поддубная А.В., Дементьев В.Н., Демкина Н.В. Основные итоги селекции среднерусского карпа / Сб. науч. тр. ВНИИПРХ "Вопросы генетики, селекции и племенного дела в рыбоводстве». Вып. 76. – М.: 2000. – С. 47-59.

2. Bentzen P., Taggart C.T., Ruzzante D.E., Cook D. Microsatellite polymorphism and the population structure of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the Northwest Atlantic // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1996. – 53. – P. 2706-2721.
3. Crooijmans R.P.M.A., Bierbooms V.A.F., Komen J., Van der Poel J.J., Groenen M.A.M. Microsatellite markers in common carp (*Cyprinus carpio* L.) // Animal Genetics. – 1997. – 28. – P. 129-134.
4. Jewel M.A.S., Rahman M.M., Islam M.N. Study of Genetic Variation in Different Hatchery Populations of Common Carp (*Cyprinus carpio*) of Mymensingh District in Bangladesh using Microsatellite DNA Markers // Journal of Bio-Science. – 2006. – 14. – P. 113-120.
5. Kohlmann K., Gross R., Murakaeva A., Kersten P. Genetic variability and structure of common carp (*Cyprinus carpio*) populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mitochondrial DNA markers // Aquat. Living Resour. – 2003. – 16. – P. 421–431.
6. Li D., Kang D., Yin Q., Sun X., Liang L. Microsatellite DNA Marker Analysis of Genetic Diversity in Wild Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) Populations // Journal of Genetics and Genomics. – 2007. – 34(11). – P. 984-993.
7. Mondol R. K., Islam S., Alam S. Characterization of different strains of common carp (*Cyprinus carpio* L.) (Cyprinidae, Cypriniformes) in Bangladesh using microsatellite DNA markers // Genetics and Molecular Biology. – 2006. – Vol. 29, No. 4. – P. 626-633.
8. Zhou J., Wu Q., Wang Z., Ye Y. Genetic variation analysis within and among six varieties of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in China using microsatellite markers // Генетика. – 2004. – Т. 40, № 10. – С. 1389-1393.

## К ВОПРОСУ О РЫБОВОДНОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СПЕРМЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Исаев Д.А.<sup>1</sup>, Глебов А.П.<sup>2</sup>, Елизарова А.С.<sup>1</sup>, Смирнов Р.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного  
рыбоводства», [dmais@hotmail.ru](mailto:dmais@hotmail.ru), [fish-vniir@mail.ru](mailto:fish-vniir@mail.ru)

<sup>2</sup>Можайский производственно-экспериментальный рыбоводный завод

## THE ISSUE OF STURGEON SPERM QUALITY ASSESSMENT FOR BREEDING

Isaev D.A., Glebov A.P., Elizarova A.S., Smirnov R.V.

**Резюме.** Для адекватной оценки репродуктивного потенциала спермы осетровых рыб является достаточным определение ограниченного набора характеристик, таких как концентрация, общая доля подвижных спермиев после активации и время сохранения подвижности. Применение традиционной для отечественных рыбоводных хозяйств оценочной шкалы Персова является удобным и приемлемым, при этом использование микроскопии строго необходимо. В качестве дополнения к оценке качества спермы мы предлагаем вместо общего времени сохранения подвижности определять время «полупотери подвижности» –  $\tau_{50}$ .

**Ключевые слова:** качество спермы, осетровые рыбы.

**Summary.** For an adequate assessment of the reproductive potential of sperm in sturgeons, it is sufficient to determine a limited set of characteristics such as concentration, percentage of motile spermatozoa after activation and motility duration. The use of the Persov's estimation scale, traditional for fish farming in Russia, is convenient and acceptable, while microscopic examination is strictly necessary. In addition to the sperm quality assessing, we propose, instead of the motility duration, to determine the time during which as many as half of the spermatozoa become immotile –  $\tau_{50}$ .

**Key words:** sperm quality, sturgeons.

При искусственном воспроизводстве осетровых рыб от качества спермы – ее репродуктивного потенциала – зависит частота оплодотворения, дальнейшее развитие эмбрионов, личинок и мальков, и, в конечном счёте, выход рыбоводной продукции.

Используемые методы рыбоводной оценки качества спермы обычно являются простыми, быстрыми и приблизительными, а их прогностическая

валидность нивелируется традиционными производственными приёмами, такими, например, как смешивание спермы от разных производителей [1] (в руководстве ФАО по разведению осетровых рыб указано, что смешивание спермы от разных производителей приводит к снижению её фертильности вплоть до полной потери и не способствует повышению генетического разнообразия потомства [2]). Как правило, оценивают всего две характеристики: концентрацию и подвижность спермы.

Концентрация спермы может быть оценена косвенно по цвету и консистенции (густоте) или нефелометрически – путём визуального сравнения с эталонами, например, суспензии талька [3]. В учебном пособии Ю.Л. Герасимова «Основы рыбного хозяйства» (2003) указано, что качество спермы «...можно определять по её цвету и консистенции:

- желтовато-кремовая, густая как сметана – хорошее качество;
- белая, густоты сливок – среднее качество;
- голубоватая, жидкая – плохое качество» [4].

В «Техническом докладе ФАО №558» [2] также рекомендуется визуальная оценка концентрации по цвету:

- водянистая, цвета молочной сыворотки – <1 млрд/мл;
- жидкая, цвета разбавленного молока – 1–2 млрд/мл;
- цвета цельного молока, иногда с желтоватым оттенком – >2 млрд/мл.

Следует помнить, что визуальная макроскопическая оценка концентрации спермы может быть обманчивой. Так, по нашему опыту, 4 образца спермы стерляди, цвет которых был определён как «цвет разбавленного молока» имели концентрацию, определённую в камере Маклера: 235, 360, 730 и 1140 млн/мл.

Более точное определение концентрации проводится в счётных камерах Горяева, Маклера, Нейбауэра, Фукса-Розенталя и др. Так, в упомянутом выше учебном пособии Ю.Л. Герасимова рекомендуется микроскопическая оценка концентрации с использованием счётной камеры Горяева [4]. Наиболее удобной в использовании является камера Маклера (рис. 1). Мы не рекомендуем использовать одноразовые пластиковые счётные камеры, поскольку особенности внесения в них образцов могут сильно исказить результаты для достаточно крупных (~60 мкм) и склонных к агрегации сперматозоидов осетровых рыб. Для более точной оценки перед определением концентрации сперму, в зависимости от густоты, необходимо разбавить физиологическим раствором в 50, 100 или 200 раз.



Рисунок 1 - Счётная камера Маклера. Изображение с сайта <https://us.ivfstore.com/>

Несмотря на объективность микроскопической оценки концентрации в счётных камерах, её существенным недостатком является относительная трудоёмкость, связанная с подготовкой оборудования, расходных материалов и счётных камер, что требует времени, не предусмотренного производственным регламентом. Для упрощения процедуры мы рекомендуем метод микроскопического определения концентрации без использования счётных камер, основанный на подсчёте числа клеток в поле зрения под покровным стеклом на обычном предметном стекле. Для подсчёта используют следующие формулы:

$$[C] = N \times F, \quad (1) \quad \text{где}$$

$[C]$  – концентрация спермиев, млн/мл;

$N$  – число клеток в поле зрения микроскопа;

$F$  – «фактор», который, в свою очередь, вычисляется по формуле:

$$F = a \times b \times 10^3 / V \times \pi \times (0,5 D)^2, \text{ где}$$

$a, b$  – размеры покровного стекла, мм;

$V$  – объём капли образца под покровным стеклом, мкл;

$D$  – диаметр поля зрения выбранного объектива, мм.

При использовании одного и того же микроскопа, объектива, покровных стёкол, и при неизменном объёме вносимой капли образца (например, 10 мкл) «фактор  $F$ » достаточно вычислить всего один раз. Диаметр поля зрения  $D$  определяют при помощи объект-микрометра или из технических характеристик микроскопа. Преимуществами такого способа определения концентрации

является отсутствие необходимости подготовки счётной камеры для каждого образца, т.к. используются одноразовые расходные материалы.

В отношении подвижности способы оценки расходятся. Подвижность определяется как % прогрессивно-подвижных спермиев в первые секунды после активации. Для рыбоводной оценки качества спермы на основании микроскопического исследования подвижности при активации в России традиционно применяется шкала Г.М. Персова [5, 6] (табл. 1).

Таблица 1 - Шкала Персова для оценки качества спермы рыб

<i>Баллы</i>	<i>Характеристика спермиев</i>
5	Все спермии одинаково подвижны, и трудно выделить одного в общей массе.
4	В массе подвижных спермиев можно выделить спермии с зигзагообразным или колебательным движением.
3	Спермии с зигзагообразным или колебательным движением преобладают. Есть неподвижные спермии.
2	Неподвижны до 75% спермиев (для оплодотворения непригодны).
1	Все спермии неподвижны (для оплодотворения непригодны).

Примечание: Таблица воспроизведена по работе [4].

Таблица 2 - «Шкала Лю» для оценки качества спермы осетровых рыб

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
++++	Резкое и чрезвычайно быстрое движение: движения спермиев настолько быстрые, что невозможно четко отследить траекторию отдельных спермиев под микроскопом при увеличении $40 \times 10$ .
+++	Быстрое движение: скорость перемещения спермиев очень высока в поле зрения микроскопа при увеличении $40 \times 10$ , но пути их перемещений хорошо видны.
++	Медленное движение: скорость движения спермиев очень медленная, пути их перемещений хорошо видны.
+	Колебание: спермии не движутся поступательно, но их хвосты колеблются вправо-влево. Оценивают % колеблющихся спермиев.
-	Неподвижность: подавляющее большинство сперматозоидов не проявляет каких-либо движений.

Примечание: таблица воспроизведена по работе Liu et al., (2006) [8].

Методы рыбоводной оценки качества спермы по подвижности могут различаться в разных странах. Сравнивая оценку качества спермы осетровых рыб в России и в Турции, В.Г. Чипинов и соавт. (2010) указывают, что оценочная шкала, используемая в рыбных хозяйствах Турции, не совпадает с оценкой по шкале Персова [7]. Авторы отмечают, что сперма, оцененная по шкале Персова в 5 баллов, может иметь в «турецкой шкале» три или четыре плюса. По шкале

Персова 1 балл ставится при отсутствии спермиев с поступательным движением, и таким образом, в «турецкой шкале» мог быть оценен как «-», либо как «+» (спермии с колебательным движением).

Описание «турецкой шкалы» В.Г. Чипинов и соавт. приводят со ссылкой на работу китайских исследователей Liu et al., (2006) [8]. Мы приводим оригинальный вариант (в пер. с англ.) этой системы оценки с детальным описанием, называя её в дальнейшем «шкалой Лю» (табл. 2).

По «шкале Лю», количество плюсов отражает только характер движения, вместе с которым обязательно определяется % подвижных сперматозоидов, который прописывается после символьной оценки. При этом все оценки проводятся одним и тем же наблюдателем, чтобы субъективная ошибка всегда была одинаковой, а подсчёты сравнимы между собой. В дальнейшем, из работы Liu et al. (2006) следует, что % подвижных сперматозоидов и характер их подвижности не являются однозначно зависимыми: «+ + + +» может сочетаться с подвижностью 50–90 % и выше; «+ + +» – 40–90%; «+ +» и «+» – 50–70% [8].

В некоторых руководствах дополнительно рекомендуется определять время, в течение которого сперматозоиды теряют подвижность после активации [4]. Определить этот момент часто довольно сложно, поскольку в сперме всегда присутствует некоторое количество резистентных к гипотонии сперматозоидов, сохраняющих подвижность в течение десятков минут после активации. Более объективной характеристикой является время, в течение которого больше половины активированных сперматозоидов переходят от поступательных движений к колебательным – «период полупотери подвижности»  $\tau_{50}$  (напр., [9, 10]).

Время  $\tau_{50}$  не должно быть меньше времени, необходимого для оплодотворения, а концентрация прогрессивно-подвижных сперматозоидов к этому моменту должна обеспечивать нормативно приемлемую частоту оплодотворения. Н.В. Барулин и соавт. (2013) (Беларусь) применяли компьютерный анализ (CASA) для изучения подвижности и других характеристик спермы ленского осетра и доказали нецелесообразность длительности искусственного осеменения более 90 сек [11]. Таким образом, при отборе спермы для оплодотворения желательно, чтобы  $\tau_{50}$  было не меньше полутора минут. В расчёте необходимого для оплодотворения икры объёма спермы должно быть учтено количество прогрессивно-подвижных сперматозоидов ко времени  $\tau_{50}$ , т.е. приблизительно половина от активированных сперматозоидов в первые секунды после добавления воды.

### **Заключение**

Для объективной оценки репродуктивного качества спермы осетровых рыб достаточно определение минимального набора характеристик: концентрации,

общей доли подвижных спермиев после активации и времени сохранения подвижности [12]. Вместо определения общего времени сохранения подвижности мы рекомендуем определять время «полупотери подвижности» –  $\tau_{50}$  как более объективный показатель. Микроскопическое исследование спермы при определении качества строго необходимо.

### Список использованных источников

1. Технологии и нормативы по товарному рыбоводству в VI рыболовной зоне / Под ред. Судаковой Н.В. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 100 с.
2. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству №558. / Чебанов М. С., Галич Е. В.: ФАО, Анкара, 2013. – 325 с.
3. Паршутин Г.В., Румянцева Е.Ю. Способ определения концентрации сперматозоидов в семени сельскохозяйственных животных / Авторское свидетельство 128204. Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР. – 1959.
4. Основы рыбного хозяйства: Учебное пособие. / Герасимов Ю. Л. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2003. – 108 с.
5. Персов Г.М. К вопросу о выращивании осетра в связи с использованием гипофизарных инъекций // Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов / Гербильский Н. Л. – Ленинград: ЛГУ, 1941. – С. 42-50.
6. Персов Г.М. Дозирование спермиев как способ управления оплодотворением яйцеклеток у осетровых // Доклады АН СССР. – 1953. – Т. 90, № 6. – С. 1183-1185.
7. Чипинов В.Г., Джаригаев Е.С., Болонина Н.В. Оценка качества спермы осетровых рыб различными методами и опыт ее низкотемпературной консервации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2001. № 1. – С. 140–143.
8. Liu L., Wei Q., Guo F. et al. Cryopreservation of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) sperm // Journal of Applied Ichthyology. – 2006. – V. 22, № s1. – P. 384-388.
9. Исаев Д.А., Мартынова М.Ю., Шишанова Е.И. и др. Гипотермическое хранение спермы осетровых рыб в изотонических растворах // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. № 10. – С. 41-49.
10. Бубунец Э.В. Воспроизводство и выращивание анадромных осетровых рыб Понто-Каспийского бассейна в условиях тепловодных хозяйств: диссертация ... доктора Сельскохозяйственных наук; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва, 2016. – 393 с.

11. Барулин Н.В., Юрченко Т.П., Шалак М.В., Садовов Н.А. Оценка подвижности сперматозоидов осетровых рыб в условиях аквакультуры // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2013. – №4. – С. 6.

12. Елизарова А.С., Глебов А.П., Шишанова Е.И., Исаев Д.А. Рыбоводная оценка качества спермы стерляди // Сборник трудов Международной научной конференции «Современные достижения и проблемы генетики и биотехнологии в животноводстве, посвященной 90-летию академика Л.К. Эрнста». Дубровицы : ВИЖ, 2019. – С. 68-71.

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК МОСКВЫ И ЯУЗЫ  
НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО  
ОКРУГА ГОРОДА МОСКВЫ**

**Искра М.А., Белозубова Н.Ю.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский государственный социальный  
университет», Министерство науки и высшего образования Российской  
Федерации, email:gerlinger\_natali@mail.ru*

**ECOLOGICAL STATUS OF MOSCOW AND YAUZA RIVERS IN THE  
CENTRAL ADMINISTRATIVE DISTRICT OF MOSCOW ASSESSMENT**

**Iskra M.A., Belozubova N.Yu.**

***Резюме.** Проведена оценка экологического состояния рек Москвы и Яузы на территории Центрального административного округа города Москвы по 17 показателям. Превышения установленных нормативов не выявлено. Вместе с тем, по содержанию растворенного кислорода вода рек Москвы и Яузы занимала переходное положение между «умеренно загрязненные» и «загрязненные».*

***Ключевые слова:** Москва, Яуза, вода, загрязнение, гидрохимические показатели.*

***Summary.** Ecological status of Moscow and Yauza rivers in the Central administrative district of Moscow assessment was assessed by 17 indices. Standards exceeding were not identified. Moscow and Yauza rivers water by active oxygen concentration stated interposition between «moderately polluted» and «polluted».*

***Key words:** Moscow, Yauza, water, pollution, hydrochemical characteristics.*

Обеспечивая отвод поверхностного стока, являясь источником технического водоснабжения, водные объекты в условиях мегаполиса испытывают значительный антропогенный стресс. Вместе с тем они являются основой формирования экологического каркаса территории. Для принятия решений по охране водных экосистем необходима достоверная информация о состоянии водного объекта и тенденциях его изменения. В этой связи вопросы проведения мониторинга водных объектов городской среды весьма актуальны.

На территории центрального административного округа города Москвы протекают реки Москва и Яуза. Формирование качественного и количественного состава воды в реках на территории округа – очень сложный процесс, который находится под воздействием природных и антропогенных факторов. К таким

факторам относятся сброс бытовых, промышленных и дренажных сточных вод; поверхностный сток (ливневые, талые, поливомоечные воды); поступление в воды рек компонентов противогололедных песочно-солевых смесей; выпадение атмосферных осадков, загрязненных промышленными выбросами.

Целью исследований являлась оценка экологического состояния рек Москва и Яуза на территории Центрального административного округа города Москвы.

В период с мая по сентябрь 2019 г отбирали пробы воды в пяти точках Москва реки: на Краснопресненской, Лужнецкой, Москворецкой, Котельнической, Краснохолмской набережных; а также двух точках реки Яуза: на Серебрянической и Русаковской набережных. Пробы воды отбирали с помощью батометра Ван-Дорна горизонтального.

Исследования воды отобранных проб проводили по 17 показателям: биологическое потребление кислорода (БПК), водородный показатель рН, химическое потребление кислорода (ХПК), запах, содержание нефтепродуктов, растворенного кислорода, взвешенных веществ, анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ), нитритов, аммиака, нитратов, хрома, никеля, меди, цинка, свинца, кадмия. При анализе использовали химические и физико-химические методы в соответствии со стандартными методиками [3-10].

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды [1].

Содержание нефтепродуктов в исследуемых пробах воды находилось в пределах 0,013 – 0,028 мг/л и не превышало допустимой концентрации 0,3 мг/л (рис.1).

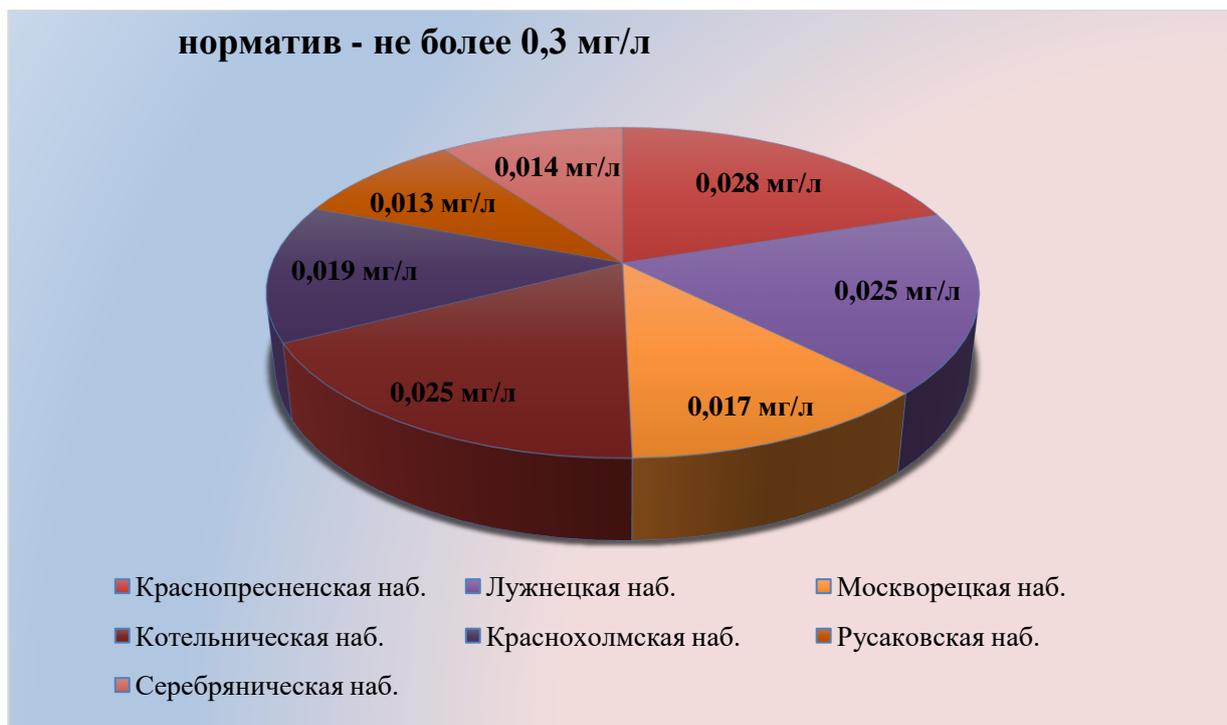


Рисунок 1 – Средние значения содержания нефтепродуктов в исследуемых пробах воды за пять месяцев

Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в воду в результате процессов жизнедеятельности гидробионтов, при биохимическом разложении органических веществ, при химическом взаимодействии содержащихся в воде компонентов, а также с промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами [1].

В июле 2019 выявлено наибольшее значение показателя по запаху на всех семи мониторинговых точках, равное 1 баллу при установленном нормативе – не более 2 баллов (рис.2).



Рисунок 2 – Количество случаев выявления показателя запаха исследуемых проб воды равного 1 баллу

Степень загрязнения воды органическими соединениями определяют, как количество кислорода, необходимое для их окисления микроорганизмами в аэробных условиях.

В зависимости от категории водоема величина БПК<sub>5</sub> регламентируется следующим образом: не более 2 мгО<sub>2</sub>/л для водоемов питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения и не более 4 мгО<sub>2</sub>/л для водоемов рекреационного водопользования, а также в черте населенным мест [1, 2].

Биологическое потребление кислорода составляло 1,46 – 3,29 мгО<sub>2</sub>/л и не превышало норму (не более 4 мгО<sub>2</sub>/л) (рис.3). По величине БПК воды р.Яузы в районе Серебрянической и Русаковской набережных, а также р.Москвы на Краснохолмской и Котельнической набережных классифицируются как чистые, а воды р.Москвы в районе Москворецкой, Лужнецкой и Краснопресненской набережных – умеренно загрязненные.



Рисунок 3 – Биологическое потребление кислорода в пробах воды

Концентрация растворенного кислорода определяет величину окислительно-восстановительного потенциала и в значительной мере направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и неорганических соединений. Кислородный режим оказывает глубокое влияние на жизнь водоема. Минимальное содержание растворенного кислорода, обеспечивающее нормальное развитие рыб, составляет около 5 мг/л. Понижение его до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыбы [1].

Наименьшее содержание растворенного кислорода в пробах воды – 4,3 мг/л отмечено в июле на Москворецкой набережной, вместе с тем оно находилось в пределах установленных норм (не менее 4 мг/л) (рис.4).



Рисунок 4 – Содержание растворенного кислорода в пробах воды, мг/л

Содержание растворенного кислорода подвержено сезонным колебаниям. В целом за период проведения исследований вода рек Москвы и Яузы по содержанию растворенного кислорода занимала переходное положение между «умеренно загрязненные» и «загрязненные». Причем в июле в воде всех точек отбора проб содержание растворенного кислорода было наименьшим. Наиболее загрязненной была вода, отобранная в районе Лужнецкой набережной, которая характеризовалась как «загрязненная» класса качества IV на протяжении периода с июня по сентябрь 2019.

Величина рН воды – один из важнейших показателей качества вод. Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От показателя рН зависят развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды на металлы и бетон. Концентрации ионов водорода влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ [1].

Пробы воды соответствовали нормативам по показателю рН на протяжении всего исследуемого периода (рис.5).

**Водородный показатель, норма от 6,5 до 8,5 ед. рН**

	май	июнь	июль	август	сентябрь
СЕРЕБРЯНИЧЕСКАЯ НАБ.	7,9	7,7	7,6	6,8	7,1
РУСАКОВСКАЯ НАБ.	7,7	8	7,4	7,3	7,5
КРАСНОХОЛМСКАЯ НАБ.	7,9	7,7	7,9	6,8	7,4
КОТЕЛЬНИЧЕСКАЯ НАБ.	7,9	7,7	7,4	6,9	7,6
МОСКВОРЕЦКАЯ НАБ.	7,6	7,8	7,6	7,4	7,7
ЛУЖНЕЦКАЯ НАБ.	7,4	7,5	7,7	7,8	7,2
КРАСНОПРЕСНЕНСКАЯ НАБ.	7,7	7,4	8	7,6	7,5

Рисунок 5 – Значение водородного показателя в пробах воды

В природной воде аммиак образуется при разложении азотсодержащих органических веществ. Он хорошо растворим в воде с образованием гидроксида аммония.

Наибольшее содержание аммиака обнаружено в сентябре в пробах воды с Лужнецкой набережной – 0,8 мг/л, которое не превышало установленные нормы (не более 1,5 мг/л) (рис.6).

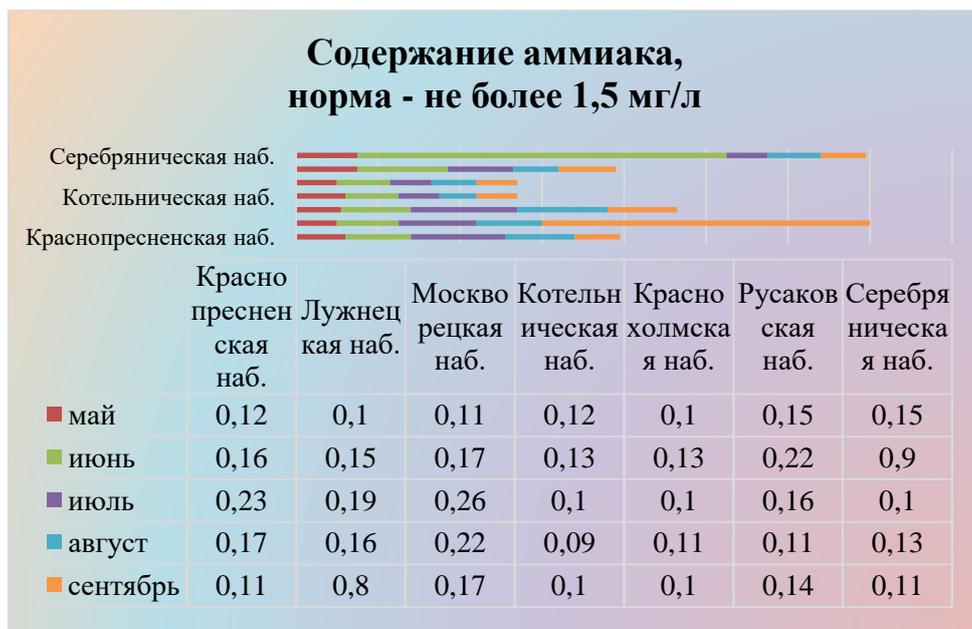


Рисунок 6 – Содержание аммиака в пробах воды на семи мониторинговых точках за пять месяцев

Нитраты в поверхностных водах находятся в растворенной форме, причем их концентрация подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная в вегетационный период, увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта [1].

Концентрация нитратов изменялась от 1,2 мг/л в мае до 16,7 мг/л в июле и не превышала значения предельной концентрации (не более 45 мг/л) (рис.7).

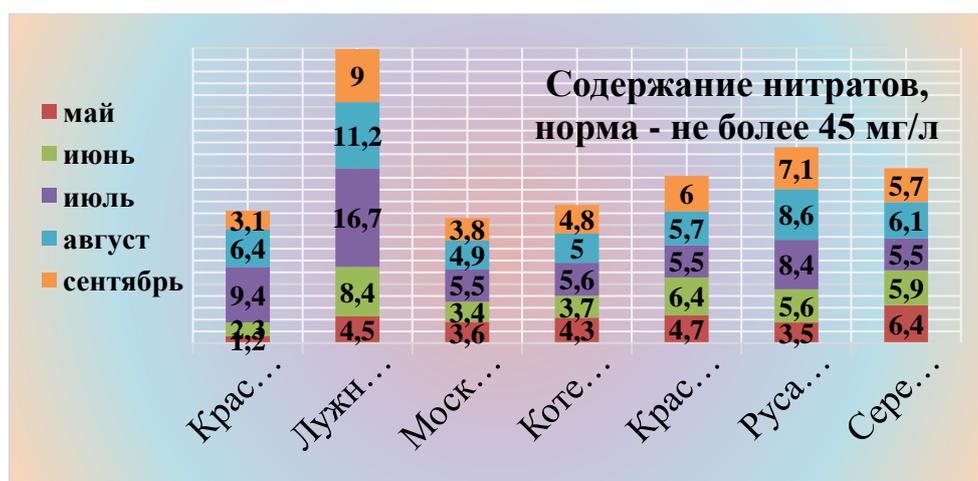


Рисунок 7 – Содержание нитратов в пробах воды

Содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых одним из сильных химических окислителей при определенных условиях, отражает показатель химического потребления кислорода (ХПК).

ХПК подвержено закономерным сезонным колебаниям. Их характер определяется, с одной стороны, гидрологическим режимом и зависящим от него поступлением органических веществ с водосбора, с другой – гидробиологическим режимом [1].

Установлены данные о химическом потреблении кислорода в пробах воды. Наибольшее значение ХПК отмечено в июле на Краснопресненской набережной – 24,3 мгО<sub>2</sub>/л при норме не более 30 мгО<sub>2</sub>/л (рис.8).

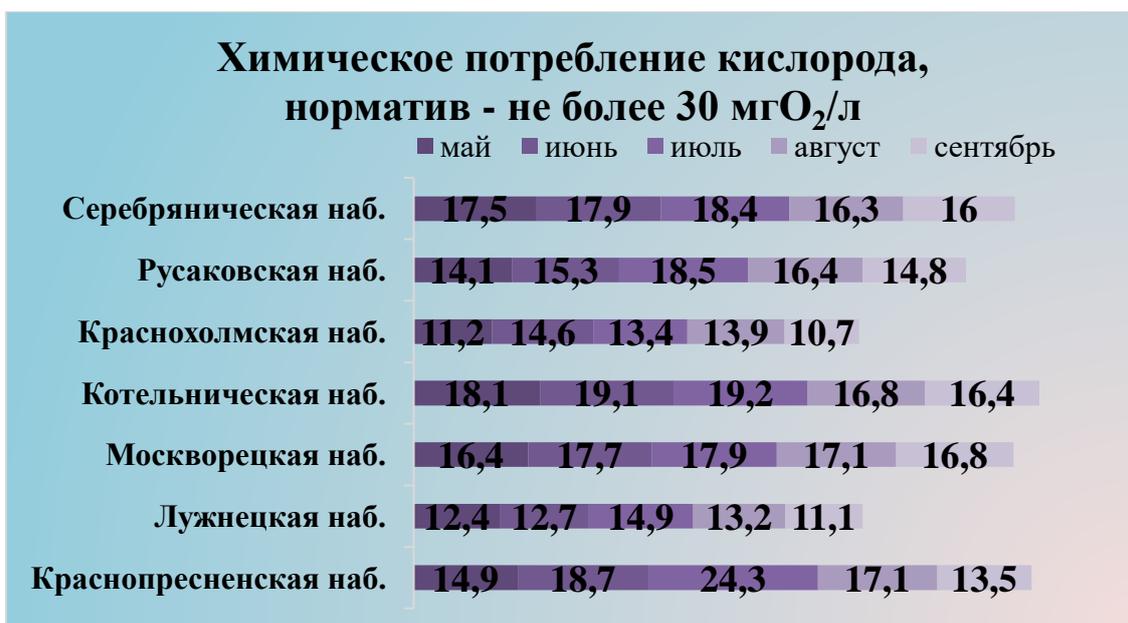


Рисунок 8 – Химическое потребление кислорода в пробах воды

Содержание АПАВ, нитритов, хрома, никеля, меди, цинка, кадмия и свинца было ниже предела обнаружения во всех исследуемых пробах.

Таким образом, проведенный лабораторный анализ отобранных проб по 17 показателям свидетельствует о соответствии воды требованиям гигиенических нормативов на всем протяжении исследований. В июле по сравнению с другими месяцами по большинству показателей значения концентраций приближались к пороговым значениям.

Вместе с тем, по содержанию растворенного кислорода вода рек Москвы и Яузы занимала переходное положение между «умеренно загрязненные» и «загрязненные». Среди исследуемых точек отбора проб наиболее загрязненной была вода, отобранная в районе Лужнецкой набережной, которая характеризовалась как «загрязненная» на протяжении периода с июня по сентябрь 2019.

### Список использованных источников

1. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы // Под ред. Т.В. Гусевой. – М.: ФОРУМ:ИНФРА – М, 2011. – 192 с.
2. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» // Министерство здравоохранения Российской Федерации, «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России», Москва, 2003 год – 74 с.
3. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97 «Методические рекомендации по применению методики выполнения измерений рН в водах потенциметрическим методом» // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. - М., 2018 год. – 12 с.
4. ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97 «Количественный химический анализ. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн.) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах» // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. - М., 2018 год. – 36 с.
5. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных (включая морские), питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. - М., 2018 год. – 25 с.
6. ПНД Ф 14.1:2:4.139-98 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии» // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. - М., 2018 год. – 18 с.
7. ПНД Ф 14.1:2:4.157-99 «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций хлорид-ионов, нитрит-ионов, сульфат-ионов, нитрат-ионов, фторид-ионов и фосфат-ионов в пробах природных, питьевых и очищенных сточных вод с применением системы капиллярного электрофореза «Капель» // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. - М., 2018 год. – 11 с.
8. ПНД Ф 14.1:2:4.190-03 «Количественный химический анализ вод. Методика определения бихроматной окисляемости (химического потребления кислорода) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим

методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02» // Министерство природных ресурсов РФ. - М., 2007 год. – 14 с.

9. ПНД Ф 14.1:2:4.222-06 «Количественный химический анализ проб природных, питьевых и сточных вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализах типа ТА» // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. - М., 2018 год. – 17 с.

10. ПНД Ф 14.1:2:4.254-09 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом» // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – М., 2017 год. – 10 с.

УДК 639.3

## БИЗНЕС-МОДЕЛИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ БЕЗУБЫТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РЫБОВОДНЫХ ФЕРМАХ

Козлов В.И.<sup>1</sup>, Козлов А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Центррыбвод»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Московский государственный университет технологий и  
управления им. К.Г. Разумовского

Email: [ribovodstvo@mail.ru](mailto:ribovodstvo@mail.ru)

## BUSINESS MODELS OF INTEGRATED BREAK-EVEN TECHNOLOGIES ON FISH FARMS

Kozlov V.I., Kozlov A.V.

***Резюме.** Рыбоводные предприятия в России могут успешно функционировать только при поддержке государства. Как только они лишаются доли госкапитала они должны переходить на иной способ «выживания» – развивать дополнительные с/х производства интегрируя их с аквакультурой, включая сферу услуг. Предлагается метод сохранения фермерских хозяйств через создание моделей безубыточных технологий*

***Ключевые слова:** бизнес- модели, рыбоводная ферма, синергия и интеграция технологий*

### Введение

Лучше всех показателей экономического состояния аквакультуры, как подотрасли сельского хозяйства, является наличие в стране количества разорившихся рыбхозов. На начало 2020 года около 60 хозяйств в России продаются «с молотка». Это явление в России и странах СНГ отмечается с 90 - годов прошлого века, когда распродали по частям самый крупный в Европе рыбхоз «Сусканский».

Только три примера:

Продаётся прудовое хозяйство в Краснодарском крае. Площадь участка 35га. (14 водоёмов). Цена 6,35 млн руб

Продается прудовое хозяйство в Ростовской области. Земельный участок 450га., под прудами 390га. Цена 70 млн руб.

Продаются все пруды и ГТС 5-ти рыбхозов объединения «Туларибхоз». Общая площадь прудов 1050 га. Цена за 5 рыбхозов 150 млн. руб

В среднем стоимость 1 га пруда рыбхозов оставляет 140 -180 тыс руб т.е. окупаемость затрат, при реальной прибыли не более 30 тыс руб/га будет **через 5-6 лет** (без учета выплат процентов банку).

И последняя новость. В ближайшие три года планируется прекращение участия государства в уставных капиталах старейшего Племенного форелеводческого завода «Адлер»

### **Материал и методика**

Проведен экономический анализ состояния технологий подотрасли аквакультура в нашей стране и преуспевающих в рыбоводстве стран.

Бизнес - модель по определению одного из основателя экономических моделей академика В.С. Немчинова, представляет собой концентрированное выражение общих взаимосвязей закономерностей экономического явления в математической форме.

Под бизнес - моделированием интегрированных технологий на рыбоводных фермах нами подразумевается имитированная, реально существующая система связанных между собой технологических блоков, когда на их экономических показателях, по результатам расчетов, можно судить о реальных сокращениях затрат, происходящих в действительности, приводящих к сочетанию различных, ранее убыточных производств рыбной и другой продукции в рентабельно состояние.

В перечне условий интеграции, наряду с экономическими, должны быть агротехнологические, зоотехнические, биологические, технические и другие показатели функционирования отрасли. Для этого необходимы положительные примеры в области технологии рыбоводства, планирования и организации сельскохозяйственного производства.

### **Результаты исследований**

Прежде всего, среди всех стран в мире обращает на себя факт динамичного роста аквакультуры Китая. За последние 20 лет он утроил объем производства рыбы и морепродуктов и довел их более чем 43 млн. т. Из других азиатских стран интенсивное развитие аквакультуры отмечено в Индии (3,5 млн.т) и Вьетнаме (2,5 млн.т).

Почему Китай, Индия и Вьетнам- еще недавно аграрные страны оказались по выращиванию рыбы не только впереди России, но и «планеты всей»?

Как оказалось, основными причинами стагнации отрасли не является отсутствие достаточного количества водоемов. В России их площадь относительно доли на одного жителя не меньше, чем в Китае. Не связано это и с особенностью климата. В Норвегии, которая производит только одного лосося более 1 млн. т, не теплее чем в Краснодарском крае. Не объясняется это и профессиональным уровнем местных специалистов.

Оказалось, что, только при поддержке государства возможно интенсивное развитие аквакультуры. И каждая страна использовала для этого свой опыт.

Так, в Норвегии «пристегнули» марикультуру к локомотиву – нефтегазовому комплексу, который успешно развивался в акватории Норвежского моря. В стране с населением 4,6 млн. человек за 20 лет построено 500 современных рыбоводных предприятий по производству лососевых рыб. Еще 10 лет назад, в 2010 году выращивание семги составило 920 тыс.т или 57,5% мирового производства.

В Японии, после Второй мировой войны, машиностроительные и автомобильные фирмы «вытянули» аквакультуру из отстающей отрасли, в одну из передовых в мире. И сейчас производство продукции составляет более 700 тыс.т.

В нашей стране такой опыт тоже был.

В СССР в 30-40 годы 20 века гидроэнергетика, а затем и мелиорация в качестве компенсации за уничтожение рыбных запасов возводили лососевые и осетроводные заводы, которые функционируют и сейчас. А позже мощные промышленные гиганты, такие как Верх-Исецкий, Новолипецкий, а также атомные тепловые электростанции выращивали рыбу на своих подсобных хозяйствах, что стало основой существующей и сейчас промышленной аквакультуры в России.

В Правительстве время от времени разрабатывались контрольные цифры, которые за последние пятилетки из-за отсутствия финансирования не выполнялись. Однако эта информация небесполезна, она говорит о больших возможностях развития в стране аквакультуры, выходом на независимый от импорта путь развития [1]. Возможно, что этот момент настал.

Что необходимо предпринять?

1. Попробовать убедить Правительство в целенаправленном финансировании - «пристегнуть» аквакультуру к газовой- нефтяной промышленности. Что, конечно, маловероятно.

В нашей стране, нефтегазовая отрасль остается самой мощной среди других. Поэтому сейчас она в состоянии выделять часть прибыли на развитие аквакультуры. Наш анализ состояния рыбного хозяйства, например, ХМАО-Югра показал, что такой механизм в стране есть, газово-нефтяная промышленность региона компенсирует подорванные рыбные запасы отчислениями в бюджет региона [4].

2. Улучшить кредитную для фермеров политику. Что тоже маловероятно. Кредитные ставки для китайских фермеров в 3 раза меньше, чем для российских (на 20.05.2016 г.) (табл. 1).

Таблица 1 - Кредитные ставки для фермеров-рыбоводов (%) в Китае и России (2016-2017 г.)

№п	Период	Китай	Россельхозбанк
1.	От 0 до 6 мес.	4,86	18,9
2.	6 мес.-1 год	5,31	18,9
3.	1 – 3 года	5,40	18,9
4.	3 года – 5 лет	5,76	19,1
5.	5 – 30 лет	5,94	нет

Примечание:

- Россельхозбанк выдавало кредиты фермерам под залог имущества или с поручительством;  
 - Россельхозбанк проводит акции выдачи кредитов под 5%, но количество таких кредитов очень ограничено.

3. Фермерам и нынешним руководителям рыбоводных хозяйств освободиться от стереотипов, понять, наконец, что рыбоводство, как подотрасль с/хозяйства, не может существовать в «чистом» виде. А для этого необходимо на убыточных рыбоводных фермах создать бизнес-модели рентабельных технологий/

Теоретической основой создание бизнес-моделей является такое понятие, как *интегрированные технологии*- экологически чистые, дополняющие друг друга и органически связанных нескольких производств: рыбы и других с/х продуктов (и услуг).

Объясним это на примерах преуспевающих в этом плане Индии и Китая/

#### **Первый пример- по технологии из Индии.**

Почему примеры из тропических условий Индии могут быть полезны для России? Прежде всего, это примеры комплексного освоения участка земли и пруда. А культуры, возделываемые там, и объекты разведения могут быть отечественные. Нами проведено небольшое самостоятельное исследование агрогидробиоценоза индийской фермы, на которой мы побывали в апреле 1991 года.

Ферма расположена в районе дер. Джаганой Барабати (п. Пипли) в бас. реки Дея в нескольких километрах от Бенгальского залива (штат Орасса). В деревне проживает 24 семьи (около 250 жителей). Община владеет двумя рыбоводными прудами площадью 4,1 га и земельным участком. Культивируется рис, картофель, томаты, огурцы, горчица и другие культуры. Урожай снимается 2-3 раза в год. Вокруг прудов на участке высажены хлебное дерево, кокос, бананы, папайя и т.д., всего 10 видов плодовых растений. Полив грядки осуществляется из прудов, при этом за засушливый период забирается 1/3 объема воды. Однако для выращивания рыбы остается еще минимальная глубина - 0,8 м/

Рыбопродуктивность нагульного пруда за счет поликультуры, без внесения кормов, при реализации рыбы через каждые 10 дней, составляет 2-2,5 т/га, при кормлении рыбы – до 10 т/га. Урожайность плодов на участке в среднем составляет 2 тыс. т/га (табл.2.)

Таблица 2 – Урожайность плодов на дамбах рыбоводных прудов в Западной Бенгалии, Индия

Культура	Среднее кол-во плодов с 1-го ствола, шт	Масса плодов,кг	Масса одного плода,кг	Продуктивность кг/м <sup>2</sup>	Продуктивность, т/га
Бананы	30-40	12	0,2	84	840
Кокосы	1	100	1-1,5	12,5	125
Хлебное дерево	3	10-12	10-12	36	360
Папайя	10	30-40	2	70	700
Манго	3	1000-2000	0,02	9	90

При использовании площади прудов и участков земли как 6:1 чистый доход был представлен как 48% от садового комплекса и 52% - от рыбоводства.

#### **Второй пример - по аренде водоемов в Китае.**

Про кредитование рыбоводов в Китае мы сказали выше.

Вот как, например, обстоит дело аренды водоемов:

1. Право собственности на водоемы принадлежит государству, а сельскохозяйственные коллективные хозяйства имеют право на их использование.

2. Аренда водоемов для аквакультуры на побережье стоит 1-3 тыс. юаней за 1 му (667 м<sup>2</sup>) или 1,5-4,5 тыс.руб. за 1 га побережья.

3. Аренда прудов и водохранилищ – 100-700 юаней за 1 му, то есть в 5-10 раз дешевле, чем аренда морского побережья.

4. Аренда озер и рек – от 30 до 800 юаней за 1 му.

#### **Другие льготы на китайские предприятия по аквакультуре:**

1. Освобождаются от НДС, сокращен наполовину подоходный налог;  
 2. Консультационная помощь фермерам-рыбоводам бесплатная;  
 3. Организовано бесплатное обучение в отдаленных селах местных крестьян технологиям по рыбоводству;

4. Доступны учебники и другая литература по рыбоводству;

5. Осуществляется государственная поддержка. Например, в уезде Уху фермер, который взял в аренду 50 му водоема (33350 м<sup>2</sup>), получил помощь в размере 50 тыс. юаней.

## По поводу субсидий: декларация и действительность в России:

Декларация	Исполнение
«У нас 10% мировых запасов пшеницы и 20% мировых запасов воды, мы способны кормить полмира и это может быть драйвером развития российской экономики на десятилетия вперед». Дмитрий Медведев, Премьер министр РФ Газ. «News Zuzcher Zeitung» 2016	«В настоящее время правила предоставления субсидий сельхозпроизводителям, утвержденные Правительством постановлением от 29 декабря 2016 г. №1528, не распространяются на предприятия, которые занимаются товарным рыбоводством». Герман Зверев, президент ВАРПЭ. «Fishnews», 2017. <a href="http://www.fishnews.ru">www.fishnews.ru</a>

В Китае важная роль отведена современному экосистемному подходу при использовании биологических ресурсов

**Пример 1.** Китайская «кингтиан» – «система симбиоза риса и рыбы» – это древнейшая практическая модель ведения сельского и рыбного хозяйства, одобрена ФАО, т.к. сочетание риса и рыбы обеспечивает ценным протеином фермеров в тропических странах, занимающихся натуральным хозяйством.

**Пример 2.** Следующий метод консолидированной экологической поликультуры – «шелковичные рыбные пруды». Их характеристики: водоем для рыбы – пруд, на дамбах растут шелковицы и некоторые виды овощей. Листьями шелковицы выкармливают гусениц тутового шелкопряда, экскременты шелкопряда, остатки листьев шелковицы и личинки шелкопряда служат кормом для рыбы. Ил из рыбоводных прудов используется для удобрения грядок с овощами. Таким образом, формируется искусственная экосистема, смысл которой заключается в том, что нет никаких «производственных отходов», все идет в дело по замкнутому циклу. На выходе – рыба, овощи и сырье для шелковой промышленности. Подобные рыбные пруды экономически выгодны и обеспечивают чистоту окружающей среды. Этому Проекту более 1000 лет, он и сейчас осуществляется во многих провинциях на юге страны.

**Наша задача – создать на убыточных рыбоводных фермах модели интегрированных рентабельных технологий**

Модели условно разделены на семь основных интегрированных сочетаний

*1. Комплексное использование агробиоценоза: зеркала прудов, примыкающих участков дамб и неудобий.*

1.1 рыба+ водоплавающая птица + цех по переработке пухо – перьевого сырья + изделия (куртки).

- 1.2. рыба+ нутрии – цех по переработки шкурок, пошив меховых изделий
- 1.3. рыба+ примыкающие неудобья (навогодние ёлки, облепиха, каперсы)
- 1.4. рыба+ примыкающие неудобья для выпаса (овцы, козы)
- 1.5. рыба в садках + поле (арахис) + степь (индюшки)
1. 6. рыба + поле (голубика, арахис, тархун, сельдерей, артишок и т.д.).
2. *Комплексное использование прудов в аквасевообороте: рыба + с/х культуры на ложе прудов*
  - 2.1. рыба- овощи-рыба
  - 2.2. рыба - зерно –рыба
  - 2.3 рыба - поле (с/х культуры)- деградация почв- сооружение дамб- рассолонение почв- (ложе пруда) –рыба-рыба-рыба- поле с хорошей почвой
  - 2.4. реконструкция рисовых карто-чеков в рыбоводные пруды
3. *Перевод хозяйства от разовой реализации рыбы к периодичности производства и многоразовой реализации (форели)*
4. *Внедрение полновесной поликультуры рыб для прудовых хозяйств*
5. *Дополнительный бизнес и организация отдыха на территории рыбоводной фермы:*
  - 5.1. коммерческая рыбалка
  - 5.2. туризм с проживанием, народные промыслы
  - 5.3. дегустационный зал и ресторация, русская баня
  - 5.4. разведение домашних животных и контактный зоопарк
6. *Использование в рыбоводстве ирригационных водоемов (сетчатые садки, зарыбление, коммерческая рыбалка)*
7. *Производство риса и рыбы на юге России*

Ниже приводятся примеры безубыточных технологий.

### **Бизнес - проект 1.**

Комплексное использование агробиоценоза: зеркала прудов, примыкающих участков дамб и неудобий.

Была поставлена задача получения максимальной прибыли с прудовой площади при относительно минимальных затратах. Это было возможно при внедрении поликультуры рыб /2/.

Выращивание рыб разного трофического уровня – от фито-зоопланктофагов до бентофагов - требовало внесения удобрений. Предварительные расчеты показали, что при внесении перегнившего навоза по нормативам 4-5 т/га при цене 1 тыс.руб/т потребует средств более 200 тыс.руб (табл.3).

Таблица 3 - Результаты выращивания товарного карпа по разным технологиям (пл.43 га) (2009 г)

Показатели	Ед.изм.	С кормлением	Без кормления
Средняя рыбопродуктивность	ц/га	8,0	2,0
Произведено рыбы	ц	344	86
Затраты:			
посадочный материал	т.руб	168	42
корма	“	1425	-
зарплата	“	63	63
прочие	“	50	30
Прибыль (+), убыток(-)	т.руб.	- 330	+209

Фермер для бюджета семьи имел доход всего 17,4 тыс.руб. в месяц.

Альтернативной увеличению естественной рыбопродуктивности прудов было применение интегрированной технологии – производство рыбы и выращивание гусей.

В нашем опыте соотношение площади зеркала воды к площади дамб и откосов каналов было как 1:0,5. В связи с этим на 1 га пруда посажено на нагул по 13 шт. гусей. Это количество не повлияло на ухудшение качества воды для веслоноса и других рыб.

При использовании гусей, в качестве источника удобрений, в одном пруду с поликультурой, включающей в себя веслоноса, удалось вырастить 5,65 ц/га товарной рыбы (веслонос, карп, белый амур), а в другом пруду без веслоноса 8,56 ц/га (толстолобики, карп и белый амур). Эти результаты были достигнуты без специального использования каких – либо кормов.

Известно, что в помете гусей содержатся соединения азота до 0,6%, фосфора до 0,8, калия до 0,3, кальция до 1%, а в сутки особь вносит в пруд 100-200 г помета, общее количество помета составило:

150 г х 180 суток х 560 шт. = 15120 кг. При условии, что половина валовой органики попало в водоемы – 7,6 т/га за сезон, в водоемы в день поступало 42,3 кг/га помета.

В качестве основной пищи гусей была водная и наземная растительность

Затраты зерна на 1 кг прироста птицы составили 3,3 кг, а расчетный кормовой коэффициент растительной массы – 22,4. Результаты содержания гусей на ферме представлены в таблицах 2- 4.

Таблица 4 - Результаты опыта содержания гусей на рыбоводной ферме (2009 г)

Показатели	Ед.изм.	Количество
Количество гусей:		
в начале опыта	шт.	600
в конце опыта	“	560
Выживаемость птицы	%	93,3
Затраты кормов на 1 кг прироста:		
зерно	кг	3,3
растительность	”	22,4
Денежные затраты общие,	тыс.руб.	134
в том числе		
-сооружение птичника, изготов-	“	60
ление поилок, кормушек и т.д.,		
-на молодь гусей,	“	18
-на зерно	“	36
-прочие	“	20

Таблица 5 - Результаты выращивания рыбы в прудах при интегрированной технологии (2009 г)

Показатели	Ед. изм.	Опыт, пл. 23 га				Контроль, пл. 20 га				
		Весло-нос	камп	Б.ам	Итого	П.тол-столо-бик	Б.тол-столо-бик	Б.амур	Карп	Итого
Масса рыбы:	г									
начальн.	“	60	40	45	-	35	30	45	40	-
конечн.	“	1030	520	740	-	640	550	705	540	-
Рыбопродуктив-	ц/га	1,41	2,10	2,14	5,65	2,46	2,28	1,92	1,90	8,56
ность										
Выживаемость	%	87,3	92,5	90,3	-	88,9	83,4	92,4	90,6	-
Затраты на малька	тыс. руб	69,3	34,2	14,6	118,0	24,2	23,9	21,2	26,4	95,7
Приход от реализации	“	979,9	338,1	295,3	1606,3	246	228	230,4	266	970,4
Остаток от реализации	“	-	-	-	1488,3	-	-	-	-	874,7

Общие затраты и прибыль по ферме представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Экономические показатели по выращиванию в интеграции рыбы и гусей на ферме (2009 г)

Показатели	Ед.изм.	Количество
Затраты капитальные:	тыс.руб.	
-вагончик	“	45
-птичник	“	69
текущие:		
-мальки	“	213,7
-гусята	“	18,0
-зерно для гусей	“	36,0
-зарплата 3-х рабочих	“	189,0
-прочие расходы (инвентарь, транспорт и т.д.)	“	60,0
Итого	“	621,7
Приход от реализации:	тыс.руб.	
-рыбы	“	2576,7
-гуси	“	168,0
Итого	“	3715,1
Остаток	тыс.руб.	3093,4
Налоги, 24,5% от остатка	“	757,88
Прибыль	“	2957,22

Таким образом, при внедрении интегрированной технологии бюджет семьи фермера составил 246,4 тыс.руб./месяц.

### **Бизнес-проект 2**

Производство 100 тонн голубики на площади 10 га с поливом из водоема (опыт Грузии)

Имеется: проточные водоемы и арендованный участок земли

Проточные водоемы общей площадью 50 га зарыбляются из расчета получения 0,4- 2,0 ц/га двухлетков карпа и 2-3 ц толстолобиков без применения кормов и удобрений. При затратах на приобретение мальков фермер, выращивает до 80-120 ц товарной рыбы. Получаемая прибыль не превышала 300 тыс руб. в год.

Для увеличения прибыли фермер решил производить голубику. Для этого арендовал соседний участка площадью 10 га, где раньше была чайная плантация (рис 1).



Рисунок 1 - Плантация голубики с капельным орошением в Грузии

С помощью льготных субсидий от государства фермер вложил средства в это производство:

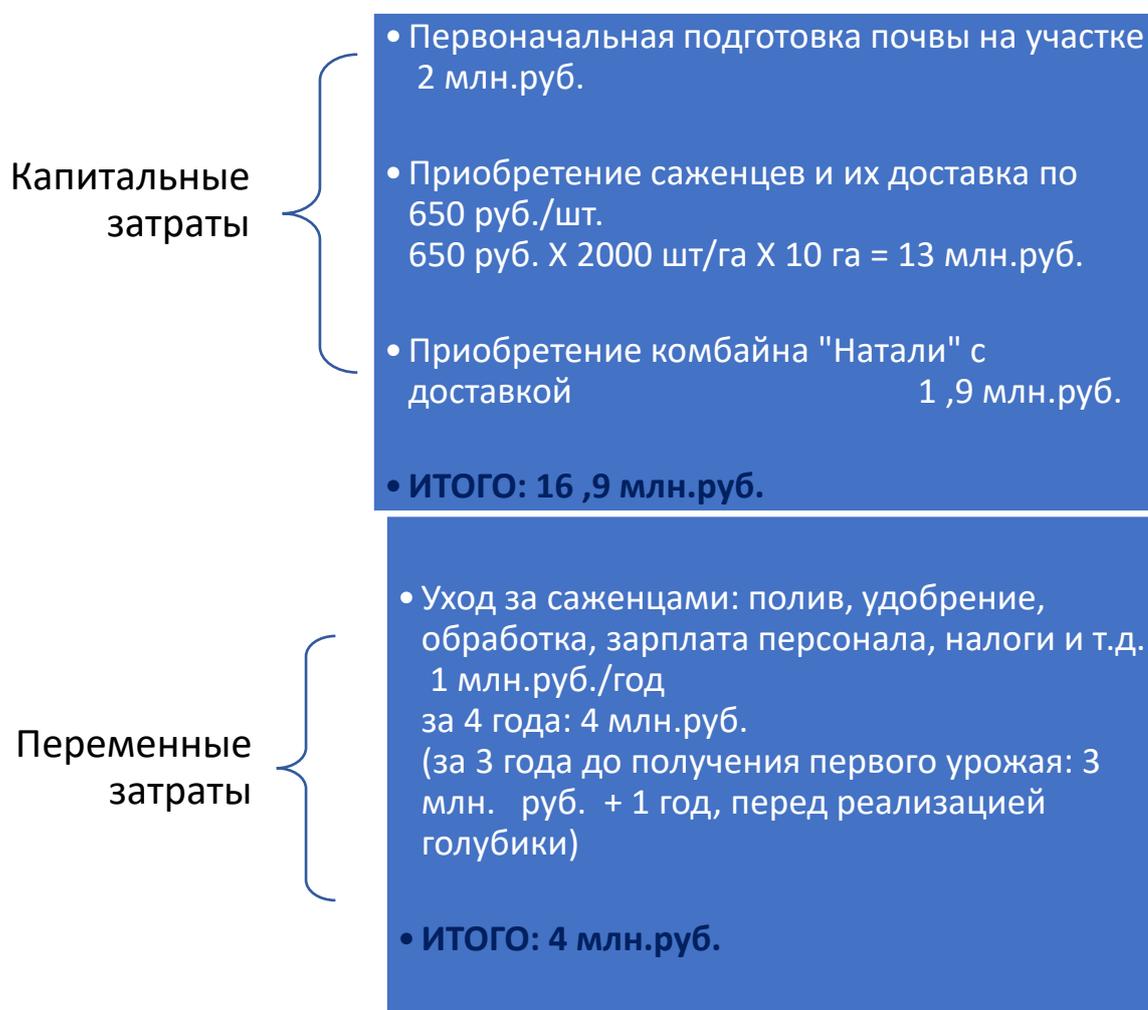


Рисунок 2 - Затраты на производство

ОБЩИЕ ЗАТРАТЫ: 20,9 млн. руб. (ЗА 4 ГОДА)

ПРИХОД (через 3 года, на 4-й): 5 кг/куст x 20 000 кустов x 200руб./кг = 20 млн. руб.

Окупаемость затрат:  $20,9/20 = 1,04$  года после получения урожая или на 4-й год после посадки саженцев. Прибыль по двум участкам превысила 2 млн руб./год

### **Бизнес – проект 3**

Рыба в садках + поле (арахис) + степь (индюшки)

Исследования проводились на базовом хозяйстве Саратовской области, где имелся балочный ирригационный водоем размером 100-120 га с глубинами до 5 м. На базе выращивались стадо индюшек, а в вольерах фазаны, перепелки и страусы. Водоем использовался для экстенсивного производства карпа.

Вокруг базы были расположены заброшенные поля разорившегося совхоза. Производство не было убыточным, но приносило минимальную прибыль.

Ставилась задача – предложить такое сочетание производств, которые позволили бы практически убыточное хозяйство превратить в рентабельное.

В результате исследований создана новая модель рентабельного производства продуктов питания в депрессивном регионе РФ.

Исследования проводились на базовом хозяйстве Саратовской области, где имелся балочный ирригационный водоем размером 100-120 га с глубинами до 5 м [3]. На базе выращивались стадо индюшек, а в вольерах фазаны, перепелки и страусы. Водоем использовался для экстенсивного производства карпа.

### **Производство форели, индюшек и арахиса**

Для увеличения прибыли предложено:

1. В водоеме выращивать в сетчатых садках форель. С учетом климата производство форели рекомендовано осуществлять в холодные месяцы года с сентября по май в течение 7 месяцев, когда температура (не более 20-22 градуса) позволяла избежать гибели рыбы.

2. В качестве дополнительной продукции на прилежащих к водоему полях, где имелась мелиоративная система на участке площадью 50 га, предложено внедрить производство арахиса, который пользовался спросом на рынке. Полив растений планировалось осуществлять из ирригационного водоема. Площадь водоема за сезон сокращается от 120 до 100 га, что не критично для садкового форелевого хозяйства.

3. Рекомендовано увеличить поголовье индюшек

Помет, собираемый в птичнике, закладывается в помехранилище и после перепревания реализуется в качестве удобрений и субстрата для культивирования земляных червей для кормления форели и индюшек.

Технологии производства продуктов питания состоят из трех блоков:

#### **1-й блок. Садковое рыбоводство**

На фермерском хозяйстве производится 50 тонн форели в сетчатых садках от мальков весом 50 и 100 г. Реализуется рыба 4 раза в год по 12,5 тонн в июле и

августе (штучная форель 270 г), в сентябре и октябре – товарная (вес 600 г). Известно, что такая технология приносит прибыль

*Реализация* – 16, 25 млн.руб. Всего затрат – 13,83 млн.руб., в том числе, текущие затраты (млн.руб.): мальки – 4,84, корма – 5,20, зарплата – 1,11, прочие – 0,54. Итого- 11,69

*Капитальные затраты*, млн.руб.: 16 садков и садковая линия -1,461, пирс-0,05, бассейны -3 шт. – 0,3, вагончик – 0,03, аэратор, компрессор – 0,1, здания (склад, лаборатория и т.д.)- 0,2 x 5 лет. Итого-12,14

*Прибыль*: 2,1 млн.руб., себестоимость 1 кг форели 276,6 руб., окупаемость – 0,85 лет, рентабельность -17,50%.

При низкой рентабельности производства рыбы добавляются второй и последующие блоки.

### **2-й блок. Производство арахиса**

Производство 75 тонн в год арахиса на площади 50 га.

#### **Расчеты Бизнес-плана по производству арахиса**

Климатические условия: арахис выращивается в России от региона Северного Кавказа до Подмосковья.

Арендуемая площадь - 50 га, производство 1500 кг/га.

Будет произведено: 50 га x 1500 кг = 75 т/га.

Приход: 6 750 000 руб.

*Капитальные затраты* - 1220,0 тыс. руб.

*Операционные затраты* -5005,0 тыс. руб.

*Остаток после реализации продукта*, тыс. руб.: 6750 – 6225 = 525 тыс.руб.

*Налоги* (31 % от ФОТ) – 806 тыс. руб.

*Расчетная прибыль*: 525-806 = - 281 тыс. руб. (убыток)

На следующий и далее годы, после практической окупаемости капитальных затрат в первый год - 1220 тыс. руб., прибыль составит (тыс. руб.) - 281 + 1220 = 939 тыс. руб.

Рентабельность: прибыль x 100: затраты = на следующий год: 93 900: 5005,00 = 18, 76 %

Себестоимость: 5005 тыс. руб.: 75000 кг = 66,7 руб./кг.

### **3-й блок. Производство индюшек**

Мощность фермы - 500 голов индюшек, средняя масса - 6 кг за 4 месяца выращивания.

В первый год потребовалось средств *на капитальные затраты*: приобретение маточного стада индеек 16 голов - 48 тыс.руб., сооружение птичника площадью 300 м2 - 100 тыс.руб., приобретение оборудования - 200 тыс.руб. Итого: 348 тыс.руб.

*На текущие затраты*: затраты на корма - 1,1 тонна комбикорма + 1,1 тонна зерна - 21 тыс.руб., зарплата - 1+ 1 временный - 92-тыс.руб.,

электроэнергия, транспорт, медикаменты и т.д. - 20 тыс.руб., налоги - 20 тыс.руб.  
Итого- 153 тыс.руб.

Всего -  $348 + 153 = 501$  тыс.руб.

При себестоимости индюшек 467,6 руб/шт. (77,9 руб/кг) ежегодная прибыль составляет 266,2 тыс.руб.

Интеграция различных производств увеличила общую суммарную прибыль за счет сокращения зарплаты (совмещение специальностей) и непроизводственных расходов. На втором году общая прибыль от интегрированного производства превысила 3 млн.руб. Увеличение произошло за счет сокращения зарплаты (совмещение специальностей) и непроизводственных расходов.

### **Выводы**

1. Предприятия в России, производящие только рыбу, могут успешно функционировать только при поддержке государства. Как только они лишаются доли госкапитала они должны переходить на иной способ выживания – развивать дополнительные производства интегрируя их с аквакультурой, включая сферу услуг.

2. Наши исследования позволили разработать принципиально новый подход решения проблемы убыточных хозяйств путем вовлечения жителей сельской местности в производство продуктов питания и услуг, развития малого и среднего бизнеса, увеличения доли отечественных экологически чистых продуктов для населения страны.

3. На основе изучения рынка разработаны экологически чистые интегрированные технологии производства различных сельскохозяйственных культур, объектов рыбоводства и птицеводства.

### **Список использованных источников**

1. Головина Н.А. и др. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.

2. Козлов А.В. Способы увеличения эффективности использования прудовых площадей на рыбоводной ферме. «Рыбное хоз-во». Тематич.сборник, вып.66, Киев, 2009 с. 31-34

3. Козлов А.В., Головачева Н.А. Создание модели рентабельного производства продуктов питания на основе убыточных фермерских рыбоводных хозяйств. Теоретич. и научно-практич.журнал «Дельта науки», №2, Белгород, 2018, с.28-31

4. Козлов В.И., Козлов А.В. Учебник по товарному рыбоводству: экономические решения. Росинформагротех – М. 2017. С. 260.

**ОБ ИТОГАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАБОТЫ КРУПНЕЙШЕГО В РОССИИ  
КРИБАНКА СПЕРМЫ РЫБ**

**Ковалев К.В., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Миленко В.А.**  
ФГБНУ Филиал по пресноводному рыбному хозяйству «ВНИРО»  
(«ВНИИПРХ»), Московская область, пос. Рыбное  
e-mail silur5@mail.ru

**ABOUT THE RESULTS AND PROSPECTS OF THE LARGEST FISH  
SPERM CRYOBANK IN RUSSIA**

**Kovalev K.V., Dokina O.B., Pronina N.D., Milenko V.A.**

***Резюме.** В филиале по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») (Московская область, поселок Рыбное) создан самый крупный в Российской Федерации низкотемпературный генетический банк спермы и тканей рыб. Самые ранние криоконсервированные образцы спермы, хранящиеся в криобанке, датируются 1989 г. Разработаны запатентованные технологии криоконсервации и хранения в низкотемпературном банке спермы рыб (лососевых, осетровых, карповых). Сотрудники лаборатории оказывают научно-методическую и практическую помощь рыбохозяйственным организациям и специалистам. Регулярно проводятся экспедиционные мероприятия для пополнения коллекции криобанка. Широкое использование криотехнологий будет способствовать продовольственной безопасности страны, восстановлению деградированных популяций, ускорению селекционных разработок, являться гарантией восстановления генетического разнообразия рыб после экологических катастроф.*

***Ключевые слова:** криоконсервация, биоразнообразие, криобанк, осетровые, лососевые, карповые*

***Summary:** The largest low-temperature genetic bank of fish sperm and tissues in the Russian Federation has been created in the branch for freshwater fisheries of the Federal state budgetary institution "VNIRO" ("VNIIPRH") (Moscow region, village Rybnoye). The earliest cryopreserved sperm samples were stored in a cryobank in 1989. Patented technologies for cryopreservation and storage in a low-temperature sperm Bank of fish (salmon, sturgeon, carp) have been developed. The laboratory staff provides scientific, methodological and practical assistance to fisheries organizations and specialists. Expedition events are regularly held to replenish the cryobank collection. The widespread use of cryotechnologies will contribute to the country's food security, restore degraded populations, accelerate breeding development, and guarantee the restoration of fish genetic diversity after environmental disasters.*

***Keywords:** cryopreservation, biodiversity, cryobank, sturgeon, salmon, carp*

В филиале по пресноводному рыбному хозяйству ФГБУН «ВНИРО» («ВНИИПРХ») (Московская область, поселок Рыбное) создан самый крупный в Российской Федерации низкотемпературный генетический банк спермы и тканей рыб. Первые работы по криоконсервации спермы рыб были начаты в 1988 году с участием украинских учёных из Института проблем криобиологии и криомедицины (Харьков). Работы выполнялись при поддержке и участии межведомственной ихтиологической комиссии (МИК). Самые ранние криоконсервированные образцы спермы, хранящиеся в криобанке, датируются 1989 г.

Основными задачами лаборатории криобиологии в настоящее время являются:

- усовершенствование базовых и разработка новых методов криоконсервации спермы осетровых, карповых и лососевых видов рыб;
- сбор спермы ценных видов рыб для пополнения коллекции криобанка;
- разработка способов реализации сохраненной в сперматозоидах генетической информации с использованием методов молекулярно биологии и биологии развития;
- проведение исследований, направленных на решение проблемы криоконсервации эмбрионов, яйцеклеток и личинок рыб;
- проверка сохранности криоконсервированной спермы, заложенной на хранение;
- разработка методик оплодотворения промышленных партий икры криоконсервированной спермой.

Лабораторией криобиологии ФГБУН Филиал по пресноводному рыбному хозяйству «ВНИРО» («ВНИИПРХ») разработаны запатентованные технологии криоконсервации и хранения в низкотемпературном банке спермы рыб (лососевых, осетровых, карповых) и создан самый крупный в Российской Федерации и один из крупнейших в мире криобанк половых продуктов и тканей рыб. Коллекция криобанка представлена 32 видами и 38 породами, среди которых виды, занесенные в Красную книгу (белуга, калуга, сахалинский осетр, амурский осетр, шип, севрюга, амур черный, буффало черный, кета сахалинская, белорыбица). Особую ценность коллекции представляет криоконсервированная сперма осетровых рыб, состояние естественных популяций которых является катастрофическим. В криобанке находятся образцы, заложенные на хранение около 20 лет назад от самцов, пойманных в естественных водоёмах. Общий объем спермы, хранящейся в криобанке, составляет 28849,18 мл, в том числе: осетровых - 15751,65 мл от 697 самцов, лососевых 2192,32 мл от 540 самцов, карповых - 10459,99 мл от 1029 самцов, сиговых - 401,97 мл от 322 самцов, кефалевых – 43,25 мл от 26 самцов.

Мониторинг сохранности криоконсервированной спермы в течение 30 лет показывает, что время хранения в криобанке не влияет на качество спермы. Использование дефростированной спермы позволяет достигать процента оплодотворения икры сопоставимого со свежей [Рекубратский, Ковалев, 2016; Пономарева и др., 2017; Красильникова, Тихомиров, 2018; Докина и др., 2019]. Криоконсервированная сперма успешно применяется для осеменения промышленных объемов икры.

Регулярно проводятся экспедиционные мероприятия для пополнения коллекции криобанка. За период 2015-2020 гг. были организованы экспедиции по сбору материала для криобанка в:

- Волго-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») – белуга, русский осетр, шип, сибирский осетр, амурский осетр, веслонос;

- Федеральном селекционно – генетический центре рыбоводства (структурное подразделение ФГБУ «Главрыбвод») – образцы спермы от самцов радужной форели с переопределённым полом, форели породы «Росталь» и экспериментального породного типа форели жёлтого окрашивания;

- Умбском рыбоводном заводе (структурное подразделение Мурманского филиала ФГБУ "Главрыбвод") – горбуша нечётных лет нереста;

- Выгском рыбоводном заводе (структурное подразделение Карельского филиала ФГБУ "Главрыбвод") (2019) – сёмга, сиг;

- Анюйский рыбоводный завод (структурное подразделение Амурского филиала ФГБУ "Главрыбвод") – сахалинский осетр;

- Чернышевский рыбоводный завод (структурное подразделение Якутского филиала ФГБУ "Главрыбвод"), – сибирский осётр;

- Абалакский экспериментальный рыборазводный завод (структурное подразделение Нижне-Обского филиала ФГБУ "Главрыбвод"), – сибирский осётр;

- Изобелинское рыбоводное хозяйство (республика Беларусь) – местные породы карпа;

И другие государственные и частные рыбоводные хозяйства.

В настоящее время существует острая потребность в формировании страховых запасов спермы. От научных коллективов и промышленных хозяйств поступают заявки на предоставление спермы черного амура, белуги, калуги, веслоноса, буффало, сахалинского осетра. Кроме того, несмотря на неоднократные обсуждения на совещаниях, конференциях, симпозиумах, до сих пор не разработана единая система сертификации собранных образцов, не решены правовые и юридические вопросы, связанные со сбором, хранением, использованием и транспортировкой генетического материала.

Следует отметить, что широкое использование криотехнологий будет способствовать продовольственной безопасности страны, восстановлению

деградированных популяций, ускорению селекционных разработок, являться гарантией восстановления генетического разнообразия рыб после экологических катастроф.

#### **Список использованных источников**

1. Докина О.Б., Пронина Н.Д., Ковалев К.В., Миленко В.А., Цветкова Л.И. Усовершенствованная технология криоконсервации спермы карпа в крупномасштабном криобанке // Рыбное хозяйство. — 2019. — № 5. — С. 97-105.
2. Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Получение жизнеспособной молоди русского осетра с применением криоконсервированной спермы и оценка поведенческих реакций криопотомства // Сельскохозяйственная биология. — 2018. — Т. 53. — № 4. — С. 762-768.
3. Пономарева Е.Н., Неваленный А.Н., Белая М.М., Красильникова А.А. Использование криоконсервированной спермы для формирования маточного стада стерляди // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. — 2017. — № 4. — С. 118-127.
4. Рекубратский А.В., Ковалев К.В. Способы восстановления генотипов редких видов рыб из криоконсервированных спермиев: получение потомства с высоким уровнем генетической изменчивости // Рыбное хозяйство. — 2016. — № 5. — С. 64-68.

**ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ  
СЕГОЛЕТКОВ ДЕВЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ АМУРСКОГО САЗАНА ИЗ  
КОЛЛЕКЦИОННОГО СТАДА СПУ «ИЗОБЕЛИНО»**

**Кралько С.В.**

*Республиканское унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр по животноводству» Национальной академии наук Беларуси, [belniirh@tut.by](mailto:belniirh@tut.by)*

**COMPARATIVE FISHING CHARACTERISTIC OF FINGERLINGS OF THE  
NINTH GENERATION OF AMUR CARP FROM COLLECTION STOCK OF  
SELECTIVE-BREEDING SITE «ISOBELINO»**

**Kralko S.V.**

***Резюме.** В результате исследования определены основные рыбоводные показатели сеголетков трех генераций девятого поколения амурского сазана из племенного коллекционного ремонтно-маточного стада. Представлена сравнительная характеристика сеголетков сазана из белорусской популяции и опытных групп, полученных от скрещивания местных самок с завезенным генетическим материалом. Дана сравнительная характеристика результатов выращивания девятого и четвертого поколений сазана из белорусской популяции.*

***Ключевые слова.** Сазан, поколение, сеголеток, средняя масса, выживаемость, коллекционное стадо.*

***Summary.** As a result of that research, the main fish performances of fingerlings from three age groups of the ninth generation of Amur carp from breed collection broodstock were determined. There were presented comparative specifications of carp fingerlings from the population in Belarus and experimental groups which were received from the breeding of local females with introduced genetic material. Also, it was performed comparative cultivation characteristic of ninth and fourth generations of Amur carp from the population in Belarus.*

***Key words.** Amur carp, generation, fingerlings, average weight, survival, collection stock*

**Введение**

Проблема гетерозиса, имеющего большое практическое значение, давно привлекает к себе внимание [1, 11]. Большой практический интерес представляет промышленная гибридизация рыб с использованием в производстве гибридов первого поколения. Целый ряд работ посвящен изучению проявления гетерозиса у рыб, в частности у карпа [2, 7, 8]. Получены данные о существенном превосходстве

гибридов и помесей над исходными формами по различным признакам. Очевидно, товарное выращивание гетерозисных комбинаций все больше будет использоваться в рыбоводных хозяйствах при выращивании товарной продукции. В довоенный период по инициативе В.С. Кирпичникова была начата работа по гибридизации карпа с сазаном, подтвердившая эффективность промышленного скрещивания в рыбоводстве [3, 4, 5]. Потомство от скрещивания этих рыб обладает гетерозисом по скорости роста и жизнеспособности, что особенно четко проявляется на первом году жизни [12, 13].

В настоящее время в Республике Беларусь сформирован коллекционный генофонд пород и линий карпа отечественной и зарубежной селекции, который включает и амурского сазана ханкайской популяции завезенного в республику в 76-78 гг. прошлого века. В настоящее время в коллекционном стаде имеются потомки завезенного генетического материала, представленные восьмым (производители) и девятым (ремонт) поколением сазана.

### **Материал и методика исследований**

В СПУ «Изобелино» проводятся работы по воспроизводству основного генофонда, коллекционного маточного стада. С момента организации репродукционной базы (1977 г.) по выращиванию амурского сазана ханкайской популяции при воспроизводстве его в искусственных условиях и получении гибридов проводили исследования на разных этапах развития потомства. На базе рыбхоза «Вилейка» в 1976-77 гг. была создана репродукционная база по формированию ремонтно-маточного стада амурского сазана ханкайской популяции, генетический материал которого был завезен из Украины (репродукционная база «Лисневичи») [13]. В республике амурский сазан воспроизводится «в себе» на протяжении восьми поколений, а племенной материал использовался для получения гибридов, полученных при скрещивании с самками карпа [6]. Было установлено, что за последние четыре поколения исследования генофонда племенного сазана произошло снижение генетического разнообразия, что может негативно сказаться на результатах дальнейшего сохранения и использования коллекционного генофонда амурского сазана ханкайской популяции. С целью увеличения генетического разнообразия и снижения эффекта инбридинга амурского сазана из коллекционного стада белорусской популяции в соответствии с программой обмена генетическим материалом с Россией дважды в 2016 и 2019 гг. были завезены половые продукты (молоки) и осуществлены их скрещивания с самками из белорусской популяции восьмого поколения.

В первом варианте для скрещивания с завезенными молоками амурского сазана использованы две самки, отличающиеся по генотипу Tf (1-я АА, 2-я АУ). Во втором варианте (2019 г.) смесь икры от нескольких самок оплодотворяли

завезенными молоками от различных самцов (4 варианта). В качестве контроля использовали потомство сазана из белорусской популяции

После выклева трехсуточных заводских личинок разного происхождения зарыбляли в экспериментальные малые выростные пруды СПУ «Изобелино» площадью 0,08 – 0,09 га, с одинаковыми гидрохимическими условиями. В течение всего вегетационного сезона соблюдали единый режим кормления, и санитарно-профилактических мероприятий, что способствовало снижению экологической составляющей изменчивости рыбоводно-биологических показателей выращенных сеголетков. Одновременно с сазаном в аналогичных условиях были выращены чистопородные коллекционные группы карпа белорусской селекции. Определение рыбохозяйственных показателей проводили по общепринятым методикам [9]. Комплексную оценку рыбохозяйственных признаков проводили методом ранжирования [10].

### **Результаты исследований и обсуждение**

Девятое поколение сазана представлено тремя генерациями. При формировании первой и третьей генераций использовали завезенный генетический материал (молоки).

Средняя масса сеголетков амурского сазана, полученного от скрещивания самок из белорусской популяции с завезенными молоками (генерация I), составила 34,0 и 31,8 г, а выживаемость 36,3 и 54,0 % соответственно (таблица 1). В среднем масса тела опытных групп сазана составила 32,8 г, а выживаемость 45,0 %.

Сеголетки сазана из белорусской популяции отличались большей массой тела (54,0 г) и нормативным уровнем выживаемости (32,2 %). То есть сеголетки сазана из белорусской популяции характеризовались повышенной массой тела и пониженной выживаемостью по сравнению с опытными группами, полученными от скрещивания с завезенными молоками. Очевидно, при формировании генерации I сазана наблюдались значительные колебания величин средней массы и выживаемости сеголетков (31,8 - 54,0 г и 32,2 - 54,0 % соответственно). У сеголетков карпа белорусской селекции масса тела составила 46,1 г, выживаемость 37,2 %, то есть рассмотренные рыбоводные показатели сазана в среднем незначительно отличались от коллекционных линий белорусской селекции, выращенных в одинаковых условиях.

При формировании второй генерации девятого поколения амурского сазана получено потомство белорусской коллекционной популяции. Средняя масса сеголетков сазана составила 26,3 г, выживаемость 27,5 %. У сеголетков карпа белорусской селекции средняя масса тела оказалась несколько выше (39,3 г), а выживаемость ниже (22,2 %), чем у карпа.

Таблица 1 – Рыбохозяйственные показатели сеголетков разного происхождения

Породная принадлежность	Количество, экз.		Масса		Выживаемость, %
	посажено	выловлено	общая, кг	средняя, г	
<b>Генерация I</b>					
Сазан (I) (молоки из России)	4800	1742	59,3	34,0	36,3
Сазан (II) (молоки из России)	4800	2581	82,4	31,8	54,0
Итого опытные группы сазана:	9600	4323	141,7	32,8	45,0
<b>Сазан (белорусская популяция F<sub>9</sub>)</b>	<b>20000</b>	<b>6440</b>	<b>347,7</b>	<b>54,0</b>	<b>32,2</b>
Линии белорусской селекции	6400	2379	109,8	46,1	37,2
<b>Генерация II</b>					
<b>Сазан (белорусская популяция, F<sub>9</sub>)</b>	<b>10950</b>	<b>3006</b>	<b>79,1</b>	<b>26,3</b>	<b>27,5</b>
Линии белорусской селекции:	27401	6080	38,7	39,3	22,2
<b>Генерация III</b>					
<b>Сазан (белорусская популяция F<sub>9</sub>)</b>	<b>7600</b>	<b>3770</b>	<b>71,1</b>	<b>18,9</b>	<b>49,6</b>
Сазан бел. х сазан –P1	1800	162	2,3	14,2	9,0
Сазан бел. х сазан –P2	2000	1185	18,0	15,2	59,3
Сазан бел. х сазан –P3	1800	1200	26,3	21,9	66,7
Сазан бел. х сазан –P4	2000	1314	42,5	32,3	65,7
Итого опытные группы сазана:	7600	3861	89,1	23,1	50,8
Белорусские линии:	25800	9082	242,2	26,7	35,2
<b>Итого сазан (белорусская популяция F<sub>9</sub>), генерации I - III</b>	<b>38550</b>	<b>13216</b>	<b>467,9</b>	<b>35,4</b>	<b>34,3</b>
<b>Сазан (белорусская популяция F<sub>4</sub>) (8-кратная повторность)</b>	<b>44,4</b>	<b>24600</b>	<b>499,3</b>	<b>20,3</b>	<b>55,4</b>

Третья генерация девятого поколения сазана сформирована из потомства белорусской популяции и опытных скрещиваний сазана, полученных от повторно завезенных половых продуктов (молок) из России (ВНИПРХ). С их использованием сформировано четыре варианта скрещиваний, в качестве контроля рассматривалось потомство сазана из белорусской популяции. Средняя масса опытных групп сазана колебалась в пределах от 14,2 г (P1) до 32,3 (P4), составляя в среднем 23,1 г. То есть выше, чем у сеголетков сазана из белорусской популяции (18,9 г). Пониженная выживаемость сеголетков отмечена в группе P1 (9,0 %). У остальных опытных групп сазана этот показатель значительно выше и составляет 59,3 – 66,7 %. Выход сеголетков сазана из белорусской популяции составил 49,6 %. Для комплексной оценки рассмотренных рыбоводных показателей опытных групп сазана из третьей генерации проведено их ранжирование (таблица 2). Судя по результатам ранжирования, явными преимуществами характеризуются сеголетки сазана из опытных групп P3 и P4.

Таблица 2 – Ранжирование рыбохозяйственных показателей сеголетков опытных групп сазана

Происхождение	Ранги			
	по массе	по выживаемости	сумма рангов	средний ранг
Сазан бел. х сазан –Р1	4	5	9	0,9
Сазан бел. х сазан –Р2	3	3	6	0,6
Сазан бел. х сазан –Р3	2	1	3	0,3
Сазан бел. х сазан –Р4	1	2	3	0,3
Сазан бел.	5	4	9	0,9

При сравнении полученных результатов выращивания сеголетков сазана девятого поколения с сеголетками из четвертого поколения, которое было выращено в условиях СПУ «Изобелино» установлены отличия по средней массе и выживаемости (рисунки 1 и 2). Племенные сеголетки девятого поколения из коллекционного стада характеризовались повышенной средней массой тела по сравнению с сеголетками четвертого поколения (35,4 г против 20,3 г). Средняя масса сеголетков сазана девятого поколения, полученных от скрещивания с завезенными молоками также оказалась выше, чем у сеголетков четвертого поколения.

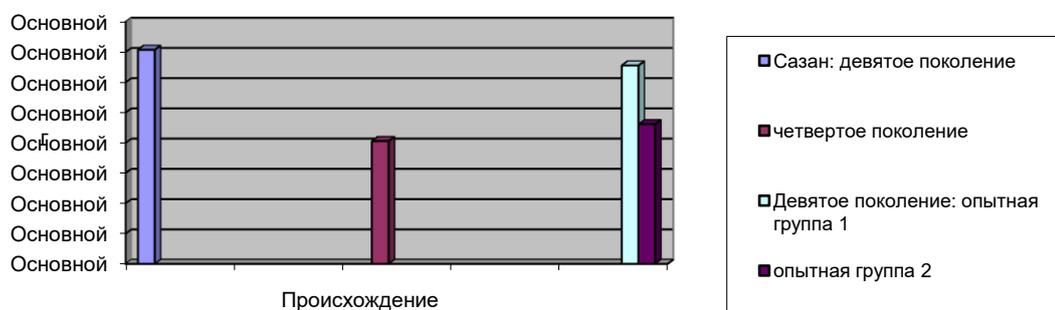


Рисунок 1 - Средняя масса сеголетков сазана девятого и четвертого поколений

По величине среднего уровня выживаемости, наоборот, в девятом поколении белорусской коллекционной популяции сазана наблюдалось снижение этого показателя по сравнению с четвертым поколением (34,3 % против 55,4 %)

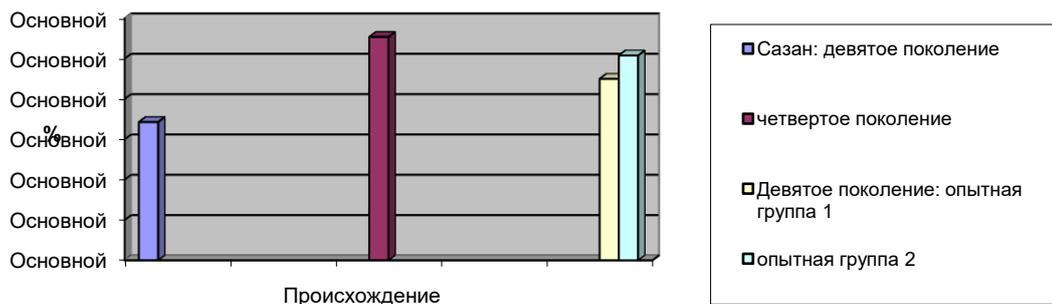


Рисунок 2 - Выживаемость сеголетков сазана девятого и четвертого поколений

У сеголетков из экспериментальных скрещиваний величина выживаемости несколько ниже, чем у сеголетков четвертого поколения, но выше, чем у сеголетков из белорусской популяции, выращенных одновременно.

Полученные результаты указывают на значительные изменения рыбохозяйственных показателей в ряду поколений сазана выращенного в Беларуси. Завоз неродственного генетического материала (молок) и получение опытного потомства позволило значительно увеличить выживаемость сеголетков племенного сазана.

### Выводы

1. Средняя масса тела сеголетков характеризовалась высокой вариабельностью. Проявляется тенденция к увеличению средней массы тела сеголетков сазана девятого поколения из белорусского коллекционного стада по сравнению с сеголетками, опытных скрещиваний, полученных от завезенного генетического материала (молок). А также к снижению средней массы сеголетков девятого поколения, в целом, по сравнению с сазаном из четвертого поколения.

2. Установлена тенденция к снижению выживаемости сеголетков сазана девятого поколения по сравнению с четвертым поколением, а также у сеголетков из белорусской популяции девятого поколения по сравнению с опытными группами, полученных от завезенного генетического материала.

3. По сравнению со средними показателями карпа белорусской селекции, выращенного одновременно с девятым поколением сазана, у последнего наблюдалось снижение массы тела и увеличение выживаемости сеголетков.

### Список использованных источников

1. Ильев Ф.И. Межлинейная гибридизация в животноводстве. - М. Колос, 1980. - С. 115.
2. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. - Л. "Наука", 1987, с. 517.

3. Кирпичников, В.С. Гибридизация европейского карпа с амурским сазаном. / В.С. Кирпичников // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биол. наук.- Л. 1967 - 64с.
4. Кирпичников, В.С. Гибридизация карпа с сазаном / В.С. Кирпичников // Тр. 2-го пленума комиссии по рыбохозяйственному исследованию западной части Тихого океана. - М., 1962. - С. 160 - 169.
5. Кирпичников, В.С. Значение гетерозиготности и гетерозиса в эволюции и селекции животных / В.С. Кирпичников // Вестник сельскохозяйственной науки. - 1967. - №3. - С.65 - 68.
6. Книга, М.В. Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей амурского сазана первого и пятого поколений / М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Семенов, В.В. Шумак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2007. – вып. 23. – С. 281-287.
7. Кончиц В.В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства /В.В. Кончиц, М.В. Книга //Мн. «Тонпик». 2006.- 222 с.
8. Николюкин, Н.И. Гетерозис и его использование в рыбоводстве / Н.И.Николюкин. – Л.: Колос, 1968. – 251с.
9. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре.-М.: Изд-во ВНИРО, 2001. - С. 147-151.
10. Таразевич, Е.В. К методике определения рыбохозяйственной ценности отдельных групп рыб методом ранжирования. /Е.В.Таразевич, Г.А.Прохорчик, М.В.Книга и др. //Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып. 21. – Минск, 2005. – С. 45-55.
11. Турбин Н.В. Гетерозис и генетический баланс //Сб. Гетерозис. Мн.: АН БССР. - 1961.
12. Чутаева А.И. Оценка гетерозисного эффекта и устойчивости к заболеванию ВПП гибридов селекционируемых отводок карпа с амурским сазаном / А.И. Чутаева, Г.А. Прохорчик, М.В. Книга и др. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси ААНРБ. БелНИИрыбпроект. – Мн., 2000 – №16 – С. 43 – 56.
13. Чутаева А.И. Рыбохозяйственная характеристика внутривидовых помесей белорусского карпа и его гибридов с амурским сазаном / А.И. Чутаева, М.В. Книга // Тезисы докладов XXI научной конференции по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии. - Псков, сентябрь, 1983. - т.2. - 164.- 167.

## **ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ГРАНИЦЫ АГРОГИДРОБИОЦЕНОЗА**

**Куликов А.С., Куликова Е.Н.**

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства»; 142460, Московская область, Ногинский район, пос. Воровского*

## **SPATIAL BOUNDARIES OF AGROMICROBIOLOGY**

**Kulikov A.S., Kulikova E.N.**

Одна из основных проблем адаптивно – ландшафтного сельскохозяйственного производства заключается в не совсем четким научным определениям, хотя термины «агробιοгеоценоз» и «агροгидробиоценоз» достаточно часто используются.

Вольная трактовка этих определений не дает возможности решить вопрос о пространственных границах агробιοгеоценоза и агροгидробиоценоза. Важность этого вопроса возрастает при практическом строительстве агробιοценозов и агροгидробиоценозов.

Человечество в процессе эволюции пришло к познанию того, что необходимо объединиться с экосистемами для повышения устойчивости своего существования в природе. Соединение разума и природы создаст новые материальные объекты, которые именуется агробιοгеоценозы [6], а при наличии водоема агροгидробиоценозами [7] Если эволюционное развитие экосистемы это совершенствование механизмов экологической устойчивости, то развитие строительства и эксплуатации агροгидробиоценозов это развитие технологий производства экономических выгодных продуктов при целостности и устойчивости экосистемы.

В терминологии понятие «экосистемы» не отражают ее качественную составляющую (8:5:6). Пруд, водохранилище, лужа, океан, лес, поле для сельскохозяйственного производства относятся к одному классу материальных объектов - экосистемам. Однако они отличаются по экологической устойчивости и стабильности. Следовательно, они должны объединяться идентичными признаками, которые характеризуют только одну качественную определённость экосистем [6].

На основании вышеизложенного Шитик и Дякунчик дали такое определение: экосистема — это природная система, образуемая единством гелиотрофных растений-продуцентов, консументов и редуцентов, осуществляющих на уровне сообществ вещественно-энергетический и информационный обмена, обладающая, в силу этого единства, экологической устойчивостью и надежностью.

Данное определение согласуется с предлагаемой нами блоковой системой, предложенной нами для изучения агροгидробиоценозов [Куликов, Куликова 2007].

Агрогидробиоценоз – одно из понятий адаптивного сельского хозяйства, которое рассматривает как единое целое существование культурного производства на земле и воде. Водоемы, как правило, служат для гидромелиорации, поэтому вполне правомочно принимать их за единый водохозяйственно-мелиоративный комплекс, обладающий общими объемно-временными характеристиками работы, состоянием земель и водных ресурсов. Следовательно, необходим поиск оптимального использования водных и земельных ресурсов, построение имитационной модели для решения задач управления единой системой.

Агрогидробиоценоз – это созданная человеком искусственная экосистема упорядочено взаимодействующих и взаимозависимых компонентов образующих единое целое между биологическими сообществами агро- и гидробиоценозов. Структурно-функциональная деятельность агрогидробиоценозов направлена на высокоэффективное производство сельскохозяйственных продуктов с сохранением окружающей среды. Агрогидробиоценоз состоит из двух управляемых подсистем: агробиоценозов и гидробиоценозов [7].

Границы агрогидробиоценоза определяются величиной взаимовлияния подсистем, чтобы флуктуация последних не вела к разрушению окружающей среды и созданного агрогидробиоценоза.

Сельскохозяйственное производство в агроэкосистеме невозможно без целенаправленной антропогенной деятельности [1]. Основным фактором развития агроэкосистемы выступает человек, который осуществляет качественную определенность и целостное единство этой экосистемы. Таким образом, человек является системообразующим экологическим фактором, определяющий и постоянно регулирующий состав и численность биоценозов. Изымая растительную и животноводческую продукцию, человек становится и экологическим компонентом агроэкосистемы.

Впервые структурные границы агроэкосистемы определил академик В.Р. Вильяме, обосновавший объективную неразрывность трех составных частей - ведущих отраслей сельскохозяйственного производства, принципиально различающихся по своему функциональному назначению:

растениеводство - создание органического вещества, животноводство – его трансформация, земледелие - его разложение [2].

В.Р. Вильямсу принадлежит приоритет научного вывода о неразрывном вещественно-энергетическом единстве экосистем, заключающемся в системообразующем единстве трех функциональных экологических компонентов — подсистем: продуцентов, консументов и редуцентов (деструкторов).

Таким образом, агрогидробиоценоз состоит из подсистем: возделываемого поля, водоема для культивирования объектов аквакультуры и неиспользуемые для культивирования земельные участки естественного биоценоза.

Экосистему возделываемого поля, аграрии именуют экосистема поля севооборота (ЭПС) (6). В пространственных границах, где протекают процессы культивирования гелиотрофных растений - продуцентов (фитоценоз) поток вещества и энергии как правило, меньше в количественном отношении, чем таковой в естественной экосистеме, что обуславливается преобладанием процессов синтеза органического вещества над процессами его трансформации (потребление и разложение). В связи с этим в экосистеме поля севооборота наблюдается постоянный биоэнергетический дефицит, выраженный в редуцентном звене трофических цепей. Он усугубляется преобладанием в ЭПС наземной фито массы над подземной. В результате почвенные микроорганизмы - редуценты, для сохранения своей экологической устойчивости вынуждены разлагать органическое вещество, запасенное в детритной и гумусной частях почвы (мобильное и стабильное органическое вещество). Схожие процессы протекают в водоемах при аквакультуре. В следствии выше названных причин экосистемы поля севооборота, так и водоема экологически неустойчивы.

Агроэкосистемы возделываемого поля, как и водоемов, приобретает экологическую устойчивость в результате более высокой упорядоченности вещественно-энергетического обмена, регулируемого человеком. Именно в этом и заключается главное отличие «экосистемы поля севооборота» от «экосистемы целинной степи» или других природных экосистем. Экосистема поля или водоема, используемого для сельскохозяйственного производства, характеризуется более высоким уровнем энтропии в трофической цепи биотических экологических компонентов (продуцентов, консументов и редуцентов), по сравнению с природными экосистемам.

Пространственные границы ЭПС определяются очень четко по границам поля севооборота. Следовательно, поскольку агроэкосистема создается вполне определенным сообществом людей (трудовым коллективом), то наиболее логично в качестве ее границ принимать границы землепользования сельхозпредприятий, различных форм собственности, отвечающих содержанию понятия «агроэкосистема» [Шитик, Дакуничик 2009]. В отличии экосистемы поля севооборота пространственные границы агрогидробиоценоза определяются сточными водами в водоем, которые определяют скорость трансформации вещества и энергии в водоеме

Признаком устойчивой экосистемы служит наличие трех биологических подсистем [2].

а) продуцентов -зеленых растений, создающих органическое вещество (энергетическую основу жизни);

б) консументов — наземных животных, преобразующих органическое вещество растений;

в) редуцентов - почвенных микроорганизмов, разлагающих растительные и животные остатки до простых минеральных соединений.

Строительство и функционирование агрогидробиоценозов предполагает антропогенную деятельность человека (1:7). Таким образом, человек в понятии агрогидробиоценоза выступает системообразующим фактором определяющим качественную определенность и целостное единство.

Следовательно, понятие «агрогидробиоценоза» схожа с понятием «агроэкосистема», но никак не адекватны понятиям «экосистема водоема» или «экосистема сельскохозяйственного поля». Экосистемы поля и водоема являются лишь подсистемами агрогидробиоценозов в своих четких пространственных границах.

Эти границы определяются степенью воздействия на устойчивость подсистемы факторов влияния. Факторов влияния на подсистему водоема больше чем поля, хотя бы только по тому, что они включают в себя факторы воздействия как ЭПС так и естественной экосистемы. [7]

Экосистема сельскохозяйственного поля или водоема используемого для культивирования растений и животных характеризуется более высоким уровнем энтропии в трофической цепи, чем в природные экосистемы. Пространственные границы используемых в сельскохозяйственном производстве поля или водоема определяются очень четко по границам этих объектов. Хозяйственная деятельность включает, какое то количество полей и водоемов – подсистем агрогидробиоценоза достаточных для устойчивого функционирования системы.

Таким образом, границы агрогидробиоценоза необходимо принимать не по границам землепользования, а более широко по границам влияния ландшафта на качество воды. Если водоемы проточного типа, то на качество воды большое влияние оказывает ландшафт, находящийся выше по течению. Главный технолог сельскохозяйственного производства – человек определяет функционирование производства и создает уникальный и единственный агрогидробиоценоз. В одной и той же климатической зоне в двух рядом расположенных хозяйствах может быть разная урожайность. В таких случаях мы говорим о культуре производства, а по сути дела, это два разных по степени упорядоченности трансформации органического вещества и энергии в агрогидробиоценозах.

Многообразие способов использования земли и воды, сложность и взаимосвязь происходящих в них физико-химических и биологических процессов, их существенное влияние на получение экономически выгодной, экологически чистой продукции с сохранением среды обитания - все это обуславливает изучение более сложной эколого – сельскохозяйственной биологической структуры - агрогидробиоценоза.

### Список использованных источников

1. Бондаренко Н.Ф., Жуковский А.А. и др. Моделирование продуктивности агроэкосистем.-Л.: Гидрометеиздат, 1982.
2. Вильяме В.Р. Почвоведение.-М.: Сельхозгиз, 1949.
3. Гильманов Т.Г. Математическое моделирование биогеохимических циклов в травяных экосистемах.-М.: МГУ, 1978.
4. Почвоведение//Учебн. для студтов. в. 2 ч./Под ред. В.А.Ковды, Б.Г.Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование.-М.: Высш. шк., 1988.
5. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы.-М.: Наука, 1982.
6. Шитик Ю.Ф. Дякунчик С.А. Об адаптивно – ландшафтном земледелии//Вестник РСХАН № 1 2009 с 36 – 37.
7. Куликов А.С. Куликова Е.Н. Концепция исследований агрогидробиоценозаов// Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата (2007, Астрахань). Международный симпозиум, 16 – 18 апреля 2007.: Материалы и доклады / Редкол.: Пименов и др; отв. Ред. С.В.Пономарев; Астрахан. Гос. Техн. Ун – т. Астрахань: Изд – во АГТУ, 2007 с.59 – 62.

**ВОЗМОЖНОСТИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И  
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТКРЫТЫМИ ВОДНЫМИ СИСТЕМАМИ**

**Купинский С.Б.<sup>1</sup>, Головина Н.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет», п. Рыбное, Российская Федерация, kafvba@mail.ru*

<sup>2</sup> *«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ ВНИРО («ВНИИПРХ»), п. Рыбное, Российская Федерация*

**POSSIBILITIES OF THE FISHERY USE AND PROBLEMS OF OPEN  
WATER SYSTEMS MANAGEMENT**

**Kupinski S.B., Golovina N.A.**

**Резюме.** *К открытым водным системам относятся практически все внутренние водоемы. Работа посвящена поиску алгоритмов повышения их рыбопродуктивности с помощью стандартных моделей роста рыб и продуктивности водоемов. Проведен анализ трех технологий эксплуатации рыбохозяйственных водоемов: пастбищной, прудовой и индустриальной (выращивание рыбы в садках). Показаны различия по характеру производственных процессов и их управляемости. Расчетная максимальная товарная продукция может быть получена при садковом выращивании рыбы и минимальная – при пастбищном.*

**Ключевые слова:** *водоемы, водохранилища, модели, пруды, рыба, рыбопродуктивность, пастбищное рыбоводство, садки, технологии.*

**Summary.** *All inner water bodies belong to open aquatic systems. The work is devoted to the searching algorithms of their fish productivity increase with the help of standard models of fish growth and water bodies productivity. Three technologies of fishery water bodies exploitation have been analyzed: pasturable, pond and industrial (fish rearing in cages). Differences have been shown by character of production processes and their managing. The calculated maximum marketable production could be achieved at cage fish rearing, and the minimum one at the pasturable culture.*

**Key words:** *Water bodies. water storage reservoirs, models, ponds, fish, fish productivity, pasturable fish farming, cages, technologies*

## **Введение**

В последние годы государством приняты кардинальные меры, направленные на дальнейшее развитие рыбохозяйственного комплекса. Основы его формирования на долгосрочный период определены концепциями развития на период до 2030 г. В настоящее время созданы условия для устойчивого расширенного использования внутренних водоемов, взятие их в долгосрочную аренду для организации рыболовных и рыбоводных участков.

К открытым водным системам относятся водоемы, функционирование которых полностью или в значительной степени определяется внешними факторами, в первую очередь – климатическими, связанными с сезонной динамикой интенсивности солнечной радиации. Это означает, что к открытым водным системам могут быть отнесены практически все внутренние водоемы Российской Федерации – озера и водохранилища, пруды и карьеры, торфяные выработки и каналы, реки и другие водотоки.

Изменения, внесенные в XXI веке в рыбохозяйственное законодательство, раскрывают новые возможности их использования и получения дополнительной рыбной продукции.

Цель данной работы заключалась в поиске алгоритмов управления открытыми водными системами для повышения их рыбопродуктивности.

Задачи исследования: обозначить специфические особенности работы с открытыми водными системами; выяснить проблемы, которые требуют решения; оценить пути совершенствования работы с различными водоемами с точки зрения ресурсосбережения; определить диапазон возможных направлений их эксплуатации и перспективные принципы управления.

## **Материал и методы**

Работа выполнялась на базе гидробиологического и ихтиологического материалов, собранных в 2013 – 2019 г.г. в водоемах Северного Подмосковья [4,5], анализа литературных источников по темпу роста рыб [9, 10, 16], и нормативно-технологических документов по прудовому рыбоводству [15]. При разработке рекомендаций и алгоритмов управления открытыми водными системами использовались теоретические разработки стандартных моделей продуктивности [2, 11].

## **Содержание и результаты**

Важнейшая особенность открытых водных систем заключается во взаимодействии двух относительно самостоятельных объектов – экосистемы водоема и рыбы. Человек в этом взаимодействии выступает как сторона, активно воздействующая на каждый из этих объектов с целью получения определенного,

заранее заданного результата. При этом важно отметить, что искомый результат не может выходить за границы природных возможностей объектов управления и является закономерным итогом их взаимодействия. Как следствие - существует четкая причинно-следственная связь между воздействием на рыбохозяйственный водоем и итоговыми результатами.

В аквакультуре чаще всего используются три формы эксплуатации открытых водных систем: пастбищная, прудовая и садковая. Они заметно различаются по характеру производственных процессов, однако основное различие связано со степенью их управляемости. Она максимальна при садковом выращивании рыбы и минимальна - при пастбищном.

**Пастбищное рыбоводство.** С организационной и технологической точек зрения это наиболее сложная форма рыбохозяйственного использования водоемов. В основном к ним относятся озера и водохранилища.

К особенностям эксплуатации пастбищных водоемов, помимо большого размера и огромного количества обязательных технологических процедур, связанных с необходимостью организации массового производства посадочного материала, необходимого для их зарыбления относятся:

- отсутствие возможности регулирования факторов внешней среды (температуры и др.);
- сложный характер поведения рыб в водоеме и невозможность прямого наблюдения за ними;
- недостаточный объем своевременной и достоверной информации о текущем состоянии водоема и рыбы в период её нагула;
- сложность анализа и интерпретации фактических данных с помощью традиционных методов и необходимость их дополнения методами расчетного моделирования и прогнозирования;
- малое количество эффективных инструментов для управления производственными процессами в водоеме;
- организация вылова рыбы;
- высокая инерционность экосистемы водоема, требующая больших затрат и усилий при любых попытках её изменения и удержания в новом состоянии и др.

Наибольшее количество факторов риска, влияющих на итоговый результат работы с пастбищным водоемом, связано со сбором и анализом первичных данных. При этом следует учесть, что в экосистеме водоема имеет место сложное динамическое взаимодействие самых разных групп гидробионтов.

Сбор и анализ информации – это первый этап любого производственного цикла, в том числе при пастбищной аквакультуре. Именно на этом этапе осуществляется оценка производственных возможностей рыбохозяйственного водоема и обитающих в нем рыб. Любая ошибка на данном этапе может

приводить к серьезным негативным последствиям – производственным, экономическим, социальным. При этом практика работы показала, что во многих случаях используемые традиционные методы анализа собранных данных не гарантируют достаточного уровня надежности в оценке продукционных возможностей пастбищного водоема. Для снижения уровня возможных погрешностей требуется их дополнение методами математического моделирования и прогнозирования с обязательным учетом действующих закономерных связей в экосистеме водоема [2].

Организация полноценного информационного обеспечения пастбищного рыбоводства критически важна для корректного сочетания управляющих воздействий с ожидаемым конечным результатом [7]. Однако решение этой задачи возможно лишь в том случае, когда: а) управляющие воздействия точно соответствуют реальным возможностям водоема и рыбы; б) когда ожидаемый итоговый (прежде всего - экономический) результат соответствует реальным потребностям и финансовым возможностям населения; в) когда весь комплекс необходимых для достижения запланированных мероприятий подкреплён законодательной, организационной и финансовой поддержкой.

Ключевым пунктом информационного обеспечения из трех вышеперечисленных является первый, а именно - знание реально возможной продуктивности объектов рыбоводства. Для водоема это естественная рыбопродуктивность, для рыбы - её рост. И то и другое - не бесконечно, имеет четкие пределы и тем самым во многом предопределяет итоговые результаты.

В пастбищных водоемах естественная рыбопродуктивность на 100% определяется первично-продукционными процессами и может колебаться в широких пределах, например, в 3-й зоне рыбоводства от 50 кг/га для разновидовых ихтиологических сообществ [11, 16] до 12800 кг/га для растительноядных рыб в тропическом водоеме [8]. Оба значения относятся к водоемам на базе планктонного фитоценоза и формально различаются в 255 раз. Однако по своей сути, с учетом различий в длительности вегетационного периода (100 дней для первого значения и 365 дней для второго), средней температуры (разница около 10°C), трофического уровня выращиваемых рыб и состава ихтиоценоза, эти значения могут быть легко сведены к единому количественному показателю. В привязке к бентофагам, аналогичных карпу с массой 200-300 г, величина этого показателя (стандарта или реперной точки) составит для 20°C около 1,5 кг/га в сутки. Важно отметить, что к данному значению очень близки практически все известные показатели естественной рыбопродуктивности, в том числе наблюдающиеся в пастбищных водоемах при различных величинах глубины прозрачности.

Столь высокий уровень константности естественной рыбопродуктивности говорит о наличии глубоких природных закономерностей, отклонение от

которых невозможно. Более того, эти закономерности предполагают наличие серьезных ограничений для пастбищного рыбоводства в открытых водных системах и его зависимость от целого ряда факторов.

На рисунке 1 представлена зависимость самостоятельно формируемой и предельной естественной рыбопродуктивности водоема от его прозрачности в стандартных условиях (100 дней при средней температуре 20°C).

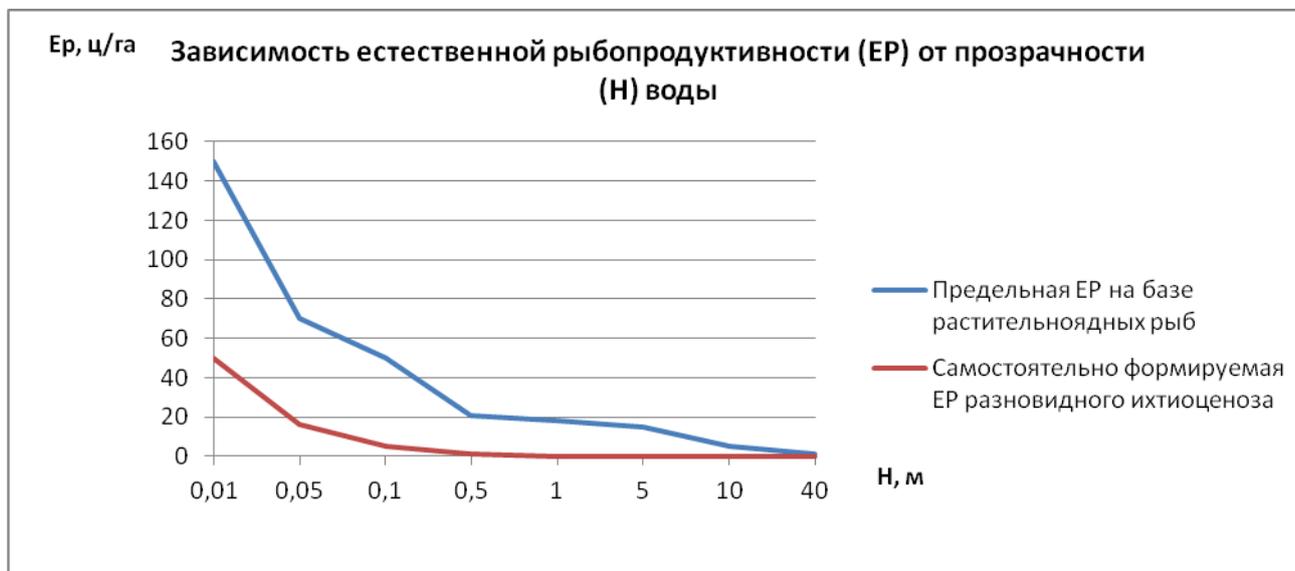


Рисунок 1 - Зависимость естественной рыбопродуктивности (ЕР) пастбищного водоема с планктонным иктиоценозом от его прозрачности (Н)

Такая зависимость, помимо уровня продукционных возможностей водоема, определяет также объем возможной прибыли, получаемой в результате его пастбищной эксплуатации и минимальную площадь для обеспечения достойного уровня заработной платы одного работника.

Как показывают расчеты, при стандартной продуктивности водоема с разнообразным сообществом, для обеспечения уровня заработной платы несколько превышающей средние показатели по РФ за 2019 г. (43тыс.руб./мес.), площадь такого водоема должна быть весьма приличной. Так, например, в 3-й зоне рыбоводства в зависимости от глубины (h) водоема она может колебаться от 15 га (при h=0,5м) до 150 га (при h=5м). Расчеты осуществлялись для промысловых объектов размером 200-300 г/шт. со стоимостью продукции порядка 200 руб./кг при равенстве фактической глубины водоема, фотического слоя и удвоенного значения прозрачности. В более прозрачных водоемах I и II зон рыбоводства количество необходимых площадей может оказаться еще больше (таблица).

Представленные в таблице значения могут быть скорректированы в сторону уменьшения при условиях: умеренного увеличения эвтрофности

водоема, в случае изменения структуры ихтиоценоза в пользу мирных и растительноядных рыб; за счет уменьшения числа хищников, а также за счет увеличения стоимости товарной продукции.

Таблица 1 - Суммарная продукционная площадь пастбищного водоема (га), необходимая для обеспечения одного рабочего места на уровне средней по РФ годовой заработной платы

Глубина водоема (h), м	Зона рыбоводства					
	1	2	3	4	5	6
0,5	22	18	15	13	12	10
1	42	34	30	25	22	19
2	91	73	60	52	45	40
3	143	115	100	85	75	64
4	176	150	120	111	97	83
5	214	176	150	125	111	100
6	300	231	188	176	150	125
8	370	300	250	214	188	167
10	484	375	333	300	250	214
12	545	441	375	333	300	250
14	682	556	462	400	353	313
16	789	638	535	462	400	353
18	882	714	600	526	448	400
20	1000	789	667	600	517	445

Связь естественной рыбопродуктивности с экономической и социальной сферами жизни человека может быть дополнена значимыми технологическими характеристиками, в частности – количеством необходимого для пастбищного водоема посадочного материала, тот есть с его приемной емкостью. Расчетные значения приемной емкости, полученные с учетом величины естественной рыбопродуктивности (рисунок 2), близки к обычно рекомендуемым для естественных водоемов [16].

Тесно связаны с естественной рыбопродуктивностью водоема и результаты промысла. Особенно в тех случаях, когда при зарыблении водоема или при вылове рыбы не учитывается реальный уровень его продукционных возможностей, и водоем по факту оказывается недозарыбленным или перезарыбленным.

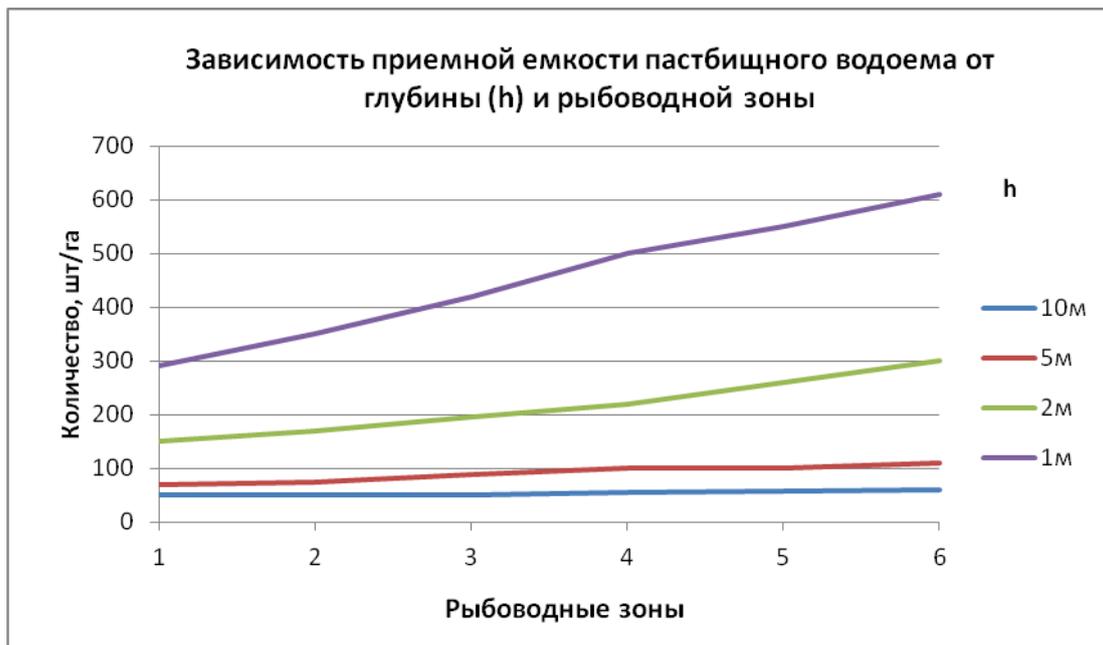


Рисунок 2 - Расчетная зависимость приемной емкости пастбищного водоема от глубины (h) и рыбоводной зоны

В случае недостаточного зарыбления всегда будет наблюдаться снижение промысловых уловов по сравнению с предельно возможными. В случае чрезмерного зарыбления может наблюдаться целый спектр закономерных результатов в зависимости от сочетания интенсивности промысла и минимальных промысловых размеров рыбы. В их числе может быть: снижение общего уровня уловов при уменьшении интенсивности промысла; ярко выраженная изменчивость величины уловов (от превышающих реальный уровень естественной рыбопродуктивности к малым значениям и обратно); резкое ухудшение товарного качества рыбы; дифференциация рыб по размерам и формирование нескольких экологических группировок рыб одного возраста.

Особенно пагубным является желание пользователя получать с водоема всё больший объем рыбной продукции без оглядки на его реальные возможности, то есть на естественную рыбопродуктивность. На фоне отсутствия точных данных об её величине подобное желание может стимулироваться наличием в водоеме остаточной биомассы рыбы. Результат вполне очевиден - при фактическом вылове выше естественной рыбопродуктивности и отсутствии компенсирующего зарыбления водоем рано или поздно остается обезрыбленным (рисунок 3).

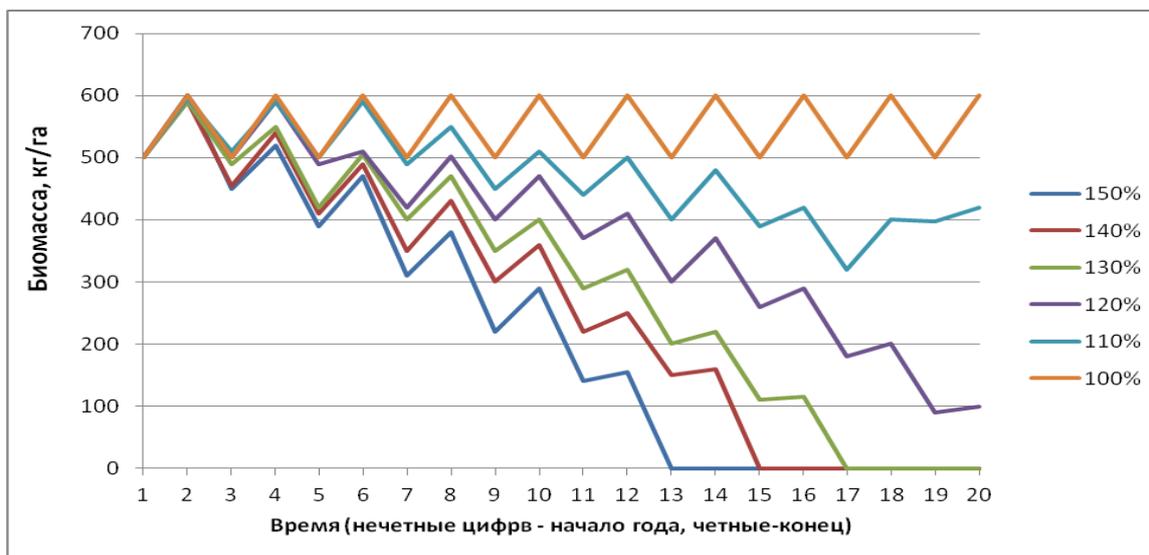


Рисунок 3 - Расчетная схема динамики биомассы ихтиоценоза пастбищного водоема в зависимости от степени перелова (в % от EP)

График показывает расчетные изменения биомассы рыб, сделанные в допущении ее исходной величины 500 кг/га и стандартной рыбопродуктивности на уровне 20% от текущей биомассы, т.е. при Р/В-коэффициенте равном 0,2 [12].

В общем виде можно констатировать, что стабильность результатов выращивания и уровень промысловых уловов при пастбищном рыбоводстве напрямую зависят от точности соотношения уровня промысловых усилий с потенциальными возможностями водоема. В случае их совпадения общая биомасса рыб и уловы будут стабильны и неизменны на сколь угодно длительное время. При несовпадении обязательно возникает ситуация по снижению уловов вплоть до полного исчерпывания любых возможностей для промысла или резкое ухудшение товарного качества рыбы. Последнее часто наблюдается в случае чрезмерного зарыбления водоема или при отсутствии в нем регулярного промысла. Причиной ухудшения товарного качества рыбы (средней массы) в этом случае является несоответствии количества рыб кормовым ресурсам водоема.

Сравнительный анализ возможного роста рыб в естественных водоемах показывает, что во многих случаях их кормовая обеспеченность находится на невысоком уровне. Даже в достаточно высокопродуктивных водоемах, таких как Рыбинское водохранилище [3]. Сравнение спектра возможных расчетных траекторий роста леща из этого водоема с фактически наблюдаемым ростом выявило, что наиболее вероятное значение его кормовой обеспеченности находится на уровне 45% (рисунок 4).

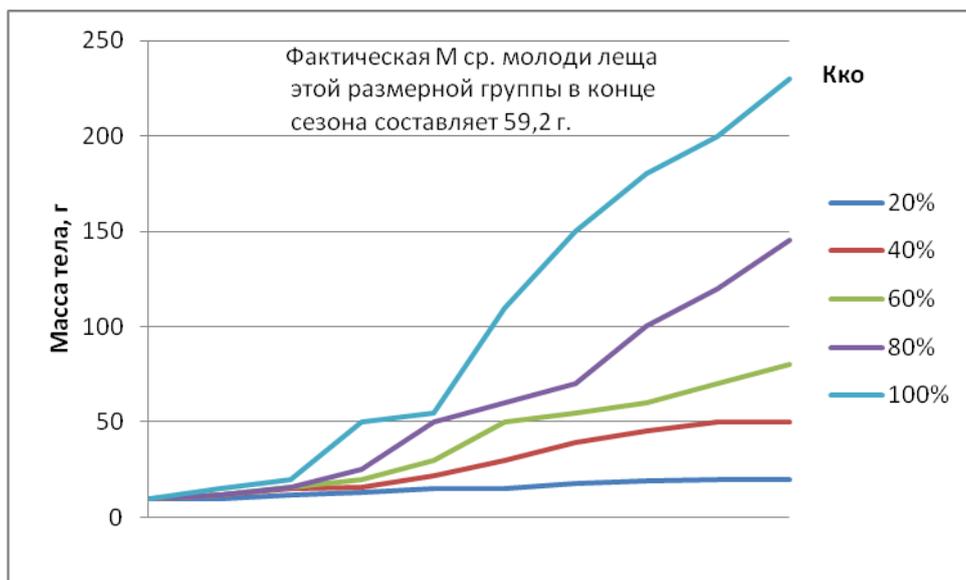


Рисунок 4 - Расчетные траектории роста молоди леща Рыбинского в/х от  $M_0 = 10$  г при разных уровнях кормовой обеспеченности ( $K_{ко}$ )

Пастбищное рыбоводство в классически чистом виде, т.е. на основе регулярного зарыбления и промысла, не всегда экономически выгодно в небольших по площади водоемах. На таких водных объектах могут быть реализованы другие формы рыбоводства - рекреационное, декоративное, санитарно-восстановительное, экологическое (сохранение биоразнообразия, редких и исчезающих видов рыб и т.д.), экскурсионно-познавательное, образовательное. При этих формах и направлениях развития аквакультуры малая площадь водоема не является недостатком поскольку доход пользователю они приносят не за счет товарной продукции, а за счет оказания услуг физическим лицам и организациям.

**Прудовое рыбоводство.** Одной из важных форм, реализуемых в рамках использования открытых водных систем, является прудовое рыбоводство.

К особенностям прудового рыбоводства относятся:

- искусственный характер водоема в сочетании с использованием естественных биопродукционных процессов на основе солнечной энергии;
- небольшая площадь и глубина водоема;
- широкие возможности по регулированию базовых характеристик водоема (сроков заполнения и спуска, глубины, проточности, степени эвтрофности за счет внесения удобрений, кормов, извести и т.д.);
- ориентированность прудовых систем преимущественно на теплолюбивых рыб и связанная с этим малая глубина водоемов для обеспечения их хорошего прогрева и интенсивного развития планктонного фитоценоза;
- однородность экосистемы водоема на всей его площади;
- однородность ихтиоценоза (по видам, размерам, возрасту);

- высокая плотность посадки рыбы (на 1-2 порядка выше пастбищного) и невозможность обеспечения роста рыб кормовыми ресурсами самого водоема, а значит - формирование большей части итоговой продукции за счет искусственных кормов.

Особенностью прудового рыбоводства является то, что оно хорошо изучено и более управляемо. При этом следует учитывать сложное взаимодействие экосистемы водоема с формируемым ихтиоценозом. В ряде случаев это взаимодействие приводит к возникновению критических ситуаций и необходимости выбора правильного алгоритма действий для их предотвращения.

Основой для возникновения критических ситуаций является наличие у экосистемы пруда предела автохтонного самоочищения от поступающих в него в процессе кормления рыбы органических соединений (экскременты, остатки корма и т.д.). При выращивании рыбы параллельно с увеличением ее размера растут и кормовые потребности, а значит – количество необходимого для внесения в пруд корма. В тот момент, когда это количество выходит на уровень предела пруда по самоочищению (критическая точка), собственно и начинается кризис в сложно взаимодействующей системе «водоем-рыба».

В прудовых хозяйствах такая ситуация обычно начинается в момент достижения уровня кормовой нагрузки в 100 кг стандартного карпового корма на 1 га в сутки. Дальнейшее увеличение нагрузки на пруд приводит к заморной ситуации.

Время наступления критических ситуаций (на рисунке 5 обозначены как КП-1 и КП-2) зависит от плотности посадки. При высоких плотностях посадки критический момент возникает раньше, при разреженных посадках – позже или вообще не наступает.

В нормативных документах [15], в качестве базового варианта производству предложены такие схемы выращивания рыбы (карпа), где выход на критическую точку приходится на середину сезона (июль). Этот вариант может быть обозначен «золотой серединой», поскольку в этом случае одновременно могут быть получены и вполне высокие значения общей рыбопродуктивности и хорошие показатели массы товарной рыбы. При таком подходе разработаны практически все основные технологии прудового выращивания карпа, принятые на территории Российской Федерации: товарного сеголетка - от икры до 600 г (в 6-й зоне рыбоводства), товарного двухлетка - от икры до 450 - 700 г (2-6 зоны), товарного трехлетка - от икры до 1200 – 1800 г (1-2 зоны).

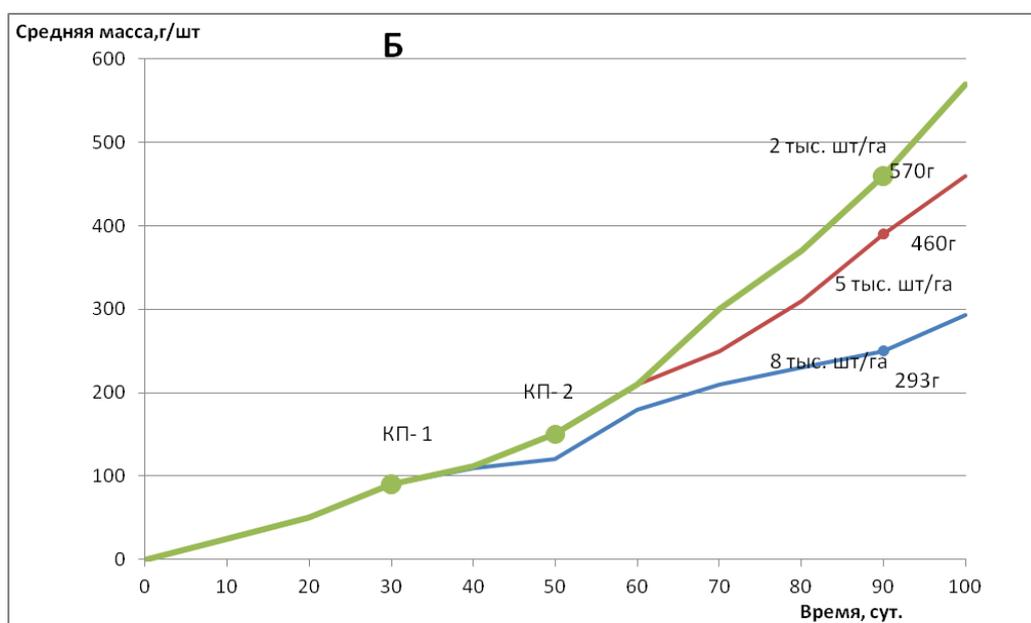
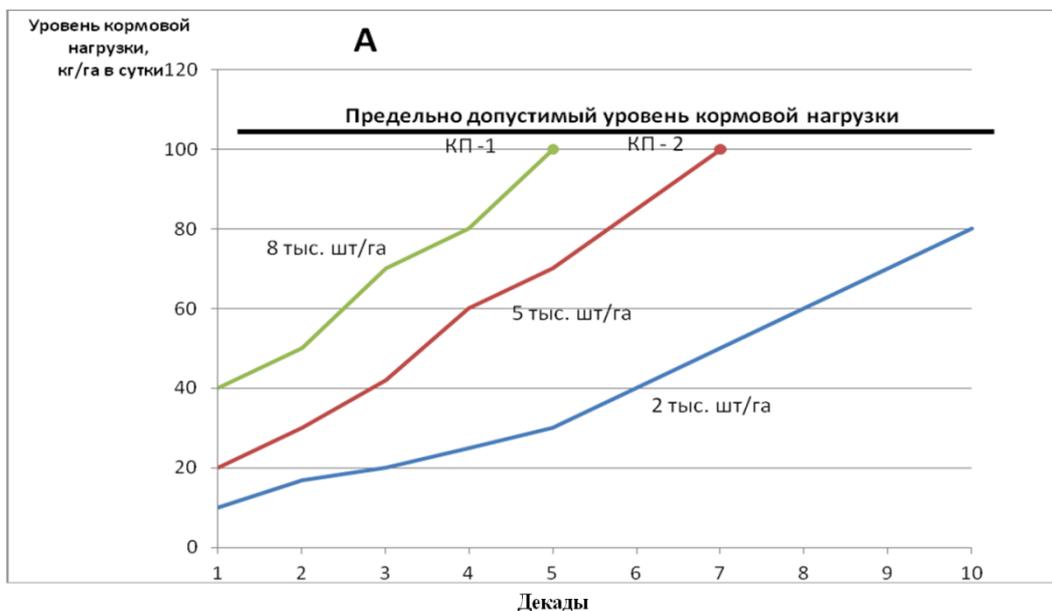


Рисунок 5 - Характер взаимоотношения водоема и рыбы в процессе эксплуатации рыбоводного пруда при разных плотностях посадки.  
 А – динамика кормовой нагрузки на пруд, Б – динамика массы тела рыбы

На практике могут быть использованы и другие варианты, как с сознательно завышенной, так и с заниженной плотностью посадки. Завышенные плотности целесообразны в тех случаях, когда может потребоваться большое количество некрупных рыб. Заниженные плотности - в тех случаях, когда нужно получить товарную рыбу крупных размеров.

Расчеты показывают, что при увеличении плотности посадки конечная масса рыб падает, а рыбопродуктивность растет, и наоборот, при снижении

плотности посадки средняя масса рыбы растет, а рыбопродуктивность - снижается.

Нормативная продуктивность прудовых систем на базе поликультуры колеблется от 1000 кг/га в 1-й зоне рыбоводства до 2430 кг/га в 6-й зоне [15]. В случае использования различных приемов интенсификации (качественные корма, системы аэрации, поликультура и др.) возможно увеличение общей рыбопродуктивности.

Существует довольно много других способов повышения эффективности эксплуатации открытых водных систем прудовой направленности, в частности:

1. Для снижения трудозатрат - использовать технологию непрерывного выращивания, т.е. без пересадки рыбы из одного пруда в другой.

2. Для увеличения общей рыбопродуктивности - использовать более качественные корма, автокормление, аэрацию, проточность и увеличение доли растительноядных рыб.

3. Для увеличения конечного размера посадочного материала - удлинить вегетационный период за счет заводского способа получения молоди, зарыблять пруды подрошенной молодью и максимально оптимизировать факторы среды обитания.

4. Для повышения эффективности использования кормов - организовать ежедневную корректировку рационов за счет внедрения оперативной технологии рыбоводства (расчетное прогнозирование в сочетании с автокормлением).

Улучшение сразу нескольких производственных показателей возможно за счет селективного отлова части выращиваемой рыбы после достижения водоемом критической точки кормовой нагрузки. В этом случае одновременно с общим увеличением итогового результата по рыбопродуктивности можно раньше выйти на рынок с готовой продукцией, а также увеличить итоговую среднюю массу оставшихся в пруду рыб и обеспечить более эффективное использование корма.

На практике для повышения эффективности производства можно использовать одновременно несколько методов. Однако, при этом всегда следует помнить, что попытки непрерывного увеличения интенсификационных мероприятий в конечном итоге могут вызвать замор.

В прудовых системах за счет комплекса регулирующих воздействий (прежде всего – кормовых) возможно заметное ускорение роста рыб и управление им. Примером такого рода регулирования роста может послужить опыт выращивания сеголетков карпа.

Нормативными значениями средней массы сеголетка карпа в случае зарыбления выростных прудов подрошенной до 0,1 г личинкой при плотности посадки около 50 тыс.шт./га являются 25-30 г [15].

В прудах 2-3 зоны рыбоводства удается выращивать сеголетков карпа до значений 51 г [6] и более. Расчеты по стандартной модели [11] показывают, что при различном сочетании факторов возможны еще большие различия в итоговых результатах выращивания (от 20 до 200г) (рисунок 6).

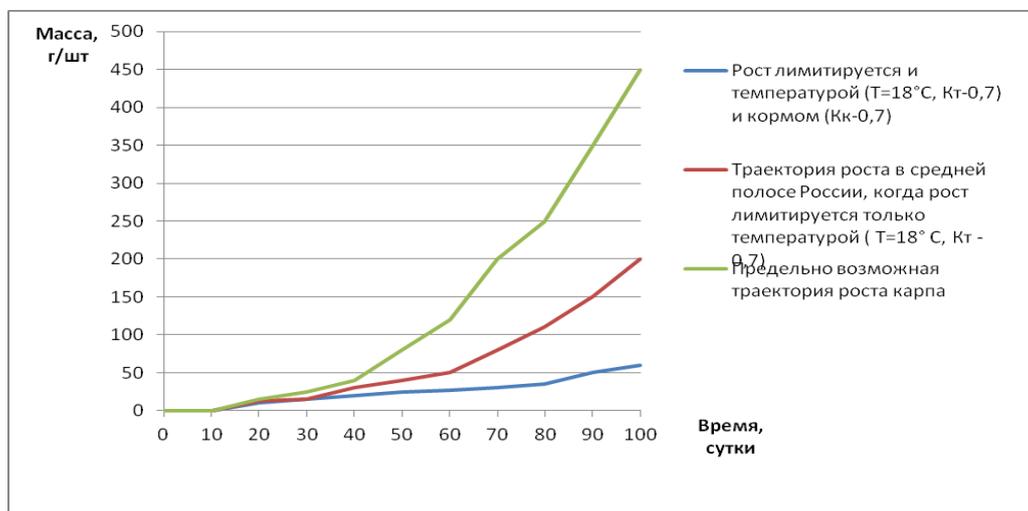


Рисунок 6 - Расчетные траектории предельного и реального роста карпа от начальной массы 1г

Помимо товарного выращивания рыб открытые прудовые системы, как и пастбищные, могут эксплуатироваться и по другим направлениям: фермерскому, приусадебному, рекреационному, декоративному и др.

**Садковое рыбоводство.** К особой группе открытых водных систем относятся те, в которых организовано товарное выращивание рыбы в садках. С учетом возможностей, которые предоставляет современная законодательная база РФ (ФЗ «Об аквакультуре» от 03.07.2013 №148, [18], «Постановление правительства РФ...» от 11.11 2014 №1183) [13], связанных в выделением рыбоводных участков в открытых водных системах, именно садковое выращивание является самыми перспективным направлением аквакультуры. Прежде всего, потому что в сравнении с пастбищной и прудовой технологиями оно характеризуется высокой продуктивностью, управляемостью и слабой зависимостью от кормовой базы водоема. Неуправляемым остается фактор гидрохимических показателей, включая сезонное изменение температуры воды и содержание кислорода.

При садковом рыбоводстве основное внимание обращено на объекты выращивания, а главной задачей является обеспечение рыб (с учетом видовых особенностей – форель, карп, осетр, сом или другие виды) необходимыми для текущего этапа онтогенеза условиями содержания, в то числе кормами. Для

товарной рыбы – обеспечение максимально возможного в текущих условиях темпа роста, для производителей – возможность гарантированного созревания в запланированные сроки.

Самой характерной особенностью технологии садкового выращивания является высокая плотность посадки рыбы. Именно с ней в первую очередь связана итоговая продукция садковых систем. Так, например, для сеголетков радужной форели конечная рыбопродукция при плотности до 100 шт./м<sup>3</sup> составляет 25 кг/м<sup>3</sup>, а при плотности посадки 200-250 шт./м<sup>3</sup> - 50 кг/м<sup>3</sup> за 150-180 дней. Похожие результаты (40 кг/м<sup>3</sup>) за несколько более короткое время (120-150 дней) могут быть получены и на других видах рыб со стайным поведением (каrp). Возможно получение и более высоких результатов до 100 и более кг/м<sup>3</sup>.

Однако при этом большинство известных показателей продуктивности садкового выращивания при пересчете на сутки сводятся к одному стандартному значению – около 0,333 кг/м<sup>3</sup> в сутки. Подобные результаты (близкие к константным значениям) свидетельствуют о наличии определенного предела продуктивности для этой технологии. Этот предел самым тесным образом связан с содержанием в воде кислорода. Поэтому для увеличения и сохранения высокого уровня продуктивности необходимо принудительное снабжение садков кислородом за счет смены воды (проточность) или аэрации.

Для реализации предельных значений продуктивности за счет активного роста рыб в садках, помимо обеспечения оптимальных внешних условий (температура и содержание кислорода) необходимо решение задач, определяющих кормовую обеспеченность рыбы, а именно: оперативное установление величины рациона с учетом качества корма, соблюдение необходимой частоты кормления, обеспечение доступности корма каждой рыбе. Именно такая комплексная оптимизация кормления рыбы, осуществляемая в оперативном режиме, позволяет повысить эффективность садкового выращивания в максимальной степени. Средство для реализации – сочетание автокормушек с расчетным моделированием роста рыб.

К важным резервам повышения эффективности садкового рыбоводства следует отнести использование принудительной аэрации и проточности, усложнение структуры садков под биологические особенности объектов культивирования, а также регулировку температуры и её поддержание в границах ростового оптимума за счет перемещения садковых линий.

## **Заключение**

Рыбохозяйственный фонд внутренних пресноводных водоемов РФ, то есть открытых водных систем, включает в себя 22,5 млн. га озер, 4,3 млн. водохранилищ, 0,96 млн. сельскохозяйственных водоемов комплексного назначения, 142,9 га прудов и 523 тыс. км рек [1]. Разнообразие открытых водных

систем, включая малые водные объекты (МВО), позволяет эксплуатировать их в различных направлениях (рисунок 7). При этом требуется более высокий уровень профессиональных знаний и гибкая управленческая система, позволяющая, с одной стороны, опираться на разработанные технологии рыборазведения, а с другой - контролировать и оперативно реагировать на изменения ситуации.



Рисунок 7 - Возможные направления эксплуатации открытых водных систем

В последние 5 лет в нашей стране отмечается стабильный рост производства товарной рыбной продукции. В 2019 г. общий объем выращенной рыбы составил 275,3 тыс. т.

Самая низкозатратная технология, реализуемая в открытых водных системах – пастбищная аквакультура. Помимо карпа её объектами в озерах Челябинской, Тюменской и Курганской областях являются сиговые рыбы, в водохранилищах южной зоны традиционными объектами стали толстолобики и буффало [1]. С учетом большой площади внутренних водоемов РФ и организации максимального использования естественной кормовой базы озер данное направление аквакультуры может стать самым перспективным в долгосрочной перспективе.

В России традиционно сложилась и достигла своего максимального потенциала прудовая аквакультура. Ее доля составляет 86,2% от всей выращиваемой в аквакультуре товарной рыбной продукции. Рыбоводные хозяйства, применяющие все рекомендуемые интенсификационные мероприятия, получали в конце XX в. рекордные 2600 - 3350 кг/га. В настоящее время в связи с высокими ценами на комбикорма и минеральные удобрения, уменьшением спроса на мелкоразмерную товарную рыбу средняя рыбопродуктивность составляет 1200 кг/га. Основное производство (75% всей товарной рыбы сосредоточено в Южном, Северо-Кавказском, Центральном и

Приволжских округах, где в основном выращивают карпа в поликультуре с растительными рыбами.

Самая высокая рыбопродуктивность достигается в садковом рыбоводстве (до 100 и более кг/м<sup>3</sup>). С учетом высокой управляемости в краткосрочном плане эта технология товарного выращивания является наиболее перспективной.

Эффективное использование потенциала любых технологий в открытых водных системах невозможно без оперативного контроля, а также грамотного и своевременного реагирования на потребности объектов выращивания.

Ключевым элементом такого контроля является рост рыб, а наиболее подходящим инструментом - стандартная модель массонакопления [14].

$$dM/dt = K_M M^{2/3} = K_G K_E M^{2/3}, \quad (1)$$

где:  $dM/dt$  – мгновенное значение скорости массонакопления,  $M$  - текущая масса тела,  $K_M$  - общий продукционный коэффициент скорости массонакопления,  $K_G$  - генетический коэффициент,  $K_E$  - экологический коэффициент.

В рамках данной модели представлено совокупное влияние на скорость роста рыб внутренних (генетических -  $K_G$ ) и внешних (экологических -  $K_E$ ) факторов. Созданная для использования в прудовом рыбоводстве для неполовозрелого карпа стандартная модель оказалась весьма перспективной для прогнозирования роста и других видов рыб, а в совокупности со стандартными моделями для рыбохозяйственных водоемов, - полезной для решения целого ряда других актуальных рыбоводных задач [11].

Рыбохозяйственная эксплуатация открытых водных систем и выбор технологии товарного выращивания рыбы в них определяется рыбоводно-биологическим обоснованием, которое должно разрабатываться для пользователей рыболовных и рыбоводных участков.

С 2020 года утверждена государственная программа развития агропромышленного комплекса. Для товарной аквакультуры на федеральном уровне предусмотрены такие виды государственной поддержки как

стимулирование малых форм хозяйствования через систему грантов. Гранты рассчитаны на приобретение оборудования для аквакультуры, рыбопосадочного материала, развития материально-технической базы.

Кроме этого, необходима поддержка пользователей научно-технической информацией, включающей: общедоступную электронную базу рыбоводной литературы, базу данных по росту рыб разных видов в рыбохозяйственных водоемах РФ, научные рекомендации по работе с объектами выращивания и разведения, систему стандартных моделей продуктивности. На основе данных моделей возможно создание компьютерного тренажера в 3д-формате (в учебном и производственном вариантах) для обучения правилам работе с рыбохозяйственными водоемами при различном сочетании факторов внешней среды и управляющих воздействий. Именно эта часть работы - подготовка кадров, способных к реализации поставленных задач, должна обеспечить выход рыбоводства РФ на запланированный уровень.

#### **Список использованных источников**

1. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: Науч. аналит. обзор. – М.:ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.
2. Баранов С.А. Стандартные корреляции и константная база теоретической гидробиологии. //Теоретические основы аквакультуры:Тез.докладов Всес. симпозиума, М., 1983, - С.9-11.
3. Бражник С.Ю., Стрельников А.С., Пшеничный К.В. Изменение показателей линейно-весового роста леща *Abramis brama* Рыбинского водохранилища в зависимости от условий существования популяции // Вопросы рыболовства - Т.9, №3 (35), 2008. - С.595
4. Головина Н.А. Оценка взаимоотношений гидробионтов в эвтрофных рекреационных водоемах (на примере Яхромского водохранилища канала им. Москвы) / Головина Н.А.,Котляр О.А., Купинский С.Б., Мамонтова Р.П., Чекин А.С., Чертихина Е.А., Комаров Н.К., Купинский А.С. // Под редакцией Н.А. Головиной.– М.: ЗАО Экон - Информ, 2012.– 184 с.
5. Головина Н.А., Купинский С.Б., Данилова Е.А., Бобрикова М.А., Чуракина И.В. Направленное формирование экосистем малых водоемов Северного Подмосковья/ //Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ, 5 февраля 2019 г). Том 2. – М.: Издательство «Перо», 2019. – 1 CD-ROM, с. 51-55.
6. Ильин В.М., Бахтина В.И., Ерохина Л.В., Мамонтова Л.Н. Опыт удобрения выростных прудов.- Тр. ВНИИПРХ. Пути повышения эффективности прудового рыбоводства. Т. VIII. 1956. С.3-32.

7. Купинский С.Б. Информационное обеспечение пастбищного рыбоводства. - Сб. науч. трудов, вып.69, М.: ВНИИПРХ. 1993. - С.45-51.
8. Купинский С.Б. Продукционные возможности рыбохозяйственных водоемов и объектов рыбоводства. Учебное пособие. СПб.: Изд-во «Лань», 2019. - 232с.
9. Купинский С.Б., Купинский А.С. Скорость массонакопления леща в онтогенезе. Часть 1. Исходные данные и методические особенности. Часть 2. Среднегодовые значения и стандарты. Часть 3. Функция продуктивного действия температуры и моделирование роста. Часть 4. Расчетные траектории роста и наблюдаемые эффекты. - Сб. науч. трудов, вып. 88, М.:ВНИИПРХ. 2015. - С.116-141.
10. Купинский С.Б., Купинский А.С. Стандарты массонакопления щуки *Esox lucius L.*// Вопросы рыболовства. - 2016.- Т. 17.- №4. - С.1-14.
11. Купинский С.Б., Усов М.М., Цыганков Р.М. Биологические основы рыбоводства. Лабораторный практикум. Учебно-методическое пособие. Горки: БГСХА, 2018. - 152с.
12. Моисеев П.А. Биологические ресурсы мирового океана. М.:Пищевая промышленность, 1969, - 339с.
13. Постановление Правительства РФ от 11.11.2014 N 1183 "Об утверждении Правил определения границ водных объектов и (или) их частей, участков континентального шельфа Российской Федерации и участков исключительной экономической зоны Российской Федерации, признаваемых рыболовными участками – UPL: [http://fish.gov.ru/files/documents/documenty/akty\\_pravitelstva/Postanovlenie\\_pravitelstva-1183\\_ot\\_11-11-2014.pdf](http://fish.gov.ru/files/documents/documenty/akty_pravitelstva/Postanovlenie_pravitelstva-1183_ot_11-11-2014.pdf)
14. Резников В.Ф., Баранов С.А., Стариков Е.А., Толчинский Г.И. Стандартная модель массонакопления рыбы - Сб. науч. трудов, вып. 22, М.:ВНИИПРХ. 1878. - С.182-196.
15. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. М.: Агропромиздат. Т.1. 1986. - 262с. Т.2. 1986. - 317с.
16. Справочник по озерному и садковому рыбоводству. /Под редакцией Руденко Г.П. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983.- 312 с.
17. Справочные материалы по росту рыб. Карповые и другие мягкоперые. // Е.В. Ведищева, А.А. Яржомбек. М.: Изд. ВНИРО. 2007. – 98 с.
18. Федеральный закон "Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 02.07.2013 N 148-ФЗ – UPL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_148460/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148460/)

## ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОТЛИЧИЯ САЗАНА ОТ ПЛЕМЕННОЙ ГРУППЫ ЗАГОРСКОГО КАРПА

Лукин Н.С., Демкина Н.В.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ВНИИПРХ»), Федеральное агентство по рыболовству [nikol100@bk.ru](mailto:nikol100@bk.ru),  
[defish1@mail.ru](mailto:defish1@mail.ru)

## PHENOTYPICAL DIFFERENCES OF THE VOLGA SAZAN FROM THE TRIBIAL GROUP OF THE ZAGORSKY CARP

Lukin N.S., Demkina N.V.

**Резюме.** В статье рассматриваются фенотипические отличия волжского сазана от племенной группы загорского карпа, включая сравнение признаков морфотипа и частот фенотипов полиморфных локусов. Показано, что с возрастом расхождения групп по признакам морфотипа в каноническом пространстве увеличивается. Изучение биохимического полиморфизма проводилось по локусам трансферрина (Tf), эстераз (Est-1 и Est-2) и миогенов (My-3).

**Ключевые слова:** волжский сазан, амурский сазан, загорский карп, дискриминантный анализ, биохимический полиморфизм

**Summary.** The article discusses the phenotypic differences of the Volga sazan from the tribal group of the zagorsky carp inclusive of morphological characteristics and phenotypic frequency polymorphic loci. It is shown that with age, the divergence of groups according to morphotypes in the canonical space increases. Biochemical polymorphism was studied at the loci of transferrin (Tf), esterases (Est-1 and Est-2), and myogens (My-3).

**Key words:** The Volga sazan, The Amur sazan, Zagorsky carp, discriminant analysis, biochemical polymorphism. It is shown that with age, the divergence of groups according to morphotypes in the canonical space increases. Biochemical polymorphism was studied at the locus of transferrin (Tf), esterases (Est-1 and Est-2), and myogens (My-3).

### Материал и методика

Объектами исследования являлись сеголетки и четырехгодовики волжского сазана (ВС), амурского сазана (АС) и племенной группы загорского карпа (ЗК), выращенные на опытном селекционно-племенном хозяйстве

«Якоть», а также годовики волжского сазана из Никольского рыбопроизводного завода (ВС НР). Количество изученных по морфотипу сеголетков и годовиков составляло от 36 до 71 особи в разных группах, четырехгодовиков – от 20 до 55.

Промеры морфометрических признаков особей всех групп проводили согласно стандартной методике [Правдин, 1966]. Для сравнительной характеристики были использованы относительные признаки (индексы), вычисленные по отношению к длине тела, а также коэффициент упитанности по Фультону.

Для установления степени различий исследованных выборок, с помощью дискриминантного анализа определяли квадраты расстояний Махаланобиса между центрами групп. Эти расстояния аналогичны квадратам евклидовых расстояний, но учитывают корреляции между переменными [Халафян, 2010].

Для наглядности сходства или различий между сравниваемыми особями использовали диаграммы рассеяния для канонических значений, наглядно отражающие соотношения между двумя и более переменными в различных подгруппах [Боровиков, 2003]. Характер распределения на этих диаграммах соответствует расстояниям Махаланобиса.

Выполнение всех расчетов по дискриминантному анализу проведено в программе Statistica 10.

Для изучения биохимического полиморфизма применяли метод электрофореза в полиакриламидном геле в вертикальной камере VE-3M. При сборе и хранении проб, окрашивании и идентификации электрофореграмм опирались на методику использования биохимических маркеров для оценки генетического разнообразия стад карпа [Демкина, Шарт, Баранова, 2001]. Материалом служили пробы сыворотки крови и мышц сазана и карпа. Были изучены четыре полиморфных локуса: трансферрина (*Tf*), два локуса неспецифических эстераз (*Est-1*, *Est-2*) и локус миогенов (*My-3*).

Количество изученных сеголетков или годовиков составляло от 50 до 100 особей в группе.

### **Результаты исследований**

Проведенные исследования показали, что фенотипические отличия по комплексу морфометрических признаков, становятся более выраженными у старших возрастных групп рыб в исследованных выборках. Так, при сравнении сеголетков и годовиков разных групп (рисунок 1), наибольшие отличия наблюдаются между ВС и АС, а также ВС НР и АС. Расстояние Махаланобиса между ними составляет 11,26 и 11,24 соответственно. Наиболее близко расположены ВС и ВС НР (4,15). Группа ЗК имеет примерно одинаковое расстояние до групп ВС (7,02) и АС (6,77). Тем не менее, все четыре области распределения значений признаков частично перекрываются.

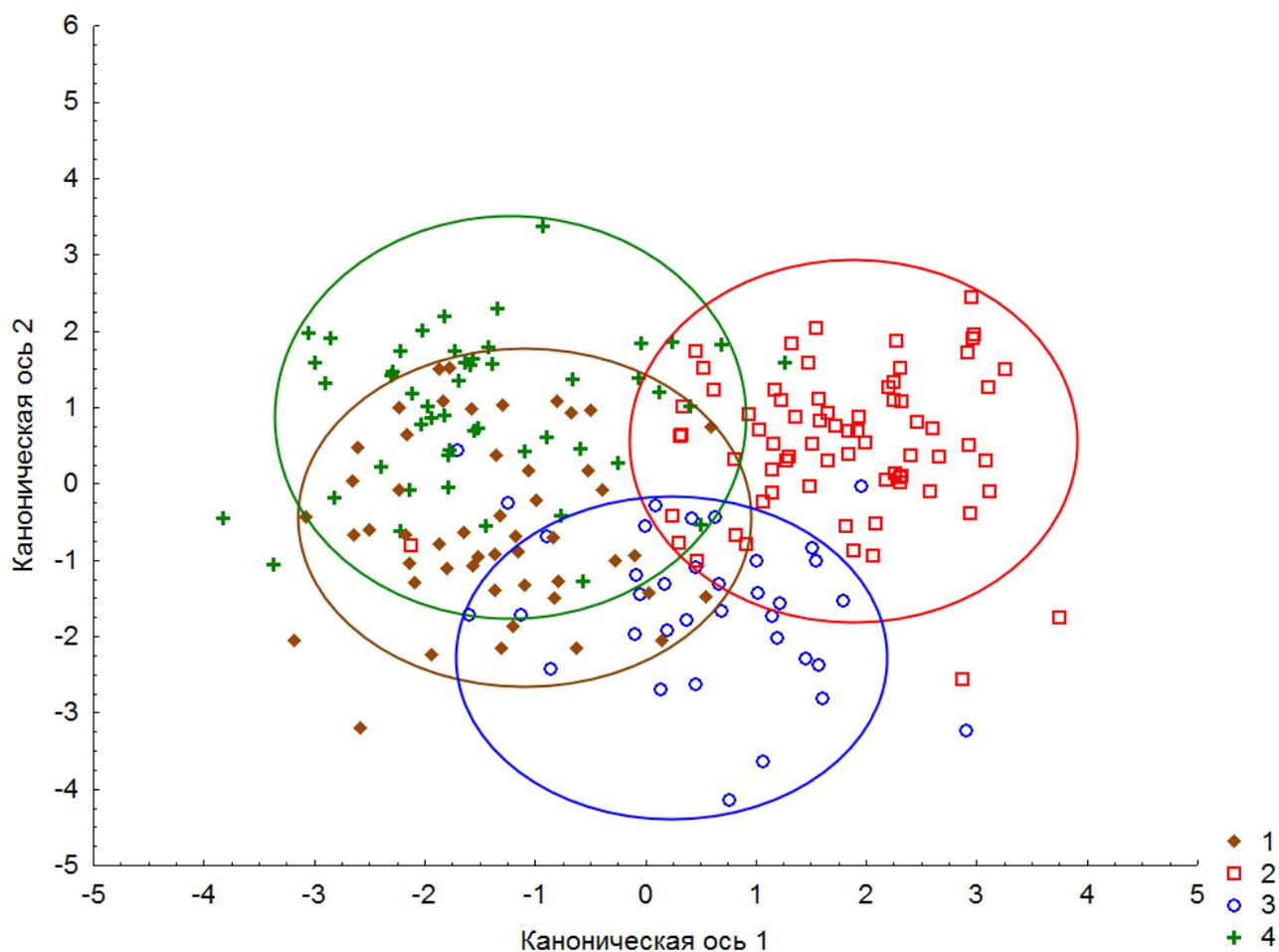


Рисунок 1 – Распределение сеголетков в пространстве первых двух канонических осей: 1 – ВС, 2 – АС, 3 – ЗК, 4 – ВС НР

При проведении сравнения рыб старших возрастных групп (рисунок 2), мы видим, что племенная группа загорского карпа имеет область распределения значений признаков, стоящую обособленно и не пересекающихся с другими областями. Расстояния Махаланобиса между амурским сазаном и загорским карпом составляет 29,61, а между волжским сазаном нашего стада и загорским карпом – 27,20, то есть расстояния возросли. Меньше всего различаются волжские и амурские сазаны, выращенные на ОСПХ «Якоть» (10,20). И хоть их области распределения значений признаков по-прежнему перекрываются, но у младших возрастных групп характер этого перекрытия был более выражен (11,26).

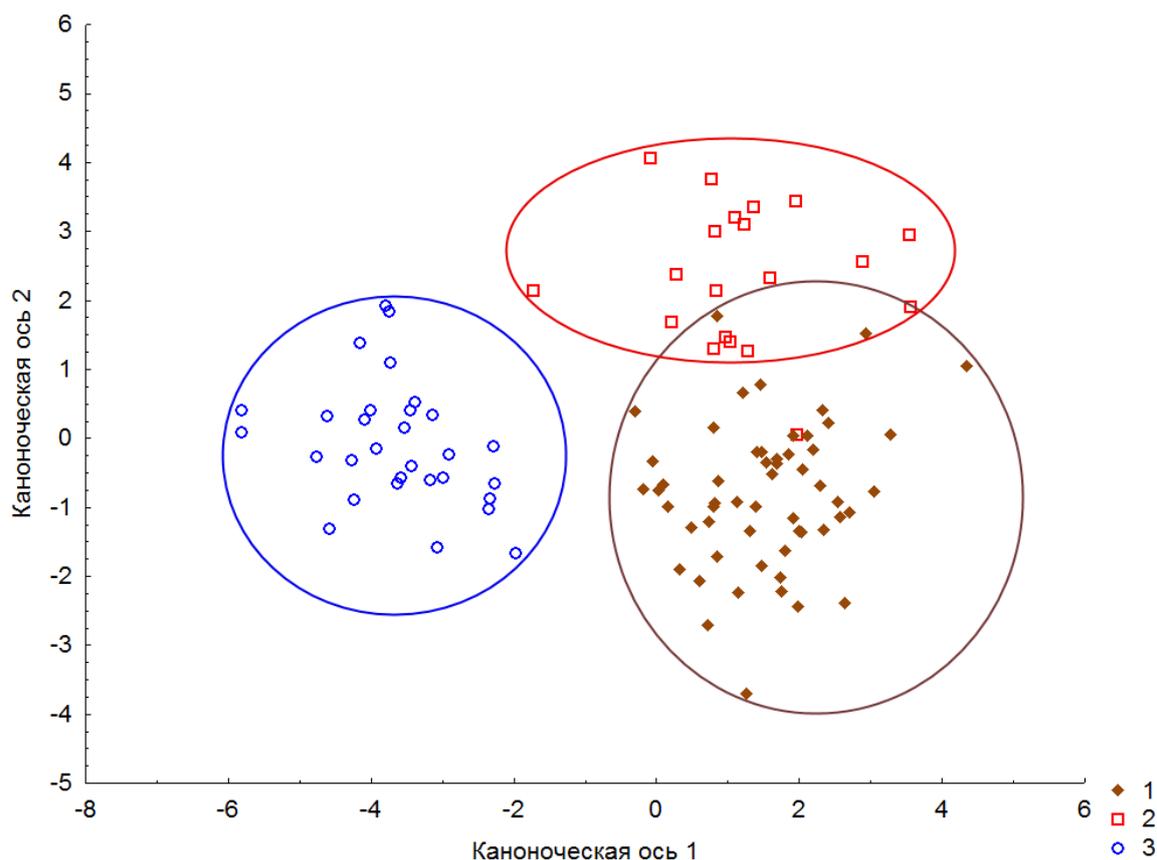


Рисунок 2 – Распределение четырехгодовиков в пространстве первых двух канонических осей: 1 – ВС, 2 – АС, 3 – ЗК

Изучение фенотипических отличий было дополнено исследованием биохимического полиморфизма по четырем полиморфным локусам. По локусу трансферрина (*Tf*), отмечено наличие 7 аллелей (*a*, *b*, *c*, *c<sub>f</sub>*, *d*, *y*, *z*) из 8, для которых гибридологическим анализом подтвержден характер наследования (рисунок 3).

Наиболее близки друг к другу ВС и ВС НР по частотам встречаемости аллелей трансферрина - *a*, *b* и *c*, при этом с наибольшей частотой в обеих группах волжского сазана встречается аллель *a* (0,548 и 0,649), на втором месте аллель *c* (0,277- 0,100). У загорских карпов преобладает аллель трансферрина *c* (0,743), аллель *a* занимает вторую позицию (0,105). Показателем генетической изменчивости может служить число аллелей ( $N_A$ ). По данному локусу изменчивость достаточно высока во всех трех группах: ВС -  $N_A=7$ , ВС НР -  $N_A=5$ , ЗК -  $N_A=6$ . Наименьшее число выявленных аллелей трансферрина в группе волжского сазана Никольского завода, возможно, определяется наименьшим объемом выборки (50 шт.).

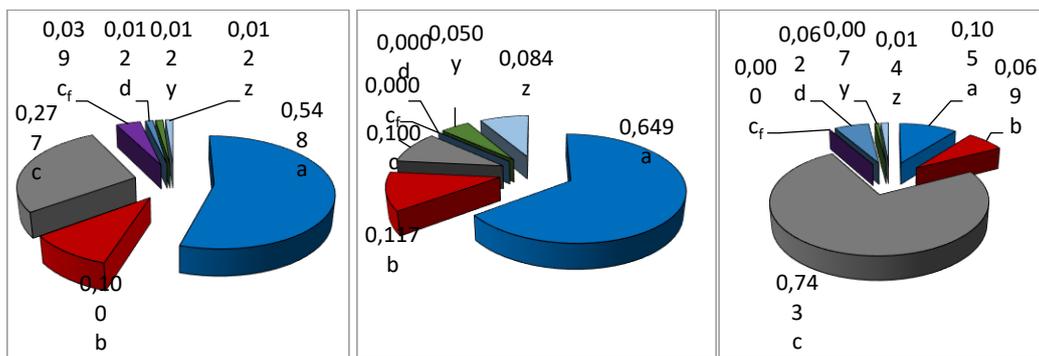


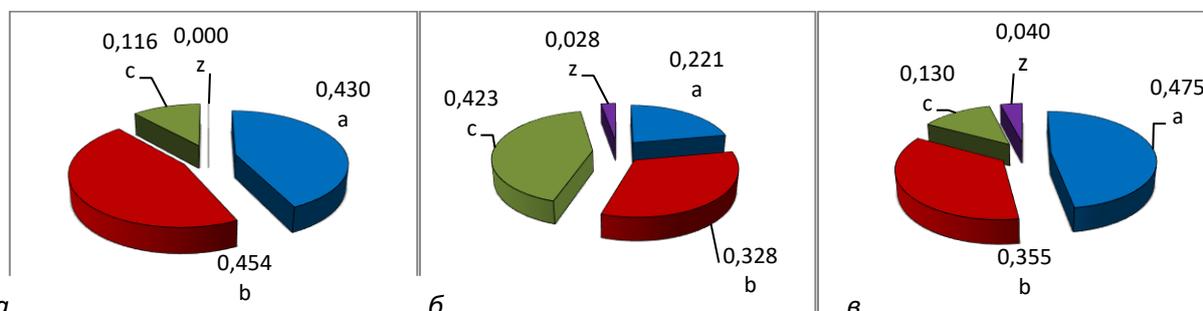
Рисунок 3 - Частоты встречаемости аллелей *Tf*: а - ВС, б - ВС НР, в - ЗК

а

б

в

По локусу *Est-1* (рисунок 4), который активен в сыворотке крови и мышцах, известно наличие четырех аллелей – *a*, *b*, *c*, *z*. У ВС наблюдались особи, имеющие нулевую частоту встречаемости *z* (0,000), тогда как у ВС НР и ЗК частота этого аллеля была на уровне 0,028-0,040.



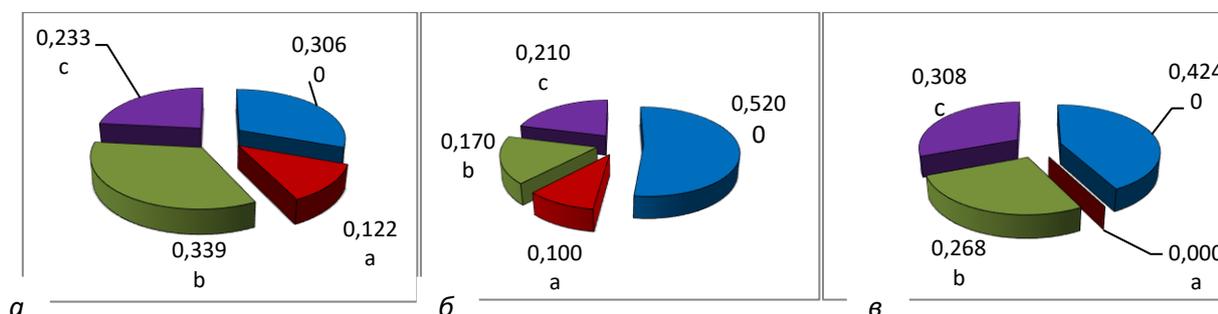
а

б

в

Рисунок 4 - Частоты встречаемости аллелей *Est-1*: а - ВС, б - ВС НР, в - ЗК

По локусу *Est-2* (рисунок 5), проявляющемуся в мышцах и обладающему меньшей электрофоретической подвижностью по сравнению с *Est-1*, наличествуют четыре аллеля (*a*, *b*, *c*, *0*). Стоит отметить, что аллель *a* у загорских карпов не выявлен, но имеет невысокую частоту встречаемости и у волжского сазана: ВС (0,122), ВС НР (0,100).



а

б

в

Рисунок 5 - Частоты встречаемости аллелей *Est-2*: а - ВС, б - ВС НР, в - ЗК

Локус третьей зоны миогенов (*My-3*) имеет двухаллельную систему – доминантный аллель *A* и рецессивный *a*, являющейся нулевым. В исследованных

группах (рисунок 6) не обнаружено расхождений по частотам встречаемости аллелей у волжского сазана из стад ВНИИПРХ и Никольского завода, преобладает рецессивный аллель (0,542 – BC, 0,543 – BC НР), в то время как у загорских карпов – доминантный (0,556).

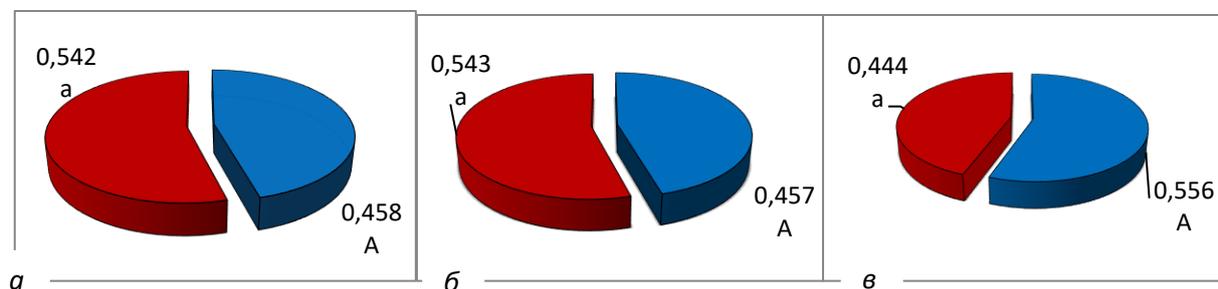


Рисунок 6 - Частоты встречаемости аллелей *Mu-3*: а - BC, б - BC НР, в - ЗК

### Заключение

Все исследованные группы имеют различия в каноническом пространстве признаков морфотипа при достоверном уровне значимости.

Установлено, что наибольшие различия по комплексу признаков наблюдались между сеголетками волжского и амурского сазана, а также между четырехгодовиками загорского карпа и амурского сазана.

Полученные данные свидетельствуют, что племенная группа загорского карпа отличается по признакам морфотипа от волжского и амурского сазана как у младших, так и у старших возрастных групп. С возрастом эти различия увеличиваются.

Изучение биохимического полиморфизма по четырем полиморфным локусам продемонстрировало достаточно высокую гетерогенность выборок волжского сазана и загорского карпа. Показано сходство волжского сазана из стад ВНИИПРХ и Никольского завода, загорский карп значительно отличается от них по частотам аллелей полиморфных локусов.

### Список использованных источников

1. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. (+CD). – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.:
2. Демкина Н.В., Шарт Л.А., Баранова Н.А. Использование биохимических маркеров для оценки генетического разнообразия стад карпа (Методические указания). // Сборник нормативно-технических документов ВНИИПРХ - М., 2001.- С.133-149.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) Четвертое издание переработанное и дополненное. М.: «Пищевая промышленность», 1966. – 376 с.
4. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебник для вузов. - М: «Бином-Пресс», 2010 – 528 с

УДК: 639.3.05

## ТРОФИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИНТЕГРАЦИИ НА БАЗЕ АКВАКУЛЬТУРЫ

Львов Ю.Б.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение, Всероссийский  
научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства,  
[fish-vniir@mail.ru](mailto:fish-vniir@mail.ru)

## TROPHIC POTENTIAL OF INTEGRATION ON THE BASIS OF AQUACULTURE

Lvov Yu.B.

**Резюме:** в статье описывается проведённый эксперимент по определению кормового потенциала для гетеротрофных животных, для расчета их плотности посадки в искусственных интегрированных системах, созданных на базе аквакультуры.

**Ключевые слова:** аквакультура, интеграция, корм, осадок, фильтрация.

**Summary:** the article describes the experiment to determine the feed potential for heterotrophic animals, to calculate their planting density in artificial integrated systems based on aquaculture.

**Key words:** aquaculture, integration, feed, sediment, filtration.

### Введение

В связи с развитием научно-технического прогресса, в настоящее время, производство сельскохозяйственной продукции всё больше склоняется к индустриальным методам, которые позволяют не только контролировать условия среды культивирования, но и управлять ими. Всё больше появляется предприятий, производящих продукцию в искусственных, квазизамкнутых системах, к которым относятся: в аквакультуре – УЗВ; в растениеводстве – различные варианты гидропоники. Кроме того, в последнее время, всё больший интерес проявляется к интегрированным производствам. Так совмещение рециркуляционной аквакультуры и беспочвенного выращивания растений обещает большие перспективы развития этого направления. Тому способствует энерго- и ресурсо-сбережение, снижение себестоимости продукции по сравнению с «родительскими» технологиями, повышение экологичности производства и пр., и т. п.

Любая интегрированная система, обладающая эмерджентностью, базируется на ресурсовспоможении подсистем. Точно также и аквапоника, являясь продуктом интеграции аквакультуры и гидропоники, базируется на

взаимопользовании ресурсами. Растения, утилизируя продукты жизнедеятельности рыб, обеспечивают им комфортную среду обитания. Рыбы, в результате своей жизнедеятельности, которая включает не только производство экскрементов, но и гораздо более значительное количество остатков не потреблённого искусственного корма, обеспечивают растения, питательными веществами.

Отходы жизнедеятельности рыб имеют различные характеристики: степень растворимости, плавучесть, размер частиц, химический состав и пр. [1]. Если растворимая часть отходов сравнительно быстро подвергается биологическому и химическому окислению и минерализуется до состояния простых веществ, которые потребляются растительными организмами, то труднорастворимая часть образует осадок и взвесь.

Взвешенные твердые вещества образуются из фекалий, биофлоков (мертвых и живых бактерий) и недоеденной пищи. Физически суспендированные твердые вещества могут быть разделены на осаждаемые твердые вещества, обычно более 100 мк, и взвешенные твердые вещества, которые составляют менее 100 мк. Не оседающие взвешенные твердые частицы труднее контролировать, поэтому они вызывают большинство проблем в рециркуляционных системах (как для рыб, так и для растений). В практических применениях более крупные частицы должны всегда удаляться прежде всего, и они должны быть в центре внимания, поскольку, если они не удаляются, они становятся «более мелкими» более трудными для удаления частицами [2].

Однако состав и энергетическая ценность осадка очень высока [3], чтобы не воспользоваться ей в качестве кормовой базы для культивирования каких-либо ещё животных, например – червей или моллюсков, тем самым конвертируя отходы аквакультуры в дополнительную полезную продукцию [4].

При предварительном конструировании искусственной интегрированной сельскохозяйственной системы, необходимо представлять, какой потенциал может обеспечить та или иная подсистема, вовлечённая в интеграцию. Так если искусственная интегрированная система строится на базе аквакультуры, то желательно, пусть даже с большими допущениями, знать какой трофический потенциал может обеспечить интенсивное выращивание рыбы для других предполагаемых объектов культивирования интегрируемых с рыбоводством.

**Целью** проведённой работы было определить трофический потенциал интеграции на базе аквакультуры.

Для достижения поставленной цели пришлось решить следующие **задачи**:  
- найти способ позволяющий изъять из рыбоводной ёмкости нерастворённый осадок, образовавшийся спустя определённое время после кормления рыб.

- смоделировать условия, при которых используемый комбикорм подвергается схожим физическим воздействиям, но без участия рыб (контрольный вариант).

- удалить избыточную влажность из осадков, полученных в контрольном варианте и эксперименте для их сопоставления по массе.

### **Методы и материалы**

Работа проводилась в аквариальном помещении ВНИИР, в рыбоводной ёмкости из органического стекла объёмом 1500 литров, с полностью замкнутым водоснабжением на период проведения эксперимента.

Удаление метаболитов осуществлялось за счёт двух пассивных биологических фильтров, установленных над рыбоводной ёмкостью. Вода в биофильтры подавалась при помощи двух маломощных (производительность по паспорту 400 л/ч) аквариумных помп из верхней части водяного столба рыбоводной ёмкости. Из биофильтров, вода сбрасывалась непосредственно в рыбоводную ёмкость, без какой либо дополнительной обработки (Рис. 1).



Рисунок 1 - Рыбоводная ёмкость объёмом 1500 литров.

1 – рыбоводная ёмкость, 2 – пассивные биофильтры, 3 – аквариумная помпа

Эксперимент проводился при постоянной температуре воды 14,3 °С. В эксперименте использовался разновидовой состав рыб. Индивидуальная масса и видовой состав рыб представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Видовой состав и индивидуальная масса рыб используемых в эксперименте

№	Вид	Масса, (г)
1	Осетр ( <i>Acipenser spp.</i> )	22,9
2	Линь ( <i>Tinca tinca</i> )	21,4
3	Линь ( <i>Tinca tinca</i> )	24,2
4	Карась ( <i>Carassius auratus gibelio</i> )	22,8
5	Карась ( <i>Carassius auratus gibelio</i> )	14,1
6	Карась ( <i>Carassius auratus gibelio</i> )	9,3
7	Карп ( <i>Cyprinus carpio</i> )	94,9
		$\Sigma = 209,6 \approx 210$

Используемый комбикорм представлял смесь карпового производственного комбикорма – рецептуры К-111 и, для повышения белковой составляющей, примерно 20%, осетрового производственного комбикорма – производства фирмы «Аллер-Аква» (Рис. 2).



Рисунок 2 - Смесь производственных комбикормов

## Результаты

С целью изъятия из рыбоводной ёмкости большей части не съеденного корма использовалась специально оборудованная кормушка, которая состояла из поддона, площадью 0,2 м<sup>2</sup>, с семисантиметровыми бортиками. По внутренней поверхности бортиков, по их верхнему краю, была прикреплена пластиковая трубка, Ø – 20 мм, с поперечными 2<sup>х</sup> миллиметровыми пропилами по всей длине, на расстоянии 5 – 15 мм. В центре одного из бортиков оба конца трубки замыкались тройником, к которому был подсоединён шланг, ведущий к всасывающему штуцеру фонтанной помпы, производительностью 1200 л/час.

Корм в кормушку подавался через пластиковую трубу Ø – 50 мм, непосредственно на середину дна поддона. После подачи корма, труба извлекалась и в течение 180 минут, корм был в полном распоряжении рыб. По истечении этого времени включалась отсасывающая помпа, и несъеденный корм, по шлангу, направлялся на фильтрационный лоток.

Кормушка, за счёт своих относительно высоких бортиков с прикреплённой к их внутренней стороне трубкой, функционально выполняла роль «непроливашки», что препятствовало тяжёлым частицам несъеденного корма покидать её пределы. А так как помпа, в автоматическом режиме, продолжала работать, с момента включения, в течение 18,5 часов, то и основная часть более лёгкой взвеси, со временем отправлялась на фильтрационный лоток. Только самая лёгкая взвесь, не улавливаемая имеющимися физическими фильтрами, попадала в биофильтры. Таким образом, неучтённые потери несъеденного корма, на просторах рыбоводной ёмкости, были минимизированы.

Фильтрационный лоток, состоящий из алюминиевого каркаса и натянутой на него фильтрационной ткани, был установлен над поверхностью рыбоводной ёмкости с небольшим уклоном. К верхнему концу лотка был подведён шланг, от всасывающей помпы, по которому засасываемая взвесь попадала на фильтрационный материал, где и задерживалась до момента её сбора (рис. 3).



Рисунок 3 - Осадок из рыбоводной ёмкости на фильтрационном лотке

В целом, система фильтрации осадка показана на рисунке 4.



Рисунок 4 - Система фильтрации осадка из рыбоводной ёмкости.  
1 – кормушка, 2 – фильтрационный лоток, 3 – шланг от всасывающей помпы

В качестве фильтрующего материала использовался нетканый укрывной материал, «спанбонд», плотностью 17 г/м<sup>2</sup>. Данный материал был выбран из-за его дешевизны, доступности, достаточной прочности, биохимической относительной инертности и достаточно хороших фильтрующих свойств.

После соответствующей обработки, «спанбонд» хорошо пропускает воду, задерживая частицы размером менее 100 ангстрем. Имеет равномерное распределение относительно равноразмерных пор. Обладает высокой разрывной нагрузкой в сухом и мокром состоянии. При этом «спанбонд» не имеет свойства образовывать токсичные соединения в воздушной среде и сточных водах в присутствии других веществ и факторов при температуре окружающей среды [5].

На рисунках 5 и 6 показан фильтрующий материал с оседающим на нём фильтратом и просачивающейся через материал водой.

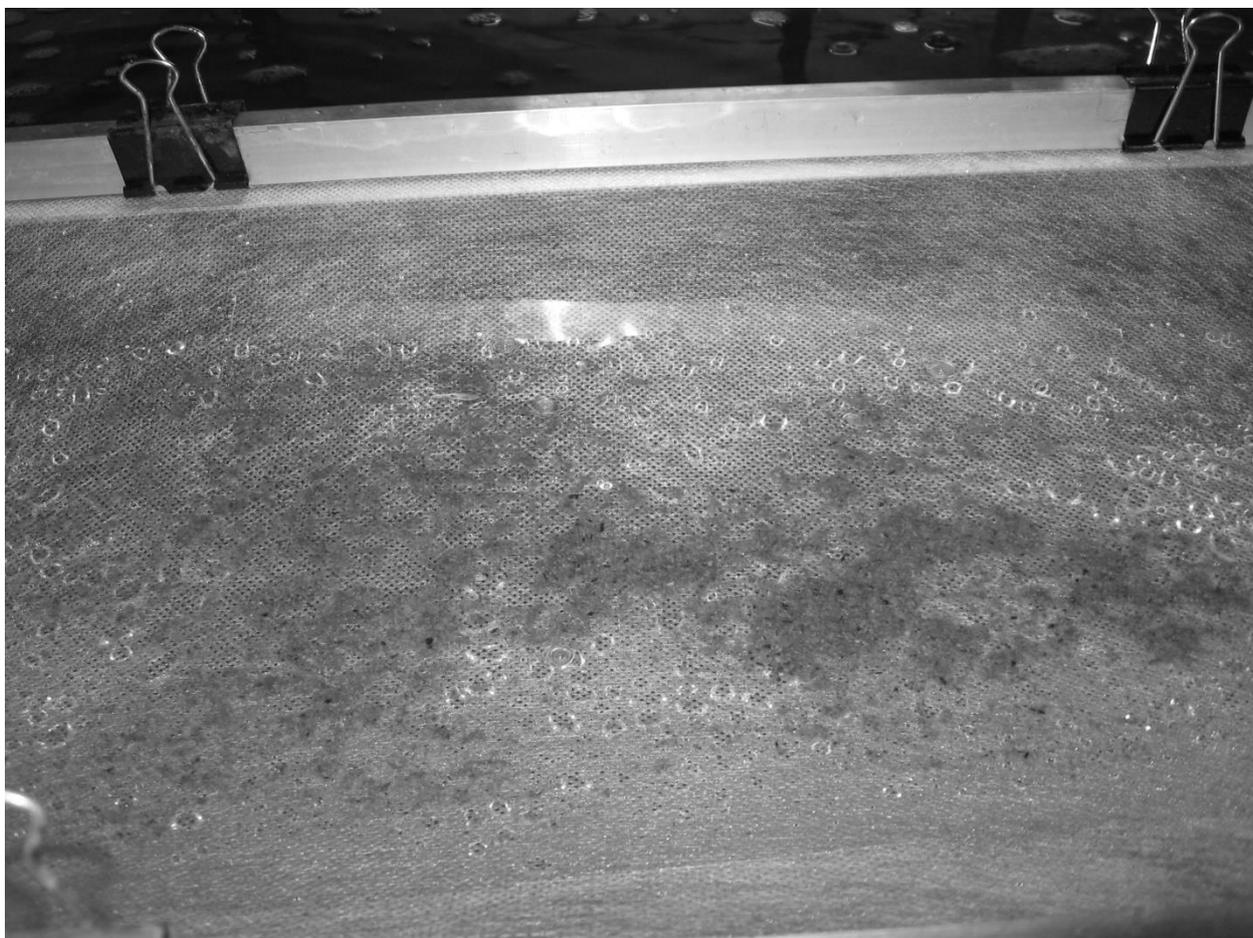


Рисунок 5 - «Спанбонд» с оседающим на нём фильтратом



Рисунок 6 - Вода просачивающиеся через «Спанбонд» в процессе фильтрации

Применение специальной кормушки, соединённой с отсасывающей помпой и фильтрационным лотком, позволили изымать из рыбоводной ёмкости осадок, образовавшийся после кормления рыб. Это позволило получить ориентировочное представление о количественной характеристике ихтиогенных труднорастворимых отходов в рыбоводных хозяйствах с высокой интенсивностью производства.

Однако, для более подробной характеристики необходимо было сопоставить количество образующегося осадка с количеством задаваемого корма. Обычно применяемые в рыбоводных хозяйствах показатели, такие как кормовой коэффициент или коэффициент оплаты корма, в данном случае не подходят. Эти коэффициенты завязаны на изменении биомассы рыбы и характеризуют расход корма, мало отражая количественную и качественную характеристику образующихся отходов. По этой же причине, неприемлемо и общеизвестное балансное уравнение

$$C = G + R + U + F \quad (1)$$

где  $C$  – потребление,  $G$  – рост,  $R$  – респирация,  $U$  – выделение,  $F$  – экскременты [3].

Наиболее простым является эмпирический эксперимент, показывающий, какое количество осадка образуется на единицу затраченного корма, при нормативном кормлении рыб.

Условия проводимого эксперимента не были идеальными для жизнедеятельности всех задействованных рыб. По этой причине, абсолютных результатов по образованию осадка в зависимости от температуры, качества корма, видового и возрастного состава рыб, количества растворённого кислорода и пр., получить было невозможно. Однако, для того чтобы полученные относительные данные были как можно более информативны необходимо было сравнить количество образующегося икhtiогенного осадка и осадка в результате простого размывания кормов за одинаковый промежуток времени. То есть, необходимо было смоделировать условия, при которых используемый комбикорм подвергается схожим физическим воздействиям, но без участия рыб.

Для размывания кормов использовалась пластиковая прозрачная ёмкость, в которую было помещено точно отмеренное количества корма, такое же, как для кормления рыб в рыбоводной ёмкости – 7,4 г (Рис. 2). Для создания в ёмкости циркуляции воды, на дно ёмкости был опущен распылитель от компрессора и отрегулирована очень слабая подача воздуха. Через 21,5 час, компрессор был отключен и нерастворённый осадок был собран (Рис. 7, 8).



Рисунок 7 - Размывание комбикорма



Рисунок 8 - Осадок комбикорма через 21,5 час размывания

Однако осадок из рыбоводной ёмкости и ёмкости для размывания имели различную насыщенность водой. Для того чтобы уровнять в осадках удельное насыщение водой они были помещены на фильтрационный материал и, в течение 48 часов осуществлялась гравитационная фильтрация (Рис. 9).



Рисунок 9 - Гравитационная фильтрация осадка на спанбонде

После удаления избыточной влажности осадки были взвешены на электронных весах с точностью до 0,1 грамма. Вес осадка после размывания комбикорма составил 20,7 грамма. Вес осадка из рыбоводной ёмкости составил 11,2 грамма.

Таким образом, весовое соотношение влажного и сухого комбикорма, судя по результатам размывания корма без участия рыб, составляло 2,8. То есть, одна часть сухого комбикорма, при насыщении водой увеличивает свою массу в 2,8 раза.

Масса осадка из рыбоводной ёмкости составляет 54,1% от комбикорма насыщенного водой. Таким образом, легко подсчитать, что на одну весовую единицу затраченного сухого комбикорма, в рыбоводных емкостях, при интенсивном производстве, образуется примерно 1,5 весовые части влажного осадка.

### **Заключение**

В результате проведённой работы был получен ответ на основной поставленный вопрос, на какой потенциал кормовой базы можно рассчитывать при проектировании искусственной интегрированной системы на базе аквакультуры с участием использования других гетеротрофных животных. В процессе проведения эксперимента, дополнительно была разработана принципиальная конструкция кормушки для бентосоядных рыб с автоматическим удалением остатков корма. Так же предложен и испытан в качестве фильтрационного материала нетканый материал – спанбонд, который отвечает большинству требований фильтрующих тканей используемых для очистки сточной воды.

### **Список использованных источников**

1. Корягина Н.Ю., Львов Ю.Б. Сбалансированная интегрированная биологическая система и методы расчета ее структуры и состава // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2018. - №6 (149). - С. 50-53.
2. Timmons, M.B., Ebeling J.M., 2010. Recirculating Aquaculture. United States, NY: CAYUGA AQUA VENTURES, pp: 948.
3. Фильтрация и многократное использование воды рыбоводными хозяйствами // aquafeed.ru URL: [aquafeed.ru/filtratsiya\\_vody](http://aquafeed.ru/filtratsiya_vody) (дата обращения: 05.05.2020).
4. Львов Ю.Б. Рациональная жадность // Всерос. научно-практическая конференция с международным участием «Рациональная эксплуатация биоресурсов: проблемы и возможности в контексте целей устойчивого развития ООН» Москва, 19 марта 2018 г. - М.: Издательство «Перо», 2018. - С. 241-244.
5. Спанбонд // Википедия — свободная энциклопедия URL: [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) (дата обращения: 05.05.2020.)

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ РАЗНЫХ ВИДОВ РЫБ МАЛОЙ РЕКИ ХОДЦА

Макаханюк Ж.С.<sup>1</sup>, Зубкова В.М.<sup>1</sup>, Розумная Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный социальный университет», [Nanochka16@mail.ru](mailto:Nanochka16@mail.ru), [vmzubkova@yandex.ru](mailto:vmzubkova@yandex.ru)

<sup>2</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства», [rozumnaya65@mail.ru](mailto:rozumnaya65@mail.ru)

## HEAVY METAL CONTENT IN TISSUES AND BODIES OF DIFFERENT TYPES OF FISHES OF THE SMALL HODZA RIVER

Makahanyuk Z.S., Zubkova V.M., Rozumnaya L.A.

**Резюме:** В статье приведены данные по содержанию тяжелых металлов (свинец (Pb), кадмий (Cd) и железо (Fe)) в мышечной ткани рыб разных экологических групп малой реки Ходца. Содержание железа в мышцах рыб превышает санитарные показатели в 4,4 раза, содержание свинца и кадмия соответствует норме.

**Ключевые слова:** плотва, ротан, ихтиофауна, тяжелые металлы, содержание

**Summary.** The article presents data on the content of heavy metals (lead (Pb), cadmium (Cd) and iron (Fe)) in the muscle tissue of fish of various ecological groups of the small river Khodtsa. The iron content in fish muscles exceeds sanitary indicators by 4.4 times, the content of lead and cadmium is normal.

**Key words:** roach, rotan, ichthyofauna, heavy metals, content

### Введение

Важной экологической проблемой является изменение гидрологического режима и ухудшения качества воды малых рек. Они очень чувствительны к искусственным изменениям условий формирования стока в их бассейне, так как значительно быстрее, чем средние и тем более большие реки, меняют качество и количество своих вод под влиянием техногенных нагрузок [3]. Являясь коллекторами загрязнений, поступающих с водосборной площади они зачастую частично или полностью утрачивают способность к самоочищению. Малые реки, формируя сток средних и больших рек, играют важную роль в формировании качества их вод. Кроме того, малые реки могут служить источником питьевого водоснабжения. Чаще всего загрязнение водотоков происходит за счет сброса сточных вод от промышленных предприятий,

сельского и жилищно-коммунального хозяйств, наличия свалок и полигонов ТБО на водосборной площади [7].

В связи с возрастающим антропогенным давлением на малые реки происходит нарушение экологического баланса, приводящего к гибели биоты. Наиболее приоритетной группой загрязняющих веществ являются тяжелые металлы (ТМ), поэтому для сохранения устойчивости экосистем малых рек в условиях техногенного воздействия необходимо изучение содержания и распределения ТМ в компонентах окружающей среды (ОС). Наиболее чувствительным биотическим компонентом водных экосистем являются рыбы. Наряду с другими гидробионтами рыбы обладают повышенной способностью накапливать ТМ. По содержанию тяжелых металлов в их организме можно судить о загрязнении реки [1]. Большая часть этих загрязняющих веществ поступает в организм рыб в процессе питания, путем хемосорбции, механического захвата взвешенных частиц и поглощения жабрами. При высоких концентрациях тяжелых металлов в водной среде происходит их аккумуляция в организме, что впоследствии приводит к отравлению рыб [2].

**Цель исследования** - определение уровня содержания тяжелых металлов в тканях рыб малой реки Ходца.

### **Материал и методы исследований**

Наблюдение и сбор материала проводили на реке Ходца в летний период 2019 г. Пробы для гидрохимического анализа и ихтиологический материал отбирались в 3 точках: исток ( $55^{\circ}48'35''$  с. ш.,  $38^{\circ}28'49''$  в. д.), промежуточная точка ( $55^{\circ}40'85''$  с. ш.,  $38^{\circ}50'81''$  в. д.), устье ( $55^{\circ}46'28''$  с. ш.  $38^{\circ}38'37''$  в. д.).

Вылов рыбы проводился с помощью удочки и подъемника-малявочника для живца [5].



а



б

Рисунок 1 – видовой состав улова:

а– ротан; б– плотва.

Всего в уловах присутствовало 2 вида рыб: в промежуточной точке вблизи г. Электросталь - ротан (*Perccottus glenii*) и в устье на территории г. Павловский Посад - плотва (*Rutilus rutilus*). По численности в уловах преобладала плотва, ротан был представлен единичными экземплярами (рис. 1).

Каждая из точек отбора испытывает различную антропогенную нагрузку и характеризуется разным гидрологическим режимом. В истоке и промежуточной точке течение практически отсутствует.

Материалом для изучения послужили образцы мышечной ткани рыб. Определение массовых концентраций ТМ в отобранных пробах проводили в аккредитованной лаборатории филиала Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центре гигиены и эпидемиологии в Московской области» атомно-абсорбционным методом на приборе спектрометре «Квант-2МТ» (ГОСТ 30178-96).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

По данным государственного водного реестра России исследуемая река относится к Окскому бассейновому округу, ее длина составляет 10 км. Малая река Ходца, являясь левым притоком Вохонки, оказывает большое влияние на формирование качества воды и состава гидробионтов (биотопа) не только этой реки но и Клязьмы.

Характерной особенностью данного региона является высокое содержание железа (Fe) в воде, береговом грунте и донных отложениях [4].

Результаты исследований показали, что в воде малой реки Ходца содержание ионов железа превышает предельно допустимую концентрацию повсеместно. Так в истоке концентрация железа превышает норму в 200 раз, в промежуточной точке – 33 и устье 17,4 раза соответственно (табл. 1).

Исток малой реки Ходца находится в зоне воздействия АО «Металлургического завода «Электросталь», ПАО «Машиностроительного завода», ОАО «Электростальского завода тяжелого машиностроения», ОАО «Электростальского химико-механического завода им. Н.Д. Зелинского», ЗАО «Ацетиленовой станции «ЭКСК», ЗАО «Полимер» и др. Объем сточных вод, ежегодно поступающих в реку от предприятий г. Электросталь составляет более 4146,94 тыс. м<sup>3</sup>. При этом очистными сооружениями обеспечено всего 11% их выпусков, что свидетельствует о нехватке мощностей очистных сооружений Электростали [3]. Развитое промышленное производство на территории г. Электросталь увеличивает антропогенную нагрузку на водоток, это находит свое отражение в повышенном содержании в воде свинца и кадмия в истоке (табл.1).

Таблица 1 - Содержание тяжелых металлов в воде малой реки Ходца

Показатель мг/дм <sup>3</sup>	Гидрохимические показатели			ПДК (для водоемов рыбохозяйственного значения)
	Исток	Пром.	Устье	
Pb	0,025±0,007	<0,0001	<0,0001	0,006
Cd	0,011±0,003	<0,0001	<0,0001	0,005
Fe	20,02±1,8	3,3±0,4	1,74±0,24	0,100

Как показали результаты исследований, концентрация содержания железа в мышечной ткани рыбы, обитающей в промежуточной точке (на расстоянии 2,9 км от истока) р. Ходца в районе г. Электросталь, превышала ПДУ в 4,4 раза [6].

Данные об уровне накопления токсикантов в мышцах рыб представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание тяжелых металлов в рыбе малой реки Ходца (мг/кг сырой массы)

Район исследований	Вид рыбы	Элемент		
		Pb	Cd	Fe
Промежуточная точка	Ротан	0,037±0,016	менее 0,01	5,3±0,92
Устье	Плотва	0,053±0,023	менее 0,01	1±0,308
ПДУ		1,0	0,2	1,2

Содержание ионов свинца и кадмия в мышечной ткани обследуемых рыб не превышало ПДУ.

По накопительной способности ТМ в мышечной ткани рыб располагаются в определенной последовательности:

- Промежуточная точка: Fe>Pb>Cd;
- Устье: Fe>Pb>Cd.

### **Заключение**

Таким образом, в ходе исследований выявлен сложный характер накопления ТМ в мышечной ткани исследуемых видов рыб р. Ходца. Интенсивность поступления тяжелых металлов и их избыточный уровень зависит от среды обитания рыбы. Превышение ПДК железа в воде выявлено повсеместно. Концентрации в воде Pb и Cd исследуемого водотока соответствуют санитарным нормам в промежуточной точке и устье, в истоке наблюдалось превышение ПДК свинца в 4 раза, кадмия - в 2 раза. Содержание ионов свинца и кадмия в мышечной ткани обследуемых рыб не превышало ПДУ.

Выявлено превышение ПДУ железа в мышечной ткани ротана более чем в 4 раза, выловленного в промежуточной точке.

Исследования ихтиофауны реки Ходца ранее не проводились. Видовой состав рыб приведен впервые. Исследование реки продолжается.

#### **Список использованных источников**

1. Вундцеттель М. Ф. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыб реки Яхрома [Текст] / Н.В. Кузнецова // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 155–158.

2. Еськов Е. К. Содержание и миграция тяжелых металлов в компонентах экосистем Волгоградского водохранилища [Текст] / В.М. Зубкова, Н.Ю. Белозубова, В.П. Болотов // Аграрная наука. Сер. Рыбное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 14–15.

3. Зубкова В.М. Оценка качества воды малой реки Ходца в периоды весеннего половодья и летне-осенней межени [Текст] / В.М. Зубкова, Л.А. Розумная, Ж.С.Макаханюк // Современная наука. Сер. Естественные и технические науки. – 2019. – № 6. – С. 9 – 14.

4. Макаханюк Ж.С. Оценка качества воды реки Ходца в районе г. Электросталь в период половодья [Текст] / Ж.С. Макаханюк, В.М. Зубкова, М.В. Лебедева // Экология речных бассейнов: науч. журнал. – 2018. – 710 с.

5. Розумная Л.А. Любительское рыболовство как метод рыбохозяйственного освоения малых водоемов Средней полосы России: дис.. канд. биол. наук: 03.00.10. – М., 2003. – 137 с.

6. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_124768/00dd811677fbe1241874d9e9aab09a2506b2424d/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124768/00dd811677fbe1241874d9e9aab09a2506b2424d/)

7. Фундаментальные и прикладные науки, проблемы и перспективы /Ханипова Э.Р., Дубовик В.А., Надежкина Е.В. и др.–М., 2014. –150 с.

**ЗАВИСИМОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ВАЖНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТ  
ОБИЛИЯ ЧЕШУИ НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА У ЕВРО-АЗИАТСКИХ  
РАЗБРОСАННЫХ КРОССОВ КАРПА F1, ПОЛУЧЕННЫХ В  
СКРЕЩИВАНИЯХ РАМЧАТЫХ И КРУПНОЧЕШУЙНЫХ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ. Сообщение 1**

**Мурашкин В.Б.**

*Филиал по пресноводному рыбоводству ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства»), Федеральное агентство по рыболовству.*

*E-mail: [murashkin\\_58@mail.ru](mailto:murashkin_58@mail.ru).*

**DEPENDENCY BETWEEN ECONOMIC TRAITS OF EURO-ASIAN  
SCATTERED CROSSES OF F1, DERIVED FROM FRAME CARPS AND  
LARGE-SCALE CARPS, AND THE AMOUNT OF SCALE. Message 1**

**Murashkin V.B.**

***Summary.** There was a preliminary study of dependency between the body weight and several exterior indexes with the amount of scale on fingerlings of Euro-Asian scattered crosses of carp F1, descending from frame carp females (European subspecies) and Cherepet large-scale males (carrying about 75% genetic heredity of Asian subspecies). The study has reliably proven a positive linear regression between the amount of scale and body weight, as well as a negative linear regression between the amount of scale and 1/H index.*

***Key words:** carp, scattered (ssnn), fingerlings, hybrid F1, Euro-Asian heredity, body weight, 1/H index, dependency, amount of scale.*

**Введение**

Представленные в данной публикации материалы являются результатом широкомасштабного внедрения в товарное карповодство высокопродуктивных кроссов карпа F1, в том числе малочешуйных (обычно разбросанных). В частности, в основных регионах производства товарного карпа, локализованных преимущественно на юге России («Объединение Краснодаррыба», ассоциация «Большая рыба» - бывший Рыбколхоз им. И.В. Абрамова, Ростовская область).

Желание выращивать малочешуйного товарного карпа вполне оправдано. Оно обусловлено повышенным потребительским спросом на такую рыбу, существующим на данный момент. Более того, значительное количество хозяйств достаточно успешно занимается выращиванием высокопродуктивных кроссов F1, полученных в соответствии с разработанной отечественными

специалистами, а позже заимствованной странами Восточной и Центральной Европы, а также Юго-Восточной Азии, концепцией максимального извлечения эффекта гетерозиса в карповодстве.

Она сводится к тому, что в качестве родительских форм используют породы, генеалогически относящиеся к различным подвидам сазана: европейскому (*Cyprinus carpio carpio* L.) и азиатскому (*Cyprinus carpio haemotopterus* T&S). Типичными представителями этих подвигов являются соответственно дунайский и амурский сазан. Причем, чем выше доля наследственности разных подвигов у скрещиваемых родительских форм карпа, тем выше степень проявления гетерозиса в первом поколении.

Именно поэтому наибольшее распространение в вышеуказанных хозяйствах получили разбросанные кроссы F1, полученные на основе комплекса пород черепетских карпов [12] (см. Схему 1). В частности, включённой в Госреестр селекционных достижений РФ породы черепетский рамчатый и новой породной группы черепетского зеркального (крупночешуйного) карпа.

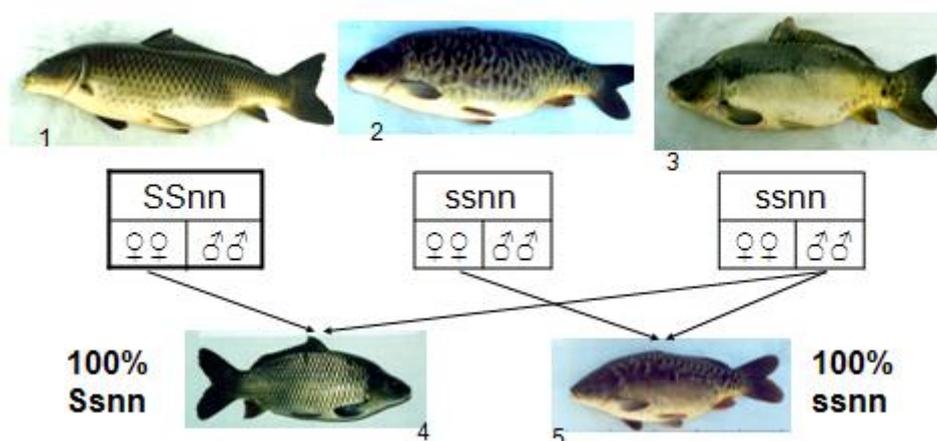


Схема 1 – Структура комплекса пород и кроссов F1 черепетских карпов

Примечание: 1- порода черепетский чешуйчатый карп; 2- породная группа черепетский «крупночешуйный» карп; 3- порода черепетский рамчатый карп; 4- чешуйчатый кросс карпа F1 «Черепеть Ч»; 5- разбросанный кросс карпа F1 «Черепеть Р».

Первая из них генеалогически относится к лаузицкой расе так называемого «культурного» карпа, восходящей к европейскому подвиду сазана и несет 100% (или 1,0) его наследственности. Вторая имеет гибридное происхождение и несет 25% (0,25) наследственности галицийской расы «культурного» карпа и 75% (0,75) наследственности амурского сазана.

По уникально высокой доле наследственности сазана азиатского подвида среди разбросанных карпов черепетские «крупночешуйные» карпы пока не имеют аналогов в мировом карповодстве. Столь же уникальным является и стандарт чешуйного покрова этой породной группы. Селекция велась на

покрытие всей поверхности тела гиперморфизированной чешуей, что позволяет легко идентифицировать эту породную группу от прочих структурных единиц комплекса черепетских карпов путём простой визуальной оценки. При этом особи, имеющие на поверхности тела безчешуйные участки (порой очень даже большие), подлежали выбраковке.

Промышленное использование межпородных евро-азиатских кроссов F1, полученных с использованием черепетских «крупночешуйных» карпов позволяет повысить продуктивность рыбоводных сооружений на 25-50% и даже существенно больше [11].

В ряде хозяйств используют местные стада рамчатых карпов, являющихся потомками импортированных из за рубежа (как правило, из Венгрии) рыб не вполне ясной породной принадлежности. По сути, эти рыбы выполняют аналогичную черепетским рамчатым карпам роль, поскольку, несомненно, также несут до 100% наследственности сазана европейского подвида.

И те и другие родительские формы являются двойными рецессивными гомозиготами по факторам чешуйного покрова (ssnn), как и полученное от них потомство. Однако фенотипически, по обилию чешуи (как в плане количества, так и её совокупной площади) на поверхности тела межпородные кроссы F1 могут выглядеть весьма различн (см. табл. 1).

При этом в потомстве от скрещивания черепетских рамчатых карпов с «крупночешуйными» обычно наблюдается примерно по 10-15% рыб, которые по фенотипу чешуйного покрова близки к родительским формам, а около 70-80% занимают промежуточное положение. На взгляд автора, эта рыба в потребительском плане выглядит вполне удовлетворительно. Тем не менее, промышленности хотелось бы иметь всю товарную рыбу с малым количеством чешуи (преимущественно рамчатую) и с высокоспинной формой тела, т.е. напоминающую породы, относящиеся к европейскому подвиду.

Возвращаясь к выбраковке карпов с нестандартным чешуйным покровом мы, конечно, вполне обосновано предполагали, что при скрещивании таких нестандартных рыб с черепетскими рамчатыми карпами полученное потомство окажется менее чешуйным. Поэтому по просьбе специалистов Черепетского хозяйства часть рыб этой породной группы с нестандартным чешуйным покровом из 1-ой племенной генерации 9-го поколения 2012 года рождения была оставлена для дальнейшего выращивания, чтобы в последующем осуществить эти скрещивания.

Именно результаты промышленного скрещивания, осуществленного в АО «Черепетский рыбхоз» весной 2014 года между 5-годовалыми самками породы черепетского рамчатого карпа и 2-годовалыми самцами породной группы черепетского «крупночешуйного» карпа с нестандартным чешуйным покровом, по итогам которого было получено наименее чешуйное, но и самое мелкое на тот

момент потомство за всю историю рыбхоза, послужили побудительным мотивом для данного исследования.

Таблица 1 - Иллюстрация идентификации чешуйного покрова у гибридных разбросанных карпов

	
Фото 1. Индекс чешуйного покрова – 1,0	Фото 2. Индекс чешуйного покрова – 2,0
	
Фото 3. Индекс чешуйного покрова – 3,0	Фото 4. Индекс чешуйного покрова – 3,5
	
Фото 5. Индекс чешуйного покрова – 4,0	Фото 6. Индекс чешуйного покрова – 5,0

*Целью этого исследования, выполненного на общественных началах и не претендующего в силу целого ряда обстоятельств, о которых будет упомянуто ниже, на категорические выводы, являлся первоначальный («пристрелочный») поиск наличия зависимости некоторых хозяйственно-важных показателей – масса тела и экстерьерные индексы от обилия чешуи на поверхности тела у разбросанных кроссов F1 карпа.*

### Обзор литературы

К целенаправленному изучению наследуемости характера чешуйного покрова и его влиянию на хозяйственно-важные признаки у карпа с учётом

древней истории его культивирования, насчитывающей тысячелетия, приступили сравнительно недавно.

Вначале было установлено [19], что карпы, имеющие сплошной чешуйный покров в виде систематически расположенных по поверхности тела рядов, доминируют над разбросанными.

Несколько позже были определены две пары аутосомных генов ( $Ss$  и  $Nn$ , в которых первый из аллелей является доминантным), определяющих тот, или иной тип чешуйного покрова, имеющий четыре основных фенотипа, детерминируемых шестью генотипами [8, 9, 4, 5, 1 16].

В частности, чешуйчатый и линейный зеркальный типы чешуйного покрова могут определяться двумя генотипами –  $SSnn$  и  $Ssnn$ , а также  $SSNn$  и  $SsNn$ , соответственно. Разбросанные зеркальные и голые (или кожистые) бесчешуйные карпы имеют генотипы соответственно  $ssnn$  (двойные рецессивные гомозиготы) и  $ssNn$ .

Из вышеизложенного следует, что доминантный аллель гена  $N$  как бы маскирует наличие доминантного аллеля  $S$ . В практической деятельности это приводит к некоторому замешательству рыбоводов, взявших в нерест внешне малочешуйную рыбу, а получивших в потомстве значительную долю (до 50%) чешуйчатых особей. Такое возможно, например, при скрещивании линейных карпов генотипа  $SSNn$  с разбросанными ( $ssnn$ ), когда одна половина потомства будет иметь генотип  $SsNn$  (линейные), а другая  $Ssnn$  (чешуйчатые).

Обращает на себя внимание факт отсутствия в геномах, определяющих фенотип чешуйного покрова, сочетания  $NN$ . В результате специально проведённых исследований было показано [2, 17], что такое сочетание летально для карпа. Большинство таких особей погибают уже на начальных этапах эмбриогенеза, а по завершении первых часов постэмбрионального развития погибают полностью.

Обратимся теперь к показателям продуктивности карпов с разным генотипом чешуйного покрова. Понятно, что этот показатель интегрирует в себе жизнеспособность (выживаемость) и скорость роста (массонакопление). Показано [18, 14], что по устойчивости к дефициту кислорода, возникающему достаточно часто в результате летних повышений температуры воды, гетерозиготные карпы  $Nn$  (линейные и голые) уступают рецессивным гомозиготам  $nn$  (чешуйчатые и разбросанные). По скорости роста (массонакопления) карпы разных генотипов выстраиваются в следующий похожий ряд: лучшие – чешуйчатые, за ними следуют разбросанные, далее линейные, а за ними голые [5, 6, 18, 13, 3]. Отсюда следует, что по валовой рыбопродуктивности карпы вышеуказанных генотипов образуют аналогичный ряд. Причем, по мере ухудшения условий содержания различия между ними становятся ещё более ощутимыми [5, 15, 20].

Именно по этой причине в большинстве стран, имеющих серьёзные объёмы производства товарного карпа, отказались от промышленного разведения линейных и голых рыб. Тем не менее, зачастую их сохраняют, но, как правило, в виде генетических коллекций.

Что касается более дискретного подхода к влиянию генетического содержания на продуктивные показатели рыб одного и того фенотипа чешуйного покрова, то таких данных существенно меньше. Известно, что чешуйчатые гетерозиготные (Ss) карпы растут лучше гомозиготных (SS) [7].

Вопрос о связи обилия чешуи на поверхности тела, имеющего практически непрерывный ряд модификационной изменчивости у разбросанных карпов (один и тот же генотип ssnn), от крайних вариантов в виде «рамчатых» особей до «крупночешуйных» карпов, с хозяйственно-важными показателями вообще остается открытым.

### **Материал и методика**

Первоначально предполагалось, что материалом для исследований послужат совокупности сеголеток гибридов F1, полученных в 2015 г при скрещивании 3-х годовалых самцов черепетских зеркальных карпов с самками разных породных групп Венгерского происхождения, имеющихся в Курчанском и Ангелинском рыбхозах, а также в СПК рыбколхоз «Шапариевский», расположенных в Краснодарском крае.

Однако лишь в последнем случае сеголетки, полученные от скрещивания 4-годовалых самок породной группы, условно позиционируемой как «Сарваш зеркальный», с 3-годовалыми самцами черепетского «крупночешуйного» карпа и выращенные в 3-гектарном пруду бригады №3 оказались пригодны для последующего анализа. В первом случае хозяйство оказалось по срокам не готово к облову сеголеток. Во втором - выращенные сеголетки в силу сравнительно низкой средней массы тела (чуть менее 50 гр.), при небольшом размахе вариант, а также наличия очень узкого спектра модификационной изменчивости чешуйного покрова, причём существенно отличающегося от ожидаемой картины, оказались непригодны для данного исследования.

Причин столь незначительной модификационной изменчивости по фенотипу чешуйного покрова может быть две. Первая сводится к тому, что использованные в скрещивании самки, вполне возможно, имели отличный от черепетских рамчатых карпов набор генов модификаторов, блокирующий в той или иной степени закладку чешуи на поверхности тела. Вторая сводится к тому, что некоторые хозяйства, возможно, слукавили и при проведении заранее оговоренных скрещиваний использовали самцов черепетского «крупночешуйного» карпа с нестандартным чешуйным покровом, поскольку имели таких самцов и были ознакомлены с фактом, имевшим место годом ранее в Черепетском рыбхозе.

Некоторые сложности (в т.ч. в плане его лексической формулировки) вызвал критерий оценки чешуйного покрова.

Количество (выраженное в штуках) не подходит, поскольку размер чешуек может быть разным и при их примерно одинаковом их количестве общее зрительное ощущение будет весьма различным (см., например, фото 2 и 6 табл. 1, на которых запечатлены сеголетки с примерно одинаковым количеством (шт.) чешуек.

Площадь ( $\text{мм}^2$ ,  $\text{см}^2$ ) поверхности тела, покрытая чешуей и её соотношение с непокрытой частью. Вполне возможный и достаточно точный критерий, но методически очень трудоёмкий, в силу отсутствия прямолинейных очертаний этих частей на неровной, к тому же, поверхности тела.

Выход был найден в самой сути борьбы за малочешуйность, которая важна для потребителя. А потребитель руководствуется не штучным и не размерным критериями чешуйного покрова, а зрительным эффектом или «впечатлением кадра». Градацию зрительных ощущений мы выразили в условных баллах (см. табл. 1), а сам критерий назвали индекс чешуйного покрова (ИЧП – здесь и далее по тексту).

Как видно из той же таблицы 1, величина индекса чешуйного покрова имела пять основных градаций:

1 – рыбы, аналогичные по чешуйному покрову материнской форме, то есть – рамчатые (фото 1);

2 – особи, близкие к материнской форме (фото 2);

3 – карпы, занимающие по количеству чешуи промежуточное положение между родительскими формами (фото 3);

4 – рыбы, приближающиеся к отцовской форме, то есть имеющие относительно небольшие бесчешуйные участки на поверхности тела (фото 5);

5 – особи, аналогичные по чешуйному покрову отцовской форме, тело которых полностью покрыто крупной гиперморфизированной, или зеркальной чешуей (фото 6).

Поскольку модификационная изменчивость гибридов F1 по характеру чешуйного покрова фактически имела непрерывный ряд, то старались регистрировать и значения индекса чешуйного покрова, занимающие промежуточные положения между основными градациями, охарактеризованными выше (см., например, фото 4).

Величину индекса чешуйного покрова, с учётом присущей, в частности разбросанным карпам в большей степени билатеральной асимметрии по этому критерию, определяли как среднее арифметическое значение по итогам субъективной визуальной оценки с левой и правой стороны поверхности тела, которую проводили коллегиально совместно со специалистами хозяйства путём сопоставления с базовой матрицей (фото табл. 1). Полученные средние значения

ИЧП для рыб, имеющих значения этого критерия в интервале от 1 до 2 округлялись до четверти балла, а у рыб со значениями ИЧП свыше 2 округлялись до половины балла. При определении ИЧП осуществляли сопряженные с ним промеры рыб по основным размерно-весовым показателям.

Вариационно-статистическую обработку полученных данных осуществляли по методикам, изложенным в «Биометрии» Г.Ф. Лакина [10].

### Результаты и обсуждение

Для начала приведем характеристику репрезентативной выборки объемом в 50 особей, взятой для исследования из генеральной совокупности, сконцентрированной в рыбоуловителе 3-гектарного пруда бригады №3 по основным исследуемым показателям. Она представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Значения основных исследованных показателей в репрезентативной выборке

Показатели	Параметры	
	$X \pm m_x$	C.V., %
1	2	3
ИЧП, балл	2,15 ± 0,080	37,27
Масса тела (M), гр.	147,8 ± 7,36	35,20
Длина тела (l), см.	17,2 ± 0,27	10,98
Наибольшая высота тела (H), см.	6,5 ± 0,11	12,17
Наибольшая толщина тела (B), см.	2,8 ± 0,05	12,92
Длина головы (C), см.	4,8 ± 0,08	11,86
Коэффициент упитанности по Фультону (100*M/l <sup>3</sup> )	2,77 ± 0,038	9,75
Индекс высокоспинности (l/H)	2,62 ± 0,019	5,12
Индекс толщины тела (B/l, %)	16,41 ± 0,119	5,13
Индекс длины головы (C/l, %)	27,81 ± 0,159	4,04

Примечания: X – среднее значение;  $m_x$  - ошибка среднего значения; C.V., % - коэффициент вариации.

Как видно из этой таблицы, изменчивость рыб по основным исследуемым показателям - ИЧП и массе тела применительно к условиям прудового содержания оказалась вполне значимой и приемлемой для последующего анализа. Кроме того, среднее значение ИЧП составило всего 2,16 и позволяет считать на основании сопоставления с фото 2 таблицы 1 в целом вполне приемлемой для конечного потребителя. Однако с промежуточным потребителем (оптовиком, диктующим хозяйствам свои требования) дело может оказаться несколько сложнее.

Перейдем к сопряжению значений ИЧП с другими наиболее важными показателями, как продукционного (масса тела), так и потребительского

(индексы высокоспинности и длины головы) характера, обратившись к таблице 3.

Таблица 3 - Средние значения основных размерно-весовых показателей у кроссов F1 с разным индексом чешуйного покрова

Индекс чешуйн. покрова	Кол-во, шт.	Признак					
		М, г		I/Н		С/Л, %	
		Σх	Х	Σх	Х	Σх	Х
1,0	6	605	100,8	15,77	2,63	167,06	27,84
1,25	1	120	120,0	2,67	2,67	27,61	27,61
1,5	10	1165	116,5	27,51	2,75	279,66	27,97
2,0	14	2085	148,9	36,45	2,60	383,03	27,36
2,5	5	670	134,0	13,46	2,69	137,38	27,48
3,0	10	1880	188,0	25,72	2,57	281,70	28,17
3,5	2	485	242,5	5,27	2,635	55,55	27,775
4,0	2	395	197,5	5,15	2,575	58,6	29,30

Как видно из таблицы, количество выделенных фенотипических классов в полученной выборке равнялось 8. Обращает на себя внимание отсутствие особей с ИЧП равным 5. Сразу же заметим, что в генеральной совокупности, сконцентрированной в рыбоуловителе, нами наблюдались особи с поверхностью тела сплошь покрытой гиперморфизированной зеркальной чешуёй. Однако доля их была сравнительно мала. А поскольку наряду с затронутой проблематикой нами решались и другие задачи, в частности – определение срезневзвешенной величины ИЧП в таких скрещиваниях, то специально (нарушая принцип репрезентативности) таких особей не отбирали.

Как видно из таблицы 3, в репрезентативной выборке почти две трети особей (62%) имели значения индекса чешуйного покрова в диапазоне от 1 до 2. При этом в диапазон от 1 до 3 укладывались 92% сеголеток карпа.

При обработке первичных данных корреляция между массой тела и величиной индекса чешуйного покрова оказалась статистически достоверной. Величина коэффициента корреляции составила 0,627.

Полученное на его основе уравнение линейной регрессии имело следующий вид:

$$M, \text{ г} = 110,9 + 17,1 \times \text{ИЧП} \quad (1)$$

На наш взгляд, это уравнение весьма посредственно описывает имеющуюся зависимость. Прежде всего, по причине недостаточного количества вариант наблюдений, сопряженных с некоторыми значениями индекса

чешуйного покрова. Поэтому для дальнейшего анализа исследуемой зависимости провели корректное выравнивание полученных рядов и насыщение интервалов значений ИЧП вариантами наблюдений (численностью рыб). Эту процедуру осуществили методом «скользящей средней». В итоге получили данные, представленные ниже, в таблице 4.

Таблица 4 - Сглаженные методом «скользящей средней» данные о средних значениях основных размерно-весовых показателей у кроссов карпа F1 с разным значениями ИЧП

Индекс чешуйн. покрова	Кол-во, шт.	Признак					
		М, г		I/H		C/L, %	
		$\Sigma x$	X	$\Sigma x$	X	$\Sigma x$	X
1,31	17	1890	111,2	45,95	2,70	474,3	27,90
1,77	25	3370	134,8	66,63	2,67	690,3	27,61
1,91	29	3920	135,2	77,42	2,67	800,1	27,59
2,43	29	4635	159,8	75,63	2,61	802,1	27,66
2,91	17	3035	178,5	44,45	2,60	474,6	27,92
3,21	14	2760	197,1	36,14	2,58	395,8	28,27

Содержащиеся в ней данные не только более чётко демонстрируют наличие положительной линейной зависимости массы тела от величины индекса чешуйного покрова, но и проявляют аналогичную связь у индекса высокоспинности, только с обратным знаком, чего нельзя сказать об индексе относительной длины головы.

В графическом восприятии зависимость массы тела от величины ИЧП становится ещё более очевидной (см. Рис.1).

Зависимость массы от индекса чешуйного покрова

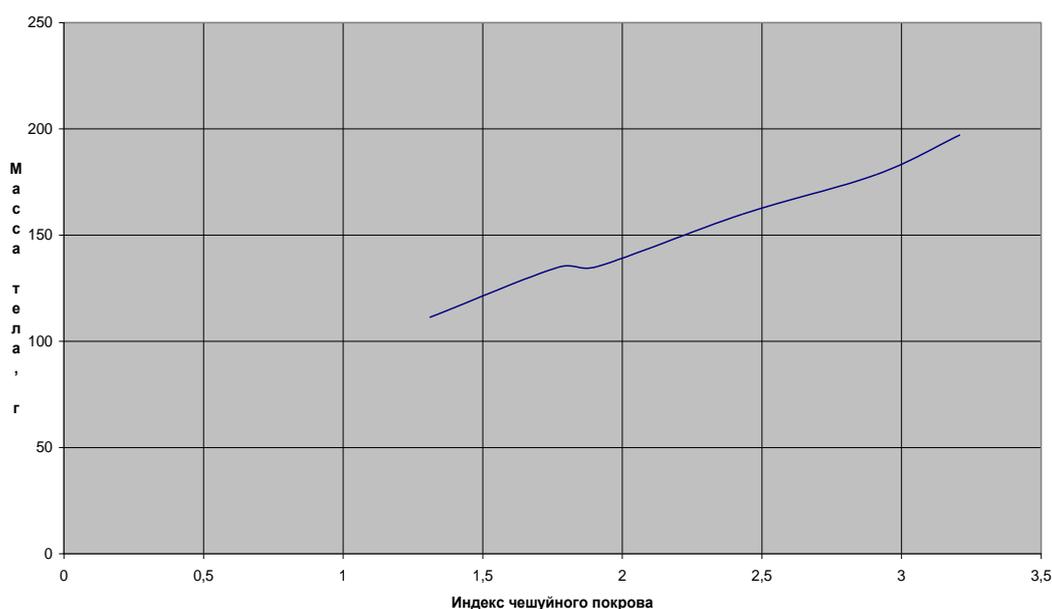


Рисунок 1 - Зависимость массы тела от величины ИЧП

Коэффициент корреляции между массой тела и индексом чешуйного покрова находился в интервале от 0,98 до 1,02, т.е. был равен 1,0.

Математически зависимость массы тела от величины индекса чешуйного покрова в данном конкретном случае очень хорошо описывается следующим уравнением линейной регрессии:

$$M, \text{ г} = 51,8 + 44,7 \times \text{ИЧП} \quad (2)$$

Из уравнения следует, что увеличение ИЧП на одну единицу приводит к увеличению массы тела сеголеток почти на 45 г. Что касается относительной разницы по массе тела, между рыбами с разной величиной индекса чешуйного покрова, то, как видно из таблицы 4 и вышеприведенного уравнения, она может достигать существенных значений. Например, согласно уравнению, у карпов с величиной ИЧП равной 1 среднее значение массы тела может составить 96,5 г, в то время как у рыб с величиной ИЧП, равной 3, значение этого показателя примерно будет равно 186 г, т.е. окажется почти на 93% больше.

Если же иметь в виду гипотетическую разницу между группами особей с крайними значениями ИЧП, равными 1 и 5, то она вообще окажется фантастической: 96,5 г против 275,5 г. То есть у рыб второй группы (ИЧП = 5) среднее значение массы тела может оказать почти в 3 раза больше.

Значения коэффициента корреляции между ИЧП и величиной индекса I/N, полученные для первичных и «сглаженных» данных составили соответственно 0,455 и 0,718, оказавшись во втором случае в высокой степени статистически значимыми (достоверны).

Этот факт оказался довольно неожиданным для нас, поскольку противоречил двум устоявшимся представлениям. С одной стороны особи, внешне напоминающие породы культурного и обычно более высокоспинного карпа, в нашем случае оказались более прогонистыми. С другой стороны, также хорошо известно, что обычно по мере взросления и увеличения линейных размеров у особей карпа степень высокоспинности снижается, то есть наблюдается увеличение значения индекса I/N. В нашем случае, напротив, более крупные особи (с более обильным количеством чешуи) оказались более высокоспинными по сравнению с мелкими.

Зависимость индекса высокоспинности (I/N), определенная по скорректированным данным, достаточно хорошо описывается следующим уравнением отрицательной линейной регрессии:

$$I/N = 2,82 - 0,083 \times \text{ИЧП} \quad (3)$$

Из полученного уравнения следует, что при увеличении ИЧП на одну единицу, значение индекса  $I/N$  смещается в более «карповую» (высоко спинную) сторону на 0,083. Теоретически у рыб с крайними значениями ИЧП (1 и 5) разница в значениях индекса  $I/N$  может достигать  $(0,083 \cdot 4)$  величины 0,332, что с учётом узкой вариативности этого показателя, весьма ощутимо. И при этом может благоприятно повлиять на потребительские свойства.

Что касается связи ИЧП с индексом длины головы ( $C/L$ , %), то статистически значимой зависимости не обнаружено.

Таким образом, проведенное исследование показало, что при скрещивании рамчатых самок породной группы условно позиционированной нами как Сарваш зеркальный с самцами черепетского разбросанного «крупночешуйного» карпа в потомстве в возрасте 0+ наблюдалась достоверная линейная регрессия зависимости массы тела от обилия чешуи на его поверхности.

При этом не исключено, что у других породных групп рамчатого карпа, генеалогически восходящих к европейскому подвиду сазана, может оказаться иной набор генов модификаторов разбросанного типа чешуйного покрова, который обусловит несколько иную картину проявления в гибридном потомстве.

Кроме того, полученные результаты радуют в плане того, что выбранный нами стандарт чешуйного покрова (гиперморфизированная чешуя покрывает всю поверхность тела) для черепетских «крупночешуйных» карпов оказался не только удобным в плане простой визуальной идентификации этой породной группы от других пород, но и, вполне возможно, благоприятно влияет на одну из основных составляющих показателя продуктивности, а именно – рост, или массонакопление.

Что касается другой составляющей продуктивности – выживаемости, то оценить её за полный вегетационный сезон (хотя бы первый) не представляется возможным, поскольку у 3-суточной «деловой» личинки определить фенотип чешуйного покрова невозможно. Однако сделать это вполне реально, но начиная, например, от выращивания подрошенной молоди (2-5 г) до сеголеток.

Несомненно, полученные результаты имеют крайне предварительный характер и нуждаются в пополнении эмпирической базы путём проведения дальнейших исследований и с использованием других пород рамчатых карпов, генеалогически относящихся к европейскому подвиду сазана. А с учётом значительного удельного вклада черепетских «крупночешуйных» карпов в производство высокопродуктивных, и особенно востребованных в IV-VI зонах рыбоводства, малочешуйных кроссов F1 карпа, желательно, чтобы такие исследования проводились не на общественных началах, а на фундаментальной научной основе, в рамках соответствующей тематики государственного заказа.

Тем не менее, полученные результаты позволяют сделать некоторые выводы, которые не претендуют на какую-либо категоричность.

## **Выводы:**

1. Не исключено, что рамчатые карпы разных породных групп, генеалогически относящихся к европейскому подвиду сазана, обладают разными наборами генов модификаторов чешуйного покрова, способствующих, либо препятствующих закладке чешуи на поверхности тела гибридного разбросанного потомства.

2. Результаты исследования, проведённого с гибридными сеголетками, полученными в результате классического гетерозисного скрещивания евроазиатской направленности конкретных породных групп, достоверно показали наличие положительной линейной регрессии между обилием чешуи на поверхности тела и его массой, а также отрицательной линейной регрессии с индексом высокоспинности.

3. Вполне вероятно, что в подобного рода скрещиваниях погоня за малочешуйностью гибридного потомства путём использования черепетских «крупночешуйных» карпов с нестандартным чешуйным покровом будет сопровождаться ощутимой потерей показателей его продуктивности, в частности снижением темпов роста, или массонакопления.

## **Список использованных источников**

1. Головинская К.А. Плейотропия генов чешуи у карпа. – ДАН СССР, 1940, т. 28, №6, с. 533-536.
2. Головинская К.А. О линейной форме культурного карпа. – ДАН СССР, 1946, т. 54, № 7, с. 637-640.
3. Зеленин А.М. Особенности роста чешуйчатых и зеркальных карпов при различных условиях выращивания. – Биологические ресурсы водоёмов Молдавии. Кишинев, 1974, вып. 12, с. 182-189.
4. Кирпичников В.С. Основные гены чешуи у карпа. – Биол. журн., 1937, т. 6, № 3, с. 601-602.
5. Кирпичников В.С. Влияние условий выращивания на жизнеспособность, скорость роста и морфологию карпов различного генотипа. – ДАН СССР, 1945, т. 47, № 7, с. 521-524.
6. Кирпичников В.С. Сравнительная характеристика четырех основных форм культурного карпа при их выращивании на Севере СССР. – Изв. ВНИОРХ, Л., 1948, т. 26, с. 145-170.
7. Кирпичников В.С. Методы проверки производителей по потомству в карповых хозяйствах. – Изв. ГосНИОРХ, Л., 1966, т. 61, с. 40-61.
8. Кирпичников В.С., Балкашина Е.И. Материалы по генетике и селекции карпа. 1-е сообщение. – Зоол. Журн., 1935, т. 14, № 1, с. 45-78.
9. Кирпичников В.С., Балкашина Е.И. Материалы по генетике и селекции карпа. 2-е сообщение. – Биол. журн. 1936, т. 5, № 2, с. 327-376.

10. Лакин, Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
11. Мурашкин В.Б. Сравнительные производственные испытания карпов породы черепетский рамчатый и кросса F1 «Черепеть–Р» в тепловодном индустриальном хозяйстве АО «Черепетский рыбхоз». – Журн. «Рыбное хозяйство», 2016. №2, с. 67- 72.
12. Мурашкин В.Б., Зонова А.С. Комплекс пород и межпородных кроссов черепетских карпов, предназначенных для тепловодных хозяйств индустриального типа. - Сб. Породы карпа (*Cyprinus carpio* L.). М.: ФГНУ Росинформагротех, 2004. С. 343-396.
13. Цветкова Л.И. Сравнительные исследования сеголетков карпа четырех основных групп генотипов. 1. Характеристика роста сеголетков различных генотипов карпа в условиях отдельного и совместного выращивания. – Тр. ВНИИПРХ, 1974, т. 23, с. 36-41.
14. Чан Май-Тхиен. Изменчивость некоторых физиологических признаков у карпа различного генотипа. – В кн.: Генетика, селекция и гибридизация рыб. М., 1969, с. 117-123.
15. Lieder U. Die Bewertung der Beschuppung des Karpfen bei der Zuchtauslese. – Dtsch. Fish.-Ztg., 1957, № 4, S. 206-213.
16. Probst E. Vererbungsuntersuchungen beim Karpfen. – Allg. Fish.-Ztg., 1949, Bd 74, H.21, S. 436-443.
17. Probst E. Der Todesfaktor bei der Vererbung des Schuppenkleides der Karpfens. – Allg. Fish.- Ztg, 1950, Bd 75, H. 15, S. 369-370.
18. Probst E. Die Beschuppung des Karpfens. – In: Münchener Beiträge der Fluss und Abwasserbiol, München, 1953, Bd 1, S 150-227.
19. Rudzinski E. Über Kreuzungsversuche bei Karpfen. – Fish.- Ztg., 1928, № 30, S. 593-597; № 31, S. 613-618; № 32, S. 636-640.
20. Schäperclaus W. Lehrbuch der Teichwirtschaft. Zweite Aufl. Berlin; Hamburg, 1961, 582 S.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В Р. ЯУЗА ПО КОМПЛЕКСУ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Нефёдов А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный социальный университет» Москва, Россия, e-mail: [nefedov2k19@mail.ru](mailto:nefedov2k19@mail.ru)

## ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE YAUZA RIVER BY A SET OF HYDROCHEMICAL INDICATORS

Nefedov A.A.

**Резюме.** В статье приведены данные о характере загрязнения реки Яуза, протекающей по территории г. Москва. На основе значений удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) и суммарного показателя химического загрязнения вод (ПХЗ-10) дана оценка степени загрязнения воды Яузы.

**Ключевые слова:** качество воды, степень загрязнения, удельный комбинаторный индекс загрязненности воды, суммарный показатель химического загрязнения вод

**Summary.** The article presents data on the nature of pollution of the Yauza river flowing through the territory of Moscow. Based on the values of the specific combinatorial index of water pollution (UKIZV) and the total indicator of chemical water pollution *pcz-10*, the assessment of the degree of water pollution in Yauza is given.

**Key words:** water quality, degree of pollution, specific combinatorial index of water pollution, total indicator of chemical water pollution

Малые реки - наиболее распространенный вид водных объектов на земной поверхности. Как раз именно они составляют базис гидрографической сети, в значительной мере определяют своеобразие состава воды и водных биоценозов, формируют биохимический, гидрологический и биологический режимы крупных и средних рек [6]. В настоящее время данные водные объекты остаются наименее изученными и наиболее уязвимыми.

В связи с усиливающимся антропогенным воздействием и ухудшением санитарного состояния малых водотоков особое значение приобретает контроль качества их вод, т. е. система наблюдений и оценки, позволяющая выделить изменение состава природных вод этих рек под влиянием человеческой деятельности [4,5].

Критерии оценки качества — это определенный набор количественных признаков, определяющих качество исследуемых объектов и используемых для их классификации или классификации. Анализ качества пресной воды проводится по трем основным аспектам, содержащим следующие наборы показателей:

- контрольные показатели состава и свойств водной среды, дающие формализованную оценку качества воды и ее соответствия действующим нормативным актам;
- совокупность критериев, оценивающих специфику структурно-функциональной организации сообществ гидробионтов и динамику развития водных биоценозов;
- факторы, связанные с физико-географическим и гидрологическим описанием водоема, как целостного природного или водохозяйственного объекта [2].

УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязнения воды) оценивает долю загрязняющего воздействия в общем загрязнении воды в результате одновременного присутствия ряда загрязняющих веществ. Классификация качества воды, основанная на значениях УКИЗВ, позволяет разделить поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязнения. Значение УКИЗВ может варьироваться в водах различной степени загрязнения от 1 до 16 [1]. Наибольшее значение индекса соответствует худшему качеству воды. На сегодняшний день данные показатели качества воды становятся приоритетом при оценке степени загрязнения (качества) воды, поскольку, в отличие от качества (индекса загрязнения воды), включают, помимо определения множественности превышения ПДК, еще и определение повторяемости случаев превышения нормативных значений, КИЗВ и УКИЗВ - более точно отражает ситуацию с качеством воды. При этом учитываются только гидрохимические показатели.

Для оценки качества воды в реках и водоемах их делят на несколько классов в зависимости от загрязнения. Классы основаны на интервалах конкретного комбинаторного индекса загрязнения воды в зависимости от количества критических индексов загрязнения. Значение УКИЗВ определяется частотой и кратностью превышения ПДК для нескольких показателей [1].

Река Яуза левый приток реки Москвы, самый крупный в пределах столицы, по своему гидрологическому строению и другим характеристикам является типичным представителем малых рек и испытывает практически на всем своем протяжении техногенное влияние мегаполиса. Промышленные и бытовые стоки, загрязнения, транспорт внесли свои негативные изменения в состояние малой реки, изменили их химический состав [3]. Исследования бассейна реки Яузы в черте г. Москвы проводились по четырем маршрутам:

- Маршрут № 1: МКАД – 50 м. ниже устья реки «Чермянка»;
- Маршрут №2: 50 метров ниже устья реки «Чермянка» – мост Ярославской железной дороги;
- Маршрут №3: мост Ярославской железной дороги – Электрозаводский мост;
- Маршрут №4: Электрозаводский мост – Устье реки.

Общая протяженность исследуемого участка реки составила около 30 км. В ходе обследования было выявлено 16 потенциально опасных и 2 опасных объектов из 29 обследованных точек на маршрутах. Наиболее существенным источником воздействия на окружающую среду, вероятно, следует признать автодорожную и железнодорожную сети, кладбища, автозаправочные станции.

Расчет УКИЗВ Яузы выполнялся в соответствии с нормативными документами и включением в перечень следующие вещества: азот аммонийный ( $\text{NH}_4^+$ ), фосфаты ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), азот нитратный ( $\text{NO}_3^-$ ), медь (Cu), растворенный кислород ( $\text{O}_2$ ), БПК5, цинк (Zn), кобальт (Co), алюминий (Al), никель (Ni), кадмий (Cd), формальдегиды (HCHO), азот нитритный ( $\text{NO}_2^-$ ), свинец (Pb), фенолы, нефтепродукты (Н/п), железо общее ( $\text{Fe}^{\text{общ}}$ ), марганец (Mn), хлориды ( $\text{Cl}^-$ ), сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ) (табл.1,2)

Таблица 1 – Промежуточные результаты расчета УКИЗВ

Год	Количество учитываемых веществ	Количество загрязняющих веществ	Перечень критических показателей загрязненности	Коэффициент запаса	КИЗВ
2006	21	13	$\text{NH}_4^+$ ; Mn; H/п	0,7	86
2007	21	12	$\text{NH}_4^+$ ; Mn; $\text{Fe}^{\text{общ}}$ ; H/п; Cu	0,5	106
2008	21	13	$\text{NH}_4^+$ ; Mn; $\text{Fe}^{\text{общ}}$ ; H/п	0,6	93
2009	21	13	$\text{NH}_4^+$ ; Cu	0,5	95
2010	21	11	$\text{NH}_4^+$ ; Mn	0,8	82
2011	21	13	$\text{NH}_4^+$ ; Mn; Cu; $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	0,6	93
2012	21	11	$\text{NH}_4^+$ ; Mn	0,8	70
2013	21	11	$\text{NH}_4^+$ ; Mn	0,8	78
2014	21	10	$\text{NH}_4^+$ ; Mn; H/п	0,7	84
2015	21	11	$\text{NH}_4^+$ ; Mn	0,8	77
2016	21	13	$\text{NH}_4^+$ ; Mn; $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	0,7	85
2017	21	13	$\text{NH}_4^+$ ; Mn; Cu; $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	0,6	87
2018	21	11	$\text{NH}_4^+$ ; Mn	0,8	76
2019	21	11	$\text{NH}_4^+$ ; Mn	0,8	71

Таблица 2 – Результаты расчета УКИЗВ

Год	УКИЗВ	Класс качества	Класс качества с учетом коэффициента запаса
2006	4,1	4«а» грязная	4«а» грязная
2007	5,0	4«а» грязная	4«г» очень грязная
2008	4,4	4«а» грязная	4«б» грязная
2009	4,5	4«а» грязная	4«в» очень грязная
2010	3,9	3«б» очень загрязненная	4«а» грязная
2011	4,4	4«а» грязная	4«а» грязная
2012	3,3	3«б» очень загрязненная	4«а» грязная
2013	3,7	3«б» очень загрязненная	4«а» грязная
2014	4,0	4«а» грязная	4«а» грязная
2015	3,6	3«б» очень загрязненная	4«а» грязная
2016	4,1	4«а» грязная	4«а» грязная
2017	3,7	3«б» очень загрязненная	4«а» грязная
2018	4,0	4«а» грязная	4«а» грязная
2019	4,2	4«а» грязная	4«а» грязная

Наибольшую долю в общей оценке степени загрязнения воды приносят соединения меди, марганца, аммиачного азота и нефтепродуктов, которые оценивают их в критических показателях загрязнения воды этой массой воды, что требует особого внимания при планировании и осуществлении мероприятий по сохранению водных ресурсов [7].

Таким образом, анализируя таблицы 1 и 2, можно сказать, что степень загрязненности воды реки Яуза за рассматриваемый период характеризовалась классами качества:

- 3«б» очень загрязненная, 4«а» грязная – без учета коэффициента запаса;
- 4«а» грязная, 4«в» очень грязная, 4«г» очень грязная – с учетом коэффициента запаса.

Для расчета суммарного показателя химического загрязнения ПХЗ-10 были отобраны 10 соединений, максимально превышающих ПДК с использованием формулы суммирования воздействий:

$$ПХЗ-10 = (C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + \dots + C_{10}/ПДК_{10}) \quad (1),$$

где ПДК<sub>i</sub> – рыбохозяйственные нормативы; C<sub>i</sub> – концентрация химических веществ в воде.

Расчет произведен по 7 створам: МКАД, Мост ул. Широкая, 50 м ниже устья р. Чермянки, Мост ул. В.Пика, Мост Ярославской ж/д, Электrozаводский мост, Устье.

В качестве используемых показателей были взяты приведенные значения следующих веществ, которые имеют наибольшие значения:

- Железо ( $\text{Fe}^{\text{общ}}$ ), Алюминий (Al), Медь (Cu), Кобальт (Co), Нефтепродукты (Н/п), Марганец (Mn), Аммоний ( $\text{NH}_4^+$ ), Фенолы ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ): на протяжении всего расчетного периода;
- Никель (Ni), Кадмий (Cd): часто встречаемые за расчетный период;
- Свинец (Pb), Формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), Цинк (Zn): изредка встречаемые за расчетный период.

Результаты расчетов с осредненными данными представлены в таблице 3.

Таблица 3– Результаты расчета ПХЗ-10

Год	Значения ПХЗ-10	Критерий оценки загрязнения
2013	87	Чрезвычайная экологическая ситуация
2014	116	Чрезвычайная экологическая ситуация
2015	92	Чрезвычайная экологическая ситуация
2016	119	Чрезвычайная экологическая ситуация
2017	123	Чрезвычайная экологическая ситуация
2018	110	Чрезвычайная экологическая ситуация
2019	97	Чрезвычайная экологическая ситуация

Самые большие значения по ПХЗ-10 наблюдаются вблизи мостов. Не смотря на относительное улучшение качества воды в реке, критерий оценки также остается как «Чрезвычайная экологическая ситуация».

Таким образом, за данный расчетный период р. Яуза по химической загрязненности воды для 3-4 классов опасности загрязняющих веществ, оценивается как «Экологическое бедствие» – в 2007 в створе «Электрозаводский мост» и в 2009 году в створе «Мост Ярославской железной дороги». Все остальные створы наблюдений за другие года рассматриваемого периода по химической загрязненности воды для 3-4 классов опасности загрязняющих веществ, оцениваются как «Чрезвычайная экологическая ситуация». При расчете УКИЗВ за период 2006-2019 годов наблюдений, были определены классы качества воды в реке и их характеристики. За данный расчетный период р. Яуза такими классами и разрядами как: 3«б» «очень загрязненная», 4«а» «грязная» – без учета коэффициента запаса; 4«а» «грязная», 4«в» «очень грязная», 4«г» «очень грязная» – с учетом коэффициента запаса. Годы с качеством воды 3 «б» очень грязная, соответствуют фактам аварийных ситуаций, в результате которых большое количество загрязняющих веществ попадало в реку Яуза. Несмотря на это можно сделать вывод, что качество воды в реке постепенно улучшается.

В качестве рекомендаций можно предложить мероприятия в первую очередь на снижение риска аварийных ситуаций, при которых может пострадать качество воды в реке.

Также на отдельных участках реки я бы рекомендовал благоустроить территорию, для того чтобы у берегов реки не скапливались твердые бытовые отходы.

#### **Список использованных источников**

1. РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям».
2. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы: Учебно-методическое пособие /О.В. Гагарина. - Ижевск: Издательство «Удмуртский университет». - 2012. - 199 с.
3. Петухова А. А. Экологическая оценка кислотности, загрязнения и водной миграции в условиях лесопарков Москвы и Петрозаводска: автореф. дис. канд. биол. наук: 03.02.08, 03.02.13 - Москва, 2013. - 132 с.
4. Розумная Л.А. Любительское рыболовство как метод рыбохозяйственного освоения малых водоемов Средней полосы России: дис.. канд. биол. наук: 03.00.10 / Розумная Любовь Анатольевна. – М., 2003. – 137 с.
5. Фундаментальные и прикладные науки, проблемы и перспективы /Ханипова Э.Р., Дубовик В.А., Надежкина Е.В. и др.–М., 2014. –150 с.
6. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения /Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. М.: Наука, 2005. – 281 с.
7. Юнусов Х. Б. Экологическая оценка комплексной технологии очистки и обеззараживания питьевой воды и эффективность ее применения для улучшения экологической обстановки территорий: дисс. ... докт. биол. наук. Москва, 2017. - 246 с.

**РАЗРАБОТКИ ЮНЦ РАН И АГТУ ПО КРИОКОНСЕРВАЦИИ  
РЕПРОДУКТИВНЫХ КЛЕТОК РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ  
РЫБ**

**Пономарева Е.Н.<sup>1</sup>, Красильникова А.А.<sup>1</sup>, Тихомиров А.М.<sup>2</sup>, Фирсова А.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»,  
[kafavb@mail.ru](mailto:kafavb@mail.ru), [alexandra.kras@ya.ru](mailto:alexandra.kras@ya.ru)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет»

**DEVELOPMENTS OF THE SSC RAS AND THE ASTU ON  
CRYOPRESERVATION OF REPRODUCTIVE CELLS OF RARE AND  
ENDANGERED FISH SPECIES**

**Ponomareva E.N., Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M., Firsova A.V.**

***Резюме.** С 2004 года сотрудники ФИЦ Южный научный центр Российской академии наук совместно с Астраханским государственным техническим университетом проводят исследования по низкотемпературному консервированию и долгосрочному хранению генетического материала ценных видов рыб.*

*Целью работ является разработка методик криоконсервации и хранения репродуктивных клеток рыб, позволяющих обеспечивать их структурно-функциональную сохранность, а также отработка приемов использования замороженного материала в аквакультуре.*

*Задачи исследований: оптимизация режимов замораживания и подбор составов криозащитных смесей для разных видов рыб; повышение проницаемости оболочек клеток для криозащитных веществ; изучение процессов, позволяющих снизить объемы отравляющих веществ в составе криозащитных сред; изучение влияния объемов замораживаемого материала на выживаемость клеток после дефростации; витрификация образцов в виде тонких пленок на сетках; изучение образования частиц льда полостной жидкости и протоплазмы репродуктивных клеток; получение потомства с применением криоконсервированной спермы и оценка его физиологической полноценности; формирование маточного стада осетровых рыб в индустриальных условиях с использованием криобанка.*

*Разработки позволяют получить высокий выход живого клеточного материала после дефростации.*

**Ключевые слова:** криоконсервация, биоразнообразие, криобанк

**Summary.** *Since 2004, employees of the Southern scientific center of the Russian Academy of Sciences together with Astrakhan state technical university have been conducting research on low-temperature conservation and long-term storage of genetic material of valuable fish species.*

*The purpose of the work is to develop methods for cryopreservation and storage of fish reproductive cells that allow them to ensure their structural and functional safety, as well as to develop techniques for using frozen material in aquaculture.*

*Research objectives: optimization of freezing modes and selection of compositions of cryoprotective mixtures for different types of fish; increasing the permeability of cell shells for cryoprotective substances; studying the processes that reduce the volume of toxic substances in cryoprotective media; studying the effect of the volume of frozen material on cell survival after defrosting; vitrification of samples in the form of thin films on grids; studying the formation of ice particles of cavity fluid and protoplasm of reproductive cells; obtaining offspring using cryopreserved sperm and evaluating its physiological usefulness; forming a brood stock of sturgeon in industrial conditions using a cryobank.*

*Developments allow to obtain a high yield of living cell material after defrosting.*

**Keywords:** *cryopreservation, biodiversity, cryobank*

На сегодняшний день низкотемпературное консервирование является одним из наиболее доступных и приемлемых способов долгосрочного хранения клеток.

В ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук» (ЮНЦ РАН) совместно со специалистами Астраханского государственного технического университета (ФГБОУ ВО «АГТУ») ведутся многолетние научные исследования по разработке и усовершенствованию методов криоконсервации репродуктивных клеток различных видов рыб южных морей России.

Целью работ является разработка методик криоконсервации и хранения репродуктивных клеток рыб, позволяющей обеспечивать их структурно-функциональную сохранность, а также отработка приемов использования замороженного материала в аквакультуре.

Одними из важнейших вопросов низкотемпературного консервирования являются скоростной режим замораживания и состав криозащитных смесей. Сотрудниками лаборатории проводились научные исследования по оптимизации режимов замораживания и подбору составов криозащитных растворов для разных видов рыб (русский осетр, белуга, севрюга, стерлядь, белорыбица) [Тихомиров и др., 2011; Пономарева и др., 2012; Красильникова, Тихомиров, 2016].

Проведенные исследования легли в основу совершенствования методики криоконсервации спермы осетровых рыб, предусматривающую электростимуляцию половых клеток [Тихомиров, Пономарева, 2008], что способствует увеличению скорости проникновения протектора в клетки осетровых рыб. в 2010 г. получен патент на способ повышения выживаемости половых клеток осетровых рыб при криоконсервации [Пат. 2399201]

Совместно с сотрудниками Института биофизики клетки РАН разработан способ снижения низкотемпературного скачка при кристаллизации растворов криопротекторов, позволяющего повысить целостность дефростированных клеток после криоконсервации. Он заключается в том, что в способе, включающем замораживание криораствора с биологическим материалом в жидком азоте, до операции замораживания раствора криопротекторов с клетками живых организмов, осуществляют дистанционное воздействие на замораживаемый раствор ультразвуковым излучением частотой 0,50 – 10 МГц [Пат. 2540598].

В результате проведения научных исследований показана зависимость объема замораживаемого материала на выживаемость после оттаивания [Красильникова, Тихомиров, 2014], предложена возможность замораживания семенной жидкости на сетках в виде тонкой пленки [Krasilnikova, Tikhomirov, 2014]. Также установлена эффективность снижения объемов отравляющих веществ в составе криозащитной среды для сперматозоидов осетровых видов рыб, что в свою очередь уменьшило токсическое действие последней на объект и привело к повышению времени жизни дефростированных клеток [Красильникова, Тихомиров, 2015]. Полученные результаты позволяют рекомендовать корректировку концентрации проникающих протекторов в криозащитном растворе в зависимости от количества внутриклеточной воды для повышения выживаемости репродуктивных клеток самцов рыб после двойного температурного шока.

Для повышения уровня гетерогенности получаемого потомства и исключения негативных последствий инбридинга, предложена схема формирования маточного стада осетровых рыб в промышленных условиях с использованием криоконсервированных репродуктивных клеток самцов (сперматозоидов), сохраняющихся в низкотемпературном банке спермы. При формировании и эксплуатации маточного стада рыб рекомендовано ежегодное использование 10% долгосрочно хранившихся в жидком азоте репродуктивных клеток самцов из криобанка, что дает возможность применения высококачественной спермы в любое время, исключения риска несвоевременного созревания рыб и использования большего числа самок в репродуктивных целях [Пат. 2518442].

Проведены работы по получению потомства и определению физиологической полноценности молоди, полученной с использованием криоконсервированной спермы [Богатырева, 2010; Красильникова, 2015; Пономарева и др., 2017; Красильникова, Тихомиров, 2018]. Полученное потомство оказалось жизнеспособным и по реактивности центральной нервной системы и рецепторного комплекса практически не отличалось от молоди, полученной по традиционной технологии. Рыбы, полученные с использованием дефростированной спермы, имели лучшие показатели выживаемости, темпа роста, плодовитости, физиолого-биохимические показатели, по сравнению с полученными традиционными методами, за счет селективного действия низкой температуры жидкого азота.

Активно ведется поиск подходов к замораживанию яйцеклеток рыб. Чтобы уменьшить повреждения яйцеклеток, вызываемые внеклеточными кристаллами льда необходим поиск новых подходов к созданию сред для их консервации. Одно из предполагаемых решений – использование криозащитных сред с низким содержанием воды (например, растительные жиры). Но на успешность результата криоконсервации клеток влияние оказывает не только вода, попадающая извне, но и внутриклеточная вода. Были проведены эксперименты по анализу формирования микрочастиц льда в растительном жире и в гомогенате икры осетровых рыб, который в результате центрифугирования был разделен на 3 фракции. При охлаждении жидкого растительного жира образовавшиеся микрочастицы имели продолговатую форму с округлыми краями. При замерзании и растрескивании пробы верхнего слоя гомогената (по нашей оценке состоящего из жировых вакуолей) микрочастицы имели различные формы, в том числе округлые, без острых краев. В отличие от верхнего слоя, микрочастицы среднего и нижнего слоев гомогената имели прямоугольную форму. Растительный жир из-за низкого содержания воды при охлаждении формировал округлые микрочастицы и не претерпевал значительных растрескиваний. Верхний слой гомогената икры осетра формировал лед, который обладал повышенной эластичностью. Второй и третий слои при замораживании имели сходные термомеханические свойства и формировали регулярную структуру из микрочастиц льда. Таким образом, растительные жиры могут быть использованы в качестве компонента криопротектора для защиты яйцеклеток.

На протяжении нескольких лет в Южном научном центре Российской академии наук совместно с Астраханским государственным техническим университетом ведутся работы по созданию криобанка, деятельность которого коренным образом отличается от существующих экспериментально-коллекционных. В основу его деятельности положено накопление, сохранение и использование генетического материала для восполнения дефицита

производителей и коррекции существующих технологий искусственного воспроизводства редких и исчезающих видов рыб Волго-Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов.

Сбор материала производится на рыбоводных предприятиях Астраханской, Волгоградской, Ростовской областей, что обеспечивает возможность обмена генетическим материалом по Южному Федеральному округу России.

Сохраненный генетический материал может использоваться для восполнения дефицита производителей и коррекции существующих технологий искусственного воспроизводства рыб.

### **Список использованных источников**

1. Богатырева М.М. Оптимизация методов криоконсервации спермы для сохранения генофонда осетровых рыб // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2010. 20 с.
2. Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Объем замораживаемого образца как один из факторов выживаемости сперматозоидов осетровых видов рыб при криоконсервации // Естественные науки. 2014, № 2. С. 62-69.
3. Красильникова А.А. Совершенствование процесса криоконсервации репродуктивных клеток самцов рыб // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2015. 24 с.
4. Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Корреляция объемов эндоцеллюлярного протектора в криозащитных средах и внутриклеточной жидкости сперматозоидов осетровых рыб. Естественные науки. 2015, № 3 (52). С. 105-111.
5. Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Новые биотехнологические подходы при криоконсервации спермы рыб // В сб.: Морские биологические исследования: достижения и перспективы сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции: в 3 томах. 2016. С. 398-400.
6. Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Получение жизнеспособной молоди русского осетра с применением криоконсервированной спермы и оценка поведенческих реакций криопотомства // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 762-768.
7. Пат. 2399201 Российская Федерация. МПК А 01 N, 1/02 (2006.01). С2. Способ повышения выживаемости половых клеток осетровых рыб при криоконсервации / Пономарёва Е. Н., Тихомиров А. М., Богатырева М. М., Болонина Н. В., Джаригаев Е. С.; заявитель и патентообладатель Астраханский государственный технический университет (ФГБОУ ВПО АГТУ), Южный

научный центр Российской академии наук (ФГБУН ЮНЦ РАН). – Бюл.№ 26.– 5с.

8. Пат. 2540598 Российская Федерация. МПК А 01 N, 1/02 (2006.01). С2. Способ снижения низкотемпературного скачка растворов криопротекторов / Андреев А.А., Садикова Д.Г., Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Белая М.М.; заявитель и патентообладатель Астраханский государственный технический университет (ФГБОУ ВПО АГТУ), Южный научный центр Российской академии наук (ФГБУН ЮНЦ РАН). – № 2013125414/13; заявл. 31.05.2013; опубл. 10.02.2015, Бюл.№ 4. 5с.

9. Пат. 2518442. Российская Федерация. МПК А 01 К, 61/00 (2006.01). С1. Способ создания репродуктивных маточных стад осетровых рыб / Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Григорьев В.А., Ковалева А.В., Белая М.М.; заявитель и патентообладатель Южный научный центр Российской академии наук. – № 2012146207/13, заявл. 29.10.2012; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16. – 8 с.

10. Пономарева Е.Н., Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Красильникова А.А. Криоконсервация репродуктивного материала рыб: разработки Южного научного центра Российской академии наук // В сб.: Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы азово-черноморского региона Материалы VII Международной конференции. 2012. С. 55-58.

11. Пономарева Е.Н., Неваленный А.Н., Белая М.М., Красильникова А.А. Использование криоконсервированной спермы для формирования маточного стада стерляди // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2017. № 4. С. 118-127.

12. Тихомиров, А.М. Электростимуляция мембран спермиев русского осетра облегчает проникновение криопротекторов внутрь клеток / А.М. Тихомиров, Е.Н. Пономарева // Биофизика живой клетки. Консервация генетических ресурсов. Пушкино, 2008. Т. 9. С. 129-130.

13. Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Красильникова А.А. Разработка криозащитных сред для низкотемпературного консервирования сперматозоидов белорыбицы (*Stenodus leucichthys* *Güldenstädti*, 1772) в целях сохранения генофонда // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. 1/2011. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2011. С. 58–62.

14. Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M. Alternative methods of preparation of fish sperm to freeze at ultra-high values of cooling rate. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Рыбное хозяйство. Астрахань, Издательство Астраханского государственного технического университета. 2014, № 2. С. 72-78.

**ВКЛЮЧЕНИЕ СОМА ОБЫКНОВЕННОГО SILURUS GLANIS L. В  
ТЕХНОЛОГИЮ КАРПОВЫХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ**

**Пронина Г.И., Петрушин А.Б., Розумная Л.А., Корягина Н.Ю.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного  
рыбоводства», gidrobiont4@yandex.ru*

**THE INCLUSION OF COMMON CATFISH SILURUS GLANIS L. IN THE  
TECHNOLOGY OF CARP FISH FARMS**

**Pronina G.I., Petrushin A.B., Rozumnaya L.A., Koryagina N.Yu.**

***Резюме.** В статье представлены элементы технологии внедрения сома обыкновенного (*Silurus glanis L.*) в карповые рыбоводные хозяйства, включающие выращивание и содержание производителей, проведение нереста и инкубации (заводское воспроизводство), новые приемы анестезии и гормонального инъектирования производителей и получение половых продуктов, зимовку сеголетков. Предложенные технологические приемы позволят включить сома обыкновенного в технологию карповых рыбоводных хозяйств и получать 50-80 кг/га дополнительной высококачественной рыбной продукции.*

***Ключевые слова:** сом обыкновенный (*Silurus glanis L.*), воспроизводство, нерест, инкубация, половые продукты, выращивание молоди, плотности посадок, кормление производителей.*

***Summary.** The article presents the elements of the technology of introduction of European catfish (*Silurus glanis L.*) in cyprinid fish farms, including the cultivation and maintenance of producers, carrying out spawning and incubation (factory reproduction), new methods of anesthesia and hormonal injection of producers and obtaining sexual products, wintering of youngsters. The proposed technological methods will enable the inclusion of common catfish in the technology of cyprinid fish farms and receive 50-80 kg/ha of additional high-quality fish products.*

***Keyword:** European catfish (*Silurus glanis L.*), reproduction, spawning, incubation, sexual products, growing young, planting density, feeding producers.*

Сом ценная рыба с высокобелковым малокостным мясом, быстрым темпом роста, устойчивостью к заболеваниям. В Европе сом, как монокультура активно выращивается в садках и бассейнах [6,7]. В нашей стране наиболее популярным направлением является выращивание сома обыкновенного как дополнительного объекта поликультуры карповых рыбоводных хозяйств.

Сом хорошо вписывается в технологию карповых рыбоводных хозяйств без значительных дополнительных затрат. Для воспроизводства и выращивания

сома можно задействовать производственные площади (в т.ч. карповые рыбоводные пруды). Однако несовершенство технологии воспроизводства этой рыбы и отсутствие маточных стад сома (с учётом специфики зон рыбоводства) сдерживает его внедрение в карповые рыбоводные хозяйства.

В этой связи **целью** настоящих исследований явилась разработка технологических приемов выращивания и воспроизводства сома в обыкновенного и её интеграция в технологию работы карпового хозяйства.

### **Материалы и методы**

Исследования проводились в племенном карповом рыбоводном хозяйстве «Киря» Чувашской республики (2 зона рыбоводства). Используются материалы по воспроизводству и содержанию сома обыкновенного из рыбоводных хозяйств ООО «Флора» Волгоградская область (5 зона рыбоводства) и Егорьевского рыбокомбината Московская область (2 зона рыбоводства)

Объектами исследований явились разновозрастные особи сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.).

### **Результаты исследований**

Выращивание и воспроизводство сома обыкновенного в поликультуре с карпом имеет ряд технологических особенностей. В ходе исследования была разработана система, включающая технологические приемы воспроизводства и выращивания сома обыкновенного: формирование, нагул и кормление ремонтно-маточных стад сома обыкновенного в карповых хозяйствах; способы воспроизводства сома: нерест, воспроизводство в заводских условиях и эколого-физиологический способ получения потомства сома; особенности в получении половых продуктов и инкубации икры сома, методов анестезии и гормональной стимуляции; зимовка молоди.

Формирование ремонтно-маточного стада сома обыкновенного начинается путем изъятия особей из естественного ареала или завоза из других хозяйств. После ветеринарно-санитарных мероприятий и бонитировки сомы высаживаются в соответствующие карповые пруды на нагул: совместно выращиваются одновозрастные карпы и сомы, кроме рыб на первом году жизни, которые выращиваются отдельно.

Оптимальные плотности посадки производителей и ремонта в карповые пруды составляют 60-80 шт/га. Для предотвращения стресса от нахождения в открытом пространстве в неглубоких по сравнению с естественным ареалом (омуты и т.д.) прудах необходима организация укрытий.

При внедрении сома обыкновенного в прудовую поликультуру с карпом, важно оценить возможные кормовые ресурсы, подходящие для использования их сомами, сроки их наличия в водоёме, возможности внесения кормов в периоды максимальной пищевой активности (преднерестовый нагул). Для нормального роста и созревания производителей требуется обеспечение их

кормовыми местами с кормушками и кормление в преднерестовый период из расчета 6 кг сорной рыбы на 1 кг массы тела рыбы за сезон [3].

Опыт выращивания сома обыкновенного в карповых рыбоводных хозяйствах показывает, что основными компонентами рациона для них могут быть: живая и погибшая рыба (карась, карп, растительноядные рыбы, форель, сиг и т. д.), лягушки и головастики, живые раки и отходы от их коммерческой передержки (перед реализацией) (табл.) и высокобелковые комбикорма.

Таблица 1 - Кормовые рационы сомов рыбоводное хозяйство «Флора» (Петрушин и др., 2019)

Компоненты	Рацион 1	Рацион 2
Резаная рыба, кг	620	380
Раки (снулые), кг	152	50
Мясо птицы (бакланы и др.), кг	180	264
Живая рыба (карп), кг	1000	450
Естественная кормовая база (лягушки и головастики)	по мере доступности	по мере доступности

Определены следующие способы кормления сома (или их комбинации): кормление за счет естественной кормовой базы пруда (пастбищное); кормление за счет естественной кормовой базы пруда и дополнительное кормление (комбинированное); кормление за счет направленного формирования естественной кормовой базы пруда; кормление искусственными высокобелковыми комбикормами.

В условиях карповых рыбоводных хозяйств возможно воспроизводство сома тремя способами:

1. **Естественный нерест** проводится в летне-маточных карповых прудах, площадью 0,4-1,2 га, плотность посадки производителей сома составляет 3 - 6 пар на 1 га. Облов молоди проводится не позднее 20-30 дней после нереста. Выход молоди сома при таком подходе, обычно не превышает 3-5 тыс. шт.

2. Классическим для рыбоводства является способ **искусственного воспроизводства** сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.). При данном способе производителей усыпляют с помощью анестетика [2], а половые продукты получают искусственно, предварительно инъецировав суспензией карпового гипофиза [5] из расчета 3,5-4,0 мг/кг массы тела. Для инкубации икры используются инкубационные аппараты Вейса и ВНИИПРХа. Результаты исследования показали, что эффективным является использование модифицированного аппарата «Амур». Для сохранения поголовья самцов сома

обыкновенного при искусственном воспроизводстве разработана техника прижизненной частичной резекции гонад; предложен способ катетеризации мочевого пузыря самцов [4].

3. Наиболее оптимальным является *эколого-физиологический способ* воспроизводства сома, который заключается в посадке сома для нереста в проточные пластиковые ванны или садки с проведением гипофизарных инъекций [1].

Технология выращивания молоди сома обыкновенного включает кормление специализированными стартовыми кормами, оптимальные плотности посадки, установка рыбозащитных сооружений на водоподаче и водовыпуске.

Одной из проблем воспроизводства и выращивания сома обыкновенного в условиях карпового прудового хозяйства является сложность зимовки ограниченного количества молоди сома (племенных сеголетков) в карповых зимовальных ремонтно-маточных прудах. Поэтому для зимовки племенных сеголетков в зимовальных прудах с производителями карпа можно использовать хорошо зарекомендовавший себя на практике (в условиях рыбоводного хозяйства «Кирия») садок, представляющий собой цилиндр, выполненный из металлического каркаса, обтянутого делью (размер ячейки - 0,5 см). Объем садка около 170 литров. Проблемы зимовки товарных сеголетков сома не существует – сеголетки сома обыкновенного прекрасно зимуют вместе с товарными сеголетками карпа.

Таким образом, предложенные технологические приемы воспроизводства и выращивания сома обыкновенного позволят без особых дополнительных затрат и усилий внедрить его в технологию карповых рыбоводных хозяйств и получать 50-80 кг/га дополнительной высококачественной рыбной продукции.

#### **Список использованных источников**

1. Докучаева С.И. Разработка технологических решений выращивания европейского сома (*Silurus glanis*) в прудовых хозяйствах Беларуси // Вестник Национальной Академии Наук Беларуси, 2011, №2. – С. 75-86.

2. Микулин А.Е., Коуржил Я., Микулина Ю.А., Микодина Е.В. Роль анестетиков как диабетогенного фактора у рыб // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных. – Саранск, 2005. – С. 152-154.

3. Петрушин А.Б., Розумная Л.А., Пронина Г.И., Корягина Н.Ю., Шишанова Е.И. Результаты выращивания сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.) при разных условиях кормления // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2019. № 2(157). – С. 34-39.

4. Пронина Г.И., Корягина Н.Ю., Петрушин А.Б. Патент на изобретение: №2608718 Способ катетеризации мочевого пузыря у рыб. 2017.

5. Пронина Г.И., Петрушин А.Б. Патент на изобретение: № 2604920. от 23.11 2016 Способ введения гормональных препаратов рыбам // 35-й бюллетень 2016.
6. Стеффенс В. Индустриальные методы выращивания рыбы. - М.: Агропромиздат, 1985. – С.213-216.
7. Ulikowski D. Towarowy tucz suma europejskiego (*Silurus glanis* L.) w obiegach recykulacyjnych – Komun. Ryb. 2003. – 2: 10-12.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВ В ПЛЕМЕННЫХ КАРПОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Розумная Л.А., Наумова А.М., Логинов Л.С.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства», [rozumnaya65@mail.ru](mailto:rozumnaya65@mail.ru)

## ENVIRONMENTALLY SAFE USE OF FEED IN BREEDING CARP FARMS

Rozumnaya L.A., Naumova A.M., Loginov L.S.

**Резюме.** Некачественные корма (несбалансированные и недоброкачественные), несоблюдение норм и правил кормления приводят к загрязнению водной среды и закономерным нарушениям здоровья рыб. В статье рассмотрены вопросы организации экологически безопасного кормления при выращивании племенной рыбы в карповых рыбоводных хозяйствах сбалансированными кормами с учетом нормированного кормления рыбы на каждом этапе ее развития и проведением постоянного контроля за качеством корма и условиями окружающей среды.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, качество корма, избыточное кормление, качество воды, алиментарные болезни. контроль качества комбикормов

**Summary.** Poor feed (unbalanced and substandard), non-compliance with the norms and rules of feeding lead to pollution of the aquatic environment and regular violations of the health of fish. The article deals with the organization of environmentally friendly feeding when breeding fish in cyprinid fish farms with balanced feed, taking into account the normalized feeding of fish at each stage of its development and constant monitoring of feed quality and environmental conditions.

**Keywords:** Environmental safety, feed quality, excess feeding, water quality, alimentary diseases. quality control of compound feeds

### Введение

В настоящее время к числу важнейших факторов функционирования рыбоводных предприятий добавился фактор экологический. Для обеспечения экологической безопасности технологии выращивания рыбы необходим контроль специфических требований к качеству водной среды, при этом необходимо учитывать масштаб и характер влияния рыбоводной технологии на окружающую среду [16,18]. Основной причиной снижения качества воды в рыбоводных водоемах является несъеденный или непереваренный корм и побочные продукты его метаболизма [19].

Условия и качество питания племенного поголовья являются важнейшими факторами, которые определяют репродукционную способность рыб и отражаются на продукционных качествах потомства [17]. Качество используемых в рыбоводстве комбикормов определяет как рост так и физиологическое состояние выращиваемой рыбы, поэтому получение здорового племенного материала зависит от наличия полноценных комбикормов, отвечающих требованиям биотехнологии воспроизводства вида [3], а также их доброкачественности, т.е. отсутствием в кормах опасных для рыб загрязнителей (продукты перекисного окисления жиров и жизнедеятельности микроорганизмов - грибов, бактерий и т.д). Поэтому в последнее время большее внимание уделяется вопросам нормирования ограничения уровня содержания в кормах и кормовых добавках нежелательных веществ, представляющих потенциальную опасность для рыбы, человека или окружающей среды [3].

В этой связи актуальным является системный подход к обеспечению экологической безопасности технологии кормления рыб в племенных рыбоводных хозяйствах, влияющей на окружающую среду, с применением комплекса эколого-технологических и ветеринарно-санитарных мероприятий, предупреждающих (устраняющих) нарушения безопасности кормления.

### **Результаты исследований**

Основными причинами снижения эффективности кормления и загрязнения водоемов в карповых племенных хозяйствах являются: низкое качество кормов, несбалансированность рационов и ненормируемое кормление.

Низкое качество комбикормов и нерациональный их расход (слабая водостойкость гранул и избыточное кормление) ведут к накоплению в рыбоводных водоемах остатков неиспользованных частиц корма, ухудшающих гидрохимический режим и санитарное состояние водных объектов [8]. Загрязнение водоемов органическими веществами (остатками комбикорма) вызывает резкое снижение растворенного в воде прудов кислорода, рост содержания диоксида углерода, аммиака и нитрита и существенно повышенные уровни растворенных, взвешенных и осаждаемых твердых веществ. Эти показатели качества воды быстро достигают концентраций, которые не приемлемы для разводимых рыб [12,19]. Непотребленный рыбой корм вызывает не только ухудшение гидрохимического режима, но и ведет к увеличению трофности водоема. При этом структура биологических сообществ подвергается перестройке, увеличивается скорость первичного продуцирования, отстает зоопланктонное сообщество и, как следствие, - неадекватный рост рыбопродуктивности. Увеличение численности крупных форм фитопланктона, мало доступных зоопланктонному сообществу, снижает эффективность переноса энергии по трофическим уровням, что вызывает дальнейшее эвтрофирование водоема [12]. Возрастание трофности, в свою очередь,

сопровождается вторичным загрязнением. Скорость возрастания вторичных загрязнений прямо пропорциональна объемам применяемых средств интенсификации (в том числе кормление рыбы) [11]. В таких рыбоводных водоемах бурно развивается растительность, а при чрезмерном развитии макрофитов также возникает опасность вторичного загрязнения водоемов [17].

Предотвращение избыточного кормления напрямую зависит от правильного нормирования суточных рационов рыб. При выращивании племенного карпа рекомендуется определять суточные нормы кормления по специальным расчётным таблицам, предназначенным для каждой возрастной группы, в основу которых положены средняя масса выращиваемой рыбы и температура воды [13]. Оптимальное усвоение пищи карпом происходит при температурах 21-27 °С. Снижение температуры воды до 16 °С снижает эффективность усвоения пищи на 7 %, когда температура воды падает ниже 12 °С и держится несколько дней, рыбе следует задавать корм в количестве 1 % ее массы [5,8]. Частота кормления определяется величиной суточной нормы, температурой воды и возрастом рыбы: для сеголетков карпа — 1-4 раза в сутки, для двухлетков — 1-3 раза [8].

При расчете суточной нормы корма необходимо также учитывать такие факторы окружающей среды как: концентрация растворенного в воде кислорода, активная реакция среды (рН), температура воздуха, выпадение осадков, ветер, атмосферное давление [5,13,15]. Отмечено, например, что с приближением ненастья (резкое снижение атмосферного давления), при обложных дождях реакция карпа на корм снижается и потребление его сокращается, а перед и в период ливневых дождей с грозами — возрастает. Наилучшие условия для потребления корма — постоянное или медленно снижающееся атмосферное давление [5]. Суточные нормы кормления напрямую зависят от концентрации растворенного кислорода. Так, если его содержание в воде снижается до 2,5 мг/л, рацион уменьшают на 50 %. А если уровень кислорода оказывается менее 1,5 мг/л, кормление прекращают вообще и возобновляют его только после наступления в пруду благоприятного кислородного режима [2]. Частота кормления зависит также от поедаемости корма рыбой (если корм остается несъеденным более 3 часов, это свидетельствует об избыточном кормлении) [8].

Наряду с полноценным рационом на экологическое состояние водоема большое влияние оказывает технология кормления рыбы. Снижение потерь комбикорма в воде обуславливает кормление рыбы с использованием автокормушек (например, «Рефлекс»), что обеспечивает более равномерную выдачу рыбам суточной нормы корма. Маятниковые автокормушки «Рефлекс Т-1500» устанавливают на пруду из расчета одно устройство на 2 га водной площади [4].

Обеспечение качества воды рыбоводных водоемов для оптимального физиологического состояния рыбы за счет применения доброкачественных кормов и экологически безопасного кормления должно быть одной из приоритетных задач в племенных рыбоводных хозяйствах. Кроме того биологически и экологически обоснованное содержание белков и аминокислот в рыбных комбикормах также является приоритетной задачей и служит основой для сохранения окружающей среды благодаря снижению выбросов неусвоенного азота и фосфора в рыбоводные водоёмы [14].

На современном этапе производства аквакультуры применяются интенсивные технологии, направленные на увеличение рыбопродуктивности. В результате этого возросли плотности посадки. В условиях уплотненных посадок рыба ограничена в естественной пище, обмен веществ ее находится почти полностью под контролем человека и зависит от сбалансированности, качества и количества предоставляемых кормов [8], поэтому нарушение качества и несбалансированность кормов ведет к резкому возрастанию отрицательного воздействия их на организм выращиваемой рыбы и возникновению алиментарных болезней, которые подразделяются на 2 группы. К первой относят болезни, связанные с использованием комбикормов несбалансированных по жировому, белковому, углеводному, минеральному и витаминному составу. Вторая группа объединяет заболевания, возникающие у рыб в результате потребления недоброкачественных кормов, обсемененных микроорганизмами (бактериями, грибами), продуктами их жизнедеятельности или содержащих окисленные жиры. Недостаток белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и витаминов приводит к возникновению соответствующих патологий у рыб [1,17]. Симптомами являются плохой аппетит, рост рыб, анемия, заболевание жабр, кожи, жировое перерождение печени, геморрагия почек, кровоизлияние внутренних органов, повышенная смертность [1, 10]. Микробная контаминация кормов вызывает изменения в их химическом составе, снижает пищевую ценность, приводит к накоплению токсичных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов и нарушает нормальную микрофлору пищеварительного тракта рыбы [3, 7]. Выращивание племенной рыбы с использованием недоброкачественных кормов, окисленных жирами содержанием токсических веществ различного происхождения, может привести к различным патологиям: ухудшению гематологических показателей, появлению некротических участков в печени и других органах, отёчности почек, а также торможению роста, вялости и даже гибели рыб [1].

Не соблюдение качества и несбалансированность комбикормов при их производстве может создать опасность для здоровья выращиваемой рыбы, снизить устойчивость ее к заболеваниям, привести к снижению продуктивности. Комбикорма, поступающие с комбикормовых заводов и после определенного

срока хранения должны подвергаться анализу на доброкачественность. Зная химический состав комбикормов и компонентов можно определить их питательность, энергетическую ценность и выбрать правильное направление их использования в кормлении рыбы и оказания влияния на водную среду [8].

Целью контроля качества комбикормов и их компонентов является определение их доброкачественности химическими и микробиологическими методами для получения максимальной качественной продукции рыбы и потомства. Сегодня в нашей стране вопросы безопасности кормов для аквакультуры регламентируются действующими ГОСТами [6]. Основными требованиями к кормам являются их безопасность и питательность, обеспечивающая физиологические потребности организма животных (содержание белков, жиров, углеводов, макро- и микроэлементов, витаминов и др.). В государственных стандартах предусмотрена оценка качества комбикорма по следующим показателям: внешнему виду, цвету, запаху, влажности, крупности размола (ГОСТ 10385-2014), крошимости (ГОСТ 28497-2014), водостойкости (ГОСТ 28758-97), массовую долю влаги (ГОСТ 31640-2012), содержание сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93), сырой клетчатки ГОСТ (31675, ГОСТ 32040), сырого жира (ГОСТ 13496.15, ГОСТ 32040), витаминов (ГОСТ 32042-2012, ГОСТ 32043-2012, ГОСТ 31483-2012), аминокислот (ГОСТ 13496.21-2015, 13496.22-90), массовую долю фосфора (ГОСТ 26657, ГОСТ 32041), металломагнитных примесей, вредных примесей (ГОСТ 13496.5-70), зараженности вредителями хлебных запасов и наличие целых семян культурных и дикорастущих растений (ГОСТ 13496.13 -75), общей токсичности (ГОСТ 31674), показатели безопасности комбикормов определяют также с учётом возможного содержания других токсичных элементов – хлорорганических пестицидов (ГОСТ 13496.20, ГОСТ 31481), тяжёлых металлов - ртуть (ГОСТ 1650-2012), кадмий, свинец (ГОСТ 30692-2000), фтор (ГОСТ 26930-86), мышьяк (ГОСТ 26930). Степень окисляемости жиров определяют по кислотному и перекисному числу жира в соответствии с ГОСТ 13496.18-85 «Комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения кислотного числа», ГОСТ 31485-2012 «Комбикорма, белково-витаминно-минеральные концентраты. Метод определения перекисного числа (гидроперекисей и пероксидов)» и ГОСТ Р51487-99 «Масла растительные и жиры животные. Методы определения перекисного числа». Санитарно-бактериологическую оценку комбикормов проводят последующим показателям: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие бактерий группы кишечной палочки, сальмонелл, бактерий рода протеус и токсигенных анаэробов [7]. Степень окисляемости жиров определяют по кислотному и перекисному числу жира в соответствии с ГОСТ 13496.18-85, ГОСТ 31485-2012, наличие микотоксин (афлатоксин В1, Т-2 токсин) в соответствии ГОСТ 31653 и

"Методическим указаниям по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов".

Проведение анализов для определения качества комбикормов и кормосмесей должны проводить специальные лаборатории, которые имеют юридическую силу в случае предъявления в арбитражную организацию [8].

### **Заключение**

Экологически безопасное кормление рыбы в племенных рыбоводных хозяйствах, в значительной степени определяется использованием сбалансированных по составу и доброкачественных рыбных комбикормов и рациональным кормлением рыбы. Для обеспечения эффективного и экологически безопасного кормления при выращивании племенных рыб необходим контроль производимых и используемых рыбных комбикормов и соблюдение эколого-технологических норм и правил кормления, а также ветеринарно-санитарных требований к составу кормов и качеству воды в рыбоводных прудах. Некачественные корма (неполноценные и недоброкачественные), несоблюдение норм и правил кормления приводят к загрязнению водной среды и закономерным нарушениям здоровья рыб. В этой связи актуальным является организация экологически безопасного кормления при выращивании племенной рыбы в условиях прудовых и индустриальных хозяйств сбалансированными кормами с учетом нормированного кормления рыбы на каждом этапе ее развития и проведением постоянного контроля за качеством корма и условиями окружающей среды.

### **Литература**

1. Алиментарные токсикозы. //Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. - М.: Изд. АМБ-Агро.1999. - С. 141-160.
2. Астренков А.В. Рациональное кормление карпа в рыбхозах Белоруси. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arktifikish.com/index.php/vyrashchivanie-ryby/karp/908-ratsionalnoe-korm>
3. Бурлаченко И.В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре.- М.: Изд-во ВНИРО, 2008. - 183 с.
4. Васильева Н.В. Технические средства аквакультуры.- Горки: БСХА, 2017. - 88с.
5. Власов В.А. Рациональное использование кормов при выращивании сеголеток карпа в выростных прудах и водоемах комплексного назначения (рекомендации). – М.,1989. – 24 с.
6. ГОСТ 10385-2014 Комбикорма для рыб. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. - 8с.
7. Жезмер В.Ю., Ляшенко Е.В. Санитарно-бактериологическое качество комбикормов, используемых при выращивании рыбы // Сб. науч. тр.

ВНИИПРХ. Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах. - М.: ВНИИПРХ, 1991. - Вып. 64. - С. 19-24.

8. Желтов Ю.А., Алексеенко А.А. Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовых хозяйствах. Киев: «Фирма «Инкос», 2006. – 169 с.

9. Искусственные корма в выращивании рыб [Электронный ресурс]. URL:<http://akwa-as.ru/iskusstvennye-korma-v-vyrashhivanii-ryb/>

10. Ихтиопатология / Н.А. Головина, Ю.А. Стрелков В.Н. Воронин П.П. [и др]. – М.: Издательство «Мир», 2003.

11. Мамонтова Л.М. Удобрения экономят концентрированные корма // В сб. «Интенсификация прудового рыбоводства». – М.: Изд-во «Московский рабочий», 1977. – С.69-88.

12. Розумная Л.А., Наумова А.М., Логинов Л.С. Некоторые аспекты экологической безопасности водоема при производстве товарной рыбы//Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2018. №

13. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству - М. :Агропромиздат, 1986 260 с.

14. Современный подход к производству кормов для ценных пород рыб. [Электронный ресурс]. URL:<http://limkorm.ru>

15. Создание интенсивной технологии производства продукции аквакультуры: методические рекомендации / А.С. Срибный, М.Е. Пономарева, С.П. Складаров и [др.]. – Ставрополь: «АГРУС», 2017. – 118 с.

16. Усанов В.Е., Кириллов Н.П. Экология. М., 2009.

17. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.

18. Экологический справочник для рыбоводной промышленности Северо-Запада России. Хельсинки: НИИ охотничьего и рыбного хозяйства Финляндии, 2013. - 109 с.

19. Thomas R. Zeigler, Ph.D. The Bottom Line: Feeds and water quality revisited, Global Aquaculture Advocate. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/the-bottom-line-feeds-and-water-quality-revisited/>

УДК 639.31.04; 639.3.07

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ДВУХЛЕТКОВ КАРПА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ПОРОД ЗАРУБЕЖНОЙ И  
БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

**Рудый Ю.М.**

*Республиканское унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства»  
республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр по  
животноводству» Национальной академии наук Беларуси, [belniirh@tut.by](mailto:belniirh@tut.by)*

**COMPARATIVE FISHERIES CHARACTERISTIC OF SECOND YEAR  
FINGERLINGS CARP FROM COLLECTION BREEDS OF FOREIGN AND  
BELARUSIAN BREEDING**

**Rudy Yu.M.**

***Резюме:** Дана характеристика рыбоводных показателей двухлетков коллекционных пород карпа зарубежной селекции пятого поколения в сравнении с двухлетками белорусских пород и линий. Представлены результаты сравнения средней массы, прироста и выживаемости двухлетков пятого и первого поколений пород зарубежной селекции, входящих в состав коллекционного стада СПУ «Изобелино».*

***Ключевые слова:** карп, поколение, порода, линия, двухлеток, массонакопление, выживаемость.*

***Summary.** The characteristic of fish farming indicators of biennial carp collection breeds of foreign breeding of the fifth generation in comparison with two-year-olds of Belarusian breeds and lines was performed. The results of a comparison of the average weight, growth, and survival of biennial carp of the fifth and first generations of foreign selection breeds belonging to collection stock of Selective-Breeding Site "Isobelino" were received.*

***Key words.** Carp, generation, breed, line, biennial carp, mass accumulation, survival*

**Введение**

Одним из путей увеличения количества и улучшения качества рыбы является переход на выращивание высокопродуктивных пород и кроссов карпа. В результате исследований, проведенных на базе РУП «Институт рыбного хозяйства», установлено проявление эффекта гетерозиса по рыбохозяйственным признакам у двухпородных кроссов карпа, полученных от скрещивания производителей пород и чистых линий белорусской селекции с породами зарубежной селекции, завезенными в республику [1, 3]. Эффект гетерозиса при использовании в скрещиваниях первого поколения выращенного в Беларуси

импортных пород европейской селекции по ряду показателей достигал 30-50 % [2, 4].

В настоящее время в республике имеется три породы карпа отечественной селекции: изобелинский (4 отводки), лахвинский и тремлянский, включающих по 2 линии [7]. С целью расширить генетическое разнообразие пород, используемых в селекционных работах и промышленной гибридизации для достижения гетерозисного эффекта, в республику были завезены фресинет, югославский, немецкий, сарбоянский, чешский и бубяйский карпы [6]. В настоящее время, в чистом виде сохранены лишь породы, завезенные в СПУ «Изобелино» (югославский, немецкий, сарбоянский, фресинет), где постоянно проводится мониторинг за чистопородным состоянием ремонтно-маточных стад. В данный момент немногочисленные стада этих пород, а также пород (линий) карпа отечественной селекции составляют коллекционный генофонд, который сформирован в СПУ «Изобелино».

### **Материал и методика исследований**

Экспериментальные работы по оценке рыбохозяйственных показателей карпа разной породной принадлежности проводили на базе СПУ «Изобелино», где осуществляются работы по воспроизводству основного генофонда, коллекционного маточного стада. Двухлетков разных пород выращивали совместно (при обязательном серийном мечении рыбы каждого происхождения) с плотностью посадки 2 тыс. экз./га [8,9]. Благодаря совместному выращиванию влияние средовых различий коллекционных групп рыб отсутствует, что значительно облегчает задачу выявления генетических различий и дает возможность оценить рыбохозяйственные особенности карпа каждого происхождения [5]. Двухлетков коллекционных пород зарубежной селекции пятого поколения исследовали в двух вариантах совместного выращивания (два года). Определение рыбохозяйственных показателей двухлетков проводили согласно общепринятым методикам [4].

### **Результаты исследований и обсуждение**

Двухлетки пятого поколения коллекционных пород зарубежной селекции в первом варианте опытного выращивания представлены породами фресинет, немецкий, и югославский, средняя масса которых составляет 464,3 г (таблица 1). Средний индивидуальный прирост составил 447,6 г, а кратность увеличения массы тела 26,8 раз. Среди указанных пород повышенной массой (477,6 г) тела, индивидуальным приростом (464,5 г), кратностью увеличения массы тела (36,5 раз.) характеризовались двухлетки породы фресинет. Этот же карп обладал и небольшими преимуществами по выживаемости двухлетков (63,2 %) по сравнению со средней величиной этого показателя у пород зарубежной селекции (60,7 %). На данном этапе выращивания показатели массонакопления и выход югославского карпа оказался самым низким.

Двухлетки линий белорусской селекции, выращенные совместно с коллекционными породами зарубежной селекции представлены двумя отводками изобелинского карпа - Столин XVIII (чешуйчатая) и смесь зеркальная. Показатели массонакопления у этих отводок значительно ниже, чем у коллекционных импортных пород, а выживаемость наоборот выше. Из рассмотренных двух отводок повышенной среднестатусной массой и увеличенным выходом характеризовались двухлетки Столин XVIII (381,3 г и 89,6 %).

Таблица 1 – Результаты выращивания двухлетков чистопородных карпов разной породной принадлежности

Породная принадлежность	Посажено			Выловлено			При-рост, г	Кратность увеличения массы, раз	Выход %
	экз.	масса		экз.	масса				
		общая, кг	средняя г		общая, кг	средняя г			
<b>Вариант –I: Импортные породы F<sub>5</sub>:</b>									
Фресинет	375	4,9	13,1	237	113,2	477,6	464,5	36,5	63,2
Немецкий	440	9,6	21,8	265	121,2	457,4	435,6	21,0	60,2
Югославский	58	0,6	10,4	28	12,0	428,6	418,2	41,2	48,3
Итого:	873	15,1	17,3	530	246,4	464,9	447,6	26,9	60,7
<b>Линии белорусской селекции F<sub>10</sub>:</b>									
Изобелинский: столин XVIII	905	54,8	60,6	811	309,2	381,3	320,7	6,3	89,6
смесь зеркальная	700	20,5	29,3	516	182,4	353,5	324,2	12,1	73,7
Итого:	1605	75,3	46,9	1327	491,6	367,3	320,7	7,8	64,0
<b>Всего вариант – I:</b>	<b>2478</b>	<b>90,4</b>	<b>35,1</b>	<b>1857</b>	<b>738,0</b>	<b>400,5</b>	<b>364,0</b>	<b>11,0</b>	<b>62,8</b>
<b>Вариант - II: Импортные породы F<sub>5</sub>:</b>									
Сарбомянский	216	8,6	39,8	138	115,1	834,1	794,3	21,0	63,9
<b>Линии белорусской селекции F<sub>10</sub>:</b>									
Изобелинский карп, отводки: три прим	172	10	58,0	124	108,8	877,4	819,4	15,1	72,1
смесь чешуйчатая	274	12,5	45,6	180	144,7	803,9	758,3	17,6	65,7
Лахвинский чешуйчатый	156	7,5	48,0	119	81,1	681,5	633,5	14,2	76,3
Тремлянский зеркальный	156	6,3	40,3	99	72,3	730,3	690,0	18,1	63,5
Тремлянский чешуйчатый	156	8,6	55,1	123	101,6	626,0	770,9	15,0	78,8
Итого:	914	44,9	49,1	645	508,5	788,4	739,3	16,1	70,6
<b>Всего вариант - II:</b>	<b>1130</b>	<b>53,5</b>	<b>47,3</b>	<b>783</b>	<b>623,6</b>	<b>796,4</b>	<b>749,1</b>	<b>15,8</b>	<b>69,3</b>

Максимальными показателями массонакопления характеризовался сарбоянский карп с массой тела 834,1 г, приростом 794,3 г, кратностью увеличения массы тела 21,0 раз. Среди линий белорусской селекции повышенной массой тела и приростом отличалась отводка изобелинского карпа три прим (877,4 и 819,4 г соответственно). Повышенной выживаемостью среди линий белорусской селекции характеризовались чешуйчатые линии тремлянского и лахвинского карпа (78,8 и 76,3 % соответственно), а также зеркальная отводка изобелинского карпа три прим (72,1 %).

Средняя величина прироста массы тела в первом варианте совместного выращивания двухлетков разной породной принадлежности составила в первом варианте выращивания 364,0 г, во втором 749,1 г. Вероятно условия нагула двухлетков в разных вариантах различались между собой. Поэтому оценку продуктивных качеств каждой из рассмотренных чистопородных групп проводили в сравнении со средними уровнями рассмотренных признаков в каждом из вариантов исследования (таблица 2).

Таблица 2 – Отклонение средней массы тела и выживаемости двухлетков разной породной принадлежности от средних показателей племенного генофонда в каждом из вариантов выращивания

Породная принадлежность	Отклонение					
	по приросту		по кратности увеличения массы тела		по выходу	
	г	доля, %	раз.	доля, %	%	доля, %
Вариант – I: Импортные породы F <sub>5</sub> :						
Фресинет	100,5	27,6	25,5	231,8	0,4	0,6
Немецкий	71,6	19,7	10,0	90,9	-2,6	4,1
Югославский	54,2	14,9	30,2	274,5	-14,5	23,1
Итого:	83,6	23,0	15,9	144,5	-2,1	3,3
Линии белорусской селекции:						
Изобелинский: столин XVIII, F <sub>9</sub>	-43,3	11,9	-4,7	42,7	-6,3	10,0
смесь зеркальная, F <sub>10</sub>	-35,8	10,9	1,1	10,0	10,5	17,4
Итого:	-43,3	11,9	-3,2	29,1	1,2	1,9
Вариант - II: Импортные породы F <sub>5</sub> :						
Сарбоянский	45,2	6,0	5,2	32,9	-5,4	7,8
Линии белорусской селекции:						
Изобелинский карп F <sub>10</sub> , отводки: три прим	70,3	9,4	-0,8	-5,1	2,8	4,0
смесь чешуйчатая	9,2	1,2	1,8	11,4	-3,6	5,2
Ляхвинский чешуйчатый, F <sub>10</sub>	-115,6	15,4	-1,6	-10,1	7,0	10,1
Тремлянский F <sub>10</sub> : зеркальный,	-59,1	7,9	2,3	29,9	-5,8	8,4
чешуйчатый	20,9	2,8	-0,8	-5,1	9,5	13,7
Итого:	-9,8	1,3	0,3	1,9	1,3	1,9

Отклонения каждой из пород зарубежной селекции от средней величины прироста массы тела в первом варианте имеют положительные значения, то есть величина их прироста выше среднего уровня. В среднем отклонение прироста массы тела двухлетков пород зарубежной селекции составило 83,6 г, с колебаниями 54,2 г у югославского карпа до 100,5 г у фресинета. Прирост массы тела белорусских линий в этом варианте выращивания оказался ниже средней величины и составил в среднем минус 43,3 г. Выращенные в первом варианте двухлетки завезенных пород отклонялись от средней величины на 23,0 % с колебаниями от 14,9 до 27,6 %. Отклонение линий белорусской селекции в среднем составило -11,4 % с незначительными колебаниями. Во втором варианте опытного выращивания отклонения от средней величины прироста массы тела в основном не значительны и составляют менее 10,0%, за исключением лахвинского чешуйчатого карпа, у которого эта величина составила -15,4 %.

Во втором варианте выращивания положительные значения отклонения прироста массы тела от средней величины отмечено у сарбоянского карпа из коллекционного генофонда пород европейской селекции, а также у белорусских линий три прим (70,3 г), смесь чешуйчатая (9,2 г) изобелинского карпа и чешуйчатой линии тремлянского карпа (20,9 г). Линии лахвинский чешуйчатый и тремлянский зеркальный отличались пониженными значениями прироста массы тела, отклонения их от среднего значения отрицательные (-115,6 и -59,1 г). Доля отклонения каждой из племенных коллекционных групп (%) ниже, чем в первом варианте и составляет в основном менее 10,0 %, за исключением лахвинского чешуйчатого карпа (15,4 %).

В первом варианте отклонения от среднего значения по кратности увеличения массы тела у пород зарубежной селекции значительно выше, чем у белорусских линий. Особенно высокими отклонениями характеризуются фресинет и югославский карпы (25,5 и 30,2 раз). Во втором варианте значительные отклонения наблюдаются у сарбоянского карпа.

Отклонения от средней выживаемости двухлетков в первом варианте выращивания пород зарубежной селекции кроме фресинета имеют отрицательные значения и в среднем составляют -2,1 %. Из белорусских линий, выращенных совместно, повышенным выходом двухлетков, отличается отводка изобелинского карпа смесь зеркальная (10,5 %). Преимущество данной группы составило 17,4 % по сравнению со средним уровнем признака.

Исходя из полученных результатов исследования показателей, характеризующих массонакопление, установлено преимущество пород зарубежной селекции по сравнению с белорусскими линиями. Выживаемость в течение вегетационного сезона двухлетков белорусской селекции, как правило, выше, чем у адаптированных зарубежных пород. По комплексу рассмотренных показателей из пород зарубежной селекции отмечено преимущество двухлетков

карпа породы фресинет, а из линий белорусской селекции отводки изобелинского карпа смесь зеркальная и чешуйчатой линии тремлянского карпа.

Первое поколение пород зарубежной селекции в условиях рыбоводных хозяйств Беларуси (II зона рыбоводства) сформировано из завезенных в республику трехсуточных заводских личинок. На каждом из этапов выращивания проводили исследования новых пород по комплексу рыбоводно-биологических показателей [1]. Представляется важным проследить динамику изменения рыбоводных показателей ремонта первого и пятого поколений коллекционных пород зарубежной селекции, выращенных в условиях прудового хозяйства второй зоны рыбоводства. У двухлетков первого поколения пород зарубежной селекции, выращенных из завезенных трехсуточных личинок, минимальная средняя масса и прирост массы тела отмечена у югославского карпа (377 г и 334 г соответственно), максимальная у сарбоянского карпа (677 г и 592 г) (таблица 3). Минимальная выживаемость на этапе товарного выращивания отмечена у породы карпа фресинет (10,7 %), максимальная у сарбоянского карпа (73,6 %).

Таблица 3 – Результаты выращивания ремонта (двухлетки) первого поколения коллекционных пород карпа зарубежной селекции

Породная принадлежность	Средняя масса, г	Прирост, г	Кратность увеличения массы, раз	Выход, %
Фресинет	560	517	13,0	10,7
Немецкий	421	374	9,0	47,1
Югославский	377	334	8,8	39,0
Сарбоянский	677	592	15,7	73,6
<b>Итого породы зарубежной селекции</b>	<b>509</b>	<b>453</b>	<b>11,8</b>	<b>42,6</b>
Белорусские линии:	410	370	10,2	79,0
<b>Всего:</b>	<b>459</b>	<b>414</b>	<b>11,0</b>	<b>60,8</b>

По сравнению с первым поколением у двухлетков пятого поколения пород немецкий, югославский, сарбоянский наблюдается тенденция к увеличению массы тела и прироста и кратности увеличения массы тела. У фресинета наблюдалось некоторое снижение показателей массонакопления. Доля отклонения массы тела (%) двухлетков пятого поколения от первого составляла от 8,6 % у немецкого карпа до 23,2 % у сарбоянского карпа, а средняя масса у фресинета снизилась на 14,8 % (рисунок 1).

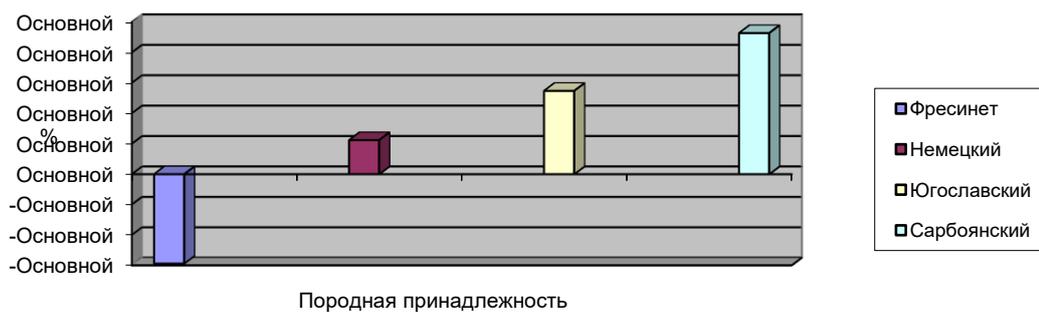


Рисунок 1 – Доля отклонения (%) массы тела двухлетков коллекционных пород карпа зарубежной селекции первого и пятого поколений

За исключением фресинета величины прироста массы тела у остальных пород зарубежной селекции увеличились. Максимальное отклонение в сторону увеличения отмечено у сарбянского карпа (34,1 %), минимальное у немецкого (15,5) (рисунок 2).

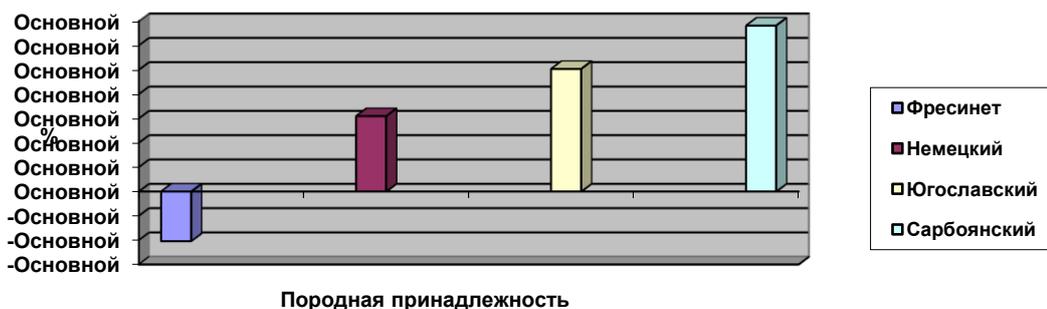


Рисунок 2 – Доля отклонения (%) прироста массы тела двухлетков коллекционных пород карпа зарубежной селекции первого и пятого поколений

Кратность увеличения массы тела двухлетков пород зарубежной селекции пятого поколения оказалась значительно выше, чем у двухлетков первого поколения, включая и карпа породы фресинет. Величины доли отклонения данного показателя колебались от 23,8 % у сарбянского карпа до 368,2 % у югославского (рисунок 3).

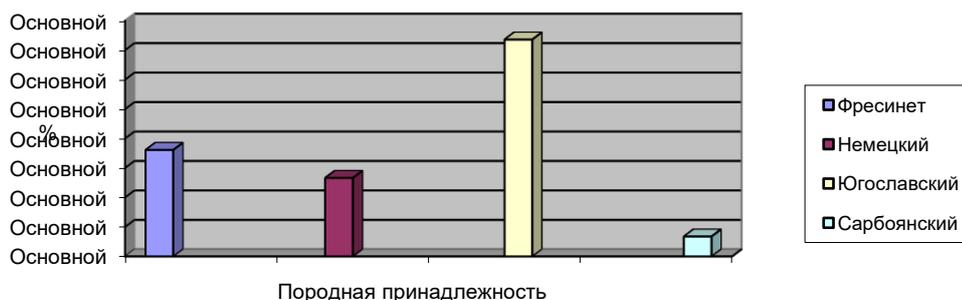


Рисунок 3 – Доля отклонения (%) кратности прироста массы тела двухлетков коллекционных пород карпа зарубежной селекции первого и пятого поколений

По мере адаптации установлены, существенны преимущества по выживаемости двухлетков коллекционных пород пятого поколения по сравнению с первым (рисунок 4).



Рисунок 4 – Доля отклонения (%) выживаемости двухлетков коллекционных пород карпа зарубежной селекции первого и пятого поколений

Особенно значительные различия между поколениями по данному признаку установлены у двухлетков карпа породы фресинет, у которого выживаемость в пятом поколении по сравнению с первым увеличилась от 10,7 % до 63,2 %, то есть отклонение составило 492,6 %. У остальных пород зарубежной селекции из коллекционного стада разница по выходу двухлетков значительно ниже и составляет 27,8 % у немецкого и 23,8 % у югославского карпа. У сарбоанского карпа выход двухлетков пятого поколения оказался несколько ниже, чем первого. Отклонение составило -13,2 %.

## Выводы

1. В республике Беларусь сформировано коллекционное стадо карпа белорусской и зарубежной селекции. Породы зарубежной селекции (фресинет, немецкий, югославский, сарбоанский), завезенные в начале 90–х годов, прошли период адаптации и в настоящее время представлены ремонт пятого поколения и производителями четвертого поколения, выращенными в условиях прудового хозяйства Беларуси.

2. В двух вариантах выращивания пород зарубежной селекции среди двухлетков пятого поколения повышенными показателями массонакопления и выживаемости отличаются фресинет и сарбоанский карп. Коллекционные породы характеризовались преимуществом по показателям массонакопления при сравнении их с линиями белорусской селекции, выращенными совместно в одном пруду.

3. При сравнении рыбоводных показателей ремонтных групп (двухлетки) первого и пятого поколений наблюдается тенденция к увеличению средней массы и прироста средней массы тела у немецкого, югославского и сарбоанского карпа, а по кратности увеличения массы тела у всех коллекционных пород зарубежной

селекции. Выживаемость двухлетков пород зарубежной селекции пятого поколения по сравнению с первым поколением выращенных в условиях прудового хозяйства второй зоны рыбоводства (СПУ «Изобелино») у трех пород выросла, особенно у фресинета, а у сарбоянского карпа наоборот произошло снижение данного показателя. То есть, в целом, в процессе адаптации пород зарубежной селекции наблюдается тенденция к росту показателей массонакопления и выходы из нагула.

### **Список использованных источников**

1. Башунова Н.Н., Книга М.В. Возможность выращивания помесей карпа в условиях Белоруссии. // Изв. ААН Республики Беларусь. – 1994 – N2 – С. 93-96.
2. Книга М.В. Гетерозисный эффект у межпородных кроссов карпа. //Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. 11 – 13 апреля 2005г. – М. 2005 – т.2 – С. 145 – 148.
3. Кончиц В.В., Книга М.В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства. - Мн. «Тонпик». 2006.-222 с.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М., 1966. - 375с.
5. Прохорчик Г.А. Технологическая инструкция получения промышленных помесей местных карпов с породами европейского происхождения / Г.А. Прохорчик, Н.Н. Башунова, А.И. Чутаева, А.П. Семенов, Е.В. Таразевич //Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 25-41.
6. Таразевич, Е.В. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь. /Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства. Тезисы докладов Международной научно-практической конференции (9-10 октября 2008). – Жодино, 2008. - С.118-119.
7. Таразевич Е.В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа: моногр. - Минск, 2008. - 224с.
8. Таразевич Е.В. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции. /Е.В. Таразевич, М.В. Книга, А.П. Семенов, В.Б. Сазанов, Л.С. Дударенко, А.П. Ус //Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6-20.
9. Чутаева А.И. Инструкция по серийному мечению племенных производителей карпа органическими проционовыми красителями /А.И. Чутаева, А.П. Семенов, Е.В. Таразевич, И.В. Чимбур //Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 20-25.

УДК 639.3

**ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА-ИММУНОМОДУЛЯТОРА «СУБТИЛИС-С» НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДИСКУСОВ *SYMPHYSODON HARALDI* ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**Саная О.В.**

*ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет –МСХА имени К.А. Тимирязева*

**INFLUENCE OF PROBIOTIC IMMUNOMODULATOR «SUBTILIS-S» ON THE PHYSIOLOGICAL STATE OF *SYMPHYSODON HARALDI* DISCUS BY BIOCHEMICAL PARAMETERS**

**Sanaya O.V.**

***Резюме.** Дискусководство перспективное направление в современной аквариумистике. Собрано мало данных о физиологических особенностях дискусов. Рыбы 2 месяца получали пробиотик иммуномодулятор «Субтилис-С». Анализ биохимических показателей крови показал достоверное снижение глюкозы, АЛТ, мочевой кислоты и повышение креатинкиназы в крови дискусов. Пробиотик «Субтилис-С» способствует повышению стрессоустойчивости.*

***Ключевые слова:** дискус, *Symphysodon haraldi*, биохимические показатели крови, кормление пробиотиком «Субтилис-С».*

***Summary.** Diskuskeeping is a promising direction in modern aquariums. Little data collected on the physiological characteristics of discus. Fish received a probiotic immunomodulator "Subtilis-S" within two months. Analysis of blood biochemical parameters showed a significant decrease in glucose, ALT, uric acid and an increase in creatine kinase in the blood of discus. Probiotic "Subtilis-S" helps to increase stress resistance.*

***Keyword:** discusfish, *Symphysodon haraldi*, blood biochemical parameters, feeding with probiotic "Subtilis-C"*

В настоящее время перспективным направлением аквариумистики является разведение и выращивание дискусов – экзотических тропических рыб, об их физиологическом состоянии собрано мало информации. Дискусы имеют большой коммерческий спрос. Однако он относится к трудноразводимым видам из-за проблем с подбором пар, получением и выращиванием личинки в неволе. Кроме того, физиологические особенности дискуса, в частности кормление личинок эпидермальным секретом, не позволяют применить к ним традиционные технологии разведения и выращивания в аквакультуре [6]. Поэтому изучение физиологии дискусов является актуальной задачей.

Анализ биохимических показателей крови является наиболее ценным современным методом исследования поскольку было показано, что их

физиологические значения являются видоспецифичными. Такие факторы, как: возраст, пол, условия окружающей среды и диета, могут существенно влиять на биохимические показатели крови рыб. [5]

Установлено что с помощью биохимии крови у Нильской тилапии можно наблюдать изменение биохимических показателей крови под влиянием температуры как стресс фактора у рыб. [4]

При применении пробиотика «Субтилис-С», содержащего *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* отмечено увеличение коэффициента выживаемости и снижение естественную смертность рыб на личиночной стадии развития, повышение естественного иммунитета, это позволяет снизить негативные последствия стрессов, улучшить переваримость питательных веществ, нормализовать микрофлору кишечника после лечения антибиотиками. [1, 2]

В связи с вышеизложенным **цель** настоящей работы изучить влияние кормления пробиотиком «Субтилис-С» на дискусов по биохимическим показателям.

#### **Материалы и методы**

Объектами исследований являлись половозрелые дискусы (*Symphysodon haraldi* Schultz, 1960) в возрасте 1 года.

Отбор крови проводился прижизненно из хвостовой вены. Отбор крови проводился прижизненно из хвостовой вены с соблюдением правил асептики. Отбор крови у рыб представляет собой сложную задачу, у дискусов она ещё более затруднительная из-за сильно сплюсненной формы и небольшого размера. (рис. 1).



Рисунок 1 - Отбор крови у дискуса

Для получения сыворотки кровь рыб набиралась шприцом в сухую пробирку. Пробирка с кровью оставлялась в штативе на 1 час при комнатной температуре. После образования сгустка крови сыворотка Пастеровской пипеткой осторожно отделялась от образовавшегося сгустка и помещалась в холодильник при температуре +3°C на 3-5 часов для завершения образования сыворотки. Затем сыворотка отсасывалась шприцом с тонкой иглой или пипеткой и переносилась в пробирку Эппендорфа.

Сыворотка крови для биохимического анализа замораживалась при температуре минус 15-20°C и транспортировалась в лабораторию в замороженном виде в термоконтейнерах.

Биохимический анализ сыворотки крови проводился на приборе: Chem Well Awareness Technology, с использованием реактивов VITAL.

Математическую обработку цифровых материалов проводили методом вариационной статистики по Стьюденту с использованием программы Excel пакета Microsoft Office.

### Результаты и обсуждение

По ряду биохимических показателей у дискусов, получавших пробиотик, отмечены достоверные отличия от контроля (табл. 1).

Таблица 1 – Биохимические показатели дискусов в эксперименте ( $M \pm m$ )

Показатели	Интактный контроль (Фоновые показатели до эксперимента)	Через 2 месяца эксперимента	
		контроль	опыт
	а	б	в
АЛТ, ед/л	63,7±16,4	29,7±5,7	37,5±7,3а
АСТ, ед/л	60,3±13,8	79,1±26,1	153,9±32,3а
Глюкоза, ммоль/л	4,6±0,4	5,0±0,6	3,4±0,2аб
КК, ед/л	1246±701	740±418	2065±614а
Лактат, мг/дл	16,6±1,2	7,3±2,1а	7,9±1,0а
ЩФ, ед/л	153,5±37,6	206,8±68,8	103,3±41,1
Мочевина, мг/дл	9,4±5,3	12,2±1,7	13,0±2,8
Мочевая к-та, мг/дл	5,6±1,1	3,8±1,0	2,9±0,3а
Общ белок, г/л	60,8±12,6	61,6±5,1	52,2±3,2
Альбумин, г/л	21,6±5,1	20,3±0,9	21,8±0,8
Триглицериды, мг/дл	502,8±28,1	484,5±11,1	472,2±7,3
Холестерин, мг/дл	439,2±121,5	644,8±100,3	456,7±44,1

Через 2 месяца эксперимента отмечено почти в 2 раза снижение активности АЛТ и в 2,6 раза увеличение активности АСТ, что свидетельствуют о большей стрессоустойчивости. Все показатели находились в пределах референтных значений для рыб [3]. В норме у рыб активность АЛТ в крови

очень низкая, поэтому в данном случае снижение активности фермента является благоприятным признаком. Увеличение активности АСТ свидетельствует об усилении белкового обмена.

Уровень глюкозы в крови дискусов опытной группы был достоверно меньше, чем в контрольных группах, что характеризует оптимальный баланс глюкозы рыб, получавших пробиотик.

У рыб обеих групп в конце опыта снизился уровень лактата, что, наряду с невысоким уровнем глюкозы, свидетельствует об усилении гликогенеза. Достоверное уменьшение содержания мочевой кислоты в конце опыта в крови рыб, получавших пробиотик, связано с хорошей работой их выделительной системы, выводящей этот конечный продукт обмена пуринов.

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить, что применение пробиотика «Субтилис-С» достоверно способствует усилению белкового обмена, нормализации баланса глюкозы и повышению стрессоустойчивости у опытной группы.

#### **Список использованных источников**

1. Бурлаченко И.В., Малик Е.В. Применение пробиотиков на ранних стадиях эмбрионального развития ленского осетра // Ветеринария. – 2007. – № 3. – С. 47-51.
2. Власов В.А., Артеменков Д.В., Панасенко В.В. Использование пробиотика "Субтилис" в качестве добавки в комбикорм при выращивании клариевого сома (*Clarias gariepinus*) // Рыбное хозяйство. – 2012. – № 5. – С. 89-93.
3. Пронина Г.И., Корягина Н.Ю. Референтные значения физиолого-иммунологических показателей гидробионтов разных видов // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2015. – № 4. – С. 103-108.
4. Mirea (Ciortan) C. et. al. Hematological and biochemical characterization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) reared intensively in a recirculating aquaculture system in relation to water temperature // Scientific papers: animal science and biotechnologies. – 2013. – № 46 (2). – P. 234-237
5. Patriche T., Patriche N., Vocioc E., Coadă M. T. Serum biochemical parameters of farmed carp (*Cyprinus carpio*) // AACL Bioflux. – 2011. – № 4(2). – P. 137-140.
6. Umur O nal Ж Ihsan, Celik Ж Sukran Cirik Histological development of digestive tract in discus, *Symphysodon spp.* larvae // Aquacult Int. – 2010. – № 18. – P. 589-601.

## ВКУСОВЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ И ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ СЕНЕГАЛЬСКОГО ПОЛИПТЕРУСА *POLYPTERUS SENEGALUS*

Сатаева В.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова», Биологический факультет, e-mail: [anisimova.nick@yandex.ru](mailto:anisimova.nick@yandex.ru)

## TASTE PREFERENCES AND EATING BEHAVIOUR POLYPTERUS SENEGALUS

Sataeva V.V.

**Резюме.** Статья посвящена сенсорной физиологии рыб. С помощью поведенческих методов тестирования определены вкусовые предпочтения сенегальского полиптеруса *Polypterus senegalus* для 4 классических вкусовых веществ. Большинство из использованных веществ оказались вкусовыми детеррентами и вызывали аверсивную реакцию и лишь одно из веществ оказалось вкусовым стимулятором. Для предварительной оценки качества пищевых объектов агар-агаровых гранул (стандартных по размеру, форме и цвету, но разных по составу) сенегальский полиптерус обычно использовал ольфакторную рецепцию.

**Ключевые слова:** сенегальский полиптерус *Polypterus senegalus*, хеморецепция, вкус, классические вкусовые вещества, вкусовые предпочтения, пищевое поведение.

**Summary.** The article is devoted to the sensory physiology of fish. Using behavioral testing methods to determine the taste preferences of senegalus polypterus for 4 classic taste substances. Most of the substances used were taste deterrents and caused an obverse reaction and only one of the substances turned out to be a taste stimulant. For preliminary assessment the quality of food objects agar-agar pellets (standard in size, shape and color), but different in composition polypterus senegalus usually used olfactory reception eating taste classics.

**Kew words:** polypterus senegalus, hemoreception, taste, classic taste, eating behavior.

Пищевое поведение рыб связано с питанием, которое является физиологическим процессом, важным как для отдельной особи, так и для популяции и вида в целом. Питание — это совокупность процессов, включающих поступление пищи в организм, переваривание, всасывание и усвоение им пищевых веществ и являющееся составной частью метаболизма [1,2]. С помощью голозойного питания рыбы получают химические соединения, которые используются для роста, жизнедеятельности и воспроизводства.

Пищевое поведение не может регулироваться каким-то одним компонентом внутренней среды, а определяется сложной цепью превращений, которые затрагивают разные стороны метаболизма. Пищевое поведение рыб является одним из важнейших регуляторов гомеостаза. Традиционно оно изучается по двум основным направлениям — экологическому и физиологическому [1]. Пищевое поведение состоит из пяти очень важных периодов [7]. Во время пятого консуматорного периода происходит потребление или отвергание рыбой схваченной добычи (агар-агаровых гранул) принимает участие тактильная рецепция или механорецепция, определяя пригодность или непригодность пищи к употреблению. Температура воды, являясь мощным абиотическим фактором способна влиять и изменять вкусовые приоритеты рыб [5].

Отряд Многопёрообразные *Polypteriformes* занимает совершенно обособленное положение среди современных и ископаемых рыб. Это довольно древняя группа, имеющая некоторые общие признаки с кистепёрыми и двоякодышащими. Появление многопёрообразных датируется меловым периодом. В отряде многопёрообразные *Polypteriformes* только одно семейство многопёровые *Polypteridae* [12]. Сенегальский полиптерус распространён в Африке в бассейне Нила, в Сенегале, Гамбии, Нигере, озере Чад. Отличие этого вида от других видов полиптерусов заключается в том, что спинной плавник у него состоит из 8-12 отдельных шипов и проходит вдоль большей части тела, до хвостового. Максимальная длина, которой достигает сенегальский полиптерус 50 см, а половозрелым он становится в возрасте года. Нерест у полиптерусов порционный приходится на август- сентябрь, когда начинается период дождей [9]. В связи с тем, что сенегальский полиптерус является древней рыбой, ведущей ночной образ жизни и ещё не исследованной в этом направлении, тог большой интерес представляет изучение физиологических основ её целостного пищевого поведения, включающего комплекс временных характеристик, таких как скорость питания, а также подвижность.

Мясо сенегальских полиптерусов является очень вкусным, поэтому результаты исследований могут найти применение в практике аквакультуры и рыболовства, поиске высокоэффективных пищевых химических стимулов, при совершенствовании и разработке искусственных приманок и насадок и составлении рецептур кормов для повышения их вкусовой привлекательности у рыб этого вида.

Целью работы было выяснить особенности пищевого поведения и вкусовые предпочтения у сенегальского полиптеруса *Polypterus senegalus*, относящегося к *Cladistia* — наиболее древней группе лучепёрых рыб.

### **Материалы и методика**

Эксперименты проводили на сенегальских полиптерусах длиной (L) 7.0-10.0 см и массой 5.2-6.9 г, которых приобрели в зоомагазине и предварительно

выдерживали в течение (3-4 месяцев) в общем аквариуме (450 л) при температуре воды 23-25 °С и кормлении или свежемороженными личинками комаров семейства Chironomidae (мотыль). За 1-3 дня до опытов рыбы (19 особей) размещали поодиночке в аквариумы из оргстекла (12 л) с непрозрачными боковыми стенками, с отсутствием на дне грунта и приучали поштучно схватывать личинок хирономид, а затем экспериментальные гранулы. Опыт начинали с внесения одной агар-агаровой гранулы (2 %), содержащей какое-либо одно из тестируемых веществ (лимонная кислота, сахароза, хлорид натрия, хлорид кальция все вещества в концентрации 0,1 М) или гранулы с водным экстрактом личинок хирономид (175 г/л) и краситель Ponceau 4R. Опыт завершался заглатыванием или окончательным отверганием рыбой гранулы после одного или нескольких последовательных схватываний. Контрольные гранулы содержали только краситель. В опытах фиксировали следующие показатели: латентный период, а также число актов схватывания внесённой гранулы во время опыта; продолжительность удержания гранулы во рту при первом схватывании её рыбой (в секундах), общая продолжительность удержания гранулы во рту рыбой за всё время опыта (в секундах); поедаемость гранулы, т.е. была съедена или отвергнута схваченная гранула. В последующем определяли процент съеденных гранул от общего числа предъявленных и содержащих одно из тестируемых веществ. Вычисляли также индекс вкусовой привлекательности веществ по формуле:

$$\text{Ind} = \frac{R-C}{R+C} * 100 \% \quad (1)$$

Ind — индекс вкусовой привлекательности вещества;

R — потребление гранул с веществом, в %;

C — потребление контрольных гранул, в %.

Момент окончания периода удержания гранулы рыбой в ротовой полости и её заглатывание фиксировали по завершению характерных жевательных движений челюстями и восстановлению ритмичных движений жаберными крышками. Продолжительность удержания рыбой гранулы в ротовой полости регистрировали с помощью ручного секундомера «Агат» суммирующего типа. Опыты, в которых гранула в течение 1 мин после внесения в аквариум не схватывалась рыбой, не учитывали. Гранулы, содержащие разные тестируемые вещества подавались в случайной последовательности и чередовались с гранулами, содержащими экстракт хирономид. После окончания опыта не съеденную гранулу удаляли из аквариума. Интервал между опытами на одной и той же подопытной особи составлял не менее 10-15 мин. Гранулы длиной 4 мм

и диаметром 1.45 мм вырезали из агар-агарового геля (2 %) с помощью трубок из нержавеющей стали непосредственно перед проведением опыта. Для изготовления геля в воду вносили порошок агар-агара (Renal) и подогревали на водяной бане при 70-80 °С до полного растворения, затем вносили краситель Ponceau 4R, придающий гелю ярко-красный цвет и одно из тестируемых веществ или водный экстракт личинок хирономид (175 г/л). Всего было выполнено 615 опытов.

Для статистического анализа полученных результатов использовали пакет программ Statistica (с применением критерия хи-квадрат  $\chi^2$ , U – критерия Манна-Уитни).

### **Поведение полиптерусов.**

У этих рыб при возбуждении или при испуге происходит поднятие спинных плавников наподобие флажков. Например, полиптерус, *Polypterus retropinnis*, при сильном испуге издаёт звук типа мычания или когда быстро уплывает после неожиданной встречи с другим представителем этого вида. Для полиптерусов характерна звукогенерация, они отличаются высокой агрессивностью, но не проявляют явных признаков территориальности. Если *polypterus senegalus* и *polypterus retropinnis* содержатся в одном общем аквариуме глухие удары слышны только при встрече рыб-конспецификов, причём темп эмиссии звуков достигает максимума (до 3 звуков в секунду при наиболее тесном контакте особей и резко снижается) после того, как они удаляются друг от друга [4].

### **Результаты**

До подачи гранулы 15 рыб плавали по всему аквариуму, иногда поднимались к поверхности воды или на несколько минут замирали на месте, 4 рыбы находились за нагревательным прибором, как в укрытии, таким образом, что голова рыб находилась не за терморегулятором, а вне этого прибора и рыбы видели падающую на дно аквариума гранулу и когда гранула падала на дно аквариума они не спеша подплывали к ней. В большинстве случаев прежде чем схватить упавшую на дно аквариума гранулу сенегальские полиптерусы, её нюхали, касаясь своими длинными, имеющими форму трубочек ноздрями и при этом изгибали дугой спину и поднимали спинные плавники и это у них происходило при пищевом возбуждении и после этого они схватывали предложенную гранулу. За исключением некоторых рыб, которые схватывали предложенную гранулу налету, не дав ей упасть на дно аквариума. Проглатывание гранулы предваряли хорошо заметные характерные жующие движения челюстями и учащённый ритм жаберных крышек. После проглатывания гранулы ритм сразу же нормализовывался и рыбы восстанавливали исходное спокойное плавание по аквариуму. Для пищевого поведения сенегальского полиптеруса характерен относительно

продолжительный латентный период реакции на гранулу (16-21.5 сек), совершение неоднократных повторных схватываний в ходе оросенсорного тестирования качества гранулы, длительное удержание гранулы в ротовой полости до 22 сек. Это связано с тем, что по стратегии пищевого поведения сенегальский полиптерус является хищником-засадчиком. Такой тип хищников, подкарауливают свою жертву и совершают прицельный охотничий бросок. При отказе от потребления после одного или нескольких повторных схватываний гранулы поведение сенегальских полиптерусов восстанавливалось. В этом случае рыбы прекращали реагировать на гранулу и возвращались к прежнему плаванию. Отвергнутую гранулу сенегальские полиптерусы оставляли неразрушенной.

### **Обсуждение**

Наблюдения и проведенные эксперименты показали, что сенегальские полиптерусы способны обучаться схватывать предлагаемый им корм — вначале живых личинок хирономид, а затем — агар-агаровые гранулы. Было выяснено, что для сенегальского полиптеруса все предложенные классические вкусовые вещества обладают выраженными вкусовыми свойствами: одно из веществ оказалось привлекательным, для сенегальского полиптеруса, а три других классических вкусовых вещества вызывали у них аверсивную реакцию. Лимонная кислота достоверно повышала потребление гранул на 96,4 % т.е. имела привлекательный вкус. Остальные вещества обладали детеррентным действием, по силе их детеррентного действия они располагаются в следующей последовательности: хлорид натрия, сахароза, хлорид кальция. Интересно, что по привлекательности лимонная кислота опережает даже экстракт привычного корма — личинок хирономид. Такое высокое потребление гранул с лимонной кислотой равно 95,4% наблюдалось в ранее проведенных исследованиях на вьетнамской рыбе барамунди [8]. Лимонная кислота обладает привлекательный вкусом ещё для 9 других исследованных рыб помимо вьетнамской рыбы барамунди. Возможно, очень высокое потребление гранул с лимонной кислотой связано с особенностями метаболизма и с пищей, которой в природе питается сенегальский полиптерус. Отталкивающий вкус сахарозы согласуется с животной типом питания этих рыб. Аверсивная реакция (отталкивающий вкус) хлорида кальция связана с тем, что большинство токсикантов обладает горьким вкусом, вызывающим у рыб чувство опасности.

### **Заключение**

Классические вкусовые вещества в качестве раздражителей очень часто используют для изучения вкусовой системы рыб и других животных [11]. Их применение в поведенческих тестах, выполненных, на многих видах рыб, позволило выявить хорошо выраженное видовое своеобразие вкусовых предпочтений, определить абсолютную и дифференциальную чувствительность.

Вкусовая привлекательность каких-либо веществ для рыб является функциональной характеристикой [10]. Приоритетной тропой в данном направлении является изучение пищевого поведения рыб, отличающихся наличием различных морфологических и других адаптаций, к специфическим условиям обитания (существования). Такие исследования позволяют выявить новые и важные особенности механизмов пищевого поведения рыб. Сенегальские полиптерусы, гуппи, Клариевые сомы, являясь рыбами тропической пресноводной фауны и характеризующиеся необычайно большим разнообразием своей биологии в этом отношении очень интересны [6].

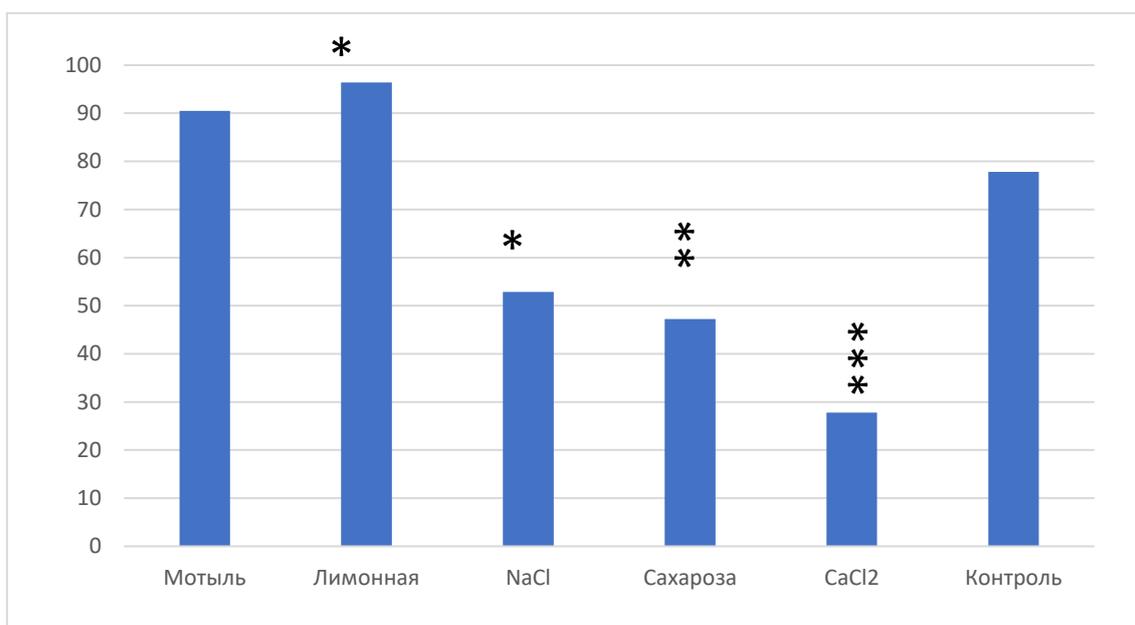


Рисунок 1 - Диаграмма потребления сенегальскими полиптерусами гранул с классическими вкусовыми веществами

1—гранулы с экстрактом личинок Chironomidae, 2—гранулы с лимонной кислотой, 3— гранулы с хлоридом натрия, 4— гранулы с сахарозой, 5— гранулы с хлоридом кальция, 6— контрольные гранулы

Таблица 1 - Вкусовые ответы ( $M \pm m$ ) Сенегальского полиптеруса *Polypterus senegalus* на гранулы с классическими вкусовыми веществами

Раздражитель	Концентрация, М (%)	Потребление гранул, %	Индекс вкусовой привлекательности	Число схватываний	Продолжительность удержания гранулы, с		Число опытов
					после первого схватывания	в течение всего опыта	
Сахароза	0.1	47.2 ± 8.4**	- 24.4	1.3 ± 0.1	13.8 ± 1.6	17.4 ± 2.3	36
Лимонная кислота	0.1	96.4 ± 3.6*	10.7	1.4 ± 0.1	12.5 ± 1.7	16.1 ± 1.9	28
Хлористый натрий	0.1	52.9 ± 8.7*	- 19	1.4 ± 0.1	16.0 ± 1.9	22.0 ± 2.4	34
Хлористый кальций	0.1	27.8 ± 7.6***	- 47.4	1.2 ± 0.1	8.6 ± 0.9	10.8 ± 1.5	36
Экстракт Chironomidae	175.0	90.5 ± 4.6	7.5	1.4 ± 0.0	11.5 ± 1.1	16.9 ± 1.8	42
Контроль	-	77.8 ± 7.0	-	1.4 ± 0.1	11.0 ± 1.2	18.3 ± 2.4	36

Примечание:  $M \pm m$  – среднее значение показателя и его ошибка; концентрация экстракта хирономид приведена в г/л; отличия от контроля достоверны при  $p$ : \* –  $< 0.05$ , \*\* –  $< 0.01$ , \*\*\* –  $< 0.001$ .

## Благодарности

Автор выражает признательность научному руководителю д.б.н. профессору Касумяну А.О. (МГУ) за коррективку, высказывание ценных замечаний по тексту рукописи и проверку обработанных статистических данных, а также сотрудникам лаборатории хеморецепции к.б.н., доценту Михайловой Е.С. (МГУ) за консультации и помощь и к.б.н., доценту Марусову Е.А. (МГУ) за помощь в содержании рыб.

## Список использованной литературы

1. Кассиль В.Г. Пищевое поведение в онтогенезе Л.: Наука, 1990. 220с.
2. Кассиль В.Г. «Рецепция желудочно-кишечного тракта и пищевое поведение». // проблема интэрорецепции регуляции физиологических функций и поведения Л: Наука, 1976. С 91-112.
3. Касумян А.О. Звуковая сигнализация у рыб. Учебное пособие.—М.: Изд-во Московского университета, 2009. — 157 с.
4. Касумян А.О. «Вкусовая рецепция и пищевое поведение рыб». Вопросы ихтиологии. Т. 37 № 1 1997 г.
5. Касумян А.О., Николаева Е.В. «Вкусовые предпочтения гуппи». Вопросы ихтиологии. Т.37, № 5 1997 г.
6. Павлов Д.С., Касумян А.О. «Структура пищевого поведения рыб». Вопросы ихтиологии», т. 38 № 1 1998 г.
7. Исаева О.М., Касумян А.О., Л.Т.К. Оань. «Поиск вкусовых стимулов для управления пищевым поведением Баррамунди *Lates Calcarifer* — важного объекта аквакультуры Южного Вьетнама». Национальная научно-практическая конференция. 2018 г.
8. Dajet, J., Bauchot, R & Arnoult, J. 1965. Etude de la croissance chez *polypterus senegalus* C. — *Acta Zoologica* (Stockholm) 46: 297-309.
9. Kasumyan A.O. 1999. Olfaction and taste senses in sturgeon behavior // *J. Appl. Ichthyol.* V. 15. P. 228-232.
10. Kasumyan A. Doving K.V. 2003. Taste preferences in fish// *Fish Fish.* V.4. № 4.P.289-347.
11. Kasumyan A.O. 2019. The taste system in fishes and the effect of environmental variables // *J. Fish. Biol.* V. 94 doi 10.1111/jfb.13940.
12. Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V.H. *Fishes of the world.*, 2016 — 752 p.

## ОРГАНИЧЕСКОЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ РЫБОВОДСТВО РОССИИ

Серветник Г.Е., Лесина Т.Н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного  
рыбоводства», E-mail: [fish-vniir@mail.ru](mailto:fish-vniir@mail.ru)

### ORGANIC AGRICULTURAL FISH FARMING IN RUSSIA

Servetnik G.E., Lesina T.N.

**Резюме.** В статье указывается на то, что с текущего года начинает развиваться органическое сельское хозяйство и рыбоводство, развитие которого решает экологические, социальные и экономические задачи. Таким образом, в органическом сельскохозяйственном рыбоводстве требования к качеству продукции и кормам существенно возрастают.

**Ключевые слова:** органическое сельское хозяйство и рыбоводство, экологические, социальные и экономические задачи.

**Summary:** The article points out that organic agriculture and fish farming are beginning to develop this year, the development of which solves environmental, social and economic problems. Thus, in organic agricultural fish farming, requirements for product quality and feed are significantly increasing.

**Key words:** organic agriculture and fish farming, environmental, social and economic challenges.

С 1 января 2020 года вступил в силу Федеральный закон №280-ФЗ «Об органической продукции и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Главная цель органического производства – здоровье почв, экосистем и людей. Развивая органическое сельское хозяйство, Россия решает экологические, социальные и экономические задачи, выходит на новый, перспективный международный рынок, для себя мы сохраняем природные ресурсы и улучшаем здоровье нации.

Экологические задачи – в органическом производстве запрещено использование химических пестицидов. Происходит оздоровление экосистем, восстанавливается плодородие почв, увеличивается биоразнообразие, сохраняются пчелиные семьи. За последнее десятилетие каждый третий гектар сельхозугодий в нашей стране подвержен деградации. Баланс питательных

веществ в сельхозугодиях России отрицательный, минус 5,2 %. Количество пчелосемей сократилось почти в три раза.

К социальным задачам относится, прежде всего, улучшение здоровья людей. В органическом сельском хозяйстве помимо пестицидов запрещено использование антибиотиков, ГМО (генномодифицированных объектов), гормонов роста, химических пищевых добавок. В России наблюдается рост алиментарно-зависимых заболеваний. Это группа заболеваний, которые напрямую зависят от правильного и качественного питания. Так, за 10 лет прирост заболеваний составил: ишемическая болезнь сердца – 20%, онкология, 18%, сахарный диабет – 45%, ожирение – 30%, аллергии – 10%. И самое страшное, что эти болезни молодеют. Кроме того, органическое сельское хозяйство помогает привлечь на село людей. Малые и средние хозяйства смогут видеть свою продукцию и получить надбавку по цене за статус «органик», создать безопасные для здоровья рабочие места. Это устойчивое развитие сельских территорий. По данным Росстата, в России за последние 10 лет исчезло 8,5 тыс. деревень [2].

Экономические – мировой рынок органической продукции достиг 90 млрд. евро и растет на 10-15% ежегодно. Сдерживающий фактор роста – нехватка сельхозугодий, и Россия, с ее природными ресурсами, может стать лидером. В России более 20 миллионов га давно не получали агрохимикаты, они могут быть введены в органическое сельхозпроизводство. Это современное, наукоемкое производство, которое дает возможность развития еще ряду отечественным обслуживающим отраслям – селекции, семеноводства, производства биопрепаратов, биоудобрений, средств точного земледелия, специальной сельхозтехники и др. [2].

Что касается генетически модифицированных организмов - это организмы (т.е. растения, животные или микроорганизмы), чей генетический потенциал (ДНК) был изменен, причем такие изменения были бы невозможны в природе в результате размножения или естественной рекомбинации. Соответствующие технологии известны как современная биотехнология, генная технология, а также технология рекомбинантных ДНК и генетическая инженерия. Они позволяют передавать отдельные гены от одного организма к другому, а также между неродственными видами. Продукты питания, произведенные из или с использованием ГМ-организмов, часто называют ГМО-продуктами.

ГМО-продукты разрабатываются и поступают на рынок, потому что существуют некоторые ощутимые выгоды либо для производителя, либо для потребителя этих пищевых продуктов. Это означает получение продукта с более низкой ценой или большими преимуществами (в плане увеличения срока хранения или питательной ценности) или с обоими качествами. Изначально ГМО-селекционеры хотели, чтобы их продукция была положительно воспринята

производителями и поэтому сделали упор на инновации, которые приносят ощутимую пользу, как отдельным производителям, так и отрасли в целом [4].

К примеру, удешевление кормосмесей путем использования соевых компонентов для замены рыбной муки – достигнуты обнадеживающие результаты, но, к сожалению, приходится констатировать, что соя на 95% генномодифицирована [3].

Позиция Министерства сельского хозяйства России по использованию ГМО - «мы придерживаемся принципиально консервативной позиции по выпуску в окружающую среду трансгенов – модифицированных животных, растений и микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ... надо не 7, а 77 раз отмерить, не экспериментировать на здоровье нации». Не секрет, что на лоббирование продвижения ГМО бюджет США направляет 100 млн. долларов в виде грантов [цит. по 1].

Таким образом в органическом сельскохозяйственном рыбоводстве России, требования к качеству продукции и кормам существенно возрастают.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. На контроле и центра и губернаторов // Комбикорма №1. 2014. С.2-3.
2. Органическое сельское хозяйство в России: поехали! // АПК ЮГ №1/26, январь-февраль. – 2020. - С. 32-33.
3. Серветник Г.Е. Сельскохозяйственное рыбоводство: научное обеспечение и роль в импортозамещении продукции рыбоводства / Г.Е. Серветник // Аквакультура сегодня: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВДНХ, 4 февраля 2015 г.) Электронный ресурс] – М.:ФГБНУ ВНИИР, 2015. –С.259-263. 1CD-ROM.
4. Часто задаваемые вопросы по генетически модифицированным продуктам питания // Farm New №08 /4 кв./ . – 2019. - С. 42-46.

УДК 639.3.05

## ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБЫ

Серветник Г.Е., Лесина Т.Н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного  
рыбоводства», E-mail: [fish-vniir@mail.ru](mailto:fish-vniir@mail.ru)

## IRRIGATED AGRICULTURE AND FISH FARMING

Servetnik G.E., Lesina T.N.

**Резюме.** Указывается на использование орошаемых земель для выращивания риса. Почвы, длительное время используемые в сельскохозяйственном производстве, претерпевают большие изменения, в ряде регионов отмечают их значительную деградацию. Выращивание рыбы на выведенных из эксплуатации рисовых чеках, в своеобразном рыбосевообороте, способствовало повышению плодородия почв и позволило получить высокие урожаи рыбы. Подобная «мелиоративная» технология выращивания рыбы может применяться и в других районах рисосеяния со сходными экологическими условиями.

**Ключевые слова:** использование орошаемых земель, выращивание риса, деградация почв, выращивание рыбы на приспособленных рисовых чеках

**Summary.** Indicates the use of irrigated land for rice cultivation. Soils that have been used for a long time in agricultural production are undergoing major changes, and in a number of regions they have been significantly degraded. Growing fish on decommissioned rice fields, in a kind of fish crop rotation, helped to increase soil fertility and allowed to get high yields of fish. A similar "reclamation" technology for growing fish can be used in other rice-growing areas with similar environmental conditions.

**Key words:** use of irrigated land, rice cultivation, soil degradation, fish farming on adapted rice checks

В настоящее время в АПК для выращивания сельскохозяйственных культур используется 6,3 млн.га мелиорированных земель (70% к наличию), в том числе 3,2 млн.га орошаемых и 3,1 млн.га осушенных. На этих землях, занимающих около 8% от площади пашни, производится весь рис, до 70% овощей, более 20% кормов для животноводства и другая продукция. Выход продукции с орошаемого гектара в 2-5 раз выше по сравнению с богарным.

Орошаемые земли по уровню залегания грунтовых вод и засолению распределяются следующим образом: в хорошем состоянии – 2-2,7 млн.га,

удовлетворительном – 850 тыс.га, из которых на 350 тыс.га наблюдается недопустимое залегание уровня грунтовых вод, на 270 тыс.га – засоление почв, а на 230 тыс.га зафиксированы оба неблагоприятных фактора. Свыше половины оросительных систем (2,5 млн.га) нуждается в проведении капитальных работ для повышения их технического уровня, в том числе 2,1 млн.га требуют проведения работ по реконструкции и техническому перевооружению.

Осушенные земли по мелиоративному состоянию распределяются следующим образом: в хорошем состоянии 780 тыс.га, удовлетворительном – 2,08 млн.га и не удовлетворительном – 1,76 млн.га. Из находящихся в не удовлетворительном мелиоративном состоянии 1,76 млн.га осушенных земель практически на всей площади наблюдается высокий уровень стояния грунтовых вод и недопустимо поздние сроки отвода поверхностных вод, что сдерживает проведение в оптимальные сроки проведение полевых работ на них. В проведении работ по восстановлению и реконструкции нуждаются более 1,4 млн.га осушительных систем [4].

В настоящее время рис является одной из основных культур орошаемого земледелия. Данная культура играет важную роль в растениеводстве и земледелии, а рисовая крупа является ценным пищевым и диетическим продуктом более чем для третьей части населения Земли. Широко известна мелиорирующая роль риса при освоении засоленных и болотистых почв, а также способность обеззараживать почвы от возбудителей болезней и вредителей корневой системы сухоходольных культур.

Валовые сборы риса в России в последние годы находятся на высоких отметках, что в первую очередь обусловлено существенным ростом урожайности. В 1990-е годы средняя урожайность риса в России в зависимости от года варьировалась в пределах от 23 до 32 ц/га. К середине 2000-х годов она достигла 38-45 ц/га. В течение последних пяти лет этот показатель находится в пределах 46-55 ц/га. Наибольшая площадь земель под посевами риса в России была в 1990 году, когда она составляла 286,5 тыс.га, что более чем на 33% превышало площади 2013 года (190,2 тыс.га).

Объем экспорта риса из России в 2012 году составил 366,5 тыс.т (1% от общемировых объемов экспорта) – это 12-е место в мире по объему экспорта риса. В 2013 году ввиду снижения валовых сборов показатели снизились до 163,8 тыс.тонн.

В России всего девять регионов занимается выращиванием риса: Краснодарский край – 78,6%, Ростовская область – 6,8%, Приморский край - 5,8%, республика Дагестан – 3,7%, республика Адыгея – 2,4%, республика Калмыкия – 1,5%, Астраханская область – 0,9%, Чеченская республика – 0,2%, Еврейская автономная область – 0,1%.

Первое место по валовым сборам риса в России занимает Краснодарский

край, где в 2013 году было собрано 727,5 тыс.т этой культуры. Это 78,6% от общероссийского производства. Второе место занимает Ростовская область - 62,7 тыс. тонн, или 6,8% от общих сборов по Российской Федерации.

Рис является очень водоемкой культурой, поэтому определяющую роль в возделывании риса в России играют государственные оросительные системы, находящиеся на балансе подведомственных Департаменту мелиорации Минсельхоза России учреждений.

Как было сказано выше, Ростовская область является вторым по величине регионом по выращиванию рисовой культуры. Площадь рисовых оросительных систем здесь составляет 44,3 тыс. га.

В настоящее время в Ростовской области имеется два основных массива рисосеяния. Один из них - Манычский, расположенный на правом и левом берегах озера Маныч (между г. Пролетарском и ст. Багаевской) общей площадью 10,17 тыс. га. Второй разместился в пойме Дона. Посевы под рисом в этом массиве составляют 3,8 тыс. га. Основные площади Манычского массива расположены в границах Пролетарской оросительной системы в Мартыновском и Пролетарском районах Ростовской области. Основной воднотранспортной артерией Пролетарской оросительной системы является Пролетарский магистральный канал (ПМК). Это поверхностный водный объект и открытый водовод системы Донского магистрального канала. Данный мелиоративный объект находится в ведении ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз». Канал является продолжением Донского магистрального канала. Длина ПМК - 83,4 км, ширина канала по дну - 4 м, глубина воды в канале - 4,5-5 м, пропускная способность на всем протяжении равна 54 м<sup>3</sup>/сек.

По Пролетарскому каналу и Пролетарскому распределителю ПР-1 вода подается на Пролетарскую рисовую оросительную систему (более 220 тыс. м<sup>3</sup>). Кроме того, ПМК обеспечивает подачу воды в Пролетарское и Веселовское водохранилища для опреснения, обводнения и нужд рыбоводства (около 200 тыс. м<sup>3</sup>).

Постоянными «клиентами» донских мелиораторов являются восемь рисоводческих хозяйств Мартыновского и Пролетарского районов, производящие более 40 тыс. тонн риса в год.

Исследования показали, что почвы, длительное время используемые в сельскохозяйственном производстве, претерпевают большие изменения, в ряде регионов отмечают их значительную деградацию. Одним из видов деградации почв является засоление, приводящее к их выводу из сельскохозяйственного оборота. В России засолено 16,3 млн. га сельхозугодий, из них пашни - 4,5 млн. га. На площади 22,9 млн. га сельхозугодья представлены солонцовыми комплексами, в том числе 9,9 млн. га пашни [1, 2].

Интенсивные процессы вторичного засоления почв отмечены в зоне

рисосеяния при избыточном увлажнении и неглубоком залегании высокоминерализованных грунтовых вод.

В 80-е годы прошлого столетия в Херсонской области (колхоз «Россия») часть рисовых чеков с низкой урожайностью из-за сильного засоления, содержание легкорастворимых солей 0,2-1,15% была выведена из эксплуатации (почвы с избыточным содержанием солей 0,15-0,25% и более являются засоленными).

Исследования, выполненные нами, показали, что химический состав грунтовых вод, которые на территории рисовых чеков залегают на глубине 1,0-1,5 м, а в отдельных местах - 0,5-0,6 м, свидетельствуют о том, что тип засоления их хлоридно-гидрокарбонатный, химизм засоления гидрокарбонатно-хлоридный и сульфатно-гидрокарбонатный. Максимальное количество солей - 18,73 г/л отмечено на глубине 1,2 м и минимальное - 0,33 г/л на глубине 2,0 м. Аналогичную картину дает и показатель водной вытяжки почвообразующих пород - на глубине до 0,7 м - 1,36% до 1,5 м - 0,35% [7].

Рисовые чеки, выведенные из севооборота, после небольшой реконструкции (подсыпка дамб) приспособлены для выращивания рыбы. Для заливки чеков использовали слабоминерализованную (речную) воду, отвечающую рыбоводным нормам.

При выращивании сеголетков в поликультуре (каarp и белый толстолобик) с применением методов интенсификации (удобрение, кормление) получали ежегодно до 28,6 ц/га рыбопосадочного материала.

За период выращивания рыбы химический состав воды изменялся в основном за счет более высокого содержания хлор-аниона и сульфат-аниона, а также катионов кальция и магния; соленость колебалась в пределах 5,1-7,1‰.

Отмеченная соленость воды не является предельной для выращивания сеголетков карпа и белого толстолобика [8] и благоприятно сказывается на санитарно-эпизоотическом состоянии молоди [3].

Выращивание рыбы в приспособленных рисовых чеках на засоленных почвах на протяжении 3-х лет способствовало их рассолению, поскольку при ежегодном спуске воды значительная часть солей растворялась и выносилась.

Таким образом, выращивание рыбы на выведенных из эксплуатации рисовых чеках, в своеобразном рыбосевообороте, способствовало повышению плодородия почв и позволило получить высокие урожаи рыбы. Подобная «мелиоративная» технология выращивания рыбы может применяться и в других районах рисосеяния (Краснодарский край и др. со сходными экологическими условиями) [6].

### Список использованных источников

5. Земледелие и рациональное природопользование (экологические и социально-экономические аспекты) / Составление и редакция В.П.Звалинского и Д.М. Хомякова. - М.: изд-во Московского университета, 1998. – 304 с.
6. Коробский Н.Ф. Пути охраны и повышения плодородия почв Северного Кавказа // Вестник РАСХН. - №3. – 1999. - С. 9-10.
7. Наумова А.М. Экспертная экологическая оценка рыбоводных прудов в условиях аквасевооборота (методические рекомендации) /А.М.Наумова // - М.:РАСХН, 1995. -20 с.
8. Орошаем и думаем. Информационный бюллетень. - №3. -2015. - С. 22-25.
9. Сенчуков Г., Пономаренко Т., Бреева А. О роли мелиораторов Дона в обеспечении развития рисоводческой отрасли в России / Г.Сенчуков, Т.Пonomаренко, А. Бреева // Продовольственная безопасность - №3 (03). -2015. - С. 50-51.
10. Серветник Г.Е. Использование засоленных рисовых чеков в рыбоводстве как метод мелиорации почв / Г.Е. Серветник // Деграция почвенного покрова и проблемы агроландшафтного земледелия: Материалы I международной научной конференции (г. Ставрополь, 24-28 сентября 2001 г.). – Ставрополь, 2001. –С.303-304.
11. Серветник Г.Е. Пути освоения сельскохозяйственных водоемов / Г.Е. Серветник // -М.: РАСХН, 2004. –130 с.
12. Чижик А.К. Рыбоводство в солоноватых прудах /А.К. Чижик // -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. –80 с.

**УВЕЛИЧЕНИЕ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ПРУДОВ ЗА СЧЕТ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТОМСТВА ОТ ЭЛИТЫХ НЕ  
ЗАИНБРЕДИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

**Сергеев А.В., Сенникова В.Д., Пантелей С.Н., Савченко И.А.**

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр НАН  
Беларуси по животноводству», e-mail: [belniirh@tut.by](mailto:belniirh@tut.by)*

**INCREASING FISH PRODUCTIVITY OF PONDS BY USING OFFSPRING  
FROM ELITE INBRED MANUFACTURERS**

**Sergeev A.V., Sennikova V. D., Panteley S.N., Savchenko I.A.**

**Резюме:** *Высокие рыболовные показатели получены при выращивании потомства от элитных производителей растительноядных рыб. В конце сезона выращивания средняя масса сеголетков белого амура находилась в пределах 27-42 г, а выживаемость также превышала нормативный показатель и составила 33,25-68,75 %. Результаты выращивания сеголетков пестрого толстолобика также были хорошими, навеска сеголетков пестрого толстолобика находилась на уровне 25-35 г, а выживаемость – 33,67-57,0 %. Процент выхода двухлетков из выращивания достаточно значительные, у белого амура выход в прудах № 17 и № 4 составил 76,73 и 73,91%, соответственно, у толстолобика - 96,59 и 74,77 %, а средняя масса рыбы - 403,0 г и 419,1 г. соответственно.*

**Ключевые слова:** *Сеголетки, двухлетки, растительноядные рыбы, выращивание, условия выращивания, фитопланктон, зоопланктон, рыбопродуктивность.*

**Summary:** *High fish-breeding indicators were obtained when breeding offspring from elite manufacturers of herbivorous fish. At the end of the growing season, the average weight of white Amur's fingerlings was in the range of 27-42 g, and the survival rate also exceeded the standard indicator and amounted to 33.25-68.75 %. The results of growing variegated carp fingerlings were also good, the weight of variegated carp fingerlings was at the level of 25-35 g, and the survival rate was 33.67 – 57.0 %. The percentages of two-year-olds' output from cultivation are quite significant, the white Amur's output in ponds № 17 and № 4 was 76.73 and 73.91%, respectively, the silver carp - 96.59 and 74.77%, and the average weight of fish - 403.0 g and 419.1 g, respectively.*

**Keywords:** *Yearlings, two-year-olds, herbivorous fish, cultivation, growing conditions, phytoplankton, zooplankton, fish productivity.*

## **Введение**

В Беларуси работы по акклиматизации растительноядных рыб начаты в 1963 г. Исходные ремонтно-маточные стада растительноядных рыб (амурская линия) были завезены из Казахстана. Из их потомства впоследствии сформировано сегодняшнее ремонтно-маточное стадо в отделении «Белоозерское» ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», где и происходит их воспроизводство. Однако при акклиматизации в новых условиях и одомашнивании диких видов рыб, наблюдаются генетические и морфо-физиологические изменения, снижается их гетерозиготность и жизнестойкость. Часто происходит близкородственное скрещивание из-за того, что производители имеют общее происхождение. Поэтому очень высока вероятность инбридинга, что значительно снижает рыболовные результаты их выращивания в прудах и даже может свести их на нет. Так, в 90-е годы XX века в Беларуси получали до 80 млн. личинок растительноядных рыб, а в 2015 г. – 40 млн. В прудовой поликультуре Беларуси растительноядные рыбы составляют 17,7%.

Для повышения эффективности формирования ремонтных групп разных видов и, в дальнейшем, отбора из них элитных не заинбридированных экземпляров в маточное стадо, должна учитываться генетическая и фенотипическая изменчивость, а также физиологическое состояние растительноядных рыб. При формировании маточных стад растительноядных рыб необходимо использовать как минимум двухлинейное разведение - воспроизводство двух неродственных групп рыб с подбором самок и самцов различного происхождения. Это позволит избежать близкородственного скрещивания и рассчитывать на получение быстрого роста гибридов.

## **Материалы и методы исследований**

Выращивание сеголетков и двухлетков растительноядных рыб из личинки, полученной от элитных производителей, осуществляли в 2017-2018 гг. в прудах ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», расположенном в Брестской области Беларуси. Во время облова растительноядных рыб осуществляли их взвешивание, делали промеры морфометрических показателей тела. Работы проводились в рамках темы «Сформировать информационный ресурс по морфо-биологическим характеристикам производителей растительноядных рыб и их потомства» в рамках задания «Разработать и внедрить технологию генетической идентификации растительноядных и лососевых видов рыб»

Ихтиологические исследования осуществляли по методике И.Ф. Правдина [1].

Биометрическую обработку цифрового материала проводили методом вариационной статистики по методике П.Ф. Рокицкого [2] с использованием пакета программ «Microsoft excel» на персональном компьютере.

Сеголетков белого амура и пестрого толстолобика выращивали в поликультуре с карпом в 2017 году из личинки от лучших производителей в прудах отделения «Белоозерское» площадью 1 га. Выращивание двухлетков растительноядных рыб в сезоне 2018 г. осуществлялось в поликультуре в прудах ОАО "Опытный рыбхоз "Селец» площадью 16,4 и 16,7 га.

В течение периода выращивания осуществляли контроль за температурными, кислородными, гидрохимическими условиями и развитием естественной кормовой базы в прудах. С целью стимулирования развития естественной кормовой базы в пруды вносили зернокартофельную барду по воде вдоль береговой линии после заливания прудов и зарыбления из расчета 50 кг/га с периодичностью раз в 15 дней в течение сезона выращивания рыбы [3].

**Результаты исследований и их обсуждение** Проведенными исследованиями установлено, что температурные, кислородные и гидрохимические условия в прудах отделения ОАО «ОРХ «Селец» в 2017 г. и 2018 г. были удовлетворительными для выращивания растительноядных рыб. Температура воды с июля по сентябрь 2017 г. изменялась от 16,9 до 25,0 °С. Содержание растворенного в воде кислорода колебалось от 4,2 мг/л до 6,5 мг/л. Однако в августе наблюдалось значительное снижение содержания кислорода в прудах до 3,0 мг/л (15.08) и до 2,5 мг/л (22.08). Гидрохимические показатели во время выращивания сеголетков не превышали допустимые величины. Активная реакция среды находилась на уровне 8,0-8,6 ед. Перманганатная окисляемость находилась на уровне 19,9-24,9 мг О/л.

Концентрация аммонийного азота в воде колебалась от 0,18 до 0,34 мг/л. Нитриты характеризовались тысячными долями мг/л. Концентрация фосфатов составляла 0,16- 0,24, железа общего 0,10-0,18 мг/л, сероводород отсутствовал. Щелочность изменялась в пределах 2,3-2,8.

При выращивании двухлетков растительноядных рыб температура воды в прудах изменялась от 10,5 до 24,4 °С, содержание растворенного в воде кислорода колебалось от 4,7 мг/л до 10,6 мг/л. Гидрохимические показатели во время выращивания не превышали допустимые величины. Активная реакция среды находилась на уровне 7,7-8,8 ед. Перманганатная окисляемость находилась в пределах 10,8-15,0 мг О/л. Концентрация аммонийного азота в воде колебалась от 0,18 до 0,33 мг/л. Нитриты характеризовались тысячными долями мг/л. Фосфаты находились на уровне 0,014-0,024 мг/л, железо общее-0,24-0,68 мг/л, соответственно. Щелочность изменялась в пределах 3,7-4,4 мг экв./л.

В сезоне 2017 года во всех обследованных прудах, используемых под выращивание сеголетков растительноядных рыб, имело место удовлетворительное развитие фитопланктонных организмов на уровне практически не превышающем допустимых концентраций (80 мг/л) для рыбоводных прудов.

В структуре планктонных водорослей всех обследованных прудов доминировали сине-зеленые водоросли, образуя в течение сезона выращивания сеголетков растительноядных рыб в выростных прудах 45,56 - 90,00 % общей численности и 6,05-92,91 % общей биомассы. Зеленые водоросли формировали 2,88- 26,0 % общей численности и 3,17 – 54,8 % общей биомассы. Следует отметить, что они играли значительную роль в формировании биомассы фитопланктона прудов №№ 17,29,28,30.

Средняя за сезон биомасса фитопланктона выростных прудов составила 14,3-53,31 мг/л, соответственно. В структуре среднесезонной биомассы преобладали сине-зеленые водоросли, формируя 63,92 – 82,17 %, а зеленые водоросли в ней составляли 7,82 – 22,72 %. На фоне всех прудов более низкий уровень развития фитопланктона имел место в зимовальном пруду № 7, где наблюдался наибольший пресс со стороны рыб – фитопланктофагов.

В результате изучения биотических условий было установлено, что в сезоне выращивания двухлетков растительноядных рыб во всех обследованных прудах уровень развития фитопланктонных организмов не выходил за пределы допустимых величин для рыбоводных прудов, при общей средней численности фитопланктона 5,22 и 6,86 млн. экз./л и биомассе – 52,3 и 69,16 мг/л. В структуре фитопланктонного сообщества прудов значительную роль играли зеленые протококковые водоросли, образуя до 46,98 % среднесезонной биомассы.

В результате исследования зоопланктонного сообщества прудов при выращивании сеголетков растительноядных рыб было установлено, что уровень развития зоопланктона в прудах колебался, но в целом был достаточным во всех обследованных прудах. Основу зоопланктонного сообщества всех выростных прудов, используемых для выращивания сеголетков растительноядных рыб, формировали благоприятные в кормовом отношении для сеголетков ветвистоусые ракообразные, преобладая как по численности, так и по биомассе (61,99-93,12% и 48,29-95,23%, соответственно).

Результаты контрольных и осеннего обловов показали (таблица 1), что практически во всех обследованных прудах получены высокие рыбоводные показатели. В конце сезона выращивания средняя масса сеголетков белого амура находилась в пределах 27-42 г, выживаемость также превышала нормативный показатель и составила 33,25-68,75 % [4]. Результаты выращивания сеголетков пестрого толстолобика также были хорошими, так навеска сеголетков пестрого толстолобика находилась на уровне 25-35 г, а выживаемость – 33,67-57,0 %.

Таблица 1 – Результаты выращивания сеголетков белого амура и пестрого толстолобика в прудах ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» в сезоне 2017 г

№ пруда	Площадь пруда, га	Белый амур				Пестрый толстолобик			
		посажено, тыс. экз./ га	выловлено		% выхода	Посажено, тыс. экз./ га	выловлено		% выхода
			тыс. экз./ га	средняя масса, г			тыс. экз./га	сред. масса, г	
13	1	40	20,2	29	50,5	30	9,0	35	30,00
17	1	40	8,5	42	21,25	30	16,7	32	55,67
19	1	40	27,5	30	68,75	30	12,6	28	42,00
29	1	40	19,6	30	49,00	30	10,1	25	33,67
30	1	40	13,3	27	33,25	30	17,1	14	57,00

За 33 дня выращивания в июле - августе масса тела сеголетков белого амура и пестрого толстолобика увеличилась на 17,18 г и 22,00 г, соответственно (таблица 2). Среднесуточный прирост массы тела за указанный период времени у сеголетков белого амура и пестрого толстолобика составил 0,52 г и 0,67 г, коэффициент массонакопления 0,08 ед. и 0,10 ед., удельная скорость роста – 3,28 % и 4,01 %, соответственно.

Таблица 2 – Некоторые рыбоводно - биологические показатели сеголетков растительноядных рыб в отделении «Белоозерское» ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» в сезон 2017 г.

Показатели	Значения показателей и вид рыбы		
	белый амур	белый толстолобик	пестрый толстолобик
Начальная масса тела, г	8,82	5,00	8,00
Конечная масса тела, г	26,00	17,40	30,00
Среднесуточные приросты, г	0,52	0,62	0,67
Удельная скорость роста, %	3,28	6,23	4,01
Коэффициент массонакопления, ед.	0,08	0,13	0,10
Продолжительность опыта, сут.	33	20	33

Выращивание двухлетков растительноядных рыб в выростных прудах №4 и №17 осуществлялось при плотностях посадки по пестрому толстолобику - 0,3-0,9 тыс. /га, белому толстолобику – 0,8 тыс./га, белому амуру – 0,7 - 1,6 тыс./га, карпу - 3,0 - 3,5 тыс./га .

За 22 дня выращивания масса тела двухлетков белого амура, пестрого и белого толстолобиков увеличилась на 11,0 г, 13,2 г и 12,1г., соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Некоторые рыбоводно - биологические показатели двухлетков растительноядных рыб в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», 2018 г.

Показатели	Значения показателей и вид рыбы		
	белый амур	белый толстолобик	пестрый толстолобик
Начальная масса тела, г	25,00	44,00	34,00
Конечная масса тела, г	36,00	56,1	47,2
Среднесуточные приросты, г	0,50	0,55	0,60
Удельная скорость роста, %	1,66	1,10	1,49
Коэффициент массонакопления, ед.	0,05	0,04	0,05
Продолжительность опыта, сут.	22	22	22

Среднесуточный прирост массы тела за указанный период времени у сеголетков белого амура, пестрого и белого толстолобиков составил 0,50 г, 0,60 г и 0,55 г, коэффициент массонакопления у белого амура и пестрого толстолобиков составил по 0,05 ед., а у белого толстолобика – 0,04 ед., удельная скорость роста была 1,66 %, 1,49 % и 1,10 %, соответственно.

Средняя масса рыбы при осеннем облове у двухлетков белого амура составила 229,0 г и 141,7 г в пруду № 17 и №4, соответственно, у толстолобика - 403,0 г и 419,1 г (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты выращивания двухлетков белого толстолобика в прудах ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» в сезоне 2018 г.

№ пруда	Площадь пруда, га	Белый амур				Толстолобик			
		посажено, тыс. экз./ га	выловлено		% выхода	посажено, тыс. экз./ га	выловлено		% выхода
			тыс. экз. / га	средняя масса, г			тыс. экз./га	средняя масса, г	
17	16,4	1,59	1,22	229,0	76,73	0,88	0,85	403,0	96,59
4	16,7	1,38	1,02	141,7	73,91	1,11	0,83	419,1	74,77

Проценты выхода рыбы из выращивания были достаточно значительными, так у белого амура выход в прудах № 17 и № 4 составил 76,73 и 73,91%, соответственно, у толстолобика - 96,59 и 74,77 %.

Таким образом, при выращивании потомства растительноядных рыб от элитных производителей получены высокие рыбоводные показатели. В конце сезона выращивания средняя масса сеголетков белого амура и пестрого толстолобика превышала нормативный показатель (20,0 г) и находилась,

соответственно, в пределах 27-42 г и 25-35 г. Выживаемость также была выше нормативной величины (25,0 %) и составила 33,25-68,75 % и 33,67-57,0 %. Показатели выращивания двухлетков также были выше нормативных значений. Выживаемость двухлетков белого амура в прудах № 17 и № 4 составила 76,73 и 73,91%, у толстолобика - 96,59 и 74,77 %, а средняя масса рыбы - 403,0 г и 419,1 г., соответственно.

#### **Список использованных источников**

1. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М., 1966. - 375с.
2. Рокицкий, П.Ф. Введение в статистическую генетику / П.Ф. Рокицкий. – Мн.: Высшая школа, 1978. – 448с
3. Воронова, Г.П. Способ повышения рыбопродуктивности рыбоводных прудов // Г.П. Воронова и др./ Патент, С1, ВУ11039, 2008.08.30, МПК (2006), А01К 61/00
4. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси. - Мн., 2008. - С. 56-63

УДК 639.151.2

## РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕГОЛЕТКОВ СЕЛЕКЦИОННОГО ЗЕРКАЛЬНОГО БЕЛОРУССКОГО КАРПА ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Сергеева Т.А.

*Республиканское унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр по животноводству» Национальной академии наук Беларуси, [belniirh@tut.by](mailto:belniirh@tut.by)*

## COMPARATIVE FISHERIES CHARACTERISTICS OF FINGERLINGS OF THE FIFTH GENERATION OF BREEDING MIRROR CARP IN BELARUS

Sergeeva T.A.

**Резюме:** В статье представлена сравнительная характеристика основных рыбоводных показателей двух линий селекционного белорусского зеркального карпа. Установлены отличия селекционного карпа от среднего уровня белорусских пород и линий, а также зеркальных аналогов, выращенных одновременно в одинаковых условиях.

**Ключевые слова:** зеркальный карп, порода, линия, сеголеток, масса тела, выживаемость, экстенсивность заболевания ВПП.

**Summary.** The article presents comparative characteristics of the main fish indicators of two lines of the breeding mirror carp in Belarus. The differences of breeding carp from the average level of breeds and lines in Belarus as well as mirrors analogs grown in the same conditions were established.

**Keywords.** Mirror carp, breed, line, fingerling, body weight, survival, sickness extension of swim bladder inflammation.

### Введение

Основным направлением дальнейшего развития карповодства и в целом всего рыбоводства является создание разнообразных пород карпа с широким диапазоном специализаций и адаптаций к различным условиям выращивания [3]. Из опыта рыбоводных хозяйств Беларуси, более конкурентоспособным продуктом рыбоводства является зеркальный карп, который характеризуется большим выходом съедобной части тела (тушки), с высокоспинной формой тела. Он удобен в переработке, как в домашних, так и в производственных условиях. Селекция карпа в республике Беларусь направлена на создание новых пород, обладающих повышенным темпом роста, хорошей оплатой кормов, жизнестойкостью; улучшенными потребительскими свойствами – малочешуйностью, высокоспинностью, упитанностью [4]. В настоящее время

все шире в производстве товарного карпа используют породы и кроссы с зеркальным чешуйным покровом, которые имеют повышенный спрос у населения. Однако полная замена пород карпа со сплошным чешуйчатым покровом нецелесообразна. Такие формы, как правило, характеризуются более низкой выживаемостью, чем чешуйчатые, а также пониженной устойчивостью к заболеваниям [5, 6, 7]. На данном этапе селекционных работ стоит задача сформировать двухлинейный генофонд зеркальной породы карпа с повышенной резистентностью к заболеваниям и улучшенным экстерьером. Предполагается, что в создаваемой породе зеркального карпа, должны быть объединены лучшие качества карпов белорусской селекции (высокая приспособленность к условиям выращивания, резистентность) и европейских пород (малочешуйность и высокоспинность) [1].

### **Материал и методика**

Объектами исследований являлись сеголетки пятого поколения селекционного белорусского зеркального карпа [2]. Кроме селекционного материала, одновременно с ним были выращены и сеголетки зеркального карпа разной породной принадлежности из коллекционного стада. Сравнительную оценку рыбохозяйственных показателей сеголетков двух линий пятого поколения селекционного белорусского зеркального карпа проводили в течение четырех лет (2016-2019 гг.). Среднюю массу и выживаемость сеголетков из каждой генерации сравнивали со средней массой и выживаемостью чистопородных групп выращенных одновременно с селекционным материалом. Сеголетков всех опытных зеркальных групп выращивали отдельно, с плотностью зарыбления 3-х суточных заводских личинок приблизительно 25 тыс. экз./га. Все опытные группы выращивали при одинаковом режиме кормления и санитарно-профилактических мероприятий. То есть, условия их содержания были практически одинаковыми. Это дало основание для сравнения рыбохозяйственных показателей опытных селекционных групп с зеркальными аналогами. Рыбохозяйственные показатели сеголетков определяли по общепринятым методикам [6, 8].

### **Результаты и обсуждение эксперимента**

Формирование ремонтных групп пятого поколения селекционного зеркального карпа начато в 2016 г. Из молодых производителей (пяти-, шести годовики) лучше подготовленными к нересту оказались молодые самки с генотипами по локусу трансферрина, совпадающими с направлением маркирования второй линии селекционного зеркального карпа (аллели А, В, У, С, D), поэтому в пятом поколении первой была сформирована I генерация 2-ой селекционной линии. Одновременно с селекционным зеркальным карпом были получены и выращены в сходных условиях сеголетки некоторых коллекционных пород и линий из СПУ «Изобелино». Это позволило сравнить

рыбоводные показатели сеголетков селекционного карпа с лучшими зеркальными аналогами и средним уровнем рассмотренных показателей пород белорусской и зарубежной селекции.

Средняя масса сеголетков I генерации 2-ой селекционной линии составила 30,4 г, что выше, чем у зеркальных аналогов и выше, чем средняя масса тела у пород зарубежной селекции, выращенных одновременно в одинаковых условиях (таблица 1). Однако селекционный зеркальный карп уступал по массе тела среднему уровню сеголетков коллекционных линий белорусской селекции. То есть масса селекционных зеркальных сеголетков первой генерации второй линии оказалась промежуточной между средними величинами масс импортных пород и линий белорусской селекции. По сравнению с зеркальными аналогами белорусской (отводка изобелинского карпа смесь зеркальная) и зарубежной селекции (немецкий карп) средняя масса селекционных сеголетков оказалась несколько выше (30,4 г против 16,3 и 26,9 г соответственно).

Выживаемость сеголетков первой генерации второй линии составила 31,9 % и оказалась близка к среднему уровню данного показателя у зеркальных аналогов (смесь зеркальная породы «Изобелинский») (32,3 %) и в целом коллекционных пород карпа белорусской селекции (37,2%) из коллекционного стада, но значительно ниже, чем у коллекционных пород зарубежной селекции (54,0 %).

Во втором варианте выращивания селекционного зеркального карпа (первая генерация, первая линия) сеголетки достигли средней массы тела 33,6 г. То есть масса тела сеголетков селекционного зеркального карпа оказалась выше, по сравнению со средней массой коллекционных пород зарубежной (24,8 г) и белорусской (6,4 г) селекции. Преимущество селекционных сеголетков по массе тела по сравнению с зеркальным аналогом зарубежной селекции (немецкий карп) незначительное (33,6 г против 32,9 г), а по сравнению с отводкой три прим изобелинского карпа (белорусская селекция) отличия весьма значительны (33,6 г против 59,2 г). Выживаемость селекционных сеголетков первой генерации, первой линии оказалась значительно ниже, чем предусмотрено нормативными требованиями и составила 8,0 %. Величины данного показателя у зеркальных аналогов из коллекционного стада отличались незначительно и также были ниже нормативных требований (8,6 % - немецкий карп и 8,0 % - отводка три прим). Средний уровень выживаемости коллекционных пород, выращенных одновременно с селекционным материалом, оказался значительно выше, чем у зеркального карпа разного происхождения и составил 32,1 % у пород зарубежной селекции и 22,2 % у коллекционных белорусских линий.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика рыбохозяйственных показателей сеголетков пятого поколения селекционного зеркального карпа

Породная принадлежность	Количество, экз.		Масса		Выживаемость, %
	посажено	выловлено	общая, кг	средняя, г	
<b>2016 г.</b> Зеркальный карп, I-я генерация, 2-я линия, F <sub>5</sub>	285000	90915	2762,2	30,4	31,9
Импортные породы ( $\bar{x}$ )	9800	5301	60,5	11,4	54,0
Белорусские линии ( $\bar{x}$ )	6400	2379	109,8	46,1	37,2
Зеркальные аналоги: немецкий	3200	1916	31,3	16,3	59,9
Смесь зеркальная (изобелинский)	3200	1034	27,9	26,9	32,3
<b>2017 г.</b> Белорусский зеркальный карп, I-генерация, 1-я линия F <sub>5</sub>	8850	712	23,9	33,6	8,0
Импортные породы ( $\bar{x}$ )	6400	2054	50,9	24,8	32,1
Белорусские линии ( $\bar{x}$ )	27401	6080	38,7	6,4	22,2
Зеркальные аналоги: немецкий	1800	155	5,1	32,9	8,6
три прим (изобелинский)	6136	490	29,0	59,2	8,0
<b>2018 г.</b> Зеркальный карп (F <sub>5</sub> , II-генерация, 2-я линия)	100000	37094	430,3	11,6	37,1
Импортные породы ( $\bar{x}$ )	16500	6945	179,3	25,8	42,1
Белорусские линии ( $\bar{x}$ )	380500	146520	3083,6	21,0	38,5
Смесь зеркальная (изобелинский)	20000	7435	98,8	13,3	37,2
<b>2019 г.</b> Зеркальный карп, II-я генерация, 1-я линия	2000	744	24,2	32,5	37,2
Импортные породы ( $\bar{x}$ )	21300	6841	85,6	12,5	32,1
Белорусские линии ( $\bar{x}$ )	25800	9082	242,2	26,7	35,2
Зеркальные аналоги: три прим (изобелинский)	5600	3517	70,9	20,2	62,8
немецкий	12300	4332	46,3	10,7	35,2
<b>Итого:</b> зеркальный карп, 1-я линия	10850	1456	48,1	33,0	13,4
зеркальный карп, 2-я линия	385000	128009	3132,5	24,9	33,2
$\bar{x}$ селекционные линии	395850	129465	3240,6	25,0	32,7
Импортные породы ( $\bar{x}$ )	54000	21141	376,3	17,6	39,2
Белорусские линии ( $\bar{x}$ )	440101	164061	3474,3	21,2	37,3
Зеркальные аналоги: изобелинский	34936	12476	226,6	18,2	35,7
немецкий	17300	6403	82,7	12,9	37,0

При формировании второй генерации второй линии пятого поколения белорусской зеркальной породы карпа, установлено отставание прироста массы тела зеркальных сеголетков по сравнению с племенным

коллекционным материалом разной породной принадлежности. Существенных различий между селекционными сеголетками и зеркальным аналогом белорусского происхождения не установлено. Выживаемость сеголетков селекционного зеркального карпа составила 37,1 %, что близко по величине к среднему уровню данного показателя у линий белорусской селекции (38,5 %), но уступает коллекционным породам зарубежной селекции (42,1 %). Отклонения от зеркального аналога белорусской селекции (отводка изобелинского карпа смесь зеркальная) не существенны (37,1 % против 37,2 %).

У селекционных сеголетков второй генерации первой линии средняя масса тела составила 32,5 г и оказалась выше, чем средний уровень данного показателя у коллекционных пород и линий зарубежной и белорусской селекции (12,5 г и 26,7 г соответственно). Селекционные зеркальные сеголетки также характеризовались повышенной массой тела по сравнению с зеркальными аналогами (32,5 г против 20,2 утри прим и 10,7 г у немецкого карпа). Величины выживаемости сеголетков селекционного зеркального карпа, среднего уровня сеголетков белорусской и зарубежной селекции, а также немецкого карпа колебались в узких пределах 32,1 – 37,1 %, то есть выявленное преимущество селекционных сеголетков не значительно. Среди групп сеголетков разного происхождения, выращенных одновременно со второй генерацией первой линии селекционного зеркального карпа, повышенная выживаемость отмечена у отводки изобелинского карпа три прим (62,8 %).

Сравнительная характеристика средних значений основных показателей, определяющих рыбохозяйственную ценность селекционных сеголетков, представлена на рисунках 1 и 2.

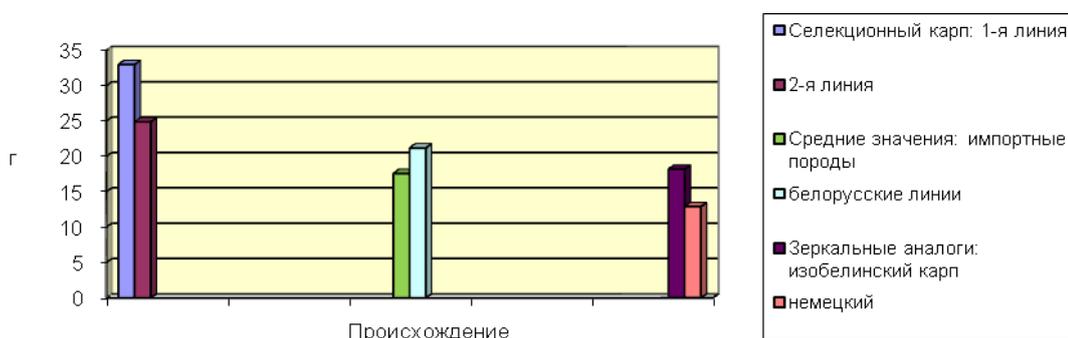


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика средней массы сеголетков пятого поколения селекционного белорусского зеркального карпа

Средняя масса сеголетков селекционного зеркального карпа первой линии пятого поколения значительно выше среднего показателя коллекционных линий белорусской и зарубежной селекции. Сеголетки первой линии отличались повышенной средней массой тела по сравнению со средней массой зеркальных аналогов, особенно по сравнению с немецким карпом (коллекционная порода зарубежной селекции). Средняя масса сеголетков второй линии селекционного зеркального карпа оказалась несколько ниже, чем первой, но тоже превосходит средние показатели коллекционных линий белорусской и зарубежной селекции. Наиболее значимые отклонения в сторону увеличения массы тела установлены при сравнении второй линии со средним уровнем показателя у коллекционных пород зарубежной селекции, а также с немецким карпом (зеркальный аналог зарубежной селекции).

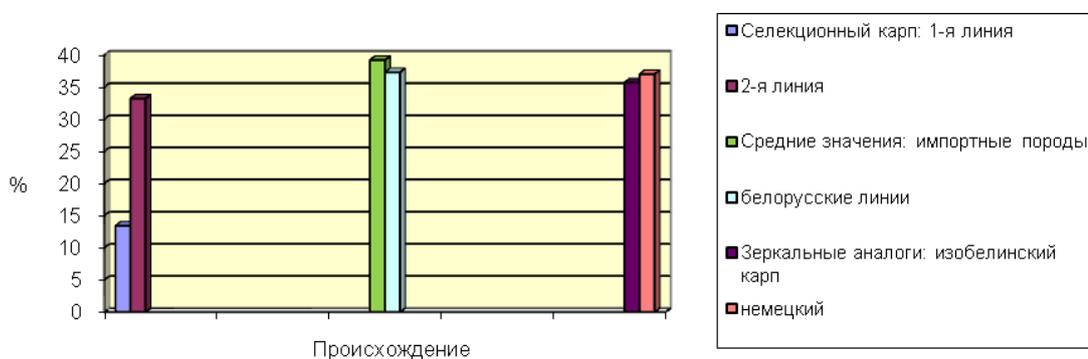


Рисунок 2 – Сравнительная характеристика выживаемости сеголетков пятого поколения селекционного белорусского зеркального карпа

По выживаемости сеголетков за период выращивания селекционный зеркальный карп уступал среднему значению коллекционных пород и линий, а также зеркальным аналогам белорусской и зарубежной селекции. Особенно значительные колебания показателя выживаемости установлены в первой линии (от 8 до 37,2%). Отклонение величины выживаемости второй линии не значительны.

### Выводы

1. При исследовании основных рыбоводных показателей сеголетков селекционного зеркального карпа установлены значительные колебания массы тела и выживаемости как между линиями, так и между генерациями внутри линий.

2. В пятом поколении селекционного белорусского зеркального карпа установлены различия между средними показателями двух формируемых линий по рыбоводным показателям сеголетков. Сеголетки первой линии селекционного зеркального карпа характеризовались повышенной массой

тела и пониженной выживаемостью за период выращивания по сравнению с сеголетками второй линии.

3. Средний уровень массы тела первой линии селекционного зеркального карпа значительно превосходил среднее значение признака для коллекционных пород и зеркальных аналогов карпа белорусской и зарубежной селекции.

4. Средняя выживаемость сеголетков селекционного зеркального карпа оказалась ниже, чем средний уровень данного признака у коллекционных пород и линий, а также зеркальных аналогов белорусской и зарубежной селекции. Особенно значительные различия установлены по сравнению с первой линией. Отклонение величины выживаемости второй линии не значительны.

### **Список использованных источников**

1. Книга М.В. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика сеголеток исходного селекционного материала зеркального карпа / М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Ус // Рибогосподарська наука України. Сб. научн. тр. - №2. – Киев, 2011. – С. 103-109

2. Книга М.В. Схема селекции породы карпа «Белорусский зеркальный» / М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Ус, В.В. Шумак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2009. – вып. 25. – С. 37-43.

3. Радько М.М. Аквакультура Беларуси потенциальные возможности и стратегия их реализации / М.М. Радько // Сб. научн. тр. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2008. – Вып. 24. – С. 12-15.

4. Таразевич Е.В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа: моногр. /Е.В.Таразевич - Минск, 2008. - 224с.

5. Таразевич Е.В. Сравнительная оценка рыбохозяйственных показателей сеголетков карпа с разным чешуйным покровом /Е.В. Таразевич, М.В. Книга, А.П. Ус, Л.М. Вашкевич, И.А. Трубач, Л.С. Тентевицкая, А.П. Семенов, В.В. Шумак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып. 23.– Минск, 2007.– С. 262-271.

6. Таразевич Е.В. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции. /Е.В.Таразевич, М.В.Книга, А.П.Семенов, В.Б.Сазанов, Л.С.Дударенко, А.П.Ус //Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6-20.

7. Таразевич Е.В. Фенотипическая характеристика сеголетков зеркального карпа разного происхождения /Е.В. Таразевич, М.В. Книга, И.А.

Трубач, Л.М. Вашкевич и др. /Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2007. – вып. 23. – С. 229-238.

8. Чутаева А.И. Инструкция по серийному мечению племенных производителей карпа органическими проционовыми красителями /А.И.Чутаева, А.П.Семенов, Е.В.Таразевич, И.В.Чимбур //Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 20-25.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРАСНУХИ ПРУДОВЫХ РЫБ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА**

**Спиридонов А.В.<sup>1</sup>, Капитова И.А.<sup>2</sup>, Гузеева А.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет -МСХА  
им. К.А. Тимирязева, E-mail: spi-a@yandex.ru

<sup>2</sup>«СЖС Восток Лимитед»

<sup>3</sup>«СЖС Восток Лимитед»

**METHOD OF DETECTION OF THE POND FISHES REDDING USING  
AN IMMUNO-ENZYMAL ANALYSIS**

**Spiridonov A.V., Kapitova I. A., Guzeeva A.A.**

**Резюме.** Ввиду отсутствия эффективных средств специфической профилактики краснухи прудовых рыб очевидно, что ранняя диагностика – один из важнейших и результативных способов борьбы с данной болезнью.

Данное исследование посвящено разработке методов, предназначенных для быстрого обнаружения антител к возбудителям краснухи прудовых рыб (*Aeromonas punctata*, *Pseudomonas* sp., *Rhabdovirus cyprini*). Предложенный метод определения краснухи прудовых рыб (далее по тексту КПП) с применением иммуноферментного анализа позволяет в рамках лабораторного мониторинга быстро, качественно и своевременно проводить диагностику болезней прудовых рыб. Небольшая стоимость диагностических наборов, возможность автоматизации всех этапов проведения реакции, возможность ранней диагностики заболевания указывают практическую ценность использования данной методики для быстрого установления диагноза.

**Ключевые слова:** ИФА, краснуха прудовых рыб, *Aeromonas punctata*, *Pseudomonas* sp., *Rhabdovirus cyprini*, весенняя вирусная болезнь.

**Summary.** Due to the lack of effective means of specific prevention of rubella of pond fish, it is obvious that early diagnosis is one of the most important and effective ways to combat this disease.

This study focuses on the development of methods for rapid detection of antibodies to the causative agent of rubella pond fish (*Aeromonas punctata*, *Pseudomonas* sp., *Rhabdovirus cyprini*). The proposed method for determining rubella pond fish (hereinafter referred to as CRC) using enzyme immunoassay allows laboratory monitoring quickly, efficiently and in a timely manner to diagnose diseases of pond fish. The low cost of diagnostic kits, the ability to automate all

*stages of the reaction, the possibility of early diagnosis of the disease indicate the practical value of using this technique for rapid diagnosis.*

**Keywords:** *IFA, rubella of pond fish, Aeromonas punctata, Pseudomonas sp., Rhabdovirus cyprini, spring viral disease*

### **Введение**

Краснуха — заразная болезнь, которая, по мнению одних исследователей вызывается вирусом, по мнению других - бактериями. Существуют объективные свидетельства в пользу обеих гипотез. По-видимому, под термином "краснуха" скрывается несколько болезней со сходной симптоматикой. На основании исследований, проведенных Всесоюзным институтом экспериментальной ветеринарии, предложено выделять три самостоятельных болезни: аэромоноз, вызываемый бактериями *Aeromonas punctata*, псевдомоноз, вызываемый бактериями рода *Pseudomonas*, и весеннюю вирусную болезнь, вызываемую вирусом *Rhabdovirus cyprini* [1].

Для лечения рыб используют такие препараты, как левомицетин, тетрациклин, биомицин, метиленовая синь и ряд других препаратов. В последние годы в практику вошло применение препаратов - пробиотиков. Лечение назначается только врачом - ихтиопатологом с учетом множества факторов, касающихся конкретного водоема. Неквалифицированное использование антибиотиков может вызвать отрицательный результат.

Единственным надежным методом оздоровления хозяйства от краснухи является летование, во время которого пруды осушаются, подвергаются обработке дезинфектантами, а рыбы всех возрастных групп сдаются в торговую сеть или утилизируются. Если больные рыбы обитают в источнике водоснабжения хозяйства, оздоровить его практически невозможно [2].

Также следует помнить про вирулентность бактерий *Aeromonas punctata* и *Pseudomonas sp.* Согласно литературным данным, эти бактерии развили устойчивость к большинству химиотерапевтических агентов. Из этого следует, что потребуются приложить огромные усилия для контроля болезней, а не ее лечения, которое в большинстве случаев является рискованным и дорогостоящим [4].

Диагноз на весеннюю вирусную болезнь (ВВБ), вызываемую вирусом *Rabdovirus cyprini* ставят на основании клинико-анатомической картины, эпизоотологических данных и результатов вирусологических исследований: выделения вируса, его серологической идентификации и подтверждения вирулентности в биопробе, а также использования ИМФ-метода и ПЦР. Исследования проводят в соответствии с Методологическими указаниями по лабораторной диагностике вирусных болезней рыб [3].

На сегодняшний день основным методом идентификации КБР (*Aeromonas punctata*, *Pseudomonas sp.*, *Rabdovirus cyprini*) клинико-анатомического анализа патологических изменений. Клинико-морфологическая картина при аэромонозе прудовых рыб отличается от ВВК и псевдомоноза карпов более разнообразным симптомокомплексом и динамикой развития патологического процесса: постепенной сменой или комбинацией острой септической, подострой асцитно-язвенной и хронической язвенной формы. Указанную стадийность развития и проявления болезни считаем важным дифференциально-диагностическим признаком аэромоноза, отличающим его от псевдомоноза и ВВК [4].

Окончательный диагноз базируется на результатах вирусологических исследований по выделению и серологической идентификации вируса.

При КПР болезнь сопровождается высокой смертностью - 80%-100%. Такое быстрое течение болезни может быть результатом мутаций, приводящих к появлению нового свойства, позволяющего бактериям адаптироваться к новым условиям окружающей среды [5]. Инкубационный период длится от 7 до 30 дней в зависимости от температуры воды [10]. Однако, допускается проведение идентификации видов бактерий с использованием химических методов анализа.

**Целью работы** является создание методики определения краснухи прудовых рыб с применением иммуноферментного анализа является проведение экспресс-идентификации с использованием комплексного диагностического набора с определением не только вирусного возбудителя болезни, а также бактериальных патогенов в рамках лабораторного контролю за распространением КПР.

#### **Материалы и методы**

При анализе системой MALDI-TOF-MS (матричная лазерная десорбция / масс-спектрометрия) использовали изоляты. Их готовили для масс-спектрометрии в соответствии со стандартным протоколом, рекомендованным компанией Bruker [12].

Всегда следует помнить о целесообразности выбранного метода идентификации возбудителя КПР. К примеру:

- Биохимия: медленно, не всегда специфично;
- типирование: быстро, специфично, но дорого;
- Диагностическая ПЦР (культура, необходимая для создания мишени-теста);
- Серологические полевые испытания (на основе ELISA-иностранный производства);
- Белковый метод: MALDI TOF: быстрый, специфичный, дорогой аппарат;

- Антибиограмма (необходима чистая культура) [6].

Исходя из этого, следует в рамках профилактических мероприятиях использовать методику определения краснухи прудовых рыб с применением иммуноферментного анализа. Это позволит значительно сократить время проведения экспертизы (подготовка пробы, проведение реакции, учет результатов реакции). В течение 1-2 часов поставить точный диагноз, определить КПП.

#### **Назначение методики**

Методика позволяет выявить специфические антитела к возбудителям краснухи прудовых рыб (*Aeromonas punctata*, *Pseudomonas sp.*, *Rabdovirus cyprini*) с помощью специальных биохимических реакций, которые помогают определить присутствие или отсутствие антител и их количество.

Преимущества ИФА относительно других методов обнаружения антигенов и антител:

- высокая чувствительность, которая, составляющая 90%;
- стабильность при хранении всех ингредиентов, необходимых для проведения ИФА (год и более);
- быстрота и удобство проведения диагностической реакции;
- возможность использовать минимальные объемы исследуемого материала;
- возможность автоматизации всех этапов проведения реакции;
- небольшая стоимость диагностических наборов;
- возможность ранней диагностики инфекции;
- унифицированность и пригодность для массовых обследований;
- легкость в отслеживании динамики развития процесса инфекционного заболевания [9].

#### **Принцип метода**

Генетически чужеродные вещества, попадая в организм высших животных и человека, способны вызывать в них ряд специфических процессов, направленных на их удаление из организма. Система организма, выполняющая эту функцию, называется иммунной системой, а сами процессы – иммунологическими. К важнейшим из них следует отнести образование специфических белков крови – антител (иммуноглобулинов).

На поверхности молекулы сложного антигена можно выявить функциональные группы или остатки, обуславливающие антигенную специфичность, называемые антигенными детерминантами или эпитопами. Число эпитопов на поверхности сложной молекулы определяет валентность антигена. Понятие антигенная детерминанта включает в себя последовательность образующих ее химических функциональных групп и их пространственное расположение.

Антигенные детерминанты белков бывают двух типов – секвенциальные, т.е. представляющие собой последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи, и конформационные, образованные аминокислотными остатками из различных частей белковой глобулы.

Биологическая функция антител заключается в защите организма от проникновения чужеродных веществ путем образования прочных специфических иммунных комплексов с соответствующими антигенами и последующего удаления их из организма. Способность антител образовывать высокоспецифичные прочные иммунокомплексы с различными веществами и возможность получения антител в необходимых количествах являются основой иммунохимических методов анализа.

Принципиально важным является то, что поликлональные антитела даже против одной-единственной антигенной детерминанты гетерогенны как по структуре активного центра, так и по физико-химическим свойствам. В том случае, если антиген поливалентен, например, белок, то в сыворотке крови образуются антитела, направленные против каждой индивидуальной антигенной детерминанты, что еще более усложняет состав антител [7].

#### **Подготовка исследуемого материала**

Для обнаружения антигенов к *Aeromonas punctata*, *Pseudomonas sp.*, *Rhabdovirus cyprini* в качестве испытуемого используют биопсийный материал внутренних органов (почка, печень, селезенка), соскобы с язв (взятые поверхности тела больных рыб), экссудат и/или вируссодержащую надосадочную жидкость культур клеток. Для получения 10%-ной суспензии биоматериал гомогенизируют до получения однородной массы на ФСБ (рН 7,2-7,4). Полученную суспензию сливают в стерильную посуду и используют для исследования [8].

#### **Подготовка компонентов для постановки реакции**

Для промывания планшетов, при постановке реакции, готовят содержащий твин-80 фосфатно-солевой буфер: размешивают содержимое флакона с ФСБ-Т\*25, при выпадении в концентрате осадка прогревают его до полного растворения солей, и разводят дистиллированной водой до 700 мл. Хранят при 4°C до 5 суток.

Растворы конъюгатов №1, 2, 3 в рабочем разведении готовят непосредственно перед использованием, к 0,05 мл концентрированного раствора добавляют 15 мл раствора для разведения конъюгата (РК), тщательно перемешивают.

Раствор ТМБ готов к применению, непосредственно перед использованием отбирают в пластиковую ванночку 12 мл. Остатки раствора

ТМБ из ванночки нельзя сливать во флакон с исходным раствором ТМБ. Хранят при 4°C в течение всего срока годности набора [11].

### **Постановка реакции**

Перед началом анализа лунки планшета промывают один раз промывочным раствором. В каждую лунку вносят по 300 мкл раствора, через пять минут после заполнения лунок раствор аккуратно удаляют. Остатки влаги из лунок тщательно удаляют, постукивая перевернутым планшетом по фильтровальной бумаге.

В первые лунки рядов планшета сенсibilизированных иммуноглобулинами к IPN, ИHN и VHS вносят по 100 мкл специфических положительных антигенов (IPN K+, ИHN K+, VHS K+). Во вторые лунки каждого ряда вносят 100 мкл отрицательного антигена. Во все остальные лунки по 100 мкл исследуемых образцов (желательно делать 2-3 повторности). Лунки на планшете сенсibilизированы следующим образом: иммуноглобулинами к IPN (1, 4, 7, 10 ряды), ИHN (2, 5, 8, 11 ряды), VHS (3, 6, 9, 12 ряды). Внесение материала в плашку сопровождают тщательным перемешиванием пипетированием в течение 5-7 секунд. Планшет инкубируют при комнатной температуре (21-25°C) 60 минут.

Растворы конъюгатов № 1, 2, 3 в рабочем разведении готовят за пятьдесят минут до окончания инкубации.

По окончании инкубации планшет отмывают четыре раза ФСБ-Т от не связавшихся антигенов, после чего удаляют влагу постукивая перевернутым планшетом по фильтровальной бумаге.

В лунки рядов 1, 4, 7, 10 планшета вносят по 100 мкл раствора конъюгата 1 (IPN) в рабочем разведении. В лунки рядов 2, 5, 8, 11 планшета вносят по 100 мкл раствора конъюгата 2 (ИHN) в рабочем разведении. В лунки рядов 3,6,9,12 планшета вносят по 100 мкл раствора конъюгата 3 (VHS) в рабочем разведении. Планшет инкубируют при комнатной температуре (21-25°C) 60 минут. По окончании инкубации планшет отмывают четыре раза ФСБ-Т после чего удаляют влагу постукиванием.

Во все использованные лунки планшета вносят по 100 мкл раствора ТМБ. Для внесения раствора ТМБ используют пластиковую ванночку, входящую в состав набора. Планшет инкубируют при комнатной температуре, в защищенном от света месте, 25-30 минут. Реакцию заканчивают добавлением во все лунки 100 мкл стоп-реагента.

### **Учет результатов**

Результаты реакции учитывают через 2-3 минуты после добавления стоп-реагента, проводя измерение оптической плотности (ОП) в каждой лунке на спектрофотометре с вертикальным лучом света при длине волны 450 нм

или визуально. Результаты исследований учитывают только при соблюдении следующих условий:

- значение ОП в лунке с отрицательным контролем не более 0,30 о.е.
- значение ОП в лунке с положительным контролем не менее 0,62 о.е.

Реакцию оценивают по формуле и выражают в виде процента реактивности:

$$\text{процент реактивности (\%)} = (\text{ОП}-\text{ОПК-})/(\text{ОПК+}-\text{ОПК-}) \times 100\%,$$

где ОП - оптическая плотность образца, ОПК+ - оптическая плотность положительного контроля, ОПК - оптическая плотность отрицательного контроля.

Границы пороговых значений: при величине % >22% реакция считается положительной, значение % <10% - реакция отрицательная, а диапазон % от 10% до 22% - сомнительные результаты реакции [13].

### **Заключение**

Ввиду отсутствия эффективных средств специфической профилактики краснухи прудовых рыб очевидно, что ранняя диагностика – один из важнейших и результативных способов борьбы с данной болезнью.

Данное исследование посвящено разработке методов, предназначенных для быстрого обнаружения антител к возбудителям краснухи прудовых рыб (*Aeromonas punctata*, *Pseudomonas sp.*, *Rhabdovirus cyprini*). Предложенный метод определения краснухи прудовых рыб (далее по тексту КПП) с применением иммуноферментного анализа позволяет в рамках лабораторного мониторинга быстро, качественно и своевременно проводить диагностику болезней прудовых рыб. Небольшая стоимость диагностических наборов, возможность автоматизации всех этапов проведения реакции, возможность ранней диагностики заболевания указывают практическую ценность использования данной методики для быстрого установления диагноза.

### **Список использованных источников**

1. Васильков Г.В., Грищенко Л.И., Енгашев В.Г. и др. Болезни рыб. Справочник. Под ред. В.С. Осетрова - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 288 с. ил.
2. Вербицкая И.Н. и др. Основные болезни прудовых рыб. М., "Колос", 1972.- 72с.
3. Скогорева А.М., Манжурина О.А., Ромашов Б.В. Диагностика заразных болезней рыб / учебное пособие. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2016. – 108 с.

4. Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV Международной конференции 24 – 27 сентября 2015 года // Борок: Изд-во ФГБУН Ин-т биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, 2015. – 588 с.
5. Справочник по болезням рыб. Под ред. В.С. Осетрова. М., «Колос», 1978. - 351с.
6. А.М. Егоров, А.П. Осипов и др. Теория и практика иммуноферментного анализа - М.: Высшая школа, 1991.
7. Лиманский В.В., Бекина Е.Н. К методу определения общего белка в сыворотке крови рыб // Физиология основных объектов рыбоводства: Сб. науч. тр. М.: ВНИИПРХ, 1984. Вып. 42. - С. 125-129.
8. Shayo S.D., Mwita C.J., Hosea K. M. Virulence of *Pseudomonas* and *Aeromonas* bacteria recovered from *Oreochromis niloticus* (Perege) from Mtera hydropower. – Dam, Tanzania, Scholars Research Library, *Annals of Biological Research*, 2012, 3 (11): 5157-5161.
9. Pękala-Safińska A. Contemporary Threats of Bacterial Infections in Freshwater Fish // *J. Vet. Res.* 2018; 62(3): 261–267.
10. Walczak N., Puk K., and Guz L. Bacterial Flora Associated with Diseased Freshwater Ornamental Fish. // *J. Vet. Res.* 2017. 61(4): 445–449.
11. Haenen O. Major bacterial diseases affecting aquaculture // *Aquatic AMR Workshop Mangalore, India*, 2017: 10-11.
12. Marwa F., Abd El-Kader T., Mousa-Balabe M. Isolation and Molecular Characterization of Some Bacteria Implicated in the Seasonal Summer Mortalities of Farm-raised *Oreochromis niloticus* at Kafr El-Sheikh and Dakahlia Governorates // *Journal of Veterinary Sciences*, 2017. Vol. 53 (2): 107-113.

**О НЕОБХОДИМОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ  
ВОДОВОДНЫХ КАНАЛОВ**

**Старко Н.В.**

*Научно-исследовательское учреждение «Украинский НИИ  
экологических проблем», г. Харьков, Украина, [nikolaj.starko@gmail.com](mailto:nikolaj.starko@gmail.com)*

**ON THE NEED FOR ENVIRONMENTAL MONITORING AND  
EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL  
RECLAMATION OF DRAINAGE CHANNELS**

**Starko N.V.**

Основной принцип эксплуатации хозяйств пастбищной аквакультуры — рациональное использование природного продукционного потенциала, а основной метод интенсификации — реконструкция ихтиофауны путем подбора поликультуры рыб, эффективно использующей кормовую базу водоемов. Степень реконструкции экосистемы конкретного водоема определяется его особенностями (ценностью аборигенной ихтиофауны, продукционными возможностями). Приоритетное значение при реконструкции ихтиофауны отводится консументам первого и второго порядка - растительноядным и мирным животнойядным рыбам. Особое место в проблеме рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб занимает биомелиорация [1].

Интенсивное зарастание водоемов различного хозяйственного назначения резко снижает их эксплуатационные показатели. Отрицательно сказывается зарастание и на функционирование ирригационных систем. В то же время, используя комплекс растительноядных рыб, можно получить биомелиоративный эффект и уменьшить затраты на предотвращение зарастаемости водоемов. Вместе с тем, необходимо учитывать то обстоятельство, что при выращивании, прежде всего, белого амура, существует опасность перезарыбления водоемов и водотоков, что может отрицательно сказаться на аборигенной ихтиофауне [2].

В отличие от рек, в которых формирование гидрохимического и гидробиологического режимов, как правило, происходит постепенно, водоснабжающие каналы получают воду из водоисточников с уже сформированными гидрохимическими и гидробиологическими показателями. По трассе каналов они в большей или меньшей степени трансформируются и приобретают специфические особенности. Каналы характеризуются наличием различных гидротехнических сооружений, оказывающих влияние на водные экосистемы. Экосистемы каналов во многом зависят от режима эксплуатации,

а также источников питания и гидротехнических особенностей [3]. И при нерегулярной работе канала дополнительным фактором, оказывающим существенное влияние на его гидрохимический и гидробиологический режимы канала становятся резкие колебания проточности [4].

Определяющую роль в формировании качества воды в каналах играют внутриводоемные процессы. Гидробиологический режим каналов обуславливает направленность и интенсивность процессов самоочищения и биологического самозагрязнения. Качество воды в каналах в значительной степени является продуктом функционирования их экосистем.

Результаты многолетних исследований показали, что в процессе эксплуатации практически всех каналов Украины возникают серьезные биологические помехи. Массовое развитие планктонных организмов (особенно «цветение» воды), обрастания откосов нитчатými водорослями, поселение моллюска дрейссены, кроме создания механических помех могут служить причиной ухудшения качества воды по многим показателям [5].

В каналах питьевого водоснабжения зачастую единственным способом борьбы с биологическими помехами и улучшения качества воды является биологический. Суть этого способа состоит во вселении и вылове по биологически обоснованным, с учетом особенностей каждого конкретного канала, рыб-мелиорантов.

Имеющейся в УКРНИИЭП опыт разработки мероприятий по проведению биологической мелиорации водных объектов разного хозяйственного назначения (Печенежского, Краснооскольского и Краснопавловского водохранилищ в Харьковской области, Днепровских водохранилищ, водоемов-охладителей Змиевської ТЭС и Курской АЭС и др.) позволил изучить состояние экосистем и разработать Режимы биологической мелиорации участка канала Днепр-Донбасс, и Южного водохранилища в конце канала Днепр-Кривой Рог [6-9].

Считается, что проведение биологической мелиорации позволяет не только более полно и рационально использовать кормовые ресурсы водоема и получать дополнительную рыбную продукцию, но прежде всего стабилизировать состояние гидробиоценозів подобных водоемов и улучшать их эксплуатационные свойства. В то же время, экосистемы водных объектов особенно чувствительны к изменениям различных факторов воздействия.

Следует учитывать то, что разносторонние биотические взаимоотношения связывают гидробионтов с компонентами водоема в единую экосистему. Наличием подобных связей обеспечивается устойчивость структуры водного сообщества в целом, и они в значительной степени влияют на процессы, происходящие в водоеме. Организмы чутко реагируют на изменения в окружающей среде, даже при незначительных колебаниях

биологических параметров отдельных групп видов может происходить полная перестройка структуры гидробиоценоза.

Чужеродные виды рыб, которые применяются для ихтиомелиорации, могут представлять определенные инвазионные риски. При этом существенные негативные влияния, по мнению отдельных авторов, могут быть вызваны даже те виды рыб, которые не способны размножаться и создавать устойчивые популяции в новых для них водных объектах. Так необоснованно высокие плотности посадки белого амура привели к коренным изменениям в экосистеме озера Большие Швакшты, что выразилось в существенном ухудшении качества воды и снижении рекреационного потенциала этого водоема [10].

Все большую обеспокоенность вызывает влияние аквакультуры, в частности использование иностранных видов, на биоразнообразии [11]. При этом это влияние часто является потенциально разрушительным [12]. Поэтому при оценке экологической эффективности биологической мелиорации водных объектов должен осуществляться контроль состояния гидроценозов, водного объекта, на котором проводятся биомелиоративные мероприятия.

При проведении биологической мелиорации каналов с использованием белого амура отмечались сукцессии высших водных растений. Так, вселение белого амура в два малых водохранилища, которые снабжались водой из Каракумского канала (Куртлинське - и Восточное) обусловило зоогенные сукцессии высших водных растений. Ранее акватория обоих водохранилищ на 60-100% зарастала урутью Колосова, эпизодически встречался лютик водяной Риона - возможно, ядовитый для амура. После вселения белого амура уруть исчезла, а количество лютика значительно увеличилось. Других погруженных макрофитов обнаружено не было [14].

В 2010 году УКРНИИЭП на основании изучения экологического состояния канала «Днепр-Донбасс» разработал проект режима проведения работ по его биологической мелиорации. Были рассчитаны нормативы зарыбления рыбами-мелиорантами (дальневосточными растительноядными рыбами) участка канала Днепр-Донбасс от главного водозаборного сооружения до насосной станции № 9 [8].

При оценке экологической эффективности биологической мелиорации участка канала Днепр-Донбасс где проводилась биологическая мелиорация, было установлено снижение удельных биомасс ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ) и площадей зарастание высшими водными растениями ложа канала. Кроме того, наблюдалось резкое (в 5-10 раз) снижение поступления биопомех (водных растений) и нарастания поселений дрейссены на решетках насосных станций. Полученные факты свидетельствуют о перспективности и необходимости продолжения биомелиоративных работ на трассе канала Днепр-Донбасс [15].

Комплексные исследования влияния биомелиорантов как на экологические системы водных объектов, так и на их функциональные характеристики с позиций основного водопользователя/водопотребителей проводятся редко, хотя такие исследования позволяют не только оценивать характер и степень влияния мелиорантов, но и корректировать отдельные элементы биомелиоративных работ. Анализ данных литературы и проведенные в НДУ УКРНИИЭП работы, показывают, что проведение биологической мелиорации, кроме улучшения экологического состояния водных объектов различного хозяйственного назначения, может улучшать их эксплуатационные характеристики [16].

**Вывод.** Таким образом, данные литературы и результаты исследований УКРНИИЭП свидетельствуют о необходимости экологического контроля эффективности биологической мелиорации водоводных каналов.

Эффективность биологической мелиорации может определяться по снижению удельных биомасс ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), площадей зарастания высшими водными растениями ложа канала, уменьшению поступления биопомех (водных растений) и нарастанию поселений дрейссены на решетках насосных станций.

#### **Список использованных источников**

1. Багров А.М., Автонов Ю.С. Состояние естественного биопродукционного потенциала внутренних водоемов и методы его повышения. – Известия ТСХА. – Выпуск 2. – 2005 год. – С. 78-88.

1а. Серветник Г.Е., Шаляпин Г.П., Шишанова Е.И. и др. Научное обеспечение развития сельскохозяйственного рыбоводства и внедрение инновационных технологий / ГНУ ВНИИР Россельхозакадемии. – М.: Изд-во РГАУМСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. 162 с.

2. Окснюк О.П., Стольберг Ф. В Управление качеством воды в каналах. Киев: Наукова думка, 1986. – 176с.

3. Васенко А.Г., Старко Н.В. Анализ необходимости и возможности проведения мероприятий по биологической мелиорации канала Днепр-Донбасс в условиях его нерегулярной эксплуатации. - V міжнар. науково-техніч інтернет- конф «Ресурсозбереження та енергоефективність інженерної інфраструктури урбанізованих територій». – Харків: ХНАГХ, 2013. eprints.kname.edu.ua/32199/1/20.pdf

4. Окснюк О.П., Олейник Г.Н., Шевцова Л.В. и др. Гидробиология каналов Украинской ССР. - Киев: Наукова думка, 1990. – 240с.

5. Колесников В.Н., Коваль Н.В., Шевченко П.Г. Состояние промысловой ихтиофауны Орельковского малого водохранилища. Ред. Гидробиол. журн. АН УССР. – Киев, 1989. – 14с. – Деп. В ВИНТИ 07.08.89, № 5325-В89.

6. Васенко А.Г., Старко Н.В., Колесник А.Н. и др. Анализ необходимости и возможности биологической мелиорации Краснопавловского водохранилища. – Мат. У Міжнар. наук.-практ. конф. “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення”: Сб. наук. ст. у 2-х т. Т. 1/УкрНДІЕП. – Харків: Райдер, 2009. – С. 233-238.

7. Васенко А.Г., Старко Н.В. О биологической мелиорации водных объектов различного хозяйственного использования. Збірник статей VII Всеукр. наук.-практ. конф. «Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України». м. Запоріжжя, ЗДІА, 2011р. – С. 81-83.

8. НТО по теме «Изучение современного экологического состояния участка канала Днепр-Донбасс от головного водозабора до девятой насосной станции с целью разработки биологического обоснования и режима проведения работ по его биологической мелиорации» (х/д № 184/1.1). - Харьков: УкрНИИЭП, 2010г. – 67с.

9. Старко Н.В. Экологический мониторинг хода биологической мелиорации Южного водохранилища на трассе канала Днепр-Кривой Рог// XI Міжнародна наук.-практ. конф. “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення”: Сб. наук. ст. / УкрНДІЕП. – Х.: Райдер, 2015. – С. 187-191.

10. Остапеня А.П. Изменение экологической ситуации в озере Большие Швакшты и его причины / А.П. Остапеня, Т.В. Жукова // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2009. – Т. 53. № 3. – С. 98–101.

11. Beardmore JA Mair GC Lewis RI (1997) Biodiversity in aquatic systems in relation to aquaculture. *Aquacult Res* 28:829–839

12. Chapin FSI, Zavaleta ES, Eviner VT, Naylor RL, Vitousek PM, Reynolds HL, Hooper DU, Lavorel S, Sala OE, Hobbie SE, Mack MC, Di’az S (2000) Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405:234–242.

14. Коган Ш.И. О зарастании Каракумского канала и некоторых последствиях вселения в водоемы белого амура. – Гидробиологический журнал. - № 2. – Киев: 1974. – С. 110-115.

15. НТО по теме: Аналіз ефективності проведення робіт по біологічній меліорації каналу Дніпро-Донбас від головної водозабірної споруди до третьої насосної станції за період з 1 вересня 2011 року по 1 жовтня 2012 року. - Харьков: УкрНИИЭП, 2012. – 20с.

16. Васенко А.Г., Старко Н.В. К вопросу о необходимости оценки экологической эффективности биологической мелиорации водных объектов. - The 1st International scientific and practical conference “Science, society, education: topical issues and development prospects”. - Kharkiv, Ukraine: 2019. – С. 354-359.

УДК 502:60:636(045)

**СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ПРИРОДООХРАННОЙ  
ОБРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО  
ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ**

**Субботина Ю.М.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московский государственный университет пищевых  
производств, tu\_beard@mail.ru 8-915-277-28-00*

**MODERN BIOTECHNOLOGY ENVIRONMENTAL WASTE  
TREATMENT AND UTILIZATION OF LIVESTOCK PRODUCTION OF  
FNIMAL FOR FISH CULTIVATION**

**Subbotina Ju.M.**

***Резюме:** в статье представлен обобщенный материал по технологии очистки свиноводческих стоков с помощью естественных биоценозов рыбоводно-биологических прудов очистки с выращиванием рыбопосадочного материала – карпокарася, карпа, толстолобика, личинки щуки. В 4-7 зоне рыбоводства выращивание телянии. Хранение и обеззараживание твердого навоза проводят в навозохранилищах двумя способами: анаэробным и аэробно-анаэробным. Благодаря процессам брожения происходит увеличение температуры за счет термофильных микробов и гибель большинства микроорганизмов, находящихся в экскрементах животных. После обеззараживания (санации) навоз используется как удобрение.*

*Большое внимания необходимо уделять очистке и обеззараживанию жидкой фракции навоза. Наиболее эффективным является биологический метод санации сточных вод. В этом процессе могут участвовать бактерии двух видов: аэробы, развивающиеся в присутствии кислорода, и анаэробы, способные к жизнедеятельности без доступа кислорода. Биологический метод существенно снижает бактериальное загрязнение и содержание биогенных элементов (азота, фосфора, калия) в навозных стоках.*

*Продолжает представлять опасность для здоровья человека всё возрастающий фактор микробиологического загрязнения воды водных объектов. Основными причинами создавшегося неудовлетворительного положения с загрязнением воды водных объектов являются состояние сточных вод, сбрасываемых в одные объекты, и их объемы.*

*Сброс неочищенных навозосодержащих сточных вод создает реальную угрозу жизни и здоровью, что выражается в существенном ухудшении состояния окружающей среды и наличии высокой вероятности попадания патогенных микроорганизмов и вредных химических веществ в источник питьевого водоснабжения.*

Реализация предлагаемой технологии обеспечена адаптацией комплекса микроорганизмов, водорослей, с последующей очисткой зоопланктоном и рыбопосадочным материалом различного трофического уровня.

Одним из наиболее широко распространенных биологических методов очистки, следует считать очистку сточных вод в биологических прудах и их модификациях. С использованием инженерных сооружений типа «Ботаническая площадка» с высшей водной растительностью и выращиванием гуацинтов, плодовоовощных культур, зоопланктона и рыбопосадочного материала. Используемых в дальнейшем для зарыбления прудов, озер и других естественных водоисточников.

**Ключевые слова:** антропогенная нагрузка, микроводоросли, ботаническая площадка, рыбопосадочным материал, охрана окружающей среды, малые реки, биоинженерные сооружения.

**Summary:** in this article the aggregated material of technology of pig-breeding wastewater treatment is presented. Such technology works with the help of natural biocenoses of fish-breeding and biological ponds of cleaning with cultivation of a fish stock as carp-crucian, a carp, a silver carp, a larva of a beetle.

The storage and decontamination of solid manure is carried out in the manure storages in two ways: the first is anaerobic and the second is aerobic-anaerobic. Because of the processes of fermentation, temperature increases, due to the presence of thermophilic microbes, and the majority of microorganisms, which are situated in excrement of animals, die. After disinfection (sanitation) of manure, it can be used as a fertilizer.

More attention should be paid to cleaning and disinfection of fluid fraction of manure. The biological method of sanitation of wastewater is the most effective one. Two types of bacteria can be involved in this process; aerobes, which are developing in the presence of oxygen and anaerobes, which are capable of activity without access to oxygen. The biological method significantly reduces bacterial contamination and the content of biogenic elements (nitrogen, phosphorus, potassium) in the manure effluents.

The escalating factor of microbiological pollution of water in water objects continues to pose a risk to human's health. The main reasons of the current unsatisfactory situation with pollution of water in water objects is a condition of the wastewater dumped in water objects and its volumes.

Dumping of the crude wastewater containing manure creates actual threat for the life and health. It is expressed in an essential aggravation of the environment and existence of high probability of penetration of pathogenic microorganisms and harmful chemicals into a source of drinking water supply.

*Realization of the offered technology is provided with adaptation of a complex of microorganisms, algae, with the next purification by zooplankton and various trophic level fish stock.*

*One of the most widespread biological methods of cleaning should be considered a waste water disposal in biological ponds and their modifications. With the use of engineering constructions like "Botanical platform" with the highest water vegetation and cultivation of hyacinths, fruit and vegetable cultures, zooplankton and a fish stock, used further for stocking of ponds, lakes and other natural water sources.*

**Key words:** *anthropogenic load, microalgas, botanical platform, fish stock, environmental protection, small rivers, bioengineering constructions.*

С ростом техногенного влияния на окружающую среду резко возросло противоречие между биосферой и техносферой. С 60-х годов XX века природоохранная деятельность базировалась на принципе разбавления, отходов производства, что уменьшало концентрацию, но не количество выбрасываемых в окружающую среду вредных веществ.

Антропогенная деятельность человека к настоящему времени достигла колоссальных размеров, что сказывается на ходе важнейших, глобальных процессов биосферы, нарушение которых может привести к весьма опасным последствиям для жизни на Земле. Такое положение послужило причиной появления и распространения понятия «экологический кризис» [5,8], охватывающего не только интенсивную эксплуатацию природных ресурсов, но и необходимость поддержания оптимального качества природной среды. Одним из наиболее реальных и осуществимых направлений разрешения кризисной ситуации является очистка вредных отходов промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

**Цель исследования** оценить современные биотехнологии природоохранной обработки и утилизации отходов животноводческого производства.

Проблема загрязнения окружающей среды в настоящее время носит глобальный характер. Целый ряд международных организаций и правительств разных стран в течение последних 20 – 30 лет предпринимают усилия по реализации мер, направленных на предотвращение загрязнения естественных водоемов, на их защиту от загрязнения продуктами человеческой жизнедеятельности. Существенную долю в загрязнение водных объектов в большинстве стран мира вносят промышленные и сельскохозяйственные предприятия, сточные воды которых содержат специфические загрязнения, не удаляемые на сооружениях коммунальной канализации [2,8].

**Новизна и актуальность** разрабатываемых технологий очистки сточных вод, определяется, прежде всего, природной особенностью. Охрана окружающей среды приобрела мировое значение. Загрязнение водных ресурсов, атмосферного воздуха, почвы и растительности происходит вследствие урбанизации и интенсификации производства.

Актуальнейшей стала проблема «чистой воды», т.е. совершенствование способов охраны водных ресурсов, в первую очередь малых рек и рыбохозяйственных водоемов, от органического, химического, а в некоторых случаях и от радиационного загрязнения. С целью сохранения происходящих в них естественных биологических процессов, обеспечивающих качество артезианских поверхностных и почвенных вод [6].

Реализация технологии обеспечена адаптацией комплекса микроорганизмов, водорослей, с последующей очисткой зоопланктоном и рыбопосадочным материалом различного трофического уровня. Одним из наиболее широко распространенных биологическим методом очистки, следует считать очистку сточных вод в биологических прудах и их модификациях. С целью использованием инженерных сооружений типа «Ботаническая площадка» с высшей водной растительностью и выращиванием гиацинтов, плодовоовощных культур, зоопланктона и рыбопосадочного материала. Используемых в дальнейшем для зарыбления прудов, озер и других естественных водоисточников [1,7,10].

Основной путь решения проблемы «чистой воды» — снижение органических и токсических нагрузок на реки, водохранилища, рыбохозяйственные водоемы, где производят естественное и искусственное рыборазведение.

Навоз, навозная жижа, помет, представляют, собой реальную угрозу для водоемов загрязняя окружающую среду и распространяя инфекции. Наибольшую опасность в этом отношении представляют навозные стоки. Твердый навоз с небольшим содержанием воды складывается на поверхности грунта, где подвергается биотермической обработке, и не представляет большой угрозы. Навозные стоки, образующиеся при гидросмыве в животноводческих помещениях, зачастую попадают в грунтовые воды и поверхностные водоемы.

Разбавление навозных стоков водой ухудшает качество органических удобрений в 5-7 раз, удлиняется срок выживания болезнетворной микрофлоры и яиц гельминтов, т.к. в них не происходят биотермические процессы. Происходит насыщение водоемов и грунтовых вод органическими и минеральными веществами, а также других обитателей водоемов патогенными микроорганизмами. В сточных водах возбудители сальмонеллеза живут до 2,5 лет, туберкулеза - 1,5 года, ящюра - 7 месяцев.

Азотистые вещества, попадая со сточными водами в водоемы, способствуют интенсивному росту водной растительности – сине-зеленых водорослей, что приводит к нарушению биоценоза. Ухудшается качество воды, нарушается кислородный режим, термогидродинамическая характеристика водоема [3,4].

Сброс неочищенных навозосодержащих сточных вод создает реальную угрозу жизни и здоровью, что выражается в существенном ухудшении состояния окружающей среды и наличии высокой вероятности попадания патогенных микроорганизмов и вредных химических веществ в источники питьевого водоснабжения.

Проведенные нами экспериментальные исследования и внедренческий опыт, наглядно показали возможность использования в определенном соотношении диатомовых, зеленых и протококковых микроводорослей для очистки высокоминерализованных сточных вод и загрязненных водоемов [10].

**Результаты экспериментальных исследований.** Результатом всех этих исследований явилась разработка биотехнологических методов очистки сточных вод, а также разработка альтернативных методов очистки животноводческих стоков с использованием гидробиоценозов (использованием высшей водной растительности) [8,9].

Разработаны ветеринарно-санитарные правила использования естественной биологической очистки животноводческих стоков при подготовке их для орошения и рыбозаведения, а также использование животноводческих стоков прошедших очистку в рыбоводно-биологических прудах на оборотное водоснабжение [10].

В течение последних 5-7 лет мы для утилизации очищенных сточных вод использовали биотехнологические особенности выращивания рыбы, в частности подращивания молоди щуки, в рыбоводно-биологических прудах очистки.

Первые экспериментальные работы по выращиванию рыбопосадочного материала в прудах биологической очистки были проведены нами 1990 - 2005 г г., в экспериментальном свиноводческом хозяйстве «Кленово-Чегодаево» Подольского района Московской области. Нам удалось вырастить сеголеток карпа, а позднее в тех же прудах мы выращивали сеголеток карпа в поликультуре с толстолобиком. Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре представлены в таблице 1. В 1999 г получено авторское свидетельство на изобретение на «Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов», в последствии была разработана технология выращивания рыбопосадочного материала в рыбоводно-биологических прудах очистки [7,8]. В последние годы в рыбоводно-биологических прудах экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево» Подольский район в течение месяца была подращена молодь щуки до навески 1,2 грамма.

Таблица 1 – Результаты выращивания сеголеток карпа и толстолобика в поликультуре

Вид рыбы	№ пруда	Площадь пруда, га	Посажено личинок по факту			Выловлено сеголеток по факту					Рыбопродуктивность кг/га
			Всего тыс. шт	Средняя масса, мг	На 1 га	Тыс. шт	Средняя масса, г	Тыс.шт в расчете на га	% выхода	Общий вес выловленной рыбы	
каrp толстолобик	66	0,125	5	0,25	40	3,6	25,6	28,8	72,0	92,1	736,8
			1,5	0,12	12	1,2	20,4	8,2	80,0	24,5	196,0
Всего			6,5		52	4,8	-	37,0	73,8	116,6	932,8
каrp толстолобик	66	0,125	5	0,25	40	3,6	25,1	28,8	72,0	90,4	723,2
			1,5	0,12	12	1,25	22,2	10,0	80	27,8	222,4
Всего			6,5		52	4,85	-	38,8	74,6	118,2	945,6

В рыбоводно-биологический пруд, последнюю ступень очистки, были высажены производители щуки, которые с профилактической целью были предварительно на 5 минут высажены в 5% солевой раствор. В рыбоводно-биологический пруд была высажена одна самка 4-х летнего возраста и три самца 2-х и 3-х летнего возраста. В течение 2-х суток при прогреве воды до 10-12°C производители отнерестились на прошлогоднюю растительность, после нереста производители были выловлены во избежание каннибализма и распространения инфекции.

Было отмечено, что у личинок щуки на первом этапе жизни преобладало смешенное питание, а затем они начинали питаться мелкими формами зоопланктона. Важно отметить, что при переходе к активному питанию основу пищи личинок щуки составляли мелкие циклопы (с науплиальной стадии развития), босмины, молодь дафнии, хидорусы, диатомовые водоросли. В нашем конкретном случае в последней ступени биологических прудов в зоопланктоне преобладали дафнии науплиальной стадии развития.

В проведенном исследовании недостатка пищи у мальков щуки не наблюдали, не видели также и каннибализма, мальки росли, опережая график роста мальков в естественных водоемах. Фактически мальки щуки за три недели достигли средней массы 1,2 грамма. Пруд был обловлен, мальки помещены в молочные 40 литровые бидоны и выпущены в деревенские пруды и реку Моча Подольского района Московской области.

Возврат сеголеток от посадки личинок согласно рыбоводным нормативам составил: неподрощенными, перешедших к активному образу жизни 20-25%; подрощенными в течение недели – 40-50%, подрощенными в течение двух недель – 60-70%.

В нашем случае выход трехнедельной молоди щуки от естественного нереста составил 50,5% [8,9].

**Выводы:** Микроводоросли, зоопланктон, высшая водная растительность и рыба являются важными компонентами в системе биологической очистки и доочистки, они способны полностью утилизировать сложные соединения, входящие в состав животноводческих стоков, стоков предприятий пищевой промышленности, о чем свидетельствуют многочисленные результаты современных исследований. Обогащая водную среду кислородом, микроводоросли способствуют ускорению окислительных процессов и минерализации органических примесей в сточных водах, устраняется вторичное загрязнение. При массовом развитии микроводорослей вода загрязненных водоемов достигает высоких показателей чистоты, как в гидрохимическом, так и бактериологическом отношении.

### Список использованных источников

1. Меркурьев В.С., Субботина Ю.М. Способ очистки сточных вод. № 1837050 С.023/32 от 30.06.93. Бюл. № 32.
2. Смирнова И.Р., Субботина Ю.М. Выращивание рыбопосадочного материала на свиноводческих стоках в прудах биологической очистки. Ветеринария № 12, 1994. – С. 45 - 48.
3. Смирнова И.Р., Субботина Ю.М. Санитарно-бактериологическая оценка очистки животноводческих стоков в системе рыбоводно-биологических прудах. Сб. науч. тр. ВНИИССВ. – М.: 1991. – С. 56 - 67.
4. Субботина Ю.М. Оценка эффективности очистки сточных вод различного генезиса с помощью естественных биоценозов. // Монография. – М.: РГСУ, 2013. – 120 с.
5. Субботина Ю.М. Эколого-социальные проблемы сохранения чистоты естественных водных источников. Социальная политика и социология Международный научно-практический журнал РГСУ, № 6. т.2. – М.: 2013. – С. 107-117.
6. Субботина Ю.М., Кутковский К.А. Естественная биологическая очистка сточных вод в рыбоводно-биологических прудах с помощью гидробиоценозов. Международная конференция «Чистая вода» М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2014. – С. 93-94.
7. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Серветник Г.Е., Зотов В.В. Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно - биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках. Учебное пособие для самостоятельной работы студентов бакалавров и магистров М.: Изд-во МГУПП, 2015. – М.: – 42 с.
8. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Виноградов В.Н., Мазур А.В., Чистова Л.С., Лесина Т.Н. Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов, ферм и птицефабрик с помощью адаптированного комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыбы. Патент на изобретение PV № 2140735 C1 6A 01 K 61/00 C 02 F 3/32 10.11.99 Бюл. № 32 приор. 13.01.98.
9. Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Мазур А.В., Куликов А.С., Домбровская Л.В., Меркурьев А.С., Тюрин В.Г. Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на биопрудах животноводческих комплексов. – М.: РАСХН, ВНИИВСГЭ, 1999. – 41 с.
10. Тюрин В.Г., Смирнова И.Р., Лоханова М.Н., Черепанов А.И., Овцов Л.П., Музыченко Л.Н., Жирков Е.И., Субботина Ю.М. Ветеринарно-санитарные правила использования естественной биологической очистки животноводческих стоков при подготовке их для орошения и рыборазведения. Департамент ветеринарии – М.: 1996. – С. 1 - 7.

УДК 597.422\_115:639.371.2

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Субботина Ю.М.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет пищевых производств, [mu\\_beard@mail.ru](mailto:mu_beard@mail.ru) 8-915-277-28-00

## GENETIC RESEARCH IN AQUACULTURE

Subbotina Ju.M.

**Резюме:** в статье представлен обобщенный анализ генетических исследований в аквакультуре проведенных учеными ВНИРО под руководством Н.С. Мюге было проведено генотипирование осетровых рыб. Первыми генно-модифицированными (ГМ) рыбами стали радужная форель *Oncorhynchus mykiss* и серебряный карась. Впервые в 2010 году управлением по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными препаратами было одобрено первое, генетически модифицированное животное (ААС), как безопасное к употреблению в пищу. В последнее время новейшие разработки были использованы для генетической паспортизации пород и стад аквакультурных осетровых видов рыб. В результате генетических исследований были показаны генетические различия между породами, выросших в естественных водоемах и аквакультуральных объектах. Эти новейшие разработки в настоящее время используются для паспортизации не только ценных видов рыб, но и икры. Внедрение генетической паспортизации для икры и осетрины, поставляемой на внутренний рынок, позволят значительно снизить долю нелегальной продукции, и позволят эффективнее бороться с реализацией браконьерской икры под видом аквакультурной.

**Ключевые слова:** генетические исследования, генно-модифицированные рыбы, семга, форель, генетическая паспортизация

**Summary:** This article considers analysis of genetic researches in aquaculture conducted by VNIRO scientists under the supervision of N.S. Muge. Genetic analysis of sturgeon was performed. The first genetically modified fish were rainbow trout and silver carp. FDA approved a genetically modified animal as safe to eat in 2010. Subsequently, the latest developments were used for genetic certification of sturgeon breeds.

As a result of research, genetic differences were shown between breeds that grew up in natural and artificial reservoirs. These latest developments are currently being used for the certification of not only valuable fish species, but the caviar. The

*introduction of genetic certification for caviar and sturgeon supplied to the market will significantly reduce the share of illegal products.*

**Key words:** *genetic researches, genetically modified fish, trout, salmon, genetic certification*

Актуальность. Известно, что продукция аквакультуры в мировом масштабе растет ежегодно на 10%. Общая продукция аквакультуре в мире более 60 миллион тонн в год. В последние 30 лет имеет место быстрое распространение и рост производств рыбы в аквакультуре. Правда большая часть продукции приходится на Китай и Юго-Восточную Азию. Подавляющее большинство используемых пород — это результат «традиционного» одомашнивания [4].

Аквакультура в Европе это разнообразие форм производства. Большое количество видов (как рыб, так и моллюсков). Формы производства интенсивные и экстенсивные. Водные ресурсы (морские, пресноводные). Биотопы (открытое море, реки, пруды, системы замкнутого цикла) [5,7].

Цель исследования: охарактеризовать генетические исследования в аквакультуре.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), мировое производство продукции аквакультуры (включая водные растения) в 2017 году достигло 112 млн. тонн, а стоимость первой продажи оценивается в 221 млрд. Евро. По мнению экономистов-аналитиков в глобальном масштабе аквакультура была наиболее быстро растущим сектором производства кормов для животных в последние десятилетия, и этот рост в основном объясняется высокой степенью технологических инноваций. Аквакультура - все еще относительно молодой экономический сектор в Европе и во всем мире, особенно по сравнению с сельским хозяйством; и имеет большой потенциал для дальнейшего роста и развития.

Процесс производства продукции аквакультуры определяется биологическими, техническими, экономическими и экологическими факторами, которые в значительной степени находятся под контролем человека. Однако рост производства далеко не равномерно распределен, и большая часть роста была отмечена в азиатских странах, которые в настоящее время производят более 90% объема и 75% стоимости продукции аквакультуры [5,7,12].

Аквакультура в Европе составляет около 1,2% мирового производства по объему и около 3% по стоимости. В 2017 году производство продукции аквакультуры в ЕС достигло почти 1,4 миллиона тонн на сумму 4,6 миллиарда евро; и обеспечило пятую часть поставок в ЕС рыбы и моллюсков для

потребления человеком. Это существенно меньше, чем глобальная доля, где уже несколько лет аквакультура превосходит естественное рыболовство в качестве основного источника поставок морепродуктов. Более того, производство в ЕС снизилось с умеренного ежегодного прироста в 3,4% в период 1980-2000 годов до отрицательных темпов роста в -0,2% в период 2000-2017 годов [4,5,12].

В ЕС насчитывается около 12 500 предприятий аквакультуры, в которых занято около 75 000 человек. Производство в основном сосредоточено в пяти странах: Испании, Франции, Италии, Великобритании и Греции, что составляет около трех четвертей всех продаж аквакультуры в Европе по объему и стоимости [4,5].

Аквакультура в ЕС можно разделить на три основных сектора: производство морской рыбы, ракообразных и моллюсков, а также пресноводной рыбы. Морской (рыбный) сектор является наиболее важным с экономической точки зрения, его оборот в 2016 году составил 2,7 млрд. евро, за ним следует сектор моллюсков с 1,1 млрд. евро, а затем сектор пресноводной рыбы с 1 млн. евро.

В пресноводной аквакультуре доминируют форель и карп, покрывающие 53% и 32% от общего объема производства. Производство форели снизилось на 22% с 2000 по 2016 год, в то время как производство карпа оставалось стабильным. В производстве морской рыбы лосось и форель составляют 53% от общего производства; в то время как морского окуня и морской лещ покрывают еще 38%.

Производство лосося и форели увеличилось на 23%, а морского окуня (сибаса) и морского леща - на 62%, что привело к общему увеличению производства морской рыбы на 38% за период 2000-2016 гг. Производство моллюсков более разнообразно, но основная масса – это производство голубых мидий, средиземноморских мидий и устриц. В совокупности производство мидий упало на 26%, а устриц на 46%, что привело к общему снижению объема производства в секторе на 28% за тот же период [1,5,11].

Современные направления искусственного выращивания рыб – товарное производство, рекреационное, восстановление природных популяций и роста продуктивности.

Многие ученые соглашаются, что роста продуктивности в аквакультуре без применения генетических методов, качество пород, используемых в аквакультуре со временем, понижается. Все другие отрасли (животноводство и птицеводство) используют генетически улучшенные породы. Примеры же применения современных генетических методов в аквакультуре пока редки.

Направление работ в аквакультуре проведение селекционно-племенной работы с объектами рыбоводства (аквакультуры), в том числе одомашнивание

(доместикация) новых видов рыб и других водных животных. Болезни рыб в аквакультуре – одна из серьезнейших проблем в аквакультуре [7].

Болезнеустойчивость – фактор, который сложно оценить, а также дорого и неэффективно улучшать, используя традиционные методы селекции.

Отсутствует технология оценки болезнеустойчивости на живых особях – кандидатах для воспроизводства. Высокотехнологичная оценка экспрессии генов – многообещающий высокоэффективный метод для оценки болезнеустойчивости с сохранением живых производителей.

Первыми генно-модифицированными (ГМ) рыбами стали радужная форель *Oncorhynchus mykiss* и серебряный карась *Carassius auratus gibelio*. В настоящее время таких видов более 30, причем ГМО-группа включает как модельные организмы, так и объекты товарного выращивания [7,13,15].

Известны трансгенная семга (*Salmo salar*), кижуч (*Oncorhynchus kisutch*), чавыча (*Oncorhynchus tshawytscha*), лосось Кларка (*Oncorhynchus clarkii clarkii*), тилапии (нильская *Oreochromis niloticus* и мозамбикская *Oncorhynchus mossambicus*), медака (рисовая рыбка) *Oryzias latipes*, карп (*Cyprinus carpio*), канальный сомик (*Ictalurus punctatus*), африканский сомик (*Clarias gariepinus*), мешкожаберный сом (*Heteropneustes fossilis*), караси - серебряный (золотая рыбка) и его подвид (*Carassius auratus grandoculis*), а также золотой (*Carassius carassius*), светлоперый (желтый) судак (*Sander vitreus*), обыкновенная щука (*Esox lucius*), амурский сом (*Parasilurus asotus*), вьюны (обыкновенный *Misgurnus fossilis* и амурский *M. anguillicaudatus*), дорада (*Sparus aurata*), красный пагр (красный морской карась) (*Pagrus major*), лещ черный (*Melanobrama amblycephala*), данио (дамский чулочек) (*Brachydanio rerio*). В России исследования по введению ГМО в аквакультуру выполняются с представителями пяти видов. Получена рекомбинантная конструкция, обеспечивающая сайт-специфическую интеграцию гена зеленого флюоресцирующего белка (GFP), с помощью которой можно маркировать породы рыб [13,14,17].

Большая часть (65 %) ГМ рыб, используемых в этих экспериментах, представляют собой ценные объекты пресноводной (радужная форель, тилапия, карп и др.) и морской (семга, чавыча) аквакультуры [2,4,5]. Декоративные виды удобны как модельные формы в исследованиях структурно-функциональных изменений генома при встраивании генных конструкций (трансгенов), что необходимо для дальнейшего эффективного применения биотехнологических методов в промышленном рыбоводстве. В коммерческой аквариумистике под торговой маркой GloFish уже используется трансгенная рыбка Данио (*Danio*), флюоресцирующая зеленым, красным или оранжевым цветом Данио-рерио и другие виды ярких флюоресцентных рыбок Глофиш...Glofish – коммерческий бренд, название переводится с английского

как «сияющая рыбка». Для получения ярких оттенков использовались геномы медуз и рекомбинантная ДНК морских кораллов [12,13,17].

Генетически модифицированный лосось – (AquaAdvantage Salmon) (AAS). Добавление гена гормона роста кижуча добавление антифризного гена. Скорость роста AAS вдвое превышает развитие нормального лосося.

В сентябре 2010 года FDA (Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными препаратами) одобрило первое генетически модифицированное животное (AAS) как безопасное к употреблению в пищу.

В России генетическая паспортизация пород и стад аквакультурных видов рыб проводилась по инициативе А.К. Богерука. В результате генетических исследований показаны генетические различия между породами. Но в ряде случаев разные породы из одного хозяйства были генетически ближе, чем одна и та же порода из разных хозяйств [3,5].

В лаборатории молекулярной генетики ФГБНУ «ВНИРО» разработана система генетической паспортизации производителей осетровых видов рыб. Принцип генотипирования осетровых основан на использовании природного разнообразия митохондриальной ДНК и высокополиморфных микросателлитных маркеров и аналогичен методам генетической идентификации личности и родственных отношений, широко применяемых в криминалистике, судебной экспертизе и медицинской генетике. Генетический паспорт составляется на имеющую электронную метку особь и содержит индивидуальные генетические данные — митохондриальный гаплотип (по сводной базе данных гаплотипов — уникальных последовательностей мтДНК осетровых) и аллельный состав по панели микросателлитных локусов, используемых для генетической паспортизации. На настоящее время используется пять микросателлитных локусов. Вероятность совпадения генетических паспортов двух особей, взятых в природе ничтожно мала и можно говорить, что мы можем опознать имеющую генетический паспорт рыбу «в лицо». Основные направления применения генотипирования это, прежде всего - определение популяционно-видовой принадлежности, оптимизация схем скрещивания для производства здоровой молодежи, подтверждение легального происхождения икры от аквакультурных особей [4,7,8].

Применение ДНК-анализа («штрихкодирования») в идентификации объектов промышленного рыболовства и рыбной продукции. Идентификация рыбной продукции УВД Северного административного округа г. Москвы отделу по борьбе с правонарушениями в сфере потребительского рынка и исполнению административного законодательства.

Образцы: икра черного цвета, предположительно осетровых видов рыб. Результат: ДНК осетровых видов рыб не обнаружено. Данный образец икры

принадлежит щуке (*Esox lucius*). «...проведение идентификационной экспертизы, определив вид морских ракообразных по представленным варено-мороженным образцам конечностей». Проведено секвенирование с фолмеровских праймеров, однозначно установлена видовая принадлежность. При возникновении вопроса семга или форель? Благодаря генетической идентификации представленный образец идентифицирован как радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*), ДНК семги (*Salmo salar*) не обнаружено [4,5,7].

В течение ряда лет проводится генетическая паспортизация ряда аквакультурных стад в осетровых хозяйствах. В лаборатории ВНИРО разработан и применяется метод генотипирования осетровых, позволяющий однозначно определять происхождение пищевой икры от ранее генотипированных аквакультурных производителей [11,12].

Десять лет назад 2010 году в Москве проведено 13 экспертиз по идентификации продукции из осетровых видов рыб, на предмет легальности реализуемой осетровой продукции. Среди браконьерской продукции были обнаружены почти все обитающие виды осетровых в РФ – русский, сибирский, амурский осетры, а также калуга, белуга, севрюга и стерлядь.

В сутки в Москву завозится до нескольких сот килограммов черной икры, маркированной как продукция аквакультурных хозяйств, но лишь малая доля (менее 10%) имеет легальное происхождение. К этому выводу пришли эксперты благодаря методики генетической идентификации пищевой икры аквакультурного происхождения. И как итог в Российской Федерации введен запрет на продажу черной икры из природных популяций.

По внешнему виду можно отличить осетровую икру от белужьей или стерляжьей, но вот икра разных осетров, например русского и сибирского, часто неразличима. Можно проводить секвенирование генома икринок, но это долго и дорого. Николай Мюге (ВНИРО) и его коллеги нашли фрагменты митохондриальной ДНК, по которым различаются геномы русского и сибирского осетра, белуги, севрюги и других обитающих в России осетровых. Затем создали тест-систему, включающую набор видоспецифических маркеров. Используя эти маркеры, можно поставить полимеразную цепную реакцию (ПЦР), результат которой безошибочно укажет на вид икры.

Сегодня все осетровые хозяйства, которые хотят продавать икру на экспорт, должны завести «генетический паспорт» на своих самок – производительниц.

Они присылают в лабораторию образцы плавников, из которых биологи выделяют ДНК. Каждая самка имеет свой генетический портрет, который характеризуется короткими последовательностями ДНК — микросателлитами. А, кроме того, рыба имеет вживленный под кожу чип.

Генетические маркеры и номер чипа, так же как данные о месте и времени рождения и даже фотография — все это есть в ее паспорте.

Когда от самки в аквакультурном хозяйстве получают икру, записывают номер ее электронного чипа. Для оформления разрешения на экспорт образцы икры, а также номера самок-производителей представляются в научный орган СИТЕС.

Ученые проводят генетический анализ икры и определяют, насколько генотип икры совпадает или не совпадает с генотипом самки-родительницы. Если не совпадает, значит, это икра дикой самки — браконьерская.

Сейчас молекулярные генетики тестируют на легальность только экспортную икру. Но чтобы поставить заслон браконьерам, хорошо бы контролировать и внутренний рынок. Специалисты пробуют добиться того, чтобы генотипирование осетровых стад стало обязательным для всех аквакультурных хозяйств. Сейчас вводится еще одно средство контроля — акцизная марка единого образца для продукции аквакультуры по типу тех, что маркируют табак и алкоголь [5,7,10,16].

Выводы. В настоящее время все 10 видов осетровых, обитающих в водоемах России, находятся на грани исчезновения и внесены в список СИТЕС (Приложение I и II). Для проведения в рамках СИТЕС контроля экспорта необходима возможность определения не только видовой принадлежности икорной и другой продукции из осетровых, но и определение ее легального аквакультурного происхождения. Микросателлитный профиль неоплодотворенной икры полностью идентичен профилю самки, что позволяет однозначно утверждать о происхождении икры от определенных генотипированных особей [6,7,9].

В хозяйстве, где имеется большое количество генетически однородных осетров, полученных от небольшого числа производителей, с целью сокращения затрат на генотипирование вместо индивидуальных генетических паспортов составляется масс-паспорт стада. Таким образом, генотипирование производителей на осетровых хозяйствах делает возможным проследить происхождение продукции от места получения икры до прилавка магазина. Внедрение генетической паспортизации для икры и осетрины, поставляемой на внутренний рынок, позволит значительно снизить долю нелегальной продукции и позволит эффективнее бороться с реализацией браконьерской икры под видом аквакультурной.

Разработка методов генетической реконструкции ихтиофауны водоемов в целях повышения их продуктивности. Изменение конструкции генома рыб и противодействие видам-инвайдерам.

### Список использованных источников

1. Аквакультура в Европе: экономический обзор 08 октября 2019. [Интернет источник, дата обращения 30.03.2020].
2. Артамонова В.С., Махров А.А., Шульман Б.С., Хаймина О.В., Лайус Д.Л., Юрцева А.О., Широков В.А., Щуров И.Л. Реакция популяции атлантического лосося (*Salmo salar* L.) реки Кереть на инвазию паразита *Gyrodactylus salaris* Malmberg // Российский журнал биологических инвазий. 2011. № 1. С. 2-14.
3. Ганжа Е.В. Аквакультура трансгенные технологии: области применения и проблемы безопасности (обзор) // Е.В. Ганжа, М.А. Банникова, Л.М. Федорова, Е.В. Микодина. Сельскохозяйственная биология, 2011, № 4, - С. 16-29.
4. Генетические исследования в мире. Аквакультура в мире [aquaculture.org>upload/files/pdo/genetic-research](http://aquaculture.org/upload/files/pdo/genetic-research) [Интернет источник, дата обращения 30.03.2020].
5. Генная инженерия <http://www.allbest.ru> [Интернет источник, дата обращения 5.04.2020].
6. Генетическая инженерия <https://ru.wikipedia.org/wiki/> [Интернет источник, дата обращения 30.03.2020]
7. Генотипический мониторинг и перспектива геномной аквакультуры. [youtube.com>watch?v=pNkDAJodjww](https://www.youtube.com/watch?v=pNkDAJodjww) [Интернет источник, дата обращения 30.03.2020].
8. Заславский В.А. Экологические последствия генетического взаимодействия популяций // Журнал общей биологии. 1967. Т. 28. № 1. С. 3-11.
9. Как молекулярные биологи контролируют рынок черной икры [www.gazeta.ru](http://www.gazeta.ru) [Интернет источник, дата обращения 30.03.2020].
10. Козлова Н.В. Применение молекулярно-генетических исследований в аквакультуре осетровых рыб // Н.В.Козлова, Н.Н. Базелюк, Д.Р. Файзулина, Е.В. Стоногина. Вестник Астраханского государственного университета АГТУ сер. Рыбного хозяйства.2013. № 3.
11. Махров А.А., Карабанов Д.П., Кодухова Ю.В. Генетические методы борьбы с чужеродными видами // Российский журнал биологических инвазий. 2014. № 2. С. 110-125.
12. Мюге Н.С., Барминцева А.Е., Расторгуев С.М. и др. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов // Генетика. 2008. Т. 44. С. 1-7.
13. Мюге Н.С., Барминцева А.Е. Методика генотипирования производителей и молоди осетровых видов рыб с целью проведения

генетического мониторинга искусственного воспроизводства. // Actual status and conservation of natural population of sturgeon fish Acipenseridae. Olsztyn. 2014. P. 159-165.

14. Beaumont A.R., Hoare K. Biotechnology and genetics in fisheries and aquaculture. Blackwell Science Ltd, 1998.

15. Melamed P., Gong Z., Fletcher G., Hew C.L. The potential impact of modern biotechnology on fish aquaculture. Aquaculture, 2002, 204: 255-269.

16. Pandian T.J. Guidelines for research and utilization of genetically modified fish. Cur. Sci., 2001, 81(9): 1172-1178.

17. <http://vitawater.ru/aqua/papers/gm-fish2.shtml> [Интернет источник, дата обращения 30.03.2020].

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ РЫБ И  
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ В ПРОЕКТАХ ПО  
ВОССТАНОВЛЕНИЮ НАТИВНОЙ МАЛАКОФАУНЫ**

**Сура Я.В., Никифоров А.И.**

*Московский государственный институт международных отношений  
(МГИМО) МИД Российской Федерации*

[sura.ya.v@my.mgimo.ru](mailto:sura.ya.v@my.mgimo.ru)

**USE OF ENVIRONMENTAL INTERACTIONS BETWEEN FISH AND  
BIVALVE MOLLUSCS IN NATIVE MALACOFUNA RESTORATION  
PROJECTS**

**Sura Ya.V., Nikiforov A.I.**

***Резюме.** В работе рассмотрен опыт реализации различных проектов по восстановлению численности популяций редких пресноводных двустворчатых моллюсков (европейской жемчужницы (*Margaritifera margaritifera* L.), перловицы толстой (*Unio crassus*), а также североамериканского моллюска *Lampsilis cardium*); обсуждаются особенности экологических взаимосвязей указанных видов моллюсков с различными видами пресноводных рыб, выражающиеся в необходимости паразитического использования личинками двустворчатых моллюсков особей рыб; указаны некоторые технологические приёмы, использованные в описанных проектах.*

***Ключевые слова:** двустворчатые моллюски, европейская жемчужница, *Margaritifera margaritifera*, перловица толстая, *Unio crassus*, *Lampsilis cardium*, экосистемные услуги, гложидии, реинтродукция.*

***Summary.** The paper reviewed the experience of various projects to restore the populations of rare freshwater bivalve molluscs (European pearl mussel (*Margaritifera* L.), thick barley (*Unio crassus*), and also North American mollusk *Lampsilis cardium*); features of ecological interrelations of the specified mollusk species with various kinds of fresh water fishes, expressed in necessity of parasitic use of bivalve mollusk larvae of fish species are discussed; some technological methods used in the described projects are specified.*

***Key words:** bivalve molluscs, European pearl, *Margaritifera*, thick barley, *Unio crassus*, *Lampsilis cardium*, ecosystem services, glochydia, reintroduction.*

В структуре биоразнообразия пресноводных экосистем двустворчатые моллюски являются важным компонентом. В силу особенностей своей биологии они часто являются индикатором экологического благополучия

гидробиоценоза. В то же время, с давних пор популяции двустворчатых моллюсков испытывали весьма немалый антропогенный пресс, и сегодня наблюдается практически повсеместное снижение численности этих гидробионтов, многие виды которых находятся на грани исчезновения. Чаще всего причиной этого служит сочетание различных факторов: загрязнение и снижение качества воды; строительство плотин; климатические изменения, непосредственное изъятие (промысел), а также снижение численности и видового разнообразия рыб в водоёме. [1]

В отношении последнего указанного фактора следует отметить, что характерной экологической особенностью двустворчатых пресноводных моллюсков является их сложный жизненный цикл, включающий личиночную стадию, в ходе которой личинки (глохидии) некоторое время паразитируют на жабрах различных видов рыб (атлантического лосося, кумжи, голавля, голяна, колюшки и др.). Впрочем, отмечено, что жизнеспособность рыб, поражённых глохидиями, не только не снижается, но даже возрастает. [2, 3]

Существующие экологические взаимосвязи рыб и двустворчатых моллюсков в настоящее время активно используются в ходе программ по восстановлению популяций речных моллюсков, в том числе путем их искусственного разведения. В качестве одного из успешных примеров осуществления подобных программ может служить программа «Восстановление популяций перловицы толстой (*Unio crassus*) в люксембургских Арденнах LIFE11 NAT / LU / 857», реализованная в 2014 году [4]. Перловица толстая (*Unio crassus*) относится к видам моллюсков, находящихся под угрозой исчезновения (EN) – согласно классификации МСОП; также этот вид указан в приложении III Бернской конвенции в качестве вымирающего вида [5].

В рамках эксперимента с целью получения молоди перловицы было проведено искусственное заражение рыбы-хозяина глохидиями данного двустворчатого моллюска. В рамках указанной программы для заражения глохидиями перловицы были использованы особи голяна (*Phoxinus*) из реки Our, которые были отловлены с помощью электролова в весенний период. Решение об использовании именно голяна для заражения глохидиями было принято в ходе предварительного эксперимента по заражению ими особей рыб различных видов. В ходе подготовки эксперимента были использованы такие виды, как голян, кумжа и обыкновенный подкаменщик, однако наибольшее число сформировавшихся особей перловицы было получено именно в результате заражения голяна. [4]

В период сбора молодых моллюсков голяны были помещены в аквариуме объемом 200 литров. Рыб (средние размеры которых были от 5 до 10 см) кормили гранулированными комбикормами (Biomar Inicio Plus, 0,8 мм,

Plaidt, Германия), особи имели возможность акклиматизироваться в новой обстановке.

Пятьдесят взрослых особей *Unio crassus* содержались в неволе во время нереста. Они были помещены в корзины со слоем гравия приблизительно 3-4 см в проточном канале, водоснабжение которого осуществлялось непосредственно из реки Our. Моллюсков на протяжении эксперимента не кормили дополнительно.

Ежедневно во время нереста на гравии искали глохидии в белых или оранжевых слизистых оболочках. Они отбирались пластиковыми пипетками и помещались в стакан с речной водой. После визуального осмотра глохидий с помощью стереомикроскопа и определения их количества пятикратным подсчетом всех личинок в 100 мкл образца воды проводилось заражение рыбы-хозяина. Для заражения гольяны помещались в специальные небольшие аэрируемые бассейны (объемом 15 литров), их количество зависело от количества глохидий (из расчёта около 200 глохидий на одну рыбу). Глохидии помещали в емкость с рыбами на 45 минут, воду осторожно перемещали вручную каждые 5 минут. После произошедшего заражения гольяны были помещены обратно в 200-литровый аквариум, где они находились в период сбора молоди перловицы.

Молодых моллюсков, покидающих цисты на жабрах рыб-хозяев, собирали с помощью специальных сетей с размером ячеек около 68 мкм (сами молодые моллюски имели размер около 200 мкм). В дальнейшем было подсчитано, что от одной рыбы-хозяина было получено в среднем около 8 экземпляров молодых перловиц. При этом было отмечено, что большинство перловиц были отобрано в первой половине периода массового «выклева» метаморфизированных глохидий, однако было доказано, что особи, отобранные в течение первых нескольких дней периода, плохо выживают и медленно растут. Более «поздние» моллюски лучше растут, имеют более высокий шанс на выживание и лучше подходят для дальнейшего выращивания [4].

Другим примером использования рыб для восстановления популяции речных двустворчатых моллюсков может служить успешно осуществлённый проект по искусственному выращиванию моллюска *Lampsilis cardium* (plain pocketbook) в штате Небраска (США), реализованный государственным агентством штата Небраска – Nebraska Game and Parks Commission [6,7]. В 2014 г в рыбопитомнике реки Норт-Платт был разработан биотехнологический цикл искусственного разведения этих моллюсков. Для эксперимента учеными были отобраны оплодотворенные самки моллюска *Lampsilis cardium*, при осторожном приоткрывании раковин которых были получены глохидии. В качестве рыбы-хозяина был выбран большеротый

окунь (*Micropterus salmoides*). Полученные гложидии специалисты внедряли непосредственно в жабры рыбы. Зараженные рыбы были перемещены в реку Норт-Платт, где они содержались в специальных проточных садках в течение двух недель. В результате, к 2015 году было получено больше 11 400 молодых особей *Lampsilis cardium*. Из них 6 540 особей были реинтродуцированы в реки штата Небраска [7]. После успешного завершения данного эксперимента программа распространилась и на выращивание моллюска *Lampsilis powellii*, который внесен в международную красную книгу как исчезающий вид [8].

Программы восстановления популяций двустворчатых моллюсков с использованием их экологических взаимосвязей с рыбами проводятся и на территории России. Так, в рамках проекта WWF России «Восстановление популяции европейской жемчужницы *Margaritifera margaritifera* (L.) в реке Суна» (в границах заповедника «Кивач», Медвежьегорский район, Республика Карелия) в качестве предварительного этапа были проведены работы по учёту и восстановлению популяции атлантического лосося, являющегося основным для данного региона хозяином для развивающихся гложидий жемчужницы. В дальнейшем из сохранившейся в небольшой реке Немина популяции европейской жемчужницы были отловлены несколько сотен взрослых особей, которые были затем расселены на порожистом участке реки Суна небольшими (по 5 – 7 штук) колониями. [9,10]

На данном этапе специалисты отмечают успешность проведенной реинтродукции европейской жемчужницы в реку Суна и наличие заражения лосося гложидиями, однако, дальнейшее развитие программы требует тщательного научного сопровождения и мониторинга [11]. моллюсков в реке Суна.

Подводя итог всему вышесказанному, следует отметить, что представленные примеры теснейшей взаимосвязи различных неродственных видов в пределах пресноводных гидробиоценозов свидетельствуют о чрезвычайной чувствительности этих экосистем к любым видам антропогенного воздействия.

#### **Список использованных источников**

1. Annabelle Cuttelod, Mary Seddon and Eike Neubert European Red List of Non-marine Molluscs, 2011 Publications Office of the European Union, Luxembourg, pp. 18-20
2. Jürgen Geist Conservation Genetics and Ecology of European Freshwater Pearl Mussels (*Margaritifera margaritifera* L.), 2005, University of Salzburg /Austria, pp. 11-13
3. Зюганов В.В. Парадокс паразита, продлевающего жизнь хозяина. Как жемчужница выключает программу ускоренного старения у лосося /

Известия РАН. Серия биологическая. – 2005, - № 4 – С. 435

4. Tanja Eybe, Alexandra Arendt, Sonja Heumann & Frankie Thielen Restoration of *Unio crassus* rivers in the Luxemburgish Ardennes LIFE11 NAT/LU/857, Luxemburg, 2014, pp.10-16

5. Lopes-Lima, M., Kebarçı, U. & Van Damme, D. 2014. *Unio crassus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T22736A42465628. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T22736A42465628.en>. Downloaded on 11 April 2020.

6. Bogan, A.E., Seddon, M.B. & Woolnough, D. 2017. *Lampsilis cardium*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T11253A62905411. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T11253A62905411.en>. Downloaded on 11 April 2020.

7. Jim Douglas, Tim McCoy Nebraska Game and Parks Commission 2017 Annual Report, Nebraska 2017, pp. 38-39

8. Bogan, A.E. 1996. *Lampsilis powellii*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996:e.T11259A3266119. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T11259A3266119.en>. Downloaded on 11 April 2020

9. А. А. Махров, Е. П. Иешко, И. Л. Щуров, В. А. Широков Европейская жемчужница (*Margaritifera margaritifera* (L. 1758)): состояние изученности и пути сохранения в реках Карелии, 2009, Карельский научный центр РАН № 1, Петрозаводск, С. 101–113

10. Ieshko E.P., Lindholm T. Conservation of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe, 2010, Institute of Biology Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, pp. 54-61

11. Восстановление популяции европейской жемчужницы *Margaritifera margaritifera* (L.) в реке Суна (в границах заповедника «Кивач») [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://zapkivach.ru/services/proekty/vosstanovlenie-populyatsii-evropeyskoj-zhemchuzhnitsy-margaritifera-margaritifera-l-v-reke-suna-v-gr/\(17.02.2020\)](https://zapkivach.ru/services/proekty/vosstanovlenie-populyatsii-evropeyskoj-zhemchuzhnitsy-margaritifera-margaritifera-l-v-reke-suna-v-gr/(17.02.2020))

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ТОВАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Тренклер И.В.<sup>1</sup>, Шишанова Е.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургская Государственная Академия ветеринарной медицины, Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ГосНИОРХ им. Л.С. Берга», [trenkler@mail.ru](mailto:trenkler@mail.ru)

<sup>2</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства», [lena-vniir@mail.ru](mailto:lena-vniir@mail.ru)

## THE MAIN TRENDS OF GLOBAL COMMERCIAL AQUACULTURE

Trenkler I.V., Shishanova E.I.

*Summary.* Since 2000 world aquaculture no longer enjoys the high annual growth rates of the 1980s and 1990s (10.8 and 9.5 percent, respectively) with moderate 5.8 percent in 2001-2016. The main trend of contemporary industry is diversification of all kinds of production for inclusion in consumption maximal number of people with different incomes. So the mass types of fish may be cheaper than meat of all terrestrial animals. The high-quality fish products are valued as luxury ones.

**Key words:** inland and marine aquaculture, casual and luxury feed products, valuable and rare species of fish, caviar.

Аквакультура (*aquaculture*), как способ производства продуктов питания в водной среде возникла более 2,5 тыс. лет назад и обычно противопоставляется агрокультуре (*agriculture*), т.е. производству пищи на земле (сельскому хозяйству). До начала 1970-х гг. доля продукции аквакультуры в общемировом производстве продуктов питания была относительно небольшой, однако в 1980-е гг. стала быстро расти. Среднегодовые темпы роста производства водных биоресурсов (ВБР) в аквакультуре составили в 1980-е гг. 11,3%, а в 1990-е гг. – 10,0%, т.е. были существенно выше, чем в других отраслях экономики. В XXI веке средние темпы роста продукции аквакультуры снизились до 5,8% (2001-2016 гг.) и имеют тенденцию дальнейшего понижения [13].

Эксперты ФАО отмечают, что продукция аквакультуры в ряде стран является важнейшим источником животного белка, а одной из основных причин замедления развития аквакультуры является высокая стоимость продукции, которая обходится потребителю, в среднем, дороже продукции птицеводства. Для расширения рынка рыбопродуктов необходима их максимальная диверсификация: наиболее массовые виды рыбы должны

обходиться потребителю дешевле любых сортов мяса наземных животных, включая курятину, а деликатесные рыбопродукты на любой вкус и выбор могут стоить существенно дороже повседневных продуктов питания [13].

### **Основные направления развития товарной аквакультуры.**

В товарной аквакультуре выделяются два альтернативных направления – *традиционное*, или экстенсивное и *современное*, или интенсивное. Традиционные методы аквакультуры, идущие из глубокой истории человечества (не менее 2,5 тыс. лет) – это вылов дикой молоди и ее выращивание на естественной кормовой базе водоема без дополнительной подкормки или с применением самых примитивных кормов на основе фарша из выловленной рыбы и растительных компонентов. Для ряда карповых рыб традиционная аквакультура использовала естественный нерест в прудах. Преимущества традиционных методов аквакультуры – очень дешевая продукция (хотя и в небольшом количестве), поскольку затраты труда и материалов на ее получение – минимальные. Основной недостаток традиционной аквакультуры – ее возможности не позволяют удовлетворять потребности быстро растущего населения Земли.

Интенсивная форма аквакультуры опирается на заводской метод получения посадочного материала - через искусственное оплодотворение, инкубацию икры в специальных аппаратах и выращивание молоди до товарных размеров в искусственных условиях – бассейнах или садках на специализированных кормах промышленного производства. Товарная продукция в этом случае обходится значительно дороже полученной в условиях экстенсивной аквакультуры.

Использование в современном рыбоводстве различных элементов традиционной аквакультуры в тех или иных комбинациях не только позволяет существенно снизить издержки, но и создает иллюзию наличия многочисленных форм «полу-интенсивного» характера, которые могут рассматриваться как самостоятельные направления.

Одно из таких «направлений» - «пастбищная аквакультура», которая подразумевает получение посадочного материала заводским методом, а получение товарной продукции - через выпуск молоди в водоемы «на нагул» и последующий лов – то есть древнейшими методами, известными тысячи лет назад. Вероятность получения экономического эффекта в этом случае зависит от многих неконтролируемых факторов, поэтому большинство стран мира к настоящему времени уже отказались от подобной практики, ограничив выпуски заводской молоди консервационными [6, 27] и рекреационными целями [12]. Единственным исключением из этого правила остаются два вида тихоокеанских лососей – кета и горбуша, доля остальных видов среди объектов пастбищной аквакультуры для поддержания промышленного

рыболовства ничтожно мала [13]. Основные отличия товарной «пастбищной аквакультуры» (*ranching*) от выпусков для поддержания природных популяций различного типа: 1) участие выпущенных рыб в естественном нересте не предусматривается, пополнение стада (которое нельзя называть в этом случае популяцией) происходит исключительно за счет искусственного разведения, 2) цель – получение коммерческой выгоды через промышленный или платный рекреационный лов.

Общее число видов ВБР, выращиваемых в товарной аквакультуре, достигло на 2016 г. 598, из них рыб – 369. Кроме рыб, выращивают 109 видов моллюсков, 64 вида ракообразных, 7 видов амфибий и рептилий, 9 видов других групп беспозвоночных и 40 видов водорослей. За последние 10 лет (с 2006 г. по 2016 г.) количество коммерчески значимых видов возросло на 26,7% (с 472 до 598). В то же время, многие виды имеют местный, или региональный характер, тогда как более 90% мировой аквакультуры дают всего 27 видов, а «первая двадцатка» обеспечивает 84,2% продукции [13, 27].

Несмотря на постоянное развитие и совершенствование биотехники выращивания, доля традиционных методов получения товарной продукции остается очень высокой – более 50% мировой продукции аквакультуры получают в прудах и на рисовых полях, что позволяет существенно снижать ее стоимость. Основной объем продукции традиционной аквакультуры дают сельские районы КНР, Индии и Юго-Восточной Азии [13]. Более того, в этом направлении аквакультуры постоянно растет доля рыб-фильтраторов, усваивающих фито- и зоопланктон, или способных поедать высшую растительность (белый амур).

Главные объекты мировой аквакультуры и объемы их товарного производства приведены в таблице 1.

Большинство позиций в первой десятке занимают рыбы, выращивание которых ведется, главным образом, в традиционной аквакультуре, т.е. в прудах, лагунах, на рисовых полях с использованием с простейших кормовых смесей кустарного производства. Важное значение имеют также гидробионты, для выращивания которых вообще не применяют искусственных кормов. Производство подобных объектов учитывается ФАО отдельно (рис. 1).

Таблица 1 - Продукция мировой аквакультуры по видам рыб в тыс т [13]

N	Вид	2010 г.	2012 г.	2014 г.	2016 г.
1	<i>Stenopharhngodon Idella</i>	4362	5018	5039	6069
2	<i>Hypophthalmichthys molithrix</i>	4100	4193	4968	5301
3	<i>Cyprinus carpio</i>	3421	3753	4161	4553
4	<i>Oreochromis niloticus</i>	2537	3260	3677	4200
5	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	2587	2901	3255	3527
6	<i>Carassius spp.</i>	2216	2451	2769	3006
7	<i>Catla catla</i>	2977	2761	2770	2961
8	Прочие костные рыбы	1378	1942	2063	2362
9	<i>Salmo salar</i>	1437	2074	2348	2248
10	<i>Labeo rohita</i>	1133	1566	1670	1843
11	<i>Pangasianodon spp.</i>	1307	1575	1616	1741
12	<i>Chanos chanos</i>	809	943	1041	1188
13	<i>Oreochromis spp.</i>	628	876	1163	1177
14	<i>Clarias spp.</i>	353	554	809	979
15	Морские костные рыбы, прочие	477	585	684	844
16	<i>Megalobrama amblycephala</i>	652	706	783	826
17	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	752	883	796	814
18	<i>Cyprinidae, прочие</i>	719	620	724	670
19	<i>Mylopharhngodon piceus</i>	424	495	557	632
20	<i>Chana argus</i>	377	481	511	518
	Другие рыбы	5849	6815	7774	8629
	Всего	38494	44453	49679	54091

\* - остается неясным, какие виды включены в эту группу и насколько приведенные цифры соответствуют фактическому объему производства морских рыб, который выше приведенной цифры в 1,5-2 раза, даже без учета эвригалинной молочной рыбы, выращивание которой может проходить в морской, солоноватой и пресной воде [30].

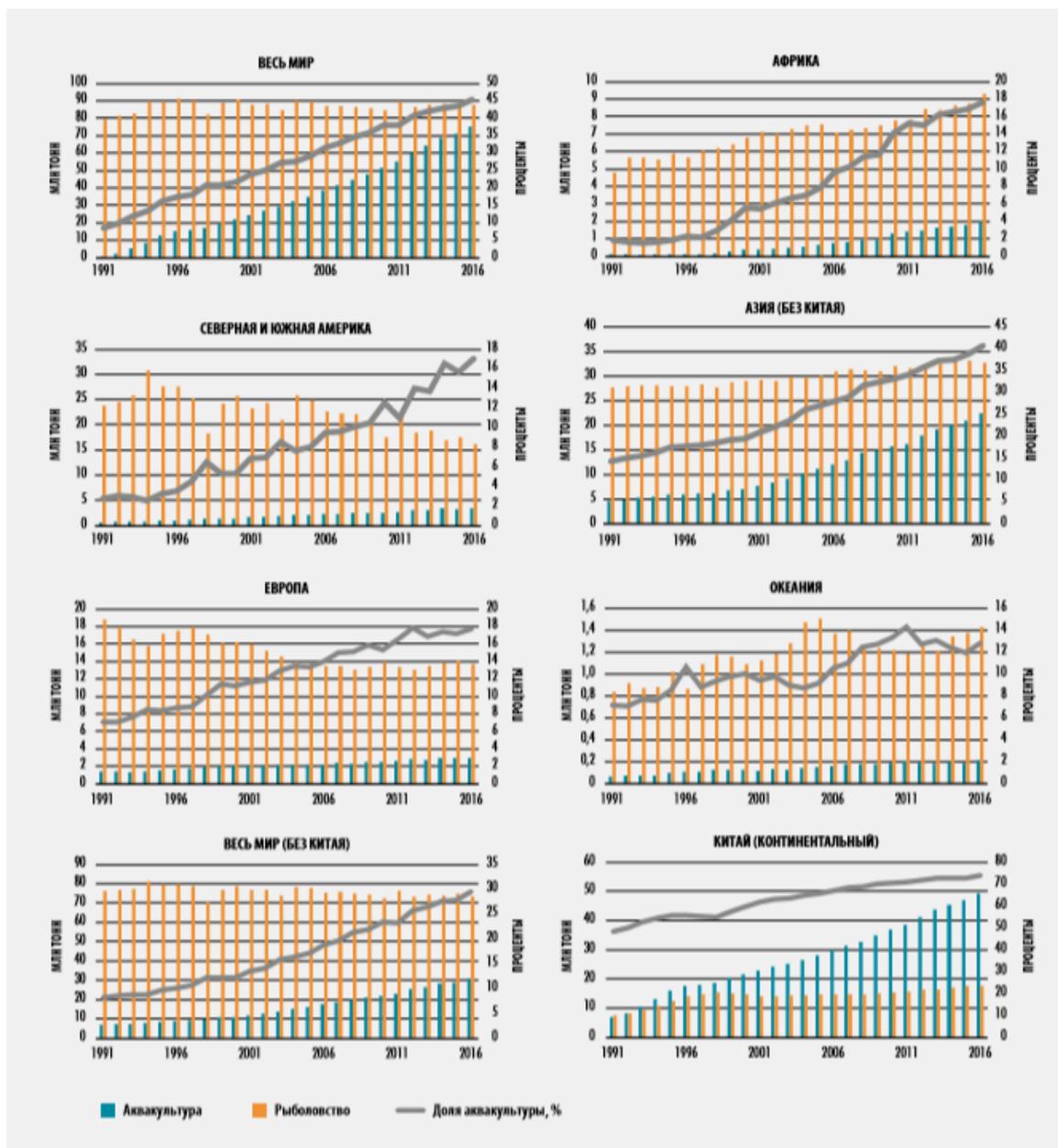


Рисунок 1 - Прирост продукции аквакультуры (тыс. т) в XXI веке: во всем мире; в Африке; на Американском континенте; в Азии без КНР и России; в Европе, включая Россию; в Океании; в мире без КНР и в КНР. Левые столбики – продукция аквакультуры с кормлением, правые – продукция аквакультуры без кормления, кривая - % продукции аквакультуры без кормления [13]

Единственный представитель хищных рыб, занимающий 9 место в мировом рейтинге – атлантический лосось, мировая продукция которого достигла в 2016 г. 2248 тыс т [13].

**Производство дешевых продуктов аквакультуры.** Наиболее дешевую продукцию дают виды преимущественно 2-го и 3-го трофических уровней, потребляющие фито- и зоопланктон, водную растительность и дешевые корма

из растительных компонентов. Самые распространенные объекты этого направления – белый амур *Stenopharhyngodon idella*, толстолобика *Hypophthalmichthys sp.*, тропическая молочная рыба *Chanos chanos*, индийская катла *Gibelion catla*, роху *Labeo rohita* и циррина *Cirrhinus mrigala*. В эту же группу видов следует отнести брюхоногих моллюсков, фильтрующих воду, выращивание которых не требует затрат кормов. По данным ФАО, выращивание 1 кг роху или циррины в индийских рыбоводных хозяйствах экстенсивного типа с продуктивностью 2-3 т/га, обходится всего в 30 американских центов. Переход к полу-интенсивным методам позволяет повысить продуктивность прудов до 4-8 т/га, но стоимость выращенной рыбы увеличивается до 50-60 американских центов за 1 кг [13].

Основным лимитирующим фактором при увеличении производства дешевых видов рыбы выступает конкуренция (по стоимости) с продукцией птицеводства, которая часто приводит к выбору потребителем более дешевой курятины [13]. В результате фермеры либо сокращают производство, переходя на более дешевые (экстенсивные) формы аквакультуры, либо выбирают более ценные виды рыб.

**Продукция аквакультуры для «среднего класса».** К этой категории относятся, прежде всего, хищные виды рыб, для выращивания которых требуется рыбный фарш, или корма на основе рыбной муки и рыбьего жира. Стоимость готового филе, как правило, выше стоимости свинины или даже говядины, однако вполне оправдана в силу высоких гастрономических свойств.

Важнейший сегмент рынка рыбной продукции для среднего класса – лососевые рыбы - атлантический лосось, радужная форель, кижуч и чавыча [16]. К этому же сегменту относится и производство всех морских рыб, за исключением молочной рыбы и кефалей (эти виды часто не включаются в объекты марикультуры, поскольку их выращивание может проходить не только в морской, но и в пресной воде) [7-8]. Отсутствие в России массового «среднего класса» отражается и на развитии аквакультуры – суммарное производство в аквакультуре лососевых рыб оценивается на уровне 50 тыс т в год, а осетровых – от 2,5 до 6 тыс т [1, 15].

Развитие морского рыбоводства длительное время сдерживалось отсутствием технологий и сложностью получения посадочного материала. Первые морские фермы, ставшие прародителями современных садковых хозяйств, возникли в Японии после Второй Мировой войны: местные жители отлавливали молодь желтохвоста *Seriola quinqueradiata* и *S. dumereli* и выращивали в лагунах или примитивных садках. В 1960-е гг. японцы начали использовать более совершенные садки заводского производства. В Европе в конце 1960-х гг. (Шотландия) в морских садках стали выращивать до товарной

массы дикую молодь камбалы-тюрбо *Scophthalmus maximus* [8, 13]. Особенно быстро стала развиваться товарная марикультура после разработки методов «гормональной стимуляции» видов, неспособных созреть в искусственных условиях спонтанно, и методов выращивания мелких личинок на морских коловратках и одноклеточных водорослях [7, 11]. К настоящему времени спектр видов морских рыб охватывает уже более 100 рыб [27, 30]. Основными особенностями развития марикультуры являются максимальная специализация на наиболее выгодных объектах выращивания и максимальная степень диверсификации с целью охвата всех сегментов рынка.

Все объекты марикультуры – хищные рыбы. Исключения – рыбы «эстуарно-морского типа» - молочная рыба и кефали, которые нерестятся в море, но нагуливать могут в солоноватой и пресной воде. Более того, есть популяции (Озера Науджан и Таал на Филиппинах, пресноводные системы Мадагаскара), в которых рыбы большую часть жизни (до начала полового созревания) проводят в пресной воде, совершают единственную в жизни катадромную миграцию и затем переходят на морской образ жизни [8, 14]. В этих случаях практически весь цикл выращивания (кроме получения икры и подращивания личинок на ранних стадиях на морских рыбоводных заводах) проходит в пресной воде.

Основные центры товарной аквакультуры молочной рыбы – КНР и Тайвань, Япония, Южная Корея, Индонезия, Филиппины. Кефаль выращивают в Египте и Израиле, (преимущественно в пресной или слабо-соленой воде), а также в КНР [8, 23]. Быстро развивается марикультура во Вьетнаме, Мьянме, Малайзии и других странах этого региона. Наиболее ценные виды – красный и желтый горбыли, баррамунди, груперы, луцианы, кобия, желтохвост. Средиземноморские страны специализируются на дораде *Sparus aurata* и европейском морском окуне (сибасе) *Dicentrarchus labrax*, более северные европейские страны выращивают камбалу-тюрбо *Scophthalmus maximus* [8]. Норвегия специализируется на выращивании в морской воде атлантического лосося, которого также считают объектом марикультуры [36, 38].

От некоторых видов рыбоводы отказались по причинам экономического характера. Наиболее яркий пример – атлантическая треска *Gadus morhua*. В начале 2000-е гг. предполагалось, что мировые объемы товарного выращивания тресковых рыб уже к 2010 г. достигнут 150-200 тыс. т, а затем сравняются с объемами производства атлантического лосося [29]. Эти прогнозы не сбылись, мировая продукция трески в аквакультуре достигла максимума в 2009-2010 гг. – 22,5 тыс. т (из них - 18 тыс. т – Норвегия, 2 тыс. т – Исландия, 1 тыс. т – США и Канада, остальное – другие страны) при стоимости производства от 4 до 6 долларов за 1 кг [23], а затем ее рост

сменился резким негативным трендом (общий объем производства упал до 1,7 тыс. т в 2014 г.). Основная причина – конкуренция с промышленным рыболовством, т.к. дикие стада трески в начале 2010-х гг. перешли в фазу увеличения своей численности [23, 29, 32].

С другой стороны, был недооценен потенциал производства атлантического лосося. В 2017 г. только Норвегия произвела 1219 тыс т лосося [38], т.е. немногим меньше общемирового производства этого вида в 2010 г. Резко сократилось товарное производство японской ставриды и тихоокеанской сельди ввиду невысокой рыночной стоимости рыб [7, 11].

Наиболее ценные объекты товарной марикультуры производятся в относительно небольших количествах и по своим ценам соответствуют высшему (но не элитному!) сегменту продукции. В качестве примера может быть отмечен атлантический белокорый палтус *Hippoglossus hippoglossus* (сем. *Hippoglossidae*). Добывается у берегов Норвегии, на Фарерских островах, в Исландии и Южной Гренландии, а также у восточного побережья Северной Америки. Достигает веса более 250 кг (рис. 2), однако крупные экземпляры очень редки.



Рисунок 2 - Белокорый палтус весом 136 кг на Фултонском рыбном рынке в Бронксе (США) [39].

Вид находится в опасности исчезновения в дикой природе и имеет категорию МСОП – «*Endangered*» [26]. Ввиду уникальных пищевых свойств и высокого спроса палтус является важным объектом марикультуры в ряде стран - Норвегии, Исландии, Великобритании [2], Канаде [3] и Чили [20], но объемы товарного выращивания относительно невелики (чуть более 1 тыс т), что характерно для всех видов продукции экстра-класса. Вид холодноводный, поэтому темп роста невысокий. Нерестовая температура – 3-8°C. Для индукции созревания особям обоего пола вводят импланты, содержащие от 50 до 100 мкг аналога ЛГ-РГ на 1 кг массы тела. Эмбриональный период – 32 недели. Личинки могут захватывать науплий артемии, что позволяет пропустить этап кормления коловратками. Через несколько дней питания артемией личинок переводят на искусственные корма. Подкормка одноклеточными водорослями повышает выживаемость личинок. Завершение метаморфоза происходит при достижении среднего веса 5 г. Перешедшую к донному образу жизни молодь палтуса подращивают в бассейнах до веса 30-50 г и пересаживают в морские садки, где она достигает товарных размеров [34].

Еще один ценный вид камбалообразных - паралихт (ложный палтус) *Paralichthys olivaceus*, который близок к атлантическому белокорому (настоящему) палтусу по потребительским качествам, но далек по систематике. Крупные паралихты очень высоко ценятся на рынках Японии [8].

Важный и очень дорогой объект марикультуры Японии – одна из самых ядовитых рыб Мирового океана - бурый скалозуб, или фугу *Takifugu rubripes*. Еще один ценный и сложный для аквакультуры вид - голубой тунец *Thunnus orientalis* [8]. Предметами высшего ценового сегмента рынка морепродуктов всегда были омары, лангусты, устрицы, которые также стали объектами марикультуры.

**Элитная продукция экстра-класса.** Единственным видом продукции аквакультуры, которая по всем признакам может быть отнесена к настоящим предметам роскоши, является черная икра (*caviar*), при этом не любая икра осетровых рыб, а только определенные ее сорта.

После коллапса природных популяций осетровых в конце XX века, цены на аквакультурную черную икру начали быстро расти, что повлекло за собой беспрецедентное развитие осетроводства во многих странах мира [9]. Производство любой элитной (люксовой) продукции имеет свои особенности. Прежде всего, ее не должно быть слишком много, поскольку она ценится не за особые потребительские свойства, а за свою уникальность. Обладание определенными предметами – признак принадлежности к высшим слоям общества. Другие примеры элитной продукции – эксклюзивные изделия из золота, бриллианты, редкие меха, предметы антиквариата и искусства.

Важнейшим условием для продажи предметов роскоши является престижный бренд. В зависимости от уровня бренда цена на один и тот же продукт может отличаться в десятки раз, то есть потребитель платит не столько за сам товар, сколько за его имидж. Раскрутка и поддержание престижного бренда стоит огромных денег.

До середины 1980-х гг., когда поступление икры на мировой рынок было очень ограниченным (основная продукция потреблялась внутри СССР), все виды черной икры за рубежом стоили примерно одинаково и достаточно дорого для того времени, дифференциация цен началась в конце 1980-х гг. (табл. 2), на фоне разрушения традиционного рынка черной икры – с одной стороны, возрос поток дешевой браконьерской продукции (сперва только из Ирана, а позднее – из стран бывшего СССР), с другой стороны, выделился элитный сегмент рынка, для которого требовались уникальные виды высококачественной икры [35].

Таблица 2 - Средние закупочные цены на различные виды черной икры в ФРГ (немецкие марки, 1 DM~0,4-0,6 \$ в1980-90-е гг.) [35]

Год	Страна	Тип икры			
		Белуга	Осетр	Севрюга	Контрафакт*
1983	СССР	432	350	292	-
	Иран	540	408	341	200
1984	СССР	525	354	318	-
	Иран	600	424	400	180
1985	СССР	630	418	356	-
	Иран	675	465	404	200
1986	СССР	688	360	325	-
	Иран	650	460	345	200
1987	СССР	655	356	291	-
	Иран	650	414	325	180
1988	СССР	622	315	298	-
	Иран	1630	435	310	180
1989	СССР	1394	468	332	-
	Иран	2600	510	345	220
1990	СССР	1250	420	300	-
	Иран	1596	432	304	220
1991	СССР	914	415	305	80
	Иран	1600	450	337	180
1992	СНГ	850	451	305	90
	Иран	1600	470	345	160
1993	СНГ	800	335	270	120
	Иран	950	435	345	160
1994	СНГ	658	350	260	140
	Иран	950	500	355	80

\* - ориентировочные данные

После временного снижения в начале 1990-х гг., цены на черную икру вновь стали быстро расти. Но если в начале 2000-х, когда вылов диких осетровых резко сократился, высоко ценились любые виды легальной икры [9], то в последнее десятилетие опять появился выбор. Очень высоко (несколько тысяч долларов за 1 кг) ценится икра белуги, калуги, любых альбиносов, а также всех видов осетровых из дикой природы [18, 33]. На порядок (то есть в десять раз) дешевле оценивается икра остальных осетровых, если владельцы брендов не применили какие-то специфические приемы, сделавшие их продукцию «единственной и неповторимой» в каком-то новом ракурсе.

**Формирование производственных стад осетровых из наиболее ценных видов.** Наиболее простой способ продать черную икру по максимальной цене – получать ее от видов, дающих самый ценный продукт – белуги или калуги.

Обычную икру белуги крупнейшая в Европе итальянская фирма *Calvisius* (годовое производство 24 т черной икры) продает по цене 5700 \$/кг. Экстремально высокими – до 15 тыс \$/кг могут быть цены на эксклюзивные партии икры белуги с редкой пигментацией – белого и золотистого цветов [40]. Итальянская икра элитного уровня экспортируется в Германию, США, Гонконг, Сингапур, Таиланд, Великобританию, Францию, Россию и другие страны.

В Иране на долю белуги приходится 85% выращиваемых осетровых, а средняя экспортная цена икры превышает 1,5 тыс долларов за кг [41]. Кроме того, под марками Ирана продается продукция других государств. Бельгийская ферма в Валлонии, принадлежащая иранцам Ахмаду и Арии Разави, реализует продукцию под брендом “*Caspian Tradition*” (рис. 2) как «лучшую в мире иранскую икру», якобы только что «из Каспийского моря». Основные виды – русский осетр и белуга. Объем производства черной икры в 2018 г. достиг 12 т, продукция экспортируется в 70 стран мира [42].

Брендами Ирана пользовалось на этапе становления и государственное китайское предприятие “*Kaluga Queen*”, специализирующееся на выпуске высоко-качественной черной икры (60 т икры в год). Самки калуги дают крупную слабо-пигментированную икру, которая высоко ценится гурманами и стоит в несколько раз дороже икры сибирского осетра или стерляди. Продажная цена икры – 2500 \$/кг. Высоко ценится икра гибрида *амурский осетр х калуга*. Этот гибрид выгодно отличается от обоих родительских видов устойчивостью к переуплотнению и болезням. Получение икры через забой не только повышает качество готового продукта, но и упрощает технологическую цепочку, позволяя применять конвейерный метод переработки осетровых рыб, который использовался еще в 1970-е годы на советских плавучих икорных заводах [10]. Недостатком метода является

необходимость содержания очень крупных продукционных стад осетровых рыб, что законодательно невозможно в Западной Европе вследствие запрета на наиболее производительный вариант аквакультуры - садки из-за угрозы попадания «беглецов» в природные экосистемы [19].



Рисунок 3 - Продукция фирмы «*Caspian Tradition*» в Валлонии (Бельгия) [42]

**«Органическая продукция» и «экологические сертификаты».** Очень дорогой может быть и икра других видов осетровых рыб, если организаторы продаж проявляют неожиданные рекламные приемы. В Испании был объявлен «нативным» адриатический осетр *Acipenser naccari* [17], который стал основным объектом местного товарного осетроводства. Выращивают в небольших объемах и белугу, также признанную «эндогенным видом». Благодаря удачной PR-кампании компания *Piscifactoría Sierra Nevada* стала единственной в мире фирмой, получившей сертификат на выпуск осетрины и черной икры с сертификатом «органической продукции» [43].

Вторая крупная испанская компания создана в 1999 г. в поселке Вальдаран в верховьях реки Гаронна (впадающей на территории Франции в эстуарий Жиронда, Бискайский залив). Объекты выращивания – сибирский осетр, адриатический осетр, белый осетр, белуга, русский осетр и севрюга. Икра под брендом «*Caviar naccarii*» сертифицирована как «самая безопасная» пищевая продукция в соответствии с международными стандартами ISO9001,

ISO14001, ISO 22000 и конкурирует с продукцией *PSN* среди экологогурманов [44].

В общей сложности, Испания производит ежегодно 5-6 т элитной черной икры и 90-120 т осетрины [15, 19].

По аналогичному пути сертификации «экологически чистой» икры пошли и осетроводы северной Финляндии, что позволяет им не только компенсировать затраты на выращивание осетровых в УЗВ, но и получать высокую прибыль [45].

**Методы глубокого замораживания.** Еще одна страна, в которой быстро развивается осетроводство – Япония. Высокое качество японской черной икры обусловлено особым способом приготовления – консервация происходит путем быстрого замораживания с использованием технологии, разработанной для мяса тунца. Розничная цена икры достигает 1800 \$ за баночку 30 г [46].

Всего в Японии зарегистрировано 13 рыбоводных хозяйств, занимающихся выращиванием осетровых и получением черной икры. Выращиваются, кроме рассмотренных выше видов, русский осетр, стерлядь и бестер [24]. Суммарная продукция всех японских осетровых хозяйств – 800 кг икры в год, объем экспорта в США – 100 кг в год по средней оптовой цене 5390 \$/кг. Икра экспортируется также в Гонконг и Сингапур [47]. Производство черной икры в Японии должно возрасти в ближайшие годы до 3 т в год. Одновременно, Япония продолжает оставаться одним из крупнейших импортеров более дешевых сортов черной икры из Италии, ФРГ, КНР, США и других стран [24].

**Традиционные методы приготовления “caviar”.** Все страны, поставляющие на мировой рынок элитную икру объединяет важная особенность – продукция производится исключительно традиционным способом – через забой рыб, который позволит производить готовый продукт (*caviar*) высшего качества, поскольку лучшие вкусовые свойства икра приобретает непосредственно перед овуляцией, а процесс овуляции (освобождение ооцита из фолликула) сопровождается резким ослаблением оболочек (вследствие потери фолликулярного слоя) и ухудшением вкуса. Важное значение для использования традиционного способа получения икры имеет также запрет на использование сурфагона, отнесенного к особо опасным соединениям для человека, при получении пищевой икры по Международным пищевым стандартам, однако допускается замена сурфагона гипофизарными препаратами [37].

**Расширение рынка черной икры за счет диверсификации продукции.** К настоящему времени рынок элитной черной икры перенасыщен предложениями самых различных фирм. Выходом является максимальная

диверсификация продукции, которая, с одной стороны, не допустит снижения цены на элитные виды черной икры, с другой стороны – существенно расширит рынок за счет включения в сферу потребления представителей «среднего класса». Многие страны преуспели в выпуске относительно дешевой черной икры. Италия несколько лет подряд поставляла в Россию черную икру по цене 240 €/кг, с 2016 г. Италию заменила КНР с икрой по 200 €/кг [18].

В отличие от других стран, российская аквакультура осетровых, вместо ориентации на производство разнообразных сортов черной икры, рассчитанных на людей с разным уровнем доходов, ориентируется на некую среднюю продукцию по своим потребительским свойствам, но с очень высокой ценой. Рыбоводы работают по принципам, сложившимся в начале XXI века, когда на рынке не хватало любых видов черной икры. В это время наиболее перспективными считались самые технологичные виды – сибирский осетр и стерлядь, не отличающиеся высоким темпом роста и дающие самую дешевую икру [4]. После насыщения рынка подобной продукцией многие страны радикально изменили видовой состав осетровых в товарных хозяйствах. Примером могут быть США, где в начале 2000-х гг. широко использовались традиционные виды для мировой аквакультуры того времени - сибирский и русский осетры, стерлядь. В настоящее время 95% продукции осетровых хозяйств США приходится на долю быстро-растущего белого осетра [22]. КНР специализируется на калуге и гибриде *амурский осетр x калуга*, Иран – на белуге.

В России, наоборот, в осетровых товарных хозяйствах икорного направления продолжает увеличиваться доля стерляди (до 35%). Далее идут сибирский осетр (30%) и гибриды русского и сибирского осетров – 18% [19]. Высокой остается и себестоимость продукции (20-35 тыс руб/кг), которая оказалась значительно дороже аналогичных сортов икры, произведенных в КНР (10-14 тыс.руб/кг) [48].

Характерная особенность российского осетроводства – специализация на переработке овулированной икры, отличающейся слабыми оболочками и укороченным сроком хранения. Следует отметить, что овулированную икру получают и засаливают не только в России и странах СНГ. По этому же пути пошла Германия – страна с очень высокой стоимостью электроэнергии и запретом на садковое выращивание осетровых [19]. В Германии запатентован оригинальный способ укрепления оболочек «сигнальными молекулами», которые присутствуют в ооцитах и начинают действовать в момент соприкосновения с водой [28]. Качество готового продукта при воздействии

«сигнальными молекулами» выше, чем при иных технологических приемах переработки овулированной икры.

Патент используется не только в Германии, но и в других странах. Цели «прижизненного метода» в Западной Европе несколько другие, чем в России - не заменить традиционный способ приготовления “*Caviar*”, а еще более диверсифицировать производство, создав «бюджетный» сегмент рынка (для людей, покупавших ранее контрафактную икру или никогда не потреблявших этот продукт) и резко отделив его элитных сегментов. Предполагается, что в будущем недорогая аквакультурная икра полностью вытеснит браконьерскую, что рассматривается СИТЕС как главное средство спасения природных популяций осетровых. И это должно произойти раньше, чем осетровые полностью исчезнут из дикой природы. Одновременно будет вестись борьба с контрафактной продукцией через отслеживание черной икры на всем пути от товарной фермы до потребителя, вплоть до регистрации на банке номера чипа каждой самки, от которой получена икра [18, 24].

Неконкурентоспособность современного российского осетроводства приводит к тому, что импорт черной икры (17 т в 2018 г.) существенно превышает экспорт (7,8 т), а дешевая китайская икра оказывается «в трех из четырех банок» с «российской продукцией» [48].

***Перспективы развития аквакультуры в России.*** В настоящее время мировой рынок продукции аквакультуры уже сформировался, доля российской продукции на этом рынке очень мала. Кроме того, существует огромный внутренний рынок, за место на котором также предстоит серьезная конкуренция (особенно, после прекращения кампании «импортозамещения»).

Наиболее массовые объекты мирового товарного рыбоводства – обыкновенный карп, растительноядные (толстолобики, белый амур), индийские карпы (катла, роху, циррина), а также тилапии. Выращивание этих видов в тропических странах позволяет получать самую дешевую продукцию, конкурентоспособную по цене не только с «дикой» рыбой из природных водоемов, но и с курятиной. В нашей стране с более суровым климатом выращивание этих рыб обходится значительно дороже. Поэтому необходимо либо находить варианты для дотирования производства, либо искать другие объекты выращивания, т.к. розничная цена на толстолобика или карпа в пересчете на филе (чистое мясо) не может быть выше цены на свинину. В противном случае перспективы для существенного увеличения объемов производства таких рыб просто нет.

Осетровые и лососевые, а также канальный сом и морские ВБР в настоящее время рассматриваются как обычные продукты потребления для «среднего класса». Объемы выращивания лососевых рыб в России очень небольшие и составляют около 50 тыс т в год, т.е. около 350 г на одного

жителя России. Из этого количества на радужную форель в 2018 г. приходилось 39,3 тыс т, на атлантического лосося – 10,9 тыс т [1]. Производство лососевых рыб в аквакультуре сдерживается конкуренцией с импортным атлантическим лососем и дикими тихоокеанскими лососями (горбушей и кетой). Выращенные в условиях аквакультуры осетровые (на мясо) особого спроса не имеют, аналогично тому, как не пользуется спросом подобная продукция в Западной Европе и США [9-10]. Более того, некоторые авторы рассматривают осетрину, как своего рода «отходы» при производстве самого ценного продукта аквакультуры – черной икры [31].

Учитывая, что мировое производство аквакультуры низшего и среднего ценового сегментов хорошо развито и конкурировать с ним нашей стране практически невозможно, необходимо найти свои «ниши» на рынке элитной продукции, предложив что-то эксклюзивное. Прежде всего, это производство высококачественной черной икры с марками типа «*Осетровые Каспия*», «*Астраханская икра*», поскольку черная икра с Каспийского моря более 100 лет поступала на мировой рынок, в основном, из нашей страны. Возможно, потребуется международная сертификация на «органическую продукцию», или нечто в этом роде. Очень важно, чтобы понятие «настоящей черной икры» во всем мире ассоциировалось именно с Россией и Каспийским морем. Точно также «*настоящий сибирский осетр*» может быть выращен только в Сибири и нигде больше! И эти принципы должны стать основой рекламной кампании по продвижению российской икры на мировом рынке.

Из ценных видов рыб элитного уровня следует обратить внимание, прежде всего, на рыб, которым грозит полное исчезновение в дикой природе, что исключает возможность конкуренции с продукцией промышленного рыболовства. Одним из таких видов является атлантический белокорый палтус, внесенный в Красный лист МСОП с категориями «*Endangered*» (в опасности исчезновения) [26]. Объемы мировой аквакультуры этого вида невелики и составляют немногим более 1 тыс т [20], т.е. палтуса выращивается в 100 раз меньше, чем осетровых рыб. Невелики и промышленные уловы этого вида. В нашей стране палтус может выращиваться на Кольском полуострове вместо малоперспективного атлантического лосося (вследствие угрозы инфекций и инвазий от многочисленных товарных ферм в норвежских водах, располагающихся «выше по течению» Гольфстрима).

Еще одним ценным объектом элитной аквакультуры может стать волго-каспийская белорыбица, а также близкий вид – нельма (особенно ее пресноводная форма). В последние годы на Александровском ОРЗ в Астраханской области формируется РМС из потомства единичных особей, которых удастся отлавливать в дельте Волги. Выпускается потомство, полученное от крайне малого числа производителей, что приводит к

сокращению эффективного размера популяции, поэтому возвраты от выпусков постоянно сокращаются. В ближайшие годы белорыбца как вид полностью исчезнет в природе, МСОП уже присвоил ей статус «вымерший в дикой природе» («*Extinct in Wild*») [26]. Необходимо ускоренными темпами формировать дополнительные ремонтно-маточные и продукционные стада белорыбицы, сокращая число выпускаемых sibлов (потомства одной пары родителей).

Еще одним объектом элитной аквакультуры в ближайшие годы может стать европейский угорь. Численность вида быстро сокращается, соответственно увеличивается розничная цена на эту рыбу в супермаркетах, и на посадочный материал для товарной аквакультуры - стеклянных угрей [25]. Европейский угорь внесен в Красный лист МСОП с высшей категорией угрозы исчезновения – “*Critically Endangered*” [26], и может безвозвратно исчезнуть, если методы искусственного разведения не заменят отлов дикой молоди для аквакультуры.

**Заключение.** На Западе в 1970-е гг. началась переоценка значимости пастбищного рыбоводства с его перепрофилированием на получение товарной продукции непосредственно в рыбоводных хозяйствах интенсивного типа. Наша страна «пропустила» этот момент, поскольку очень многие в ней считали и до сих пор считают, что все проблемы обеспечения населения рыбой и другими ВБР могут быть решены через промышленное рыболовство и выпуски заводской молоди. Единичные объективные обзоры состояния западной товарной аквакультуры с прогнозами перспектив ее развития [2] казались утопическими и не принимались во внимание. 1980-1990-е гг. – период очень быстрого развития мировой товарной аквакультуры индустриального типа в Японии, Западной Европе и Северной Америке [5, 13]. С конца XX века центр индустриальной аквакультуры переместился в КНР и страны Юго-Восточной Азии, где быстрыми темпами развивалось выращивание осетровых и ценных морских рыб [8-10]. К настоящему времени определились страны-лидеры (КНР, Япония, Южная Корея, Тайвань, Индонезия) и аутсайдеры в области товарной аквакультуры. К последней группе стран можно отнести и Россию, которая при огромной территории и гигантских водных ресурсах произвела в 2018 г. всего 203,6 тыс т товарной рыбы и 34,2 тыс т посадочного материала [3].

Современная аквакультура решает самые разные задачи – от удовлетворения потребности населения в животном белке (для этого выращиваются рыбы «без кормления» или с использованием самых дешевых растительных кормов) до производства деликатесов люксового уровня. Соответственно этим задачам формируются и различные сегменты рынка ВБР. Задача грамотного управления рыбным хозяйством – подобрать эффективные

объекты выращивания для максимальной диверсификации продукции с целью включения в потребление всех групп населения с разным уровнем доходов.

### Список использованных источников

1. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: научно-аналитический обзор/ Головина Н.А., Романова Н.Н., Головин П.П., Симонов В.М., Дементьев В.Н., Шишанова Е.И., Тренклер И.В., Пономарев С.В., Коноваленко Л.Ю./ – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.
2. Дорошев С.И. Аквакультура и морское рыбоводство. Труды ВНИРО, т. 94, 1973, с. 130-142.
3. Итоги деятельности Федерального Агентства по рыболовству в 2018 г. и задачи на 2019 г. Материалы к заседанию. 23-24 апреля 2019 г., 128 с. [http://fish.gov.ru/files/documents/ob\\_agentstve/kollegiya/itogi\\_2018\\_zadachi\\_2019.pdf](http://fish.gov.ru/files/documents/ob_agentstve/kollegiya/itogi_2018_zadachi_2019.pdf)
4. Людвиг А. Последние случаи нелегальной торговли икрой. Международное совещание по осетровым ISM-2016. 1-5 июня 2016 г. Краснодар, 2016, с. 83.
5. Садковая Аквакультура. Региональные обзоры и всемирное обозрение. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству, № 498, Рим, ФАО, 2010, 259 с.
6. Тренклер И.В. «Консервационная аквакультура» США и Канады: 1. Редкие и исчезающие виды. Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2016, № 11, с. 58-70.
7. Тренклер И.В. Состояние и перспективы развития мировой аквакультуры. В кн.: «Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры»: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ, 5 февраля 2019 г). Том 1. – М.: Издательство «Перо», 2019, с. 381-403.
8. Тренклер И.В. Марикультура. Часть 2. Основные объекты товарного выращивания. Рыбоводство и Рыбное хозяйство. 2019, № 8, с. 70-79, № 9, с. 72-79.
9. Тренклер И.В. Аквакультура осетрообразных. Часть 1. Разгром природных популяций и появление товарного выращивания. Рыбоводство и рыбного хозяйства. 2020, № 1, с. 64-75.
10. Тренклер И.В. Аквакультура осетрообразных. Часть 3. КНР и Юго-Восточная Азия. Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020, № 3, с. 60-73.
11. Тренклер И.В., Шишанова Е.И. Морские рыбоводные программы для поддержания промышленного и рекреационного лова. В кн.: «Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры»:

Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ, 5 февраля 2019 г). Том 1. – М.: Издательство «Перо», 2019, с. 404-424.

12. Тренклер И.В., Шишанова Е.И., Шишанов Г.А. Мировое рекреационное рыболовство. Часть 3. Саплементации и пастбищная аквакультура. Рыбное хозяйство, 2018, № 12, с. 58-70.

13. ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. 2018. Рим. 209 с. Лицензия: СС BY-NC-SA 3.0 IGO.

14. Bagarinao T.U. Biology of Milkfish (*Chanos chanos* Forsskal). Development Center (SEAFDEC). Tigbauan, Iloilo, Philippines. 1991.105 pp.

15. Bronzi, P. Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017/P. Bronzi, M. Chebanov, J.T. Michaels, Q. Wei, H. Rosenthal, J. Gessner//. J. Appl. Ichthyol. - 2019. - Vol. 35. - P. 257–266. DOI: 10.1111/jai.13870.

16. Buschmann A.H., Munoz J.L.P. Salmonid farming. 2016. 5 pp. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09580-4.

17. Carmona R. Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons/Ed. by R. Carmona, A. Domezain, M.G. Gallego, J.A. Hernando, F. Rodríguez, M. Ruiz-Rejón// - Springer Science & Business Media. – 2009. - pp. 468.

18. Caviar Market. Production, trade and consumption in and outside the EU. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018, 29 pp. Режим доступа: [WWW.EUMOFA.EU](http://WWW.EUMOFA.EU).

19. Chebanov M., Williot P. An Assessment of the Characteristics of World Production of Siberian Sturgeon Destined to Human Consumption. In: The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869). Vol. 2 – Farming (Ed. By Williot P., Nonnotte G., Chebanov M.). Springer, 2018, p. 217-288.

20. Gallardo P.R. History and methodology of Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) farming in southern, Chile. Univ. de Magalanes. Chile. 2016.

21. Glover K.A., Svåsand T., Olesen I., Rye M. Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Genimpact Final Scientific Report. 2007, 6 pp.

22. Ethier V. US Farmed sturgeon. Seafood Watch. Seafood Report. Monterey Bay Aquarium. 2014. 43 pp.

23. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Cultured Aquatic Species. Rome. 2020. Режим доступа: [www.fao.org/fishery/culturedspecies](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies)

24. Harris L., Shiraishi H. Understanding the global Caviar Market. Results of a rapid assessment on trade on sturgeon caviar. Traffic and WWF Joint Report, 2018, 94 pp.

25. ICES. Report of the Working Group on Eels (WGEEL), 15–22 September 2016, Cordoba, Spain. ICES CM 2016/ACOM:19. 107 pp.

26. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-3. Режим доступа: <http://www.iucnredlist.org/>
27. Kitada S. Economic, ecological and genetic impacts of marine stock enhancement and sea ranching: A systematic review. *Fish and Fisheries*, 2018, vol. 19, Iss. 3, p. 1-22.
28. Köhler-Gunther, A. Method for preparing the ovulated eggs of aquatic animals for quality foodstuffs and ovulated eggs prepared using said method/ A. Köhler-Gunther/ Patent WO2007/045233 A23L 1/328 A23B 4/027. Priority date 19.10.2005. Priority no 10 2005 050 723.9 (DE). Publication date 26.04.2007.
29. Kjesbu O.S., Taranger G.L., Trippel E.A. Gadoid mariculture: development and future challenges: Introduction. *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 63, Iss. 2, 2006. P. 187–191.
30. Lucas J.S., Southgate P.C., Tucker C.S. *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*. John Wiley & Sons. 3 edition, 2019, 664 pp.
31. Parisi G., Terova G., Gasco L., Piccolo G., Roncarati A., Moretti V.M., Centoducati G., Gatta P.P., Pais A. Current status and future perspectives of Italian finfish aquaculture. In: *Reviews in fish biology and fisheries*.- Stampa. 2014, N 24, p. 15-73.
32. Petersen P.E., Penman D.J., Dahle G., Patursson Ø., Taggart J. B. Differential Survival among Batches of Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.) from Fertilisation through to Post-Metamorphosis. Ed. by V. Laudet. *PLoS One*. 2016, 11(6): e0158091. 30. doi: [10.1371/journal.pone.0158091](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158091)
33. Sicuro B. The future of caviar production on the light of social changes: a new dawn for caviar? *Reviews in Aquaculture*, 2019, 11, p. 204–219.
34. Stoner J. Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* L. Monterey Bay Aquarium. *Seafood Watch*. 2012, 30 pp.
35. Taylor S. The historical development of the caviar trade and the caviar industry. In: *Sturgeon Stocks and Caviar Trade Workshop* (ed. by Birstein V. J., Bauer A. and Kaiser-Pohlmann A.). IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1997, p. 45-54.
36. Torrissen O., Olsen R.E., Toresen R., Hemre G.I., Tacon A.G.J., Asche F., Hardy R.W., Lall S. Atlantic Salmon (*Salmo salar*): The “Super-Chicken” of the Sea?, *Reviews in Fisheries Science*, 2011, vol. 19, N 3, p. 257-278, DOI: 10.1080/10641262.2011.597890.
37. Whole Foods Market Quality Standards for Farmed Seafood: Salmon, Other Finfish, and Shrimp Including Guidance for Producers and Auditors. April 2019, 37 pp. Режим доступа: [https://assets.wholefoodsmarket.com/www/missions-values/seafood-sustainability/WholeFoodsMarket\\_QualityStandardsFarmedFinfishandShrimp\\_2019.pdf](https://assets.wholefoodsmarket.com/www/missions-values/seafood-sustainability/WholeFoodsMarket_QualityStandardsFarmedFinfishandShrimp_2019.pdf)

38. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.eurofish.dk/norway>
39. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Палтусы#/media/Файл:Fiorello\\_LaGuardia\\_with\\_ha libut.jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Палтусы#/media/Файл:Fiorello_LaGuardia_with_ha libut.jpg)
40. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.insider.com/europe-biggest-caviar-farm-agroittica-lombarda-italy-2019-4>
41. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://en.mehrnews.com/news/132666/Iran-s-farmed-caviar-hits-5-tons-in-production-1-2-in-exports>
42. 42. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://brussels-express.eu/sturgeon-fish-farming-in-wallonia-caviar-from-the-caspian-tradition/https://www.caviarderiofrio.com/company/about-us>
43. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.caviarderiofrio.com/company/about-us>
44. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.caviarderiofrio.com/company/about-us>
45. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://magazine.aga.com/black-gold-from-finland/>
46. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.scmp.com/lifestyle/food-drink/article/2086670/why-hong-kong-restaurants-are-using-asian-farmed-caviar>
47. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://asianhotelandcateringtimes.com/2018/05/caviar-dreams-a-sturgeon-story/>
48. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://iz.ru/873578/evgeniia-pertceva/eksport-po-chernomu-postavki-osetrovoi-ikry-za-rubezh-vyrastut-v-5-raz?fbclid=IwAR0GhnHqYoeYr82XGyXKAnPTB0yB\\_Drp6BjiwmPHqgOSVpH AyeGzSaeB5Rk](https://iz.ru/873578/evgeniia-pertceva/eksport-po-chernomu-postavki-osetrovoi-ikry-za-rubezh-vyrastut-v-5-raz?fbclid=IwAR0GhnHqYoeYr82XGyXKAnPTB0yB_Drp6BjiwmPHqgOSVpH AyeGzSaeB5Rk)

УДК 639.3: 581.526. 325. 325.2

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗВИТИЯ  
ФИТОПЛАНКТОНА БЕЛГОРОДСКОГО И СТАРООСКОЛЬСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩ**

**Христенко Г.И., Рождественская К.И., Кусочкин В.С.**

*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»  
(«ВНИИПРХ»), Федеральное агентство по рыболовству, hydra@vniiprh.ru*

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PHYTOPLANKTON  
DEVELOPMENT IN THE BELGORODSKOE AND STAROOSKOLSKOE  
WATER STORAGE RESERVOIRS**

**Khristenko G.I., Rozhdestvenskaya K.I., Kusochkin V.S.**

***Резюме.** В результате проведения гидробиологических исследований на Белгородском и Старооскольском водохранилищах получены данные по количественному развитию и качественному составу фитопланктона. Белгородское водохранилище отличалось более высоким видовым разнообразием фитопланктона, чем Старооскольское. Численность фитопланктона в Белгородском водохранилище была в 2,3 раза выше по сравнению со Старооскольским за счёт более интенсивного развития синезелёных, диатомовых и зелёных (преимущественно протококковых) водорослей. Интенсивное развитие в Белгородском водохранилище синезелёных водорослей, особенно в летний период, является признаком эвтрофирования водоёма. Среднесезонная биомасса водорослей обоих водохранилищ была примерно одинаковой и составила 6,2 мг/л.*

***Ключевые слова:** фитопланктон, численность, биомасса, видовое разнообразие, фитопланктонное сообщество*

***Summary.** Data on quantitative development and qualitative composition of phytoplankton have been obtained as a result of hydrobiological investigations of the Belgorodskoe and Starooskolskoe water storage reservoirs. The Belgorodskoe reservoir differed by a higher specific diversification of phytoplankton than the Starooskolskoe one. The phytoplankton numbers of the Belgorodskoe reservoir were 2.3 times higher in comparison with the Starooskolskoe one due to the more intensive development of blue-green, diatomaceous and green (mainly protococcal) algae. The intensive development of blue-green algae in the Belgorodskoe reservoir, especially in summer, is the sign of the water body eutrophication. The middle-seasonal biomass of algae in both water bodies was roughly identical at 6.2 mg/l.*

***Key words:** phytoplankton, numbers, biomass, specific diversification, phytoplanktonic community*

## **Введение**

Гидробиологические наблюдения на водоёмах тесно связаны с выполнением работ по изучению состояния экосистем, оценкой количественного развития и качественного состава основных групп гидробионтов, являющихся естественной кормовой базой рыб. Данные о состоянии естественной кормовой базы рыб необходимы для решения вопроса о повышении продуктивности исследуемых водных объектов, за счёт направленного формирования ихтиофауны и наиболее полного использования кормовых ресурсов.

Цель работы – изучение качественного состава и количественного развития фитопланктона – первого звена трофической цепи, определяющего уровень первичного продуцирования и являющегося важным показателем качества воды.

Работа проведена в соответствии с планом ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биологических ресурсов в 2018 г.

## **Материалы и методы исследований**

**Белгородское водохранилище** образовалось в результате зарегулирования р. Северский Донец. Заполнение его началось в 1975 г. Водоохранилище расположено на территории Белгородского и Шебекинского районов. Створ плотины находится около села Безлюдовка Шебекинского района. Является водоёмом высшей рыбохозяйственной категории. Расположено ниже г. Белгорода. Водоём имеет вытянутую форму, его длина равна 23,5 км, ширина – от 0,12 до 3,1 км, наибольшая глубина – 15,0 м, средняя – 6,6 м, площадь равна 23,2 км<sup>2</sup>, протяжённость береговой линии составляет 85 км.

Водоохранилище является проточным, руслового типа, в него впадают реки Разумная и Бродок, ручьи Ольшанский и Доброивановский. Грунт дна илистый, супесчаный, песчаный, глинистый, есть меловые участки. Рельеф дна волнистый, кое-где котлованы, на отдельных участках имеются пни, крупных камней нет.

За годы существования Белгородского водохранилища проектное назначение (водоснабжение Белгородского промышленного узла) оказалось не востребуемым, поскольку использование воды для питьевого водоснабжения населения на 100 % осуществляется из подземных источников, а в промышленности вода водохранилища не используется. В связи с этим Белгородское водохранилище стало объектом рекреационной деятельности.

Схема отбора проб фитопланктона показана на рис. 1.

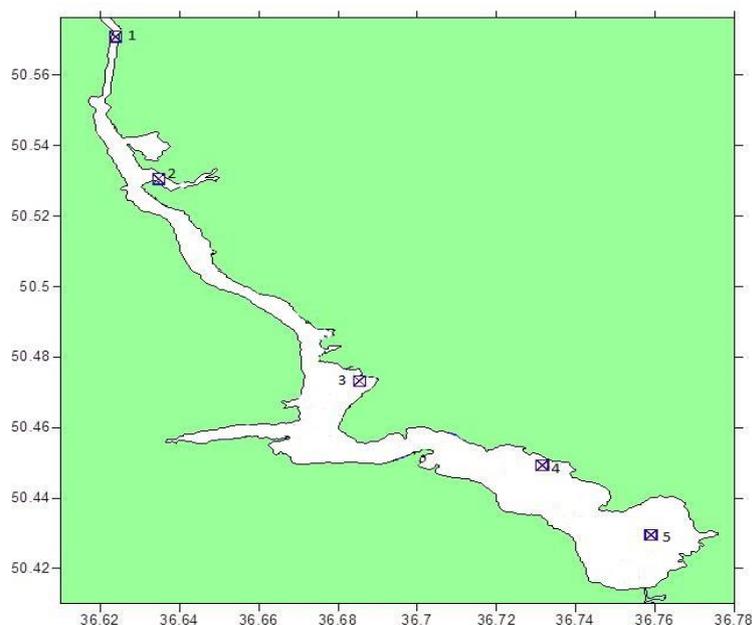


Рисунок 1 – Карта-схема отбора проб фитопланктона в Белгородском водохранилище

**Старооскольское водохранилище** на реке Оскол и её притоках (реках Герасим и Апочка) расположено на территории Курской и Белгородской областей, является водоёмом высшей рыбохозяйственной категории. Преобладающие грунты дна – суглинки, песок, глина. Дно ровное, в береговой зоне преобладают затонувшие пни и деревья. Берега водохранилища со стороны Курской области крутые, высотой 50-70 см, со стороны Белгородской области пологие, низкие, до 20 см. Длина водохранилища 18 км, максимальная ширина — 3,5 км, максимальная глубина — 13,5 м. Площадь водохранилища составляет 22 км<sup>2</sup>.

Основные глубоководные места водохранилища лишены надводной и водной мягкой растительности. Жёсткой водной растительности в прибрежной зоне мало, она представлена в основном осокой, аиром и рогозом.

Основным предназначением водоема является спортивно-любительское рыболовство, орошение и полив сельскохозяйственных земель, обеспечение водой для производственных целей промышленных предприятий округа. Основной водопользователь — Лебединский горно-обогатительный комбинат. Кроме того, Старооскольское водохранилище — это место для культурного и спортивного отдыха местных жителей и туристов. По берегам водохранилища разбросано множество баз отдыха, профилакториев и санаториев, есть рыбацкий стан, а также дом рыбака и охотника.

Схема отбора проб фитопланктона на Старооскольском водохранилище показана на рис. 2.

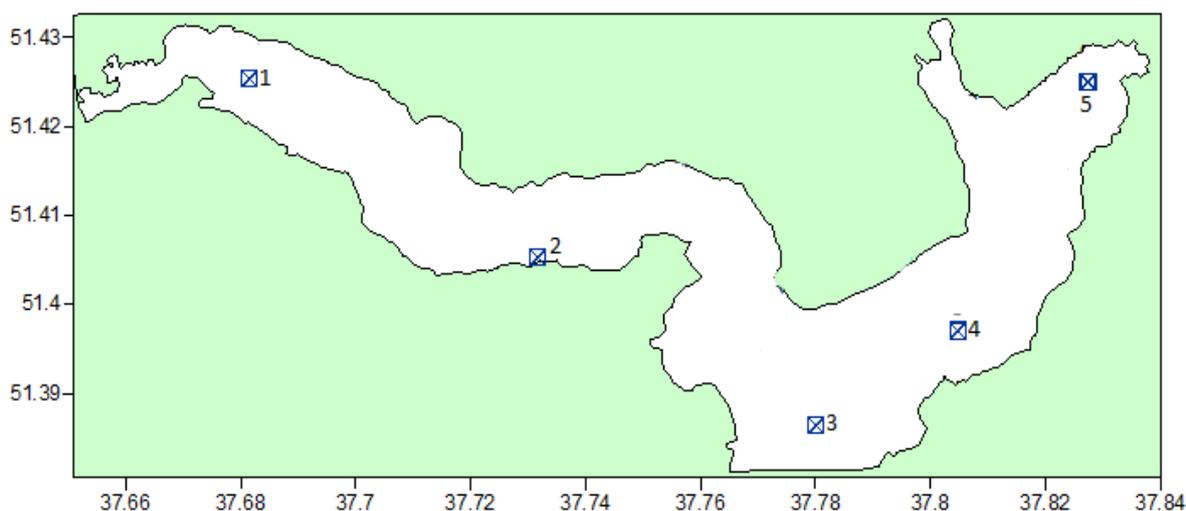


Рисунок 2 – Карта-схема отбора проб фитопланктона на Старооскольском водохранилище

Пробы фитопланктона отбирали на 5 станциях батометром, перемешивали и заполняли водой бутылки объёмом 1000 мл. Пробы фиксировали 40% формалином с доведением его концентрации в пробе до 4%. Далее пробы доставлялись в лабораторию гидробиологии для дальнейшей камеральной обработки. Собранный материал концентрировали отстойным методом (пробы отстаивали в течение 10 суток). Подсчёт и измерение клеток водорослей проводили под микроскопом Микмед-6 с использованием камеры Нажотта. Камеральную обработку гидробиологического материала проводили общепринятыми в гидробиологической практике методами [1-3]. Дальнейшая обработка первичного материала проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

### Результаты исследований

**В Белгородском водохранилище** обнаружено 66 видов и разновидностей водорослей. Среди них 11 из отдела синезелёных, 2 – золотистых, 16 – диатомовых, 4 – эвгленовых, 24 – зелёных, 3 – жёлтозелёных, 2 – десмидиевых, 3 – вольвоксовых.

Весной в составе фитопланктонного сообщества доминировали представители зелёных (протококковые) и составили 45% от общей биомассы. Наиболее часто встречались среди них представители рр. *Scenedesmus* и *Ankistrodesmus*. Примерно такой же процент составляли диатомовые с преобладанием рр. *Cyclotella*, *Nitzschia*. Численность фитопланктона весной колебалась от 0,01 млн кл./л до 4,2 млн кл./л, биомасса – от 0,002 мг/л до 3,2 мг/л.

Летом в составе фитопланктона отмечено доминирование синезелёных водорослей. Их численность составила в среднем 1,7 млн кл./л, биомасса – 6,5

мг/л с преобладанием *Aphanizomenon flos-aquae*. На отдельных станциях биомасса синезелёных достигала 14,5 мг/л.

По сравнению с весенним периодом, летом численность и биомасса протококковых уменьшилась соответственно до 3,4 млн кл./л и до 2 мг/л, однако возросло развитие синезелёных.

В осенний период на первое место по биомассе относительно общей биомассы выходят диатомовые (56 %). Видовое разнообразие диатомовых водорослей осенью почти такое же, как и весной. В развитии протококковых наблюдается спад: биомасса уменьшилась до 0,4 мг/л, численность – до 1,4 млн кл./л.

Общая средняя биомасса осенью составила 1,6 мг/л, численность – 2,6 млн кл./л. Средняя биомасса за вегетационный период составила 6,2 мг/л, при доминировании синезелёных (36,1% от общей биомассы).

Прозрачность воды за весь период наблюдения по станциям варьировала от 30 см до 60 см.

В составе фитопланктона **Старооскольского водохранилища** обнаружено 58 видов и разновидностей водорослей. Среди них 11 диатомовых, 4 – десмидиевых, 3 – жёлтозелёных, 3 – золотистых, 2 – пирифитовых, 20 – зелёных, 8 – синезелёных, 4 – эвгленовых, 3 – вольвоксовых.

Весной преобладали синезелёные водоросли: биомасса – 0,2 мг/л, численность – 0,1 млн кл./л. На их долю приходилось 42 % от общей биомассы. Среди синезелёных доминировали представители р. *Microcystis*. Кроме синезелёных отмечено развитие протококковых, они составляли 28% от общей биомассы.

В летний период резко возрастает развитие пирифитовых водорослей – 8,6 мг/л, что составило 70% от общей биомассы, доминировал крупный вид *Ceratium hirundinella*. По численности доминировали протококковые – 1,8 млн кл./л. Среди них встречались на каждой станции представители рр. *Scenedesmus*, *Oocystis*, *Crucigenia*. По биомассе на долю протококковых приходилось около 9% от общей.

Осенью наибольшей биомассы достигли диатомовые – 4,7 мг/л, что составляет 67%. Наиболее часто встречающиеся представители этой группы водорослей – из р. *Cyclotella* и *Asterionella formosa*. Численность фитопланктона осенью колебалась от 0,02 млн кл./л до 2,2 млн кл./л, биомасса – от 0,11 мг/л до 4,7 мг/л, составив в среднем соответственно 3,9 млн кл./л и 7,2 мг/л.

Прозрачность воды за весь период исследований по станциям варьировала от 80 см до 1,8 м.

Сравнительный анализ фитопланктона в Белгородском и Старооскольском водохранилищах показал, что:

Белгородское водохранилище отличалось более высоким видовым разнообразием фитопланктона, чем Старооскольское. В составе фитопланктонного сообщества обнаружено более высокое разнообразие диатомовых, протоккокковых и синезелёных водорослей (табл. 1).

Таблица 1 – Качественный состав фитопланктона в Белгородском и Старооскольском водохранилищах

<b>Водоросли</b>	<b>Белгородское водохранилище</b>	<b>Старооскольское водохранилище</b>
1	2	3
<b>Вольвоксовые</b>		
Chlamydomonas	+	+
Pandorina	+	+
Phacotus	+	+
Итого	3	3
<b>Диатомовые</b>		
Amphora	+	+
Asterionella	+	+
Cocconeis	+	+
Cyclotella	+	+
Cumatopleura	+	
Cymbella	+	+
Diatoma	+	
Fragilaria	+	+
Gomphonema	+	+
Synedra	+	
Melosira	+	+
Meridion	+	
Nitzschia	+	+
Navicula	+	+
Pinnularia	+	
Stephanodiscus	+	+
Итого	16	11
<b>Десмидиевые</b>		
Closterium		+
Cosmarium	+	+
Staurastrum	+	+
Staurodesmus		+
Итого	2	4
<b>Жёлтозелёные</b>		
Goniochloris	+	+
Trachychloron	+	+
Tribonema	+	+
Итого	3	3
<b>Золотистые</b>		
Kephyrion	+	+

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
Oseudokephyrion	+	+
Stenokalyx		+
Итого	2	3
<b>Пирофитовые</b>		
Ceratium		+
Peridinium	+	+
Итого	1	2
<b>Протококковые</b>		
Actinastrum	+	
Ankistrodesmus	+	+
Chlorococcum	+	+
Coelastrum	+	+
Coenochloris	+	
Coenocystis	+	+
Crucigenia	+	+
Dictyosphaerium	+	+
Didymocystis	+	+
Eremosphaera	+	
Golenkinia	+	
Golenkiniopsis	+	+
Heleochloris	+	
Kirchneriella	+	
Lagerheimia	+	+
Oocystis	+	+
Scenedesmus	+	+
Sphaerocystis	+	+
Palmella	+	+
Palmellocystis	+	+
Planctococcus	+	+
Polyedriopsis		+
Pediastrum	+	+
Tetrastrum	+	+
Tetraëdron	+	+
Trochiscia		+
Итого	24	20
<b>Синезелёные</b>		
Aphanizomenon	+	+
Anabaena	+	+
Aphanothece	+	+
Chlorogloea	+	
Coelosphaerium	+	
Gloeocapsa	+	
Gomphosphaeria	+	+
Lyngbya	+	
Merismopedia		+
Microcystis	+	+
Oscillatoria	+	+

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
Phormodium		+
Schizothrix	+	
Итого	11	8
<b>Эвгленовые</b>		
Euglena	+	+
Lepocinclis	+	+
Phacus	+	+
Trachelomonas	+	+
Итого	4	4
<b>Всего</b>	<b>66</b>	<b>58</b>

Синезелёные водоросли, вызывающие «цветение воды» при массовом развитии, в Старооскольском водохранилище преобладали весной, а в Белгородском – летом.

Отмечены различия и в сезонном аспекте развития фитопланктона: зелёные водоросли, при доминировании протококковых, наиболее интенсивно развивались в Белгородском водохранилище весной, а в Старооскольском – летом. Осенью эта группа водорослей в исследованных водоёмах развивалась примерно одинаково.

В среднем за вегетационный период численность фитопланктона в Белгородском водохранилище составила 6,3 млн кл./л и была в 2,3 раза выше по сравнению со Старооскольским за счёт более интенсивного развития синезелёных, диатомовых и зелёных водорослей. Среднесезонная биомасса водорослей была примерно одинаковой и составила 6,2 мг/л (Белгородское вдхр.) и 6,3 мг/л (Старооскольское вдхр.) (табл. 2). Интенсивное развитие в Белгородском водохранилище синезелёных водорослей является признаком эвтрофирования водоёма.

Таблица 2 – Количественное развитие и качественный состав фитопланктона Белгородского и Старооскольского водохранилищ (среднесезонные показатели)

Группы организмов	Белгородское водохранилище		Старооскольское водохранилище	
	N	B	N	B
Диатомовые	2,08	1,67	0,83	1,73
Протококковые	2,96	1,87	0,98	0,58
Жёлтозелёные	0,04	0,01	0,02	0,03
Синезелёные	0,7	2,24	0,22	0,11
Эвгленовые	0,23	0,17	0,18	0,42
Пирофитовые	0,01	0,03	0,12	3,02
Вольвоксовые	0,22	0,15	0,23	0,31
Десмидиевые	0,02	0,01	0,04	0,09
Золотистые	0,03	0,001	0,05	0,02
Итого:	6,29	6,151	2,67	6,31

Примечание: N – численность, млн кл./л; B – биомасса, мг/л

## **Заключение**

Анализ данных по развитию фитопланктона показал, что численность водорослей Белгородского водохранилища составила в среднем за вегетационный период 6,3 млн кл./л, биомасса – 6,2 мг/л, Старооскольского водохранилища соответственно – 2,7 млн кл./л и 6,3 мг/л. При близких значениях биомассы численность в Белгородском водохранилище была в 2,3 раза выше, по сравнению со Старооскольским, что объясняется более высоким развитием в первом случае диатомовых, протококковых и синезелёных водорослей, доля которых составила 91,2% от общей численности и 93,9% от общей биомассы. В Старооскольском водохранилище по численности преобладали протококковые (36,7%), по биомассе – пиррофитовые (47,9%) и диатомовые (27,4%).

В Белгородском водохранилище из-за более интенсивного «цветения» прозрачность воды была ниже и составила от 30 до 60 см, тогда как в Старооскольском – от 80 до 180 см. Сравнительно низкая прозрачность воды Белгородского водохранилища и доминирование в летний период синезелёных водорослей, с преобладанием *Aphanizomenon flos-aquae*, указывают на эвтрофирование водоёма.

## **Список использованных источников**

1. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
2. Указания по контролю за гидрохимическим и гидробиологическим режимами прудов товарных хозяйств / Г.Г. Акимова, С.А. Баранов, И.И. Бахтина и др. – М.: ВНИИПРХ, 1980. – 54 с.
3. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239

## **РЫБОЛОВНЫЙ ТУРИЗМ КАК РЕЗЕРВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Школьная Л.И., Зуенко В.А.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Орловский государственный аграрный университет  
имени Н.В. Парахина», [ecologya-zentr@yandex.ru](mailto:ecologya-zentr@yandex.ru)*

## **FISHING TOURISM AS A RESERVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS IN THE ORLOV REGION**

**Shkolnaya L.I., Zuenko V.A.**

***Резюме.** Дана характеристика территории Орловской области с позиций  
возможностей рыболовного туризма. Обсуждены перспективы развития  
рыболовного в регионе.*

***Ключевые слова.** Социально-экономическое развитие, природно-  
географические факторы, программа развития рыболовного туризма,  
активные путешествия, культурно-познавательный туризм, природно-  
экологический туризм.*

***Summary.** The characteristic of the territory of the Oryol region from the  
standpoint of fishing tourism opportunities is given. The prospects for the development  
of fishing in the region are discussed.*

***Keywords.** Socio-economic development, natural and geographical factors, the  
program for the development of fishing tourism, active travel, cultural and educational  
tourism, natural and ecological tourism.*

Туризм, активно развиваясь, признан экономическим феноменом столетия и играет значительную роль в экономике многих стран, создавая дополнительные рабочие места, обеспечивая занятость населения, активизируя внешнеторговый баланс [1, 3, 5]. Выступая своеобразным катализатором социально – экономического развития, туризм способствует развитию таких отраслей экономики, как транспорт, связь, строительство, сельское хозяйство, производство товаров народного потребления и др. [2]. На развитие туризма оказывают влияние различные факторы: демографические, природно-географические, социально-экономические, исторические, религиозные, политико-правовые и др. [4, 5, 6, 7]. Значение туризма как источника валютных поступлений, расширения международных контактов, обеспечения занятости населения постоянно растет. Рекреационно-туристская деятельность не только создаёт предпосылки для восстановления экономического и экологического потенциала регионов, но и становится одним из важных факторов устойчивого

регионального развития. В России в туристской и сопутствующих отраслях занято 5,6 % от общей занятости населения (в мире в среднем - 8 %). По оценкам Всемирного совета по туризму и путешествиям, доходы от туризма в России с учетом мультипликативного эффекта составили 4,7 % в ВВП (в среднем в мире – 9,7 %), инвестиции в туристскую индустрию России составляют 12,1 % от общих инвестиций. По данным Росстата, в 2018 году в Россию въехали с туристскими целями 2,3 миллиона граждан, туристские поездки в другие страны совершили 11,3 миллиона россиян, а внутренний туристский поток достиг 30,3 миллиона человек.

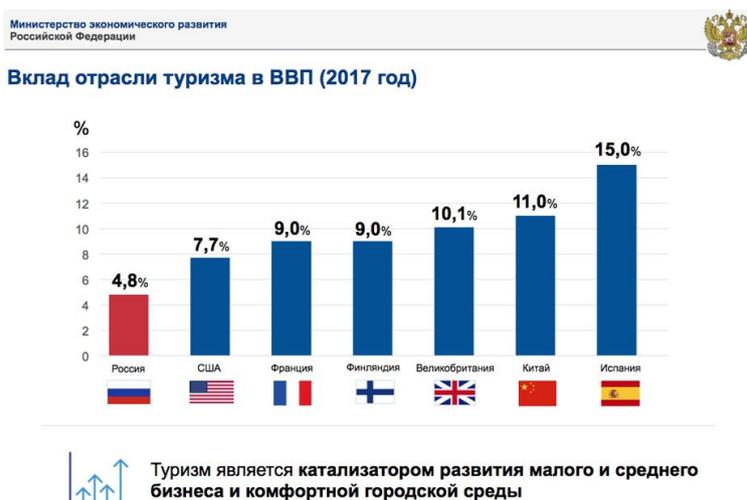


Рисунок 1 - Вклад отрасли туризма в ВВП разных стран (данные Министерства экономического развития РФ)

Рыболовный туризм популярен во всем мире. Важной его особенностью является экологичность. Целью рыболовного туризма является добыча рыбы не для продажи, использования ее в пищу, а ради получения удовольствия туристом: зачастую после взвешивания, измерения, фотографирования удачливого рыболова с добычей, рыба отпускается обратно в водоем. Случается, одну и ту же рыбу вылавливают из водоема несколько раз, используя специальные крючки – чтобы меньше травмировать при вылове. Более 40% жителей Финляндии состоят в местных обществах рыболовов и регулярно рыбачат на платных водоёмах. Треть шведов и более 20% норвежцев также предпочитают рыбалку любому другому виду отдыха. В Канаде доходы от любительского рыболовства составляют около 6,3 млрд. долларов. В этой отрасли создано около 60 тысяч дополнительных рабочих мест. На поимку одного лосося при любительском рыболовстве вовлекается в оборот 90 долларов, в то время как на вылов того же лосося при промышленном рыболовстве в оборот вовлекается в тридцать раз меньше – около трех долларов.

Благоприятные природно – климатические условия, богатые водные ресурсы Орловской области способствуют развитию рыболовного туризма. Благодаря рыболовному туризму становится возможным привлечение большего числа посетителей в красивые, но менее развитые регионы. Рыболовный туризм является комплексной отраслью. Кроме рыболовных услуг, доходы могут генерироваться за счёт магазинов, ресторанов, гостиниц. Сохранение рыб, мест их обитаний, управление поддержанием биологического разнообразия могут также принести общественную и финансовую пользу.

Водный фонд Орловской области насчитывает свыше 2100 водотоков общей протяженностью 9154 км, в т.ч. около 180 водотоков длиной 10 или более километров и с общей протяженностью свыше 4000 км. Крупные реки Орловской области - Ока и Зуша. На реке Зуша работает Лыковская гидроэлектростанция.

Ока в Орловской области в своем течении образует множество речных рукавов, стариц, пойменных озер, что благоприятствует рыбалке. В среднем течении глубина Оки в Орловской области за редким исключением не превышает 3-х метров. Рыбачат на реке с берега и с лодок. Рыбалка на реках Орловской области радует богатыми уловами. Живописные места на берегах Зуши привлекают своей красотой, что создает благоприятные эстетические условия для хорошей рыбалки. У реки есть места с перекатами, ямами, глубокие омуты, отмели с тихим течением и песчаным дном.



Рисунок 2 - Реки Орловской области

Озёр в регионе немного. Это озёра в Шаблыкинском районе - Званое и Индовище, имеющие карстовое происхождение. Рядом с деревней Лаврово, расположено ещё одно карстовое озеро = Лавровское. В этих озёрах обитает окунь, плотва, щука, карась, вьюн. Самыми рыбными озёрами Орловского полесья считаются озёра Старое, Рясник, и Центральное, эти озёра регулярно пополняются рыбой молодью.

Рекреационное рыболовство области представлено хозяйствами, эксплуатирующими имеющиеся водоемы (около 500 га из 4700 га, имеющих в

области). Водоемы используются в качестве платной рыбалки. Ихтиофауна водоемов для платной рыбалки представлена такими видами: карп, карась, плотва, окунь, толстолобик, щука, амур; представлены также судак, линь, сазан. В состав ихтиофауны Верхней Оки входят 35 видов рыб, относящиеся к 9 семействам: осетровые -1, сиговые – 1, щуковые – 1, карповые – 22, вьюновые – 1, сомовые – 1, налимовые – 1, окуневые -2, головешниковые -1, бычковые – 1. С 1976г. в области работает Орловский осетровый рыболовный завод для выращивания подрощенной молоди наиболее ценных видов рыб с целью зарыбления естественных водоемов. Ежегодно в реку Оку и ее притоки выпускается 60 – 70 тыс. штук стерляди и 500 – 700 штук молоди сазана, выращенных на заводе.

Популярность платной рыбалки в регионе на озёрах, прудах растет. Этому способствует регулярное зарыбление данных водоёмов, в результате чего ловля почти всегда успешна. Немаловажное значение имеет обустройство баз для рыболовного туризма. Привлекательна база отдыха «Золотая Рыбка». Живописная природа, свежий воздух, чистый водоем привлекают любителей рыбалки. База находится в 30 км от города Орла, что удобно для посещения. На базе приготовлены для комфортного отдыха домики, беседки с мангалами, автостоянка и проч. Ограничений по вылову рыбы нет, чем довольны и опытные рыболовы, и новички.

В замечательном уголке Орловской области - с. Бородино - располагается база «Другая жизнь». Красивый дом на краю леса с видом на живописный пруд, автостоянка, уютные беседки, мангалы для шашлыка, спортивная площадка, площадка для детских игр располагают к семейному отдыху. Можно провести время за рыбалкой, можно собирать грибы, можно просто насладиться природой. Неподалеку находится Святой источник Святых Флоры и Лавра. Рыболовам предоставляется инвентарь для рыбалки. На территории базы отдыха очень часто организовываются экскурсии, проводятся мастер-классы, конные прогулки. Приехав с семьей, друзьями, отдыхающие найдут виды отдыха на любой вкус. Инвентарь на рыбалке имеется на базе «Другая жизнь».



Рисунок 3,4 - Базы для рыболовов - любителей

В Орловской области активно работает Орловская региональная общественная организация «Федерация рыболовного спорта Орловской области». Организация проводит рыболовные соревнования, фестивали, направленные на развитие рыболовного спорта и любительского рыболовства, пропаганды охраны природы, рационального использования природных ресурсов, повышения экологической культуры населения, в том числе в вопросах ведения и развития рыболовного хозяйства, удовлетворения потребностей рыболовов в рыбной ловле, сохранения и преумножения природных богатств, пропаганды здорового и спортивного образа жизни среди молодежи. Готовятся команды по рыболовному спорту. Формируются сборные команды региона по рыболовному спорту.



Рисунок 5,6,7 - Чемпионат Орловской области по ловле рыбы

Главная задача организации воспитание у граждан бережного отношения к природе и ее богатствам, высокой экологической культуры, привлечение их к активной работе по охране природы и воспроизводству объектов животного мира.

Создание туристского кластера в Орловской области утверждено Распоряжением Правительства 13.12.2016 г. № 585-р, обосновано внедрением кластерного подхода в сфере развития внутреннего и въездного туризма [4]. Это приоритетное направление политики Правительства Российской Федерации обозначено в государственной программе Российской Федерации «Развитие культуры и туризма» на 2013 - 2020 годы», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года N 317 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие культуры и туризма» на 2013 - 2020 годы»[2]. Территориально создание туристского кластера Орловской области охватывает географические границы региона и обусловлено наличием на территории Орловской области разнообразных туристско-рекреационных ресурсов и достаточной сетью предприятий индустрии туризма (участников кластера), способных скоординировать свою деятельность по созданию и продвижению туристского продукта. Основная цель реализации стратегии развития туристского кластера

Орловской области предполагает формирование благоприятной среды для поступательного развития туристской отрасли на основе полноценной реализации туристско-рекреационного и историко-культурного потенциала Орловской области. Развитие экологического туризма в области способствует устойчивому развитию сельских территорий, созданию рабочих мест, решению социально – экономических проблем.

Любить Россию - это значит жить, работать, сохраняя природные ресурсы страны. Природные богатства подарены человеку природой и использовать их необходимо рационально: не губительно для природы, а наоборот – бережно оберегая и приумножая. Рыболовный туризм в плане бережного отношения к природе имеет уникальные возможности. Строгая охрана рек, лов по принципу «поймал-отпустил» сохраняют и увеличивают численность популяций рыб. Красота природы и бережное, трепетное отношение к ней поднимают общение с природой до новых духовных высот.

Это является особенностью современного цивилизованного рыболовного туризма. Актуальны этические вопросы в рыболовном туризме в условиях падения рыбных запасов рек, озер. Ограничения и правила, соблюдение которых позволит сохранить рыбные ресурсы, не всегда эффективны. Учесть особенности различных водоемов в рамках официальных правил, контролировать их соблюдение сложно. Сознательность и порядочность рыболовов есть залог сохранения ценных рыбных запасов. Рыбной ловлей увлекается все больше людей разного уровня культуры, образования, достатка, социального статуса, возраста. В силу многочисленности любителей рыбалки, удаленности многих мест лова от населенных пунктов, контролировать процесс лова сложно. Этические вопросы в рыбной ловле не менее важны, чем во всех иных аспектах деятельности человека. Чем более совершенными становятся орудия лова, тем значительнее представляется необходимость формирования твердых этических принципов рыболовства. Главное – воспитывать у рыболовов – любителей чувство бережного отношения к природе, ее богатствам. Рыболовный туризм дает такие возможности.

Рыболовный туризм является достаточно высокодоходным и перспективным сегментом туристского рынка. Развитие этого вида туризма немаловажно для развития сельских территорий региона. В реализации комплекса основных и дополнительных услуг рыболовного туризма может быть активно задействовано сельское население, готовое предоставлять услуги размещения, организации питания, гидов-проводников. Непростая экономическая ситуация вынуждает хозяйствующие субъекты искать скрытые резервы для дальнейшего развития. Одним из способов привлечения таких скрытых резервов для сельского хозяйства являются несельскохозяйственные

виды деятельности. Рыболовный туризм и система частных гостиниц хозяйствующих объектов Орловской области могут стать существенным источником дополнительного, а иногда и основного дохода для местного населения.

#### **Список использованных источников**

1. Александрова Е. В., Семешина Н. И., Клыбанская Е. Ю., Макаренко С.В. Агротуризм: проблемы и перспективы (на примере Орловской области) // Молодой ученый. — 2016. — №3, С. 3-15

2. Государственная программа Орловской области «Охрана окружающей среды. Рациональное использование природных ресурсов и экологическая безопасность Орловской области». Постановление Правительства Орловской области от 13 декабря 2016 года № 500.

3. Зуенко В.А., Школьная Л.И. Обучение культуре английской речи как составляющая экологического воспитания студенческой молодежи. // Агротехника и энергообеспечение, 2015, № 3, С. 125 – 132.

4. Стратегия развития туристского кластера Орловской области. Распоряжение Правительства Орловской области от 13.12.2016 года № 585р.

5. Школьная Л.И., Любана Зуенко В.А. Экологические проблемы Орловской области// Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее: сборник статей X Международной научно – практической конференции, ч.1. Пенза, МЦНС «Наука и Просвещение», 2017, С. 144 – 147

6. Школьная Л.И., Зуенко В.А. Экологический туризм как резерв устойчивого развития сельских территорий Орловской области //Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIV Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019 - кн. 2. -С.416 - 417

7. Школьная Л.И., Сердюк Д.И., Зуенко В.А. Перспективы экологического туризма в Орловской области// Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее: сборник статей X Международной научно – практической конференции, ч.1. Пенза, МЦНС» Наука и Просвещение», 2017, С. 138 – 140.



**Новейшие генетические технологии для аквакультуры:**  
Материалы Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием  
(Москва, МВЦ «Крокус Экспо», 29 – 31 января 2020 г)

Издательство «Перо»  
109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29-33, стр. 27, ком. 105  
Тел.: (495) 973-72-28, 665-34-36  
Подписано к использованию 24.04.2020.  
**Объем Мбайт.** Электрон. текстовые данные. (CD-ROM).  
Заказ 291.