

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»  
РЕСПУБЛИКАНСКОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО  
ЖИВОТНОВОДСТВУ»

# **ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ**

Сборник научных трудов  
Основан в 1957 году

## **Выпуск 31**

Минск

РУП "Институт рыбного хозяйства"

2015

**Редакционная коллегия:**

- д-р с.-х. наук, профессор В.Ю. Агеец (гл. редактор)  
канд. биол. наук, доцент В.Г. Костоусов (зам. гл. редактора)  
канд. биол. наук Р.Л. Асадчая (отв. секретарь)  
д-р с.-х. наук, академик НАН Беларуси, профессор И.П. Шейко (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»)  
д-р биол. наук, профессор Л.В. Камлюк (БГУ)  
д-р вет. наук, д-р биол. наук, профессор П.А. Красочко (РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»)  
канд. с.-х. наук, доцент Н.В. Барулин (БГСХА)

**Рецензенты:**

- д-р вет. наук, д-р биол. наук, профессор П.А. Красочко (РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»)  
д-р с.-х. наук, академик НАН Беларуси, профессор И.П. Шейко (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»)  
д-р биол. наук, Байчоров В.М. (ГНПО НПЦ по биоресурсам)  
канд. с.-х. наук, доцент Н.В. Барулин (БГСХА)

**Вопросы рыбного хозяйства Беларуси:** сб. науч. тр. Вып. 31 / Под общ. ред.  
В74 В.Ю. Агееца. - Минск, 2015. - 236 с.

ISSN 2218-7456

В сборнике публикуются научные материалы ихтиологических, рыбохозяйственных и гидробиологических исследований, проводимых в Республике Беларусь и других странах. Особое внимание уделено разработке новых технологий прудового рыбоводства, селекционно-племенной работе с карпом и изучению новых перспективных объектов рыбоводства. Освещены вопросы кормления рыбы, профилактики заболеваний, оценки качества среды естественных водоемов и рационального природопользования.

Издание рассчитано на специалистов в области рыбного хозяйства, научных сотрудников, преподавателей и студентов учебных заведений биологического и аграрного профилей.

**УДК 639.2/3(476)(082)**

REPUBLICAN DAUGHTER UNITARY ENTERPRISE  
"FISH INDUSTRY INSTITUTE" OF THE  
REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE  
«SCIENTIFIC AND PRACTICAL CENTER OF THE BELARUS NATIONAL ACADEMY OF  
SCIENCES ON ANIMAL HUSBANDRY»

**BELARUS**  
**FISH INDUSTRY PROBLEMS**

Collection of Scientific Papers  
Founded in 1957

**31<sup>th</sup> issue**

Minsk  
RUE "Fish Industry Institute"  
2015

**Editorial board:**

Dr. V. Ageyets, professor (editor-in-chief)

Ph.D. V. Kostousov (vice editor-in-chief)

Ph.D. R. Asadchaya (executive secretary)

Dr. I. Sheiko, professor, member of the NAS of Belarus (RUE "Scientific and Practical Center of Belarus NAS on Animal Husbandry")

Dr. L. Kamljuk, professor (BSU)

Dr. P. Krasochko, professor (RNIUP "IAV named in honor of S. Vyshelesky")

Ph.D. N. Barulin (Belarussian state agricultural academy)

**Reviewers:**

Dr. P. Krasochko, professor (RNIUP "IAV named in honor of S. Vyshelesky")

Dr. I. Sheiko, professor, member of the NAS of Belarus (RUE "Scientific and Practical Center of Belarus NAS on Animal Husbandry")

Dr. V. Baychorov, (Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources)

Ph.D. N. Barulin (Belarussian state agricultural academy)

**Belarus Fish Industry Problems:** Collected transactions. 31<sup>nd</sup> Issue/ Under general  
B74 editorship of V. Ageyets. - Mn., 2015. - 236 p.

ISSN 2218-7456

The scientific materials of ichthyological, piscicultural and hydrobiological research conducted in Republic of Belarus on over regions are published in the collection. The main focus on the development of new technologies of pond pisciculture, selection and breeding work with carp and studies of the new perspective pisciculture objects. The problems of fish feeding, diseases prophylaxis, estimation of the quality habitat of the natural ponds and rational nature management are discussed as well.

The edition is purposed for fish industry experts, scientific workers, teachers and students of the biological and agricultural educational institutions.

## Содержание

<b>VI съезд НАСЕЕ прошел в Беларуси</b> .....	7
<b>ТЕХНОЛОГИЯ РЫБОВОДСТВА</b> .....	14
<b>Агеец В.Ю.</b> Состояние аквакультуры в Республике Беларусь: возможности инновационного развития и научное обеспечение.....	14
<b>Varadi L., Borbely G., Levai F., Hoitsy G.</b> Sustainable intensification in freshwater fish farming in Hungary (Устойчивое повышение эффективности пресноводных рыбхозов венгрии).....	25
<b>Mikodina E., Novosadova A.</b> Rare acipenserids in russian aquaculture (Редкие виды осетровых рыб в российской аквакультуре).....	38
<b>Жигин А.В., Изотова Н.В.</b> Замкнутые системы в аквакультуре – базисная инновация.....	52
<b>Кирилов Ю.Е., Дюдяева О.А., Пилипенко Ю.В.</b> Украинские производители продукции аквакультуры на пути к рынку ЕС: сложности и перспективы.....	67
<b>Данилова Е.А., Мельченков Е.А.</b> Экспериментальное выращивание стерляди в комбинированных условиях.....	77
<b>Кононцев С.В., Саблий Л.А., Гроховская Ю.Р.</b> Использование макрофитов для очистки воды УЗВ от соединений азота.....	85
<b>Костоусов В.Г., Плюта М.В., Роговцев С.В.</b> Физиологическое состояние и генеративный рост сига в условиях УЗВ.....	92
<b>Михеев В.П., Михеева И.В., Михеев П.В.</b> Деструкция продуктов обмена рыб в бассейновых установках.....	103
<b>Сенникова В.Д., Докучаева С.И.</b> Сравнительная характеристика гематологических показателей сеголеток веслоноса и ленского осетра.....	110
<b>Шекк П.В.</b> Рециркуляционные системы для культивирования кефалевых и камбаловых рыб.....	117
<b>Marenkov O., Fedonenko E., Nesterova T., Naboka A.</b> Application of biologically active compounds "Albuvir" in growing freshwater mussels and	

crayfish (Применение биологически активной добавки «Альбувир» в выращивании пресноводных мидий и лангустов) .....	127
<b>Зинченко А.А., Кравцов И.Н., Маренков О.Н.</b> Рекомендации по восстановлению нерестилищ на примере Запорожского водохранилища (Днепропетровская область, Украина).....	131
<b>Гадлевская Н.Н., Орлов И.А., Тютюнова М.Н., Дегтярик С.М., Селивончик И.Н.</b> Первый опыт применения природной минеральной добавки трепел в кормах для карпа .....	138
<b>Цыганков Р.</b> Оценка размерно-весовых показателей трехсуточных личинок карпа .....	146
<b>ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ</b> .....	155
<b>Свенторжицкий С.В., Книга М.В., Таразевич Е.В., Вашкевич Л.М., Тентевицкая Л.С., Глеб Е.П. Гук Е.С.</b> Фенотипические признаки младшего ремонта белорусских популяций радужной форели .....	155
<b>Конева О.Ю., Ровба Е.А., Лесюк М.И., Слуквин А.М.</b> Эффективный способ видовой идентификации и обнаружения гибридов у стерляди ( <i>Acipenser Ruthenus</i> L.) .....	168
<b>Свенторжицкий С.В.</b> Целевой стандарт селекции белорусской зеркальной породы карпа .....	178
<b>Осипенко Н., Бех В., Алексеенко А., Третьякова Т.</b> Рыбохозяйственная оценка ремонтного материала карпа четвертого селекционного поколения малочешуйчатого внутривидового типа украинской рамчатой породы....	183
<b>Рудый Ю.М.</b> Формирование и поддержание коллекционных стад импортных пород для сохранения генофонда карпов в Беларуси .....	197
<b>ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ</b> .....	209
<b>Агеец В.Ю., Воронова Г.П., Супранович В.В., Коломиец Э.И., Сверчкова Н.В., Проскурина И.А.</b> Использование микробного препарата для очистки воды в рыбоводных прудах .....	209
<b>Дегтярик С.М., Беспалый А.В., Асадчая Р.Л., Бенецкая Н.А., Говор Т.А.</b> Новое в борьбе против диплостомозов рыб .....	222

## **VI СЪЕЗД НАСЕЕ ПРОШЕЛ В БЕЛАРУСИ**

Вопрос установления (для стран СНГ – восстановления) более тесных научных связей специализированных рыбохозяйственных исследовательских и учебных заведений стран региона Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ) возник к началу 2000-х годов как ответ на стремительное развитие европейской и азиатской аквакультуры, формирование в регионах международной научной кооперации и рост конкуренции на рынках европейской продукции аквакультуры. До этого момента научные организации рыбохозяйственного профиля из стран СНГ и бывшего соцлагеря старались решать их в рамках своего регионального расположения в форме совещаний директоров и ведущих специалистов, приурочиваемых к проведению научных конференций и других мероприятий. Идея объединить усилия возникла как результат этих контактов и привела к неформальному решению о необходимости формирования единой сети научных и образовательных центров в области аквакультуры стран Центральной и Восточной Европы (в латинской аббревиатуре НАСЕЕ), которое было принято на совете директоров рыбохозяйственных институтов и вузов стран этого региона Европы в 2003 г. Официально сеть основана на Первом совещании директоров НАСЕЕ, проходившем на базе Института рыбного хозяйства, аквакультуры и ирригации – НАКИ (ноябрь 2004 г., г. Сарваш, Венгрия), когда директора и представители 23 учреждений и организаций из 13 стран Центральной и Восточной Европы подписали формальный акт об основании и договорились о структурах и рамках функционирования НАСЕЕ.

Целесообразность организации в единую профессиональную сеть участники видели в возможности установления контактов и научных связей специализированных научных и образовательных организаций региона, обмена информацией, сотрудничества и выработки согласованных подходов, установления партнерских отношений с международными организациями: службой внутренних водных ресурсов Департамента рыбоводства ФАО, Европейской комиссией, Европейским обществом аквакультуры (EAS), Сетью

центров по аквакультуре в Азиатско-Тихоокеанском регионе (НАСА), другими европейскими некоммерческими организациями в области аквакультуры (ЕАТИР, EFARO, FEAR, Eurofish). От Республики Беларусь членами-учредителями НАСЕЕ выступили Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси и Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. Институтом-координатором Сети был выбран НАКИ (Венгрия). Во время следующих совещаний участники Сети определили рамки функционирования и программ Сети, сделали конкретные шаги к разработке плана работ, определив сроки исполнения и организации, ответственные за будущие действия. Были обсуждены стратегические вопросы: преобразование Сети в международную организацию, разработка региональной стратегии и создание региональной технологической платформы по аквакультуре. В частности, в 2005 г. в г. Астрахань (Россия) совместно с совещанием экспертов ФАО (в том числе и от РБ) прошло второе совещание директоров центров Сети, на котором были приняты Устав НАСЕЕ и Правила процедуры, сформированы рабочие группы для разработки совместных научно-исследовательских и учебных программ по четырем тематическим областям (осетроводство, генетика карпа, новые и ценные виды, образование в аквакультуре). В 2009 г. на шестом совещании (г. Торунь, Польша) в связи с изменением национального законодательства ряда стран в регионе, участники приняли «Торуньскую декларацию», поручающую институту-координатору начать процесс преобразования Сети в зарегистрированную международную организацию. Обсуждение проектов нового устава НАСЕЕ как международной неправительственной организации прошло на седьмом совещании (2010 г., г. Тюмень, РФ), после чего в декабре того же года на I съезде НАСЕЕ сеть была зарегистрирована в Венгрии как негосударственная общественная организация со штаб-квартирой в г. Сарваш. Были приняты и прошли юридическую регистрацию Положение и Устав НАСЕЕ, согласно которым ежегодные съезды проводит одна из стран (организаций)-участниц не позднее мая текущего года. Цели и задачи организации остались без изменения. За время функционирования НАСЕЕ



сторонами-участниками проведены работы по систематизации наличия и состояния производственных стад карпа стран региона, изданы каталоги пород карпа стран ЦВЕ и других рыб, выращиваемых в аквакультуре, несколько совместных учебных пособий по аквакультуре и рыболовству для вузов и средних учебных заведений, подготовлены обзорные доклады для ФАО по состоянию аквакультуры и рыболовства в регионе (2005 и 2009 гг.), осуществлен проект ФПТС ФАО по оценке состояния водных генетических ресурсов, имеющих значение в качестве продуктов питания или объектов сельского хозяйства в Беларуси, Молдове и Украине (2013 г.), выполненный в рамках международной программы ФАО «Ответственное использование и развитие водных генетических ресурсов в Центральной и Восточной Европе и на Кавказе: настоящее положение и необходимость улучшения потенциала». Наличие сети и контактов позволило организациям-участникам формировать рабочие группы и консорциумы для выполнения научных проектов в рамках европейских международных научно-технических программ: 6 рамочной ЕС, ТАСИС, INTERREG, AQUAREDPOТ и др. Положительным фактором можно рассматривать тот факт, что практически каждый съезд участников совмещается с научно-практическими мероприятиями типа семинаров и конференций, позволяющих доложить результаты своих исследований перед практиками и другой квалифицированной публикой. Помимо «взрослой» аудитории в рамках организации проводятся ежегодные встречи молодых ученых NACEE. Очередная подобная конференция запланирована к проведению на 2016 год в Полярной академии РАН (г. Санкт-Петербург). Более подробная информация, условия членства и участия в мероприятиях Сети излагаются на сайте организации (URL: <http://www.agrowebcee.net/nacee/>).

В соответствии с решением V съезда NACEE (2014 г., г. Водняны, Чехия) очередной VI съезд было решено провести в Республике Беларусь. Почетную роль организатора взяла на себя Белорусская сельхозакадемия, принятая в организацию в 2013 году. Мероприятие прошло с 18 по 22 мая 2015 года в г. Горки на базе УО «БГСХА» и ее индустриального рыбоводного комплекса и

было приурочено к 175-летию образования сельхозакадемии. Принимающей стороной выступали научные и учебные организации от Республики Беларусь, члены NACEE – РУП «Институт рыбного хозяйства» и УО «БГСХА» при участии ГНУ «Институт генетики и цитологии».

Очередной VI съезд NACEE был посвящен решению организационных вопросов сети: отчетам председателя, генерального секретаря, контрольной комиссии, выработке планов работы на период 2015–2016 гг., заседанию технического консультационного комитета (ТКК). Выступили президент NACEE д-р Л.Варади (Венгрия), генеральный секретарь д-р П. Лендл (Венгрия), председатель ТКК д-р Р. Кольман (Польша). В прениях приняли участие профессор Л. Васильева (Россия), профессор И. Грыциняк (Украина), профессор Е. Зубкова (Молдова), профессор А. Лирский (Польша) и др. По результатам обсуждения утверждены отчетные доклады, программа работы и финансовый план на 2015–2016 гг., определены место и сроки проведения VII съезда NACEE, а также очередных конференций молодых ученых NACEE на 2016 и 2017 гг. (Российская полярная академия и БГСХА). На заседании ТКК определены состав консорциума и план работы для подготовки совместного международного проекта в программу ЕС «Горизонт-2020», согласованы планы использования национальных тематических печатных изданий для продвижения материалов участников Сети.

По сложившейся традиции параллельно со съездом был запланирован и проведен международный научно-практический семинар по аквакультуре «Инновационные технологии рыбоводства в открытых и рециркуляционных системах». В семинаре в очной и заочной форме приняли участие более 80 участников из 11 стран ближнего и дальнего зарубежья, включая страны ЕС и СНГ. Были представлены специализированные научно-исследовательские институты (РБ, Украина, РФ, Польша, Венгрия), другие научные учреждения национальных Академий наук (РБ, Молдова, Украина, Армения), учреждения образования с наличием профилирующей дисциплины (РБ, Украина, РФ, Казахстан, Латвия), структуры государственного управления в области

аквакультуры (Венгрия, Литва, РБ). Важным отличием данного мероприятия стало то, что в нем приняли участие специалисты-практики, управленцы, индивидуальные предприниматели и фермеры из Беларуси, Украины, России, Латвии, Нидерландов, занятые непосредственно в производстве продукции аквакультуры. Семинар проходил в виде пленарных и стендовых докладов. Всего на пленарной сессии было доложено 17 докладов по основным вопросам аквакультуры, включая рыбоводные, экономические, технологические и проектно-строительные аспекты. Кроме того еще 25 докладов были представлены в виде стендовых.

По результатам семинара проведен круглый стол, где участники имели возможность высказаться по перспективе развития данного направления в рыбоводстве, задать вопросы докладчикам и обменяться мнениями. Отмечено, что на фоне многолетней стагнации улова морской и океанической рыбы, аквакультура является единственно возможным путем дальнейшего наращивания получения продукции водных биоресурсов. Пресноводная аквакультура здесь не является исключением, но ввиду повсеместного роста дефицита воды и земельных площадей, ужесточения природоохранного законодательства и введения платы за пользование ресурсами, уклон делается на индустриальные методы с высокой отдачей с единицы рабочего объема. В традиционных направлениях (прудовое рыбоводство) необходима концентрация на ресурсосберегающих и экологичных технологиях (оборотная система использования сбросной воды, комбинация в пределах хозяйства интенсивных и экстенсивных технологий, системы «пруд в пруду» и т.п.).

Совместно со специалистами-проектировщиками и практиками, имеющими соответствующий опыт применения рециркуляционных установок, определены типовые алгоритмы создания и функционирования установок фермерских хозяйств с оптимальным уровнем доходности.

Все доклады, представленные на семинар, изданы в виде сборника тезисов, который получил каждый участник. По результатам семинара принято решение опубликовать полные доклады (материалы семинара) в виде

очередного тематического сборника «Вопросы рыбного хозяйства Беларуси» с целью популяризации и более широкой доступности инновационных методов рыбоводства для практиков.

По завершении работы участники съезда и семинара имели возможность с целью ознакомления с практическими объектами посетить производственное индустриальное форелевое хозяйство «Вабич» (г.п. Бельнич) и ознакомиться со структурой и работой индустриального рыбоводного комплекса БГСХА, введенные в строй в 2012–2013 гг. в рамках реализации Государственной программы развития рыбной отрасли на 2010–2015 годы.

В настоящем сборнике опубликованы материалы некоторых докладов, представленных на семинаре и имеющих практический интерес.



*Выступление президента NACEE Л. Варади (Венгрия)*



*Приветствие ректора БГСХА профессора Саскевича П.А.*



*Участники семинара при посещении индустриального рыбководного комплекса БГСХА*

# ТЕХНОЛОГИЯ РЫБОВОДСТВА

УДК 639.3.05

## СОСТОЯНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ВОЗМОЖНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

*В.Ю. Агеец*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

## STATE OF AQUACULTURE IN THE REPUBLIC OF BELARUSL: POTENTIAL FOR INNOVATION DEVELOPMENT AND SCIENTIFIC SUPPORT

*V. Ageyets*

*RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Реферат.** Рассмотрены общее состояние и направления развития аквакультуры в Республике Беларусь за последний период. Показано, что определяющими остаются прудовое рыбоводство и основной базовый вид – карп. Выращивание прочих видов, хотя и интенсивно продвигается, однако, в общем объеме занимает около 20%. Индустриальное направление аквакультуры развивается по мере строительства производственных мощностей и сталкивается с определенными трудностями в обеспечении кормами и посадочным материалом. Обсуждаются возможности инновационного развития на базе научных разработок.

**Ключевые слова:** пресноводная аквакультура, прудовое рыбоводство, индустриальное рыбоводство, научное сопровождение.

**Abstract.** There are investigated general status and recent trends in development of aquaculture in the Republic of Belarus. It is shown that pond fish farming with Carp as main basic species still predominates. Breeding of other species, although intensively progresses, in total volume makes around 20% only. Industrial trend of aquaculture is developing in proportion to construction o industrial

facilities, some problems with fodder and seed providing exist. There are addressed some potentialities of innovation development based on scientific research results.

**Key words:** fresh water aquaculture, pond fish breeding, industrial fish breeding, scientific support.

## **Введение**

Принятая в Республике Беларусь Государственная программа развития рыбной отрасли на 2011–2015 годы предусматривает рост производства продукции аквакультуры и расширение ее ассортимента. Достигать это предполагается как за счет строительства и ввода в строй новых производственных мощностей (прежде всего для целей индустриально рыбоводства), так и более интенсивным использованием существующих прудовых площадей за счет оптимизации производственных процессов и интенсификации рыбоводства. Планируемое к 2015 г. суммарное производство свежей рыбы должно составить около 18-20 тыс. тонн, в том числе 3,8 тыс. тонн ценных видов. Решать эту задачу приходится в сложных экономических условиях, при ограниченных материальных ресурсах и постоянном росте их стоимости. По этой причине повышение эффективности рыбоводства за счет разработки и освоения инновационных подходов и методов является одним из условий роста объемов производства и конкурентоспособности отечественной продукции аквакультуры, наполнения внутреннего рынка и снижения его импортозависимости.

Анализ состояния аквакультуры предполагает оценку имеющегося водного фонда и его использования для целей рыбного хозяйства, достигнутые показатели развития рыбоводства по направлениям, научное обеспечение и возможности инновационного развития.

## **Результаты и обсуждение**

В настоящее время рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь осуществляется по двум направлениям: ведение рыболовного хозяйства на базе естественных и искусственных водоемов и ведение аквакультуры на базе имеющихся прудовых хозяйств (прудовая) и построенных

комплексов с полной или частичной рециркуляцией воды (индустриальная аквакультура).

Имеющийся водный фонд в стране достаточно разнообразен и разной степени пригоден для целей аквакультуры (таблица 1).

**Таблица 1** – Структура водного фонда Республики Беларусь

Категории	Площадь, тыс. га	Протяженность, тыс. км
Пруды всех категорий	26,45	-
Озера	200,0	-
Водохранилища	79,94	-
Реки всех категорий	-	90,60
Каналы, включая мелиоративные	-	17,05
Итого	306,39	107,65

В наибольшей степени используются пруды (прудовое рыбоводство с различной степенью интенсификации), в меньшей степени озера и водохранилища (пастбищное и садковое рыбоводство), водотоки используются главным образом как водоисточники. Из имеющегося фонда 19,06 тыс. га приходится на пруды специализированных рыбоводных хозяйств. 9,7 тыс. га прудов и малых водохранилищ арендовано для целей рыбоводства и рыборазведения, 57,3 тыс. естественных водоемов арендовано для ведения рыболовного хозяйства.

Рыбохозяйственной деятельностью в РБ занимается 371 юридическое лицо, в том числе 20 специализированных прудовых рыбоводных хозяйства и 69 арендаторов и пользователей рыболовных угодий, осуществляющих промысловый лов рыбы.

Максимальный объем производства рыбы в Беларуси был достигнут в 1989 г. и составил 21,3 тыс. тонн, в том числе прудовой – 17,4 тыс. тонн. За



последний период производство рыбы составляет 12,8-18,1 тыс. тонн, в том числе продукции аквакультуры – 12,0-17,1 тыс. тонн (рисунок 1). Таким образом, на продукцию аквакультуры приходится 93,8-94,5% от всего объема производства.

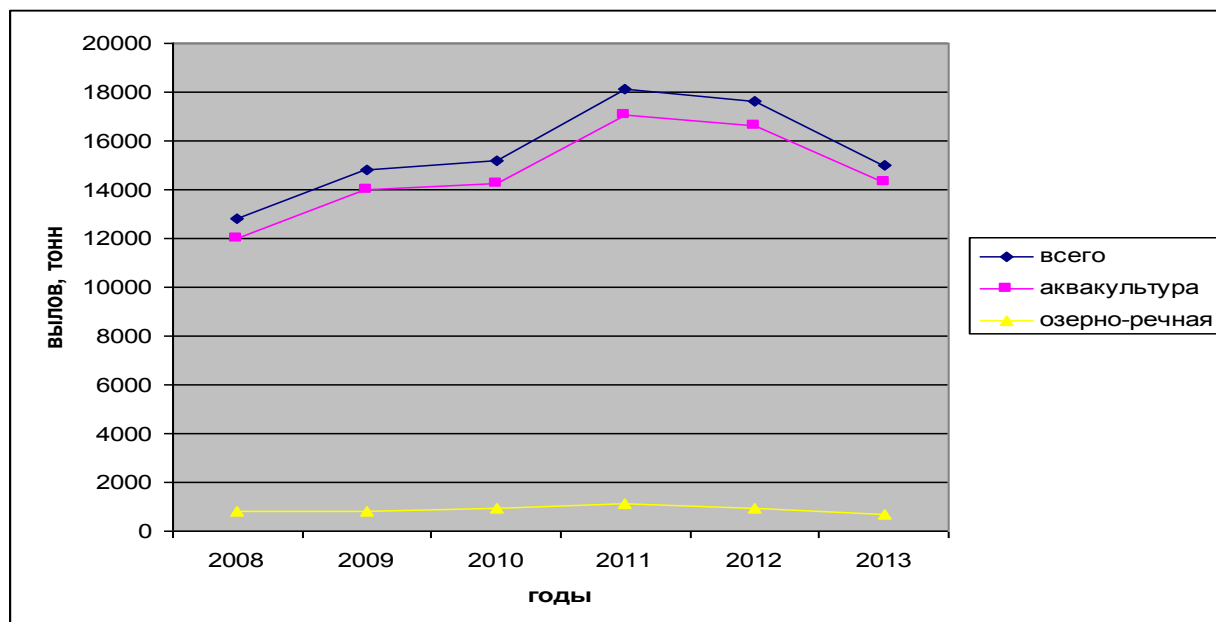


Рисунок 1 – Динамика производства рыбы в Беларуси по направлениям рыбного хозяйства

Основное производство рыбы в РБ приходится на прудовое рыбоводство (более 90%) и сосредоточено в прудовых хозяйствах, входящих в систему Минсельхозпрода. Дополнительное – в частных фирмах и фермерских хозяйствах, а также у арендаторов и пользователей рыболовных угодий (рисунок 2).

Однако, структуру вылова рыбы в прудовых хозяйствах нельзя назвать рациональной. Как и ранее доминирующим видом остается карп (76-80%), дополнительным – серебряный карась (4,5%).

Доля карася за последние годы хотя и снизилась вдвое, тем не менее он остается постоянным компонентом прудовой аквакультуры за счет попадания из водоисточников и естественного нереста.

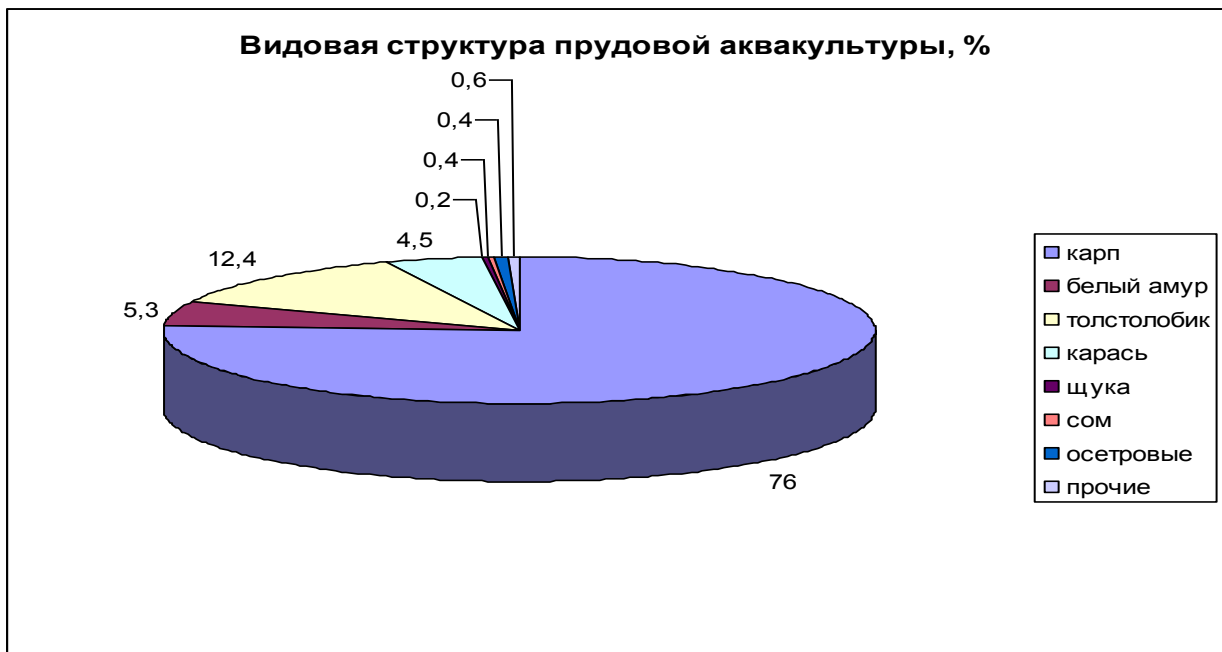


*Рисунок 2 – Производство рыбы в РБ по направлениям*

Эти два вида рыб служат главными потребителями концентрированных кормов, скармливаемых рыбе при прудовом выращивании, а следовательно дальнейший рост производства прудовой рыбы при сохранении структуры неизбежно повлечет за собой и адекватный рост затрат. Из рыб, не потребляющих искусственные корма или потребляющие их в минимальном количестве, выращивают щуку (менее 1%) и растительноядных рыб (суммарный объем выращивания около 18%).

Доля сома, стерляди, линя и некоторых других в сумме составляет не более 2%. Таким образом, ассортимент базовых видов сохраняется примерно на уровне 80-х гг., когда рыбоводство развивалось в других экономических условиях (рисунок 3).

Задачей науки в прудовом рыбоводстве на данном этапе является не только технологическое обеспечение выполнения планируемых показателей, но достижение этого с минимально допустимыми затратами, на основе ресурсосберегающих технологий. Институт рыбного хозяйства работает во всех направлениях научного обеспечения потребностей отрасли (селекция прудовых рыб, племенная работа, технологические процессы выращивания, корма и кормление рыбы, качество среды, профилактика заболеваний), но главным остается повышение экономической эффективности прудового рыбоводства.



*Рисунок 3* – Видовая структура объемов выращивания товарной прудовой рыбы

Вторым динамично развивающимся направлением является индустриальное рыбоводство. На действующих и вновь построенных рыбоводных комплексах в прошлом году было получено 293 тонны рыбы, в том числе 159 форели, 99 осетровых и 35 тонн африканского сома. Среднегодовая структура вылова объектов индустриального рыбоводства представлена на рисунке 4.



*Рисунок 4* – Видовое соотношение в продукции индустриального рыбоводства

Проблемами в дальнейшем развитии индустриального рыбоводства остаются высокая зависимость от импорта специализированных кормов, а также посадочного материала. Задачей научного обеспечения здесь являются разработка собственных рецептур высокоэнергетичных кормов с учетом сырьевого рынка и их освоение на имеющихся производственных мощностях, а также разработка технологического сопровождения выращивания посадочного материала. Определенное значение в данном направлении может иметь племенная работа с производственными стадами в направлении формирования маточного поголовья и отработки оптимальных в производстве кроссов и гибридных форм.

Анализ ситуации в производстве и на рынке готовой продукции подталкивает к выводу о необходимости дальнейшего расширения спектра выращиваемых видов и увеличения доли рыб, не требующих для своего выращивания дорогостоящих ресурсов, а также снижения себестоимости получаемой продукции. Актуальными остаются проблемы повышения продуктивности разводимых видов, а также их потребительских свойств. Покупательский спрос диктует необходимость получения рыбы улучшенных товарных качеств (повышенный выход тушки, малочешуйность, отсутствие внешних и внутренних признаков заболеваний). Этому способствует переход в работе с традиционным карпом на чистые породы и линии белорусской селекции, адаптированные к местным условиям, а также использование в товарном производстве межпородных кроссов и помесей. Институтом завершены работы по выведению трех белорусских пород карпа – «Лахвинский чешуйчатый», «Изобелинский» и «Тремлянский», создано коллекционное стадо импортированных пород карпа, а также амурского сазана, разработана и передана промышленности схема оптимальных скрещиваний родительских групп карпа применительно почвенно-климатических условий каждого из хозяйств и применяемой технологии выращивания. Комбинационные способности пород и получаемых от них кроссов позволяют увеличить выживаемость при зимовке и летнем нагуле, добиться более высокого темпа

роста, что обеспечивает прирост рыбопродукции до 2 ц/га без дополнительного роста затрат кормов. Широкое освоение новых пород позволило довести к настоящему времени долю чистопородных карпов в маточных стадах рыбхозах страны до 95%. В перспективе планируется полностью перевести товарное рыбоводство на выращивание только чистых пород и промышленных помесей с использованием возможностей создаваемого на базе Института и его производственных участков Селекционно-генетического центра, позволяющего тиражировать селекционные достижения (карпа и других видов рыб) в целях их более широкого внедрения в производство.

Одним из возможных направлений в прудовом рыбоводстве является дальнейшее развитие поликультуры. По нашему мнению еще не полностью исчерпало себя применение традиционных объектов разведения – карпа и растительноядных рыб (белого амура и толстолобиков). Надеемся, что селекционные работы, направленные на мобилизацию всех генетических резервов этих рыб за счет чистоты линий и гетерозисного эффекта, позволят достигать поставленных задач в получении товарной продукции при использовании существующей производственной базы и без существенного роста материальных ресурсов. Этим же целям служит формирование и поддержание в генетической чистоте двухлинейного ремонтно-маточного стада растительноядных рыб в необходимом производственным хозяйствам количестве. Узким местом в работе с растительноядными рыбами по-прежнему остается повышение жизнестойкости молоди. Работы, проведенные институтом по использованию синтетического иммуностимулятора - эпибрассинолида на ранних этапах онтогенеза, позволяют увеличить выход жизнестойкой молоди (сеголетков) растительноядных при летнем выращивании на 12-20%, по выходу из зимовки – на 12-24% и тем самым полнее удовлетворять потребность рыбоводных хозяйств в посадочном материале.

Наряду с традиционными, изучаются и нетрадиционные объекты рыбоводства. В частности в институте завершены исследования и освоены в производстве технологии разведения и товарного выращивания европейского

сома, позволяющей получать до 60 кг/га рыбопродукции сома при выращивании в поликультуре с карпом и растительноядными. Этой же цели способствует разработка нового метода его искусственного воспроизводства, позволяющего повысить эффективность нереста сома вне зависимости от погодных условий. Продолжаются исследования по отработке технологии прудового выращивания и формирования ремонтно-маточных стад веслоноса. По нашему мнению для обеспечения экономической эффективности и повышения конкурентоспособности прудового хозяйства, требуется довести объем добавочных рыб (как мирных, так и хищных) в структуре производства до 40-50% при сохранении на нынешнем уровне или сокращении основных затрат (прежде всего кормов и удобрений) на выращивание рыбы.

Важным условием повышения эффективности рыбоводства служит рационализация использования материальных ресурсов – кормов, удобрений, а также предотвращение болезней и гибели рыб.

С учетом сезонных особенностей роста карпа в прудах производству предложено перейти на частичное использование менее дорогостоящих малокомпонентных комбикормов, рецептура которых разработана институтом. Это позволяет без ущерба для роста и физиологического развития рыбы экономить не менее 30% стоимости кормов, а следовательно, существенно снизить себестоимость получаемой товарной продукции. Еще одним способом понизить затраты кормов может служить повышение эффективности их усвоения рыбой и снижение потерь при существующих способах кормления. Увеличению эффективности усвоения комбикормов служит введение в них витаминно-минеральных добавок, а также экзогенных ферментов. Переход на выпуск и использование комбикормов с добавками позволил снизить общий расход корма на единицу полученной продукции на 10, а увеличение водостойкости гранул – еще на 5-8%, тем самым уменьшая общий объем затрат на единицу получаемой продукции.

Живые корма в рационе прудовой рыбы имеют жизненно важное значение, поэтому работы по стимулированию кормовой базы по-прежнему

остаются весьма актуальными. Поскольку минеральные азотно-фосфорные удобрения являются стратегически важным продуктом, а их доступность в виду высокой стоимости не возрастает, институтом предложены пути повышения эффективности применения удобрений за счет оптимизации обменных процессов «вода-грунт», позволяющих включать в продукционный процесс депонированный в грунтах фосфор и снижать общее потребное количество удобрений. Добиваются этого путем применения солей калия (калийных удобрений), технологические приемы чего и нормы внесения отрабатываются.

Рыбоводству, как и сельскому хозяйству, большой урон могут нанести инфекционные и инвазионные болезни. При этом урон определяется не только прямой гибелью рыбы, но и снижением ее темпа роста и плодовитости, а также ухудшением потребительских качеств. На профилактику и лечение заболеваний направлены новые разработки института. С учетом общемировых тенденций особое внимание в настоящее время уделяется экологическому аспекту, т.е. разработке препаратов на основе растительного сырья, вакцин, пробиотических препаратов. Так, например, ведутся работы по изучению влияния растительных препаратов на жизнеспособность и патогенность опасных возбудителей бактериальных инфекция рыб; важным шагом в направлении повышения резистентности рыб к наиболее опасным инфекционным заболеваниям является разработка препаратов-пробиотиков на основе местных штаммов бактерий.

Однако на данном этапе развития ихтиопатологической (точно так же, как и ветеринарной, медицинской) науки невозможно обойтись без химиопрепаратов. Поэтому не теряет актуальности разработка новых антибиотиков и антигельминтиков, а также методов их использования; изучаются возможности применения для лечения и профилактики болезней рыб химических веществ, никогда ранее не применявшихся с этой целью (нанодисперсное серебро, гуанидиновые соединения). Широкое внедрение на предприятиях рыбоводной отрасли страны разработанных ранее препаратов и методик позволило снизить зависимость от импорта и предотвратить массовые эпизоотии в рыбоводных хозяйствах, повысить сохранность товарной рыбы,

племенного стада и посадочного материала, улучшить качество рыбы и рыбопродукции.

Вместе с тем, интенсификация процессов рыбоводства выявила ряд проблемных вопросов, не позволяющих отрасли выйти на высокие экономические показатели. Проблемы в развитии аквакультуры связаны с общей экономической ситуацией, покупательской способностью населения и его традиционными предпочтениями, сложившейся структурой производства, требующей больших инвестиций для своего перевооружения, устаревшей материально-технической базой научных исследований.

### **Заключение**

Аквакультура в Беларуси еще сохраняет традиционную прудовую направленность, индустриальное рыбоводство, хотя и развивается быстрыми темпами, еще не может конкурировать по объемам производства с прудовым. Освоение новых направлений сдерживается недостаточным финансированием строительных работ, отсутствием собственного производства специализированных кормов и недостатком посадочного материала. Повышение эффективности как прудового, так и индустриального направлений возможно за счет широкого освоения инновационных решений на основе национального и зарубежного научного опыта. Научное сопровождение направлено на решение краеугольных задач рыбоводства, осуществляется в рамках согласованных с потенциальным потребителем научно-технических программ, но за недостатком финансирования не в полной мере способно решать возникающие вопросы.



## SUSTAINABLE INTENSIFICATION IN FRESHWATER FISH FARMING IN HUNGARY

*L. Varadi, G. Borbely, F. Levai, G. Hoitsy*

*Hungarian Aquaculture Association,  
Szarvas, Hungary*

## УСТОЙЧИВОЕ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБХОЗОВ ВЕНГРИИ

*Л. Варади, Г. Борбли, Ф. Левэй, Г. Хоитси*

*Венгерская ассоциация аквакультуры,  
Венгрия, г. Сарваш*

**Abstract.** A great challenge in freshwater aquaculture, especially in pond aquaculture is, how to increase the production without additional impact on the environment and without losing the traditional values of the ponds such as ecological services, water- and landscape management. The application of combined intensive-extensive fish production systems (e.g. "pond in pond"; "fish pond water recycling") can contribute to the development of sustainable intensification. The paper presents the results of the practical application of new systems and technologies in two major pond fish farms ("Aranyponty" Zrt. and "Jászakiséri Halas" Kft.) and an intensive trout farm ("Hoitsy and Rieger" Kft.) in Hungary. The paper also shows how the Hungarian Aquaculture Association assists the development of sustainable intensification of the Hungarian fish production sector.

**Key words:** freshwater aquaculture; sustainability; intensification; combined intensive-extensive system.

**Реферат.** В пресноводной аквакультуре, в частности, в прудовой аквакультуре, важной задачей является увеличение производства, без усиления при этом воздействия на окружающую среду и без утраты традиционной ценности прудов как экологических объектов со своей водной системой и ландшафтами. Применение комбинированных интенсивно-экстенсивных систем производства рыбы (например, «пруд в пруду», рециркуляция воды в рыбоводном пруду) может внести свой вклад в развитие устойчивого повышения эффективности. В работе представлены результаты практического применения новых систем и технологий в двух главных рыбхозах ("Aranyponty" Zrt. and "Jászakiséri Halas" Kft.) и в рыбхозе по интенсивному выращиванию форели ("Hoitsy and Rieger" Kft.) в Венгрии. В работе также описано, каким

образом Венгерская ассоциация аквакультуры оказывает помощь в целях устойчивого повышения эффективности в секторе производства рыбы в Венгрии.

**Ключевые слова:** пресноводная аквакультура, устойчивость, повышение эффективности, комбинированная интенсивно-экстенсивная система.

## **Introduction**

The world population will reach 9.4 billion by 2050 and it is a great challenge for the food industry including fisheries and aquaculture how to meet the demand of the increasing population with adequate amount, good quality and healthy food. The global aquaculture production should be increased by about 130% by 2050, however it should be done without the deterioration of the environment and overexploitation of resources. The term "sustainable intensification" is a relatively new and evolving concept emerged in agriculture. Sustainable intensification has been defined as a form of production wherein "yields are increased without adverse environmental impact and without the cultivation of more land". Although marine aquaculture has future potential to explore off shore areas for increasing production, freshwater aquaculture has similar constraints and challenges as agriculture where cultivable land areas are limited. In freshwater aquaculture semi-intensive production of fish in earthen ponds is still a dominant type of aquaculture in many regions of the world including Central and Eastern Europe. There are limitations in conventional intensification of pond fish farming by increasing stocking density and applying formulated feed due to various reasons such as environmental and animal welfare regulations, social concerns and the increasing competition for freshwater resources. Therefore the increase of freshwater aquaculture production requires innovative approaches and the use of new systems and technologies. The Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) of the European Aquaculture Technology and Innovation Platform (EATiP) identified research programs in order to assist sustainable European aquaculture and freshwater fish farms also put significant efforts in the development of systems and technologies to produce more fish without the deterioration of the natural environment and overuse of resources. Three member

farms of the Hungarian Aquaculture Association (MASZ), namely two pond fish farms the "Aranypony" Zrt. and "Jászkiséri Halas" Kft. and an intensive trout farm, the "Hoitsy and Rieger" Kft. provide good example of the efforts how to increase the production without additional impact on the environment and without losing the traditional values of the ponds such as ecological services, water- and landscape management.

### **Principle and practical application Combined Intensive Extensive (CIE) production**

The Combined Intensive Extensive (CIE) production system as the term indicates consists of an intensive and an extensive component. The intensive unit is used exclusively for the production of fish or other aquatic animals, while in the extensive unit the production function may not be the primary one since this unit has functions like the treatment of the effluent from the intensive unit or ecological services (e.g. habitat for wildlife), or even recreation. The intensive unit (e.g. small pond, tank) and the extensive unit (usually large pond) could be physically/spatially separated, but the intensive unit could also be placed in the water body of the extensive pond. It is important however to provide a continuous water flow from the intensive- to the extensive unit in order to remove the excess nutrients through biological processes in the extensive pond. Low head and high capacity pumps are used for water movement. The water that is treated in the extensive pond can either be recirculated to the intensive unit, or discharged into the natural environment without causing any negative impact.

Numerous experiments with CIE systems have been carried out in several countries, mainly in Germany, Hungary, Israel and USA (Diab et al, 1992; Varadi et al., 2001; Brune et al., 2004; Füllner et al., 2007) that clearly demonstrated the advantages of such systems, however their introduction to the practice is rather slow. The main reasons are that farmers are sticking to conventional technologies and trying to avoid risks in production, but also the lack of innovation capacities and financial resources. The spreading of new technologies is also caused by lack of

enabling economic environment, innovation promotions, competitive spirit, and farmers' cooperation. The potential in practical application of CIE systems however, is demonstrated by some innovative farmers in Hungary that may give a boost to the wider application of such systems in Central and Eastern Europe.

### **"Pond-in-pond" and "Fish pond RAS" at the Jaszkeri "Halas" Kft.**

The layout of the pilot system in the farm that includes the "pond-in-pond" and the "fish pond Recirculating Aquaculture System (RAS)" components is shown in Figure 1.



*Figure 1 – "Pond-in-pond" and the "fish pond Recirculating Aquaculture System (RAS)" components in the fish farm of the "Jaszkeri "Halas" Kft"*

### **Experiences and results with the operation of the Pond-in-pond system**

The "pond-in-pond" system consists of four fish rearing tanks (30 m<sup>3</sup> each) that are arranged in a floating unit with a total volume of 120 m<sup>3</sup>. The scheme of the "pond-system" is shown in Figure 2.

The water circulation was ensured by a low head high capacity air lift pump. The air was provided by an air blower that was driven by an electric motor of 2 kW.

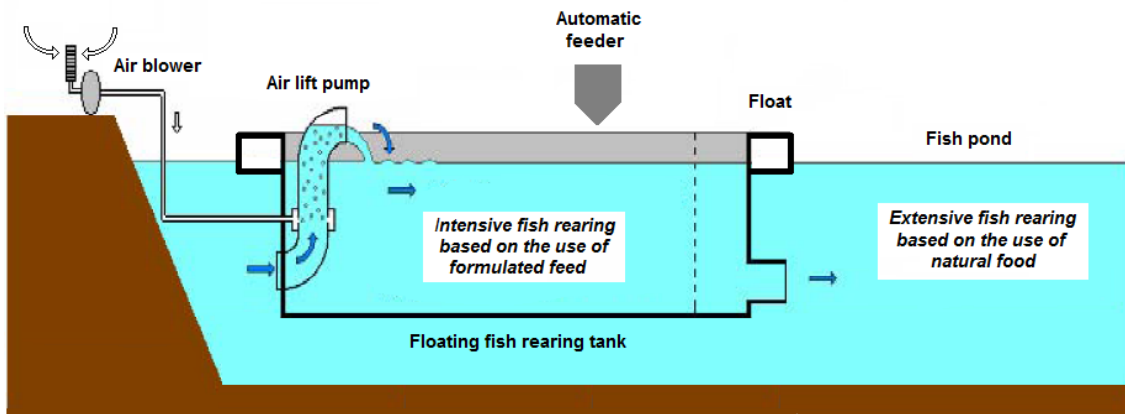


Figure 2 – Scheme of the "pond-in-pond" system

The formulated feed was distributed to the fish rearing tank by automatic feeder.

Common carp and hybrid striped bass were raised in the tanks intensively during the natural growing season, when the extensive pond served as a natural treatment unit to remove the nutrients from the effluent of the floating rearing tanks. The highest standing biomass for carp was  $40 \text{ kg/m}^3$ , however carp rearing was not that economically feasible if the carp price was 550 HUF/kg (ca. 1,8 €/kg). However, the operation of the system was profitable when hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *M. Chrysops*) was produced intensively. The total yield in the system was 4800 kg ( $40 \text{ kg/m}^3$ ) and the total income was 28,800 € when the fish was sold on a price of 6 €/kg. The view of the system in operation is shown in Figure 3.

### **Experiences and results with the operation of the "fish pond RAS"**

Experiments with "fish pond RAS" have also been started at the farm, when one of the wintering ponds ( $2000 \text{ m}^2$ ) beside a large (20 ha) extensive pond (shown in Figure 1.) was turned into an intensive pond for carp production. The view of the intensive pond equipped with automatic feeder and surface aerator is shown in Figure 4.

The results of the pilot-scale production are summarized in the followings (Borbely and Csorbai, 2012).

In the large (20 ha) extensive pond large size two summer old carp of 300 g



*Figure 3 – "Pond-in-pond" system in operation in the fish farm of the "Jaszkiseri "Halas" Kft"*



*Figure 4– View of the intensive carp rearing pond as a component of a fish pond RAS in the "Jaszkiseri Halas" Kft.*

was stocked with a stocking density of 1000 fish/ha. The production was based on the use of natural food and supplementary feeding by cereals. The overall Feed Conversion Ratio (F.R.C.) was 1:4. At the end of the growing season the gross yield was 1050 kg/ha (700 fish/ha with an average weight of 1.5 kg). The survival rate was only 70% due to the massive bird predation. The net result of the extensive fish rearing was 656 €/ha.

In the small (2000 m<sup>2</sup>) intensive pond the same size (300 g) of two summer old carp was stocked with a stocking density of 7000 fish/ha that was 7 times higher than that of the extensive pond (7000 fish/ha). The fish was fed on pelleted feed with an F.R.C. of 1:1.6. The gross yield was 10,000 kg/ha (6600 fish/ha with an average weight of 1.5 kg). The survival rate was much higher in the intensive pond (94%) because the small pond could be protected more efficiently against bird predation than the large one. The net result of the intensive production was 4,293 €/ha.

### **Combined intensive-extensive system at "Aranypony Zrt."**

The Combined Intensive Extensive (CIE) system that was applied at "Aranypony Zrt." is similar to the system described in Chapter "Experiences and results with the operation of the Pond-in-pond system", however in this case the intensive unit is a floating cage and a special polyculture is applied in the extensive pond. European catfish (*Silurus glanis*) as indigenous high market value species was produced in the cage intensively, while the main species of the polyculture in the extensive pond were common carp (*Cyprinus carpio*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and paddle fish (*Polyodon spatula*).

One summer old European catfish was stocked into the floating cages (5x5x2m) that were placed in a fish pond (Figure 5).

Formulated feed was applied that was distributed to the cages by automatic feeder driven by solar panels. The fish meal was substituted completely by soybean meal and meat meal. The F.C.R. was 1.95 kg. Since the digestibility of plant based nutrients is limited in carnivorous fish the feed was enriched with microbial protein.



*Figure 5 – Floating cages in a fish pond at the "Aranypony Zrt." for the intensive rearing of European catfish*

When the dissolved oxygen level in the pond decreased to low level paddle wheel aerator supplied air to the water body. The catfish reached 1350 g individual weight by the end of the growing season. No any disease problem occurred during the intensive rearing of the catfish. One cage of 50 m<sup>3</sup> was put in a one hectare pond area, in which 500 kg European catfish was produced. The organic wastes from the cages (uneaten feed and excreta) was utilized and processed in the fish pond where common carp, grass carp, silver carp and paddle fish were produced. The organic wastes from one cage provided sufficient nutrients for one hectare where common carp and paddle fish were the main species. No fertilizer and supplementary feed were applied in the extensive pond, where the yield was 700 kg/ha (500 kg/ha common carp and 200 kg/ha paddle fish). The grass carp and silver carp as complementary species contributed to the improvement of the nutrient utilization in the system.

In order to improve the water quality, mainly to limit the growth of the blue green algae and also to prevent the accumulation of sediment in the fish pond a special bacterial product (effective microorganism) "Corenzim Aleurit" was applied. When the fish pond bottom was properly treated by lime, and regular N fertilization



was applied, we were able to maintain the preferable dominance of green algae for a long period. The most effective treatment was the combined use of the bacterial product (100 l/ha) and sodium percarbonate (45 kg/ha) together with continuous aeration. The bacterial product didn't have any adverse effect on the fish and macro benthic community in the sediment.

### **Partial water recycling to save water and protect environment at the trout farm of "Hoitsy and Rieger Kft."**

The trout farm is producing Rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), brown trout (*Salmo trutta m. fario* Linné, 1758), and brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill 1815) in 18 raceways with a total area of 3700 m<sup>2</sup>. The annual production of the farm is 36-38 tons of market size fish according to the availability of the supply water.

In order to produce trout intensively in a protected environment that is also a touristic area the farm built a special water treatment system and the effluent water from the raceways is circulated through the system. The open air RAS contributes to the protection of the natural environment but also to decrease the dependence on the natural water supply since the flow rate of the creek is varying greatly. The water treatment system comprises the following main units: (1) drum filter; (2) biological filter; (3) constructed wetland. The water is circulated by air lift pumps. In order to ensure safe operation there are two independent (but connectable) water circles in the RAS.

The effluent water from the raceways flows to the drum filters by gravity. The drum filter (Figure 6) has stainless steel mesh of 70  $\mu$ .

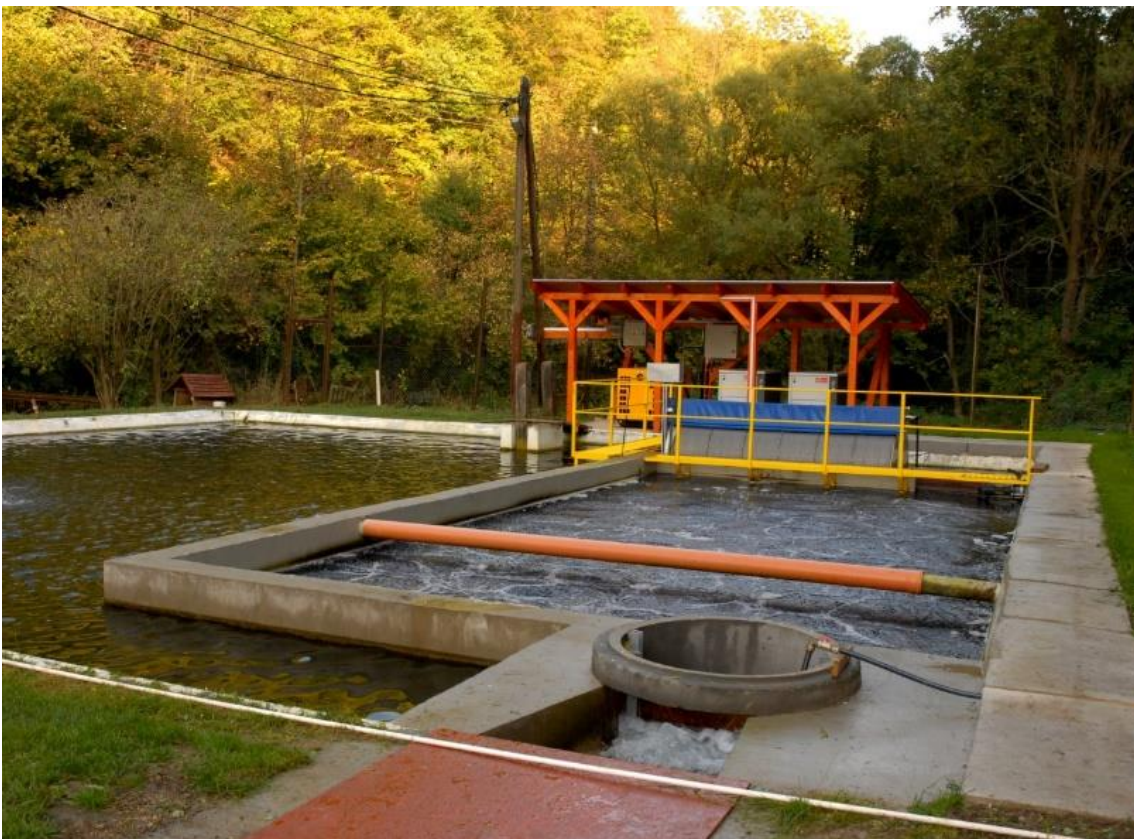
The sludge from the drum filter is collected in a pit where it is mixed with sawdust and removed once a year.

The biological filter of the outdoor RAS is a "floating bed" biofilter with a 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> effective filter area (Figure 7).

The plastic media in the biological filter is kept floating by air that is blown into the water through perforated pipes placed in the bottom of the filter tank. The air



*Figure 6 – Drum filter in the open air RAS of the Hoits and Rieger intensive trout farm*



*Figure 7 – The view of the biological filter Hoitsy and Rieger intensive trout farm*

also provide oxygen to the nitrifying bacteria and helps the removal of harmful gases first of all CO<sup>2</sup>.

The water is circulated through the fish tanks, the drum filter and the biological filter by air lift pumps with low head (max 25 cm) and high capacity. The water recycling in the system is partial, therefore a part of the water is released regularly to the creek Garadna that is flowing along the farm area. However the effluent water from the farm is treated on a constructed wetland where various water plants remove the N and P from the water. The applied water plants are the followings: common bulrush (*Typha latifolia*); European water-plantain (*Alisma plantago aquatica*); *Chlorocyperus glaber*; sedges (*Carex* sp.), club rush (*Scipus sylvaticus*) common duckweed (*Lemna minor*) és broad-leaved pondweed (*Potamogeton natans*). The wetland efficiently removes the nutrients from the effluent water and the intensive trout farm doesn't have any negative impact on the water of the creek and the surrounding ecosystem.

### **The Hungarian Aquaculture Association to assist sustainable aquaculture development**

The Hungarian Aquaculture Association (Hungarian acronym MASZ) was established on 13th of July 2010 by 11 innovative fish farms and 3 research and education institution. The main reason of the establishment of a new association in Hungary was to boost sustainable aquaculture development in Hungary through innovation. Thus the major objectives of MASZ – besides the representation of interest of members, and active participation in the decision making process – are organising workshops, conferences, publishing papers and documents, assisting R&D activities and pilot projects. Five years after the establishment of the Association MASZ has 49 members (44 Small and Medium Enterprises and 5 institutions) among them the most innovative farms and leading institutions in aquaculture research and innovation. The share of MASZ members in the total fish pond area in Hungary and that of total fish harvested is 40% and 43% respectively.

The transfer of information and knowledge and the assistance of technology

transfer are important activities of the Association. MASZ provides regularly news to members related to aquaculture development through its website, newsletter and occasional specific news by e-mail. The Association has also published various documents like the Hungarian version of the EATIP "Future of European Aquaculture" document (EATiP, 2012) and the "Biology and technology of commercial fish farming in Recirculating Aquaculture Systems (RAS) and the possibilities of the use of RAS in Central and Eastern Europe". MASZ is organising an annual aquaculture conference with the sub-title: "Farmers and scientists together to give momentum to aquaculture development". The Association organized the Workshop of European Pond Fish Farmers in 2013. The statement of the workshop later was complemented and accepted by the 2<sup>nd</sup>. International Carp Conference in Wroclaw and published as "Wroclaw Statement" (Wroclaw Statement, 2013). The Association is also involved in the implementation of an EU FP7 project "Diversify" disseminating the results of the research aiming at the intensive culture of pike perch in RAS, besides MASZ is involved in project preparatory works in the framework of Horizon 2020. International collaboration is an important activity of MASZ that is member of the Federation of European Aquaculture Producers (FEAP). MASZ is also active to strengthen collaboration among producers associations in Central and Eastern European countries where the challenges and opportunities of aquaculture development are similar. MASZ is also involved in the organisation of the 3<sup>rd</sup> International Carp Conference that will be organised in Vodnany, Czech Republic between 3-4 September 2015.

## **References**

1. Brune D. E., Schwartz G., Collier J.A., Eversole A.G. and Scwelder T.E., 2004. Partitioned Aquaculture Systems. In *Biology and Culture of Channel Catfish* (Ed. by C.S. Tucker and J.A. Hargreaves), pp. 561-584, Elsevier, Amsterdam.
2. Diab S., Kochba M., Mires D. and Avnimelech Y., 1992. Combined intensive-extensive (CIE) pond system A: inorganic nitrogen transformations *Aquaculture*, 101 (1992) 33-39. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam.

3. Borbély Gy. and B. Csorbai, 2012. Combined fish production systems. NACEE Workshop on some specific issues of freshwater aquaculture, 4 th of May, 2012 Rétimajor, Hungary.

4. EATiP, 2012. The Future of European Aquaculture. EATiP (European Aquaculture Technology and Innovation), Our Vision: A Strategic Agenda for Research & Innovation. URL: <http://www.eatip.eu/shortcut.asp?FILE=1238>

5. Füllner G., T. Gottschalk and M. Pfeifer, 2007. Experiments for the production of hybrid striped bass in-pond circulation systems. *Aquaculture International* (2007) 15:241-248.

6. Váradi L., Gál D., Pekár F. and Szabó P., 2001. Combined Extensive-Intensive Pond Fish Production System for the Sustainable Use of Natural Resources. *Hungarian Agricultural Research*, 10(2): 13-15.

7. Wroclaw Statement, 2013. Resolution of the 2nd International Carp Conference 12-13. September 2013. Wroclaw, Poland. URL: [http://www.pankarprybaczy.pl/RESOLUTION\\_Final\\_EN.pdf](http://www.pankarprybaczy.pl/RESOLUTION_Final_EN.pdf).

## RARE ACIPENSERIDS IN RUSSIAN AQUACULTURE

*E. Mikodina, A. Novosadova*

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Moscow, Russia*

## РЕДКИЕ ВИДЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В РОССИЙСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

*Е. Микодина, А. Новосадова*

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и  
океанографии,  
Россия, г. Москва*

**Abstract.** A review of experience the using the Russian rare species sturgeon in aquaculture taking into account the information of the former USSR compiled on the basis of publications exclusively Russian scientists. In Russia are cultivated and studied the 7 rare sturgeon species belonging to 2 families of Acipenseriformes: *Acipenser nudiiventris*, *A. naccarii*, *A. sturio*, *A. oxyrhynchus*, *A. mikadoi*, *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* and *Polyodon spatula*. All of these species are endangered and listed in the International Red List and regional Red Data Books. Above named rare sturgeon species are preserved in various Russian aquaculture hatcheries and fish farms. The fish farms titles where they are exposed to breeding or commercial cultivation are given. Biotechnologies of their cultivation were done a long time, with the exception of Sakhalin sturgeon as inhabiting inaccessible areas and Amu Darya big shovelnose sturgeon, because the last is currently not in the Russian rivers in present state borders. New data about their biology, including reproduction are given.

**Key words:** rare sturgeon, Russia, endangered species, aquaculture, reproductive biology, basis of artificial reproduction.

**Реферат.** Обзор опыта использования редких видов российских осетровых рыб в аквакультуре с учетом информации, полученной в бывшем СССР, сформированной на базе публикаций исключительно российских ученых. В России выращивают и изучают 7 редких видов осетровых рыб, принадлежащих к 2-м семьям Acipenseriformes: *Acipenser nudiiventris*, *A. naccarii*, *A. sturio*, *A. oxyrhynchus*, *A. mikadoi*, *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* и *Polyodon spatula*. Все эти виды находятся под угрозой уничтожения и занесены в национальную и региональные Красные Книги. Вышеуказанные редкие виды осетровых сохраняют в различных российских аквакультурных рыбоводных питомниках и рыбхозах. Представлены наименования рыбхозов с указанием,

занимаются они разведением либо коммерческим выращиванием рыбы. Биотехнологии их выращивание были разработаны уже давно, за исключением сахалинского осетра, обитающего в труднодоступных регионах и амударьинского большого лопатоноса по той причине, что последний отсутствует в реках в пределах современных границ Российской Федерации. Приведены новые данные об их биологии, включая, воспроизводство.

**Ключевые слова:** редкие виды осетровых рыб, Россия, виды под угрозой исчезновения, аквакультура, репродуктивная биология, основа искусственного воспроизводства.

## **Introduction**

The gigantic state territory of the Russian Federation (as well as the former Russian Empire and the Soviet Union) overspreads from Atlantic to Pacific Oceans. Its European part geographically corresponds to area of the sturgeon species formation. It was here, in the river system of western part of the former pracontinent Laurasia were inhabited their ancient ancestors who have mastered Tethys Ocean and it's following geographical derivatives (Sarmatian, Meotic, Mediterranean, Black, Azov and Caspian Seas) (*Mikulin, 2003*). Civilization has developed rapidly in Western Europe than in Eastern one, because of it Russian sturgeon were have survived more long time than in another localities and have the greater species diversity. It was promoted by ethnic composition of the population (not only Russian), religion (muslim), lifestyle (nomads) and food (meat, milk) preferences of different ethnic groups living on the coast of sturgeon water bodies (*Mikodina, 2014*).

In this regard, Russian scientists have been studying sturgeon living not only in the present boundaries of the Russian Federation. Russia in various state forms has always Russian official language as now English ones is in the world, but sturgeon aquaculture has long time been out of sight of other countries. Because of it the majority of sturgeon publications were issued in Russian language. Therefore, this review is based only the Russian national publications that little-known for some foreign scientists.

## **Materials and methods**

It were used the publications about the reproductive biology, artificial

reproduction and marketable rearing of rare Russian sturgeon, which were published in Russian or Russian and/or English in 1979–2014 by Russian scientists. Sakhalin sturgeon was fished in Viakhtu River (western Sakhalin Isl.); its photography was made by A. Novosadov. Ship was cultivated at Shatura fish farm cages (Moscow region) and was photographed by A. Novosadova. Shovelnose was caught in the Amu-Darya River near Urgench city. Its photo was made by A. Barmintseva and N. Muge under artificial conditions at experimental scientific station of Uzbekistan Khorezm Ma'mun Academy near Khiva city. We thank all of them for their assistance very much.

### **Results and discussion**

Among the 10 Acipenserids fish species inhabiting in Russia water bodies the best known are Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*, Beluga sturgeon *Huso huso* (*Acipenser huso* sensu *Vasil'eva et al., 2009*) and Siberian sturgeon *A. baerii* which have spread around the world in aquaculture (*Mikodina, 2014*). But now in Russia all of them are too rare in wild and because of it their low strength whereupon their commercial catch is stopped. The exceptions are a few populations Sterlet sturgeon: *A. ruthenus*. Now the Sturgeon fishing in Russian water bodies is allowed only for artificial reproduction and scientific research. Total allowable catch (TAC) for all native Sturgeon populations ranges from 1 to several hundred kg (*Mikodina, 2014*). Sturgeon TAC in Azov Sea determines Russian-Ukrainian Commission. Thanks to the new state innovation strategy sturgeon reproduction biotechnology, i.e. formation of brood stocks, their artificial reproduction continues successfully. For example, International Center of Reproduction the Caspian Sturgeon (Astrakhan city, KaspNIIRKH) involves 6 sturgeon hatcheries, 3 spawning-rearing farms, several marketable sturgeon farms, centralized brood stock and Molecular Genetics Center where developed genetic passports for each female and male of brood stock (*Vasil'eva, Naumov, 2014*).

So in Russia inhabit, cultivated and studied the 7 rare sturgeon species belonging to 2 families of order Acipenseriformes: and Acipenseridae, the last with



2 subfamilies. There are: Paddlefish *Polyodon spatula* (Polyodontidae), Ship Sturgeon (or Spike) *A. nudiventris*, Sakhalin sturgeon *A. mikadoi*, Adriatic sturgeon *A. naccarii*, Baltic (Atlantic) sturgeon *A. sturio*, Atlantic sturgeon *A. oxyrinchus oxyrinchus*: (Acipenserinae) and Amu Darya big shovelnose sturgeon *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* (Scaphirhynchinae).

All of them since 1996 are protected by International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red Lists and regional Red Data Books of Russian Federation (since 1984 in former USSR), as well as of Tadzhikistan, Turkmenistan (since 1985) and Uzbekistan (since 1983) as critically endangered fishes and they are the objects of Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES).

Many years ago it has been declared the necessity of Russian Acipenseridae conservation. Since that time, this concept is carried out. The main focus is the optimization of sturgeon biotechnology in view of adaptability to the environment and the tolerance ranges. For rare sturgeon species is important the knowledge of their biology, which has been studied for a long time and foreign is known in fragments. However, the main publications about rare sturgeon species were published in Russian, which seems to be inaccessible to the often readers. Most clearly this thesis is illustrated by the Sakhalin sturgeon. Recent scientific literature (*Atlas of Russian Freshwater Fishes, 2002; Commercial Fishes of Russia, 2006; Fish in the reserves of Russia, 2010*) provides information on its biology and distribution of 50–60-year-old without new published data. Not updated information on the biology of this species in Fishbase.org. These information need to be updated at this time. Below, we have tried to fill this gap in relation to rare sturgeon species – the Russian aquaculture objects, with special consideration of the updated data.

Rare species in Russia is the Sakhalin sturgeon *A. mikadoi* (*Figure*). The study of the reproductive biology of Sakhalin sturgeon was began in Russia in the late 1980s (*Artyukhin, Andronov, 1990; Artyukhin, 2008*). It is complicated very much because of the difficulties in sparsely populated areas catches. However, there were not only studied many aspects of the biology of this species, but were formed 2 its

brood stocks with the aim of artificial reproduction (Okhotsky and Anyuisky hatcheries). Besides it allowed in the second half of the 2000s to release several parts of artificially produced of Sakhalin sturgeon juveniles in the in natural environment – Tummin River (Khabarosky region), for this species maintenance in Russian part of its areal (*Khrisanfov et al., 2009*). Sakhalin sturgeon is cultivated in Russia it 5 hatcheries, two of which are placed at Russian Far East and have brood stocks with two generations: Okhotsky (Sakhalin Isl.) (*Mikodina et al., 2004; Khrisanfov et al., 2005; Mikodina, Khrisanfov, 2008*) and Anyuisky (Khabarovsky region) federal hatcheries (*Khrisanfov et al., 2009*), as well as Alexinsky Chemical Complex fish hatchery.



*Figure – View of the three species of rare Russian Acipenserids supported of national artificial reproduction: up – head of *Acipenser mikadoi*, *A. nudiventris*, below – *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni**

The most important results the fundamental biology study of the of Sakhalin sturgeon is the establishing of its chromosome set. By two different methods were shown its affiliation to 250-chromosome sturgeon types, and as its karyotype ranges from  $247\pm 33$  (*Vishnyakova et al., 2008; Vishnyakova et al., 2009*) up to  $262\pm 4$  (*Vasil'ev et al., 2008; Vasil'eva et al., 2009*). Visual characteristics and

morphometric parameters of Sakhalin sturgeon oocytes, ultrastructural features of their envelopes surface and micropyle were studied. Its micropyle number ranges 4 to 17 (*Mikodina, Novosadova, 2011*). It was shown that Sakhalin sturgeon lives not only in Tumnin River and Datta Bay of Khabarovsk region but also in Bay Viakhtu and Viakhtu River of Western Sakhalin (*Koshelev et al., 2012*). In our opinion, this is due to geomorphological changes in the tertiary period of the Earth.

In Russian water bodies rare autochthonous Acipenserid species – a Ship Sturgeon *A. nudiventris*, is still inhabits (*see Fig.*). Its biology studied for a long time. This species has a high absolute and relative fecundity (*Avetisov, 2006*), so this attractive species for aquaculture. Its biotechnology is well developed. Russian fish farms are reproduced and reared the *A. nudiventris* of both Aral and Caspian populations. Five Russian Ship facilities are: Alexinsky Chemical Plant fish hatchery (Tula region), BIOS, SB FBGC, Donskoy hatchery (Rostov-on-Don region), Karmanovsky fish farm in Republic of Bashkortostan, Diana fish farm at Kaduy settl., Vologradsky region) (*Shebanin et al, 2001; Erbulekov, Kokoza, 2004; Avetisov, 2006; Boubounets, Labenets, 2009; Ponomaryova et al., 2010*). During 2007-2010 were additionally studied the growth and reproductive system development of the Ship under artificial conditions. The obtained at aquacomplexes "Kagalnik" of Southern Scientific Center RAS data are necessary for the formation of its local brood stock (*Ponomaryova et al., 2010*). It was described the ultrastructure of the Ship egg envelope surface. Was established the micropyle number varied from 2 up to 19 (average 7), entrance diameter of the micropyle is 50-60 microns (*Vorobyeva, Markov, 1999*). Recently were investigated the *A. nudiventris* progeny anomalies in its early ontogenesis, obtained from brood stock under aquaculture conditions (*Mikodina, Novosadova, 2010; Novosadova, 2013*). The proportion of the larvae anomalies was at 8.5%, which in 1.4-2-fold higher than in wild progeny caught at p. Ural, where this indicator ranged between 4-6% (*Erbulekov, 2004*). These data suggest that the biological quality of the cultivated *A. nudiventris* progeny is worse than the wild. Among 7 previously known types of pre-larvae abnormalities in cultured Ship sturgeon revealed only 4 ones, as well as combined ones. In this

species, the percentage of body shape abnormalities account for 61%, of external organs – 12%, functional abnormalities – 6%, mechanical ones – 11%, combined anomalies – 11%. The most common abnormalities in Ship during hatching stage are deformation of the body, lack of eyes rudiments, microcephaly and defects of the yolk sac form (9-38%). The share of other anomalies does not go beyond permissible (6%) (Novosadova, 2013).

Besides it there are three sturgeons species are undergoing of artificial reproduction for restoration of former abundant autochthonous species but now disappeared ones in Russia: *A. naccarii*, *A. sturio*, *A. oxyrhynchus oxyrhynchus*. Artificial reproduction the lost earlier in Russia two Atlantic sturgeon species: *A. sturio* and *A. oxyrhynchus oxyrhynchus*, on purpose of their re-acclimatization or restoration is carried out at AtlantNIRO and Kalinigrad State Technical University by experimental way. Adriatic sturgeon *A. naccarii* is cultivated at Alexinsky Chemical Complex fish hatchery (Mikodina, 2013, 2014) for collection of rare Acipenserids species.

Quite rare in Russian commercial aquaculture is American acclimatized paddlefish *Polyodon spatula*. Paddlefish is not an aboriginal Russia species, but an alien one (Mikodina, 2013). It allochthonous species was entered to our country from North America and acclimatized many years ago to diversify the number of aquaculture fish objects for increasing biological production. This zooplanktophage permits maximize to utilize of fish food base and therefore is used in polyculture. Its biotechnology under Russian aquaculture conditions have established long ago. Now in Russia are three paddlefish aquacultural stocks: in the Kaspnirskh scientific-experimental Center "BIOS" (Ikryanoye village near Astrachan city), South Branch of Federal Breeding and Genetics Center (SB FBGC) in Krasnodar city, Yl'yich Fish Farm in Rostov-on-Don region.

Biology of reproduction of paddlefish studied well enough not only in North America (Proceedings, 1998) but also in Russia (Melchenkov, 2001; Vinogradov, 2003). These studies are ongoing. Recently was known the number of micropyle in its eggs: 6 (2-33) (Podushka, 2001).

Recently renewed interest to artificial reproduction of the Amu Darya big shovelnose sturgeon *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* (see Fig.). Reproductive biology, artificial reproduction and early ontogeny of this species have been studied still in the former Soviet Union (Sagitov, 1968; Goncharov et al., 1991; Schmalgausen, 1991). Already in the 1980s, the need of this sturgeon species artificial reproduction was expressed with the possibility of commercial breeding (Makeeva, Sagitov, 1979). First in 1983, the few specimens of big shovelnose sturgeon were brought from the Amu Darya River in to Moscow Zoo, where was received the first experience of its cultivation and reproduction under artificial conditions (Shubrayev et al., 1989). It was shown that this fish is capable of living for a long time in the facilities for reophilic hydrobionts. Normal development of the sex products in captivity was recorded and it occurred during a shorter period than in nature. For the first time mature gametes and larvae were obtained after hormonal stimulation (Goncharov et al., 1991). On this material has been studied the early development of large the big shovelnose sturgeon. The structure of the prelarvae of *P. kaufmanni* at consequent stages of development was described. Relative size of organs and parts of the body were determined at the same embryonic stages (Schmalgausen, 1991).

Recently (since 2010) Russian naturalists of the Moscow Zoo, scientists of VNIIPRKh, Zoological Museum of M.V. Lomonosov Moscow State University and A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution were again cooperated with Uzbekistan and Tadzhikistan in renew studies of Amu Darya big shovelnose biology in Vakhsh River and its artificial reproduction (Cherniak, 2012; Kovalev et al., 2014). Was shown that karyotype of *P. kaufmanni* consist of 118-120 chromosomes and including a about 18-20 large bi-armed chromosomes, about 32-34 small bi-armed chromosomes, from one to two pairs of large acrocentric, and about 64 small acrocentrics or microchromosomes (Kovalev et al, 2014).

In 2012 new attempts to output of *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* progeny were made again for the first time after the end of XX century in the water area of the

Vakhsh River (Tadzhikistan). Similar studies are conducted in Turkmenistan (*Salnikov, 2003*).

Due to our opinion only one way of rare Russian Sturgeon conservation and its restitution in water bodies and commercial aquaculture of our county is their artificial reproduction. Now ichthyologists hope that its Acipenserids can be saved in fish farms that have sturgeon genetic collections and at list in Zoos.

## References

1. Artyukhin E., Andronov A. 1990. Morphological sketch of green sturgeon *Acipenser medirostris* (Chondrostei, Acipenseridae) from the river Tumnin (Datta) and some aspects of ecology and zoogeography sturgeon // *Zool. Zhurn.* Vol. 69. Iss. 12. P. 81–91. (In Russian).
2. Artyukhin E. 2008. Sturgeon (ecology, geographic distribution and phylogeny). SPb.: Publishing House of the St. Petersburg State University, 137 p. (In Russian).
3. Atlas of Russian Freshwater Fishes. 2002. In 2 volumes / Yu. Reshetnikov (Ed.). Moscow: Nauka. Vol. 1. 379 p.
4. Avetisov A. 2006. Ship (*Acipenser nudiventris*) – Populatsionnaya Struktura (K Voprosu Sohraneniya Vida (Ship (*Acipenser nudiventris*) - population structure (to question of species preservation)) // *Sturgeon Aquaculture: achievements and prospects.* Moscow: VNIRO Publishing. Pp. 177–183. (In Russian)
5. Boubounets E., Labenets A. 2009. Anadromous Sturgeons in Russian Aquaculture: two sides of a Problem // *Abtrs. of 6<sup>th</sup> Int. Symp. Sturgeon.* October 25-31, 2009, Wuhan, Hubei Province, China. Pp. 265–266.
6. Cherniak A. 2012. Amu Darya big shovelnose. Fish legend // *Ichthyosphaera.* Vol. 16. Pp. 4–21. (In Russian).
7. Commercial Fishes of Russia. 2006. In 2 volumes / O. Gritsenko, A. Kotlyar and B. Kotenev (Eds.). Moscow: VNIRO Publishing. Vol. 1. 656 p. (In Russian).
8. Goncharov B., Shubray O., Uteshev V. 1991. Reproduction and early development of the big Amu Dar shovelnose (*Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*

*Bogd.*) under artificial environmental conditions // *Ontogeny*. Vol. 22. No 8. Pp. 485–492.

9. Erbulekov S. 2004. State hatchery spike Ural population and measures to intensification. PhD Tesis: VNIIPRKh. 24 p. (In Russian).

10. Erbulekov S., Kokoza A. 2004. Some fish breeding and biological indicators of the Ural Ship population // *Bulletin ASTU*. No 2 (21). Pp. 47–51. (In Russian).

11. Fish in the reservates of Russia. 2010. In 2 volumes (Ed. Reshetnikov Yu.). Vol. 1. Moscow: Association scientific publications KMC. 627 p. (In Russian).

12. Khrysanfov V., Artyukhin E., Mikodina E., Safronov A., Lubayev V. 2005. Sakhalin sturgeon (*Acipenser medirostris* Ayres, 1854) - the first work with the producers on the Okhotsk salmon hatchery // *Proc. Int. Sci.-Pract. Conf. "Aquaculture and integrated technologies: Challenges and Opportunities."* V. 1. Moscow. Pp. 61–64. (In Russian).

13. Khrysanfov V., Mikodina E., Belyansky V., Khovansky I. 2009. Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* Hilgendorf, 1892: Milestones on the way to the knowledge of biology and artificial reproduction // *Questions of Fisheries (Voprosy Rybolovstva)*. V. 10. № 3 (39). Pp. 554–563. (In Russian).

14. Kovalev K., Balashov D., Cheriak A., Lebedeva E., Vasil'eva E. and Vasil'ev V. 2014. The karyotype of the Amu Darya Sturgeon, *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* (Actinipterygii: Acipenseriformes: Acipenseridae) // *Acta Ichthyologica et piscatoria*. No 44 (2). Pp. 111–116.

15. Koshelev V., Mikodina E., Mironova T., Presnyakov A., Novosadov A. 2012. New Data on Biology and Distribution of Sakhalin Sturgeon *Acipenser mikadoi* // *Jour. Ichthyology*. Vol. 52. No 9. Pp. 619–627.

16. Makeeva A., Sagitov N. 1979. Materials on gametogenesis and reproduction of large Amudarya shovelnose // *Biological basis of sturgeon fishery in water bodies of the USSR*. Moscow: Science. P. 155–169. (Materialy po gametogenezu i razmnozheniyu bolshogo amudar'inskogo lopatonosa //

Biologicheskoye osnovy razvitiya osetrovogo chozyaistva v vodoyomach SSSR). (In Russian).

17. Melchenkov E. 2001. Biological basis of breeding and rearing of paddlefish: *Polyodon spathula* (Walbaum). Tesis SciDr. Moscow. 475 p. (In Russian).

18. Mikodina E., Khrysanfov V. 2008. Sakhalin sturgeon: a brief chronology of studies on its biology, the development of technology of artificial reproduction and re-acclimatization in natural habitats // Results and prospects of acclimatization. Proc. Sci. Pract. Conf. Klyazma, 10-13 December 2007. Moscow: VNIRO Publishing. Pp. 79–86. (In Russian).

19. Mikodina E., Mikulin A., Kouřil J., Lubayev V. 2004. A new anesthetic "clove oil" and it is used when handling the beluga, Amur and Sakhalin sturgeon // "Sturgeon Aquaculture: Achievements and Prospects". Proc. Int. Sci. Conf. Astrakhan, March 22-25, 2004. Pp. 51-55. (In Russian).

20. Mikodina E., Novosadova A. 2011. The structure of mature oocytes Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* // Dokl. Acad. Sciences. Vol. 440. No 4. Pp. 557-560.

21. Mikodina E. 2013. Alien species in Eastern Europe Aquaculture // Abstr. IV Int. Symp. «Invasion of Alien species in the Holarctic "(Borok-4)". Borok, September 22–28, 2013. Borok: IBIW RAS. P. 120. (In Russian)

22. Mikodina E. 2014. Disappearing Acipenseriformes in artifacts of civilization // "Russian Fishery Water Bodies. Fundamental and Applied Research. Proc. Int. Sci. Conf. devoted to the 100th anniversary of GosNIORKh. St. Petersburg, 06-10 October 2014 St. Petersburg: State Research Institute of Lake and River Fisheries. Pp. 71–80. (In Russian).

23. Mikodina E. 2014. Some methods of conservation the sturgeon genetic funds // Fish farming and fisheries. № 5. Pp. 52–64. (In Russian).

24. Mikodina E., Novosadova A. 2010. Morphological abnormalities in the prelarvae structure of *Acipenser nudiiventris* // Proc. rep. VIII Int. Conf. Early ontogeny of fish and invertebrates. 19-23 April 2010, Svetlogorsk (Kaliningrad



region). Kaliningrad: AtlantNIRO. Pp. 68–69. (In Russian).

25. Mikulin A. 2003. Zoogeography of Fishes. Moscow: VNIRO Publishing. 436 p. (In Russian).

26. Novosadova A. 2013. Morphological abnormalities in early sturgeon ontogenesis in the offspring of cultured brood stock. PhD Tesis. Moscow: VNIRO. 24 p. (In Russian).

27. Podushka S. 2001. Preliminary data on the number of micropyle in the eggs of paddlefish *Polyodon spathula* // Scientific and Technical Bulletin laboratory ichthyology INENKO. No 5. Pp. 10–14. (In Russian)

28. Ponomaryova E., Sorokina M., Grigoriev V., Kovaleva A. 2010. Biotechnological methods of reproduction spike to replenish natural populations // Proc. Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Vol. 12. №1 (5). Pp. 1341–1344. (In Russian).

29. Proceedings of the Symposium on the Harvest, Trade and Conservation of North American Paddlefish and Sturgeon. 1999. Washington: Traffic North America, World Wildlife Fund. 293 p.

30. Sagitov N. 1968. On the morphology of big Amudarya shovelnose [*Pseudoscaphirrhynchus kaufmanni* (Bogd.)] // Jour. Ichthyology. Vol. 8. Iss. 5(52). Pp. 807–816.

31. Salnikov V., Akimova N., Ruban G., Mayden R., Kuhajda B. 2003. Reproductive system Amu Darya shovelnose – big *Pseudoscaphirrhynchus kaufmanni* - and small *P. hermanni* (Acipenseridae) // Jour. Ichthyology. Vol. 43, No 4. Pp. 499–510.

32. Shebanin V., Voronov A., Podushka S. 2001. Aral Ship propagated in Aleksin // Fish farming and fishing. No 1. P. 82. (In Russian).

33. Schmalgausen O. 1991. Prelarva development of *Pseudoscaphirrhynchus kaufmanni* // Ontogeny. Vol. 22. No 8. Pp. 493–513.

34. Shubrayv O., Goncharov B., Uteshev V. 1989. Experience of keeping and breeding in captivity big Amudarya shovelnose (*Pseudoscaphirrhynchus kaufmanni* Bogdanov, 1974) // Problems of animal domestication. Moscow: Severtsov Institute

of animal evolutionary morphology and ecology of USSR Academy Sci. Pp. 202–206. (In Russian).

35. Vasil'ev V., Vasil'eva E., Shedko S., Novomodny G. 2008. Karyotypes Kaluga sturgeon *Huso dauricus* and Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae, Pisces) // Biodiversity and dynamics of gene pools. Sub-program "The dynamics of gene pools." Mat. Report. Conf. Moscow: Russian Academy of Sciences. Pp. 19–21. (In Russian).

36. Vasil'eva T., Naumov B. 2014. The current state of aquaculture in the Caspian basin and innovation priorities of its development (Sovremennoe sostoyaniye akvakultury v Kaspiyskom basseinye i innovatsionnye priority ee rasvitiya) // Proc. Conf. On Questions of aquaculture development in Russian Federation. M.K. Glubokovsky (Ed.). Moscow: VNIRO Publishing. Pp. 118–145. (In Russian).

37. Vasil'eva E., Vasil'ev V., Shedko S., Novomodny G. 2009. The revision of the validity of genus *Huso* (Acipenseridae) based on recent morphological and genetic data with particular reference to Kaluga *H. dauricus* // Jour. Ichthyology. Vol. 49 (10). Pp. 861–867.

38. Vasil'eva E., Vasil'ev V., Shedko S., Novomodny G. 2009a. The Validation of the Specific Status of the Sakhalin Sturgeon *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae) in light of Recent Genetic and Morphological Data // Jour. Ichthyology. Vol. 49. No 10. Pp. 868–873.

39. Vinogradov V. 2003. Biological basis of breeding and rearing of paddlefish // Species and domesticated forms of fish. Moscow: Rosinformagrotekh. 334 p. (In Russian).

40. Vishnyakova Kh., Muge N., Zelenina D., Mikodina E., Kovaleva O., Madan G., and Yegorov Y. 2008. Culture and Karyotype of Sakhalin Sturgeon *Acipenser mikadoi* (Kultura kletok i kariotip sakhalinskogo osetra *Acipenser mikadoi*) // Biologicheskie membrany. T. 25. No 6. Ss. 420–433. (In Russian).

41. Vishnyakova Kh., Muge N., Zelenina D., Mikodina E., Kovaleva O., Madan G., and Yegorov Y. 2009. Cell Culture and Karyotype of Sakhalin Sturgeon

*Acipenser mikadoi* // Biochemistry (Moscow). Supplement Series A: Membrane and Cell Biology. Vol. 3. No 1. Pp. 42–54.

42. Vorobyeva E., Markov K. 1999. Ultrastructural Features of the Eggs of Acipenseridae in Connection with the Breeding Biology and Phylogeny // Jour. Ichthyology. Vol. 39. No 2. Pp. 197–209.

**ЗАМКНУТЫЕ СИСТЕМЫ В АКВАКУЛЬТУРЕ – БАЗИСНАЯ  
ИННОВАЦИЯ**

*А.В. Жигин, Н.В. Изотова*

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии»,  
Россия, г. Москва*

**RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS AS FUNDAMENTAL  
INNOVATION**

*A. Zhigin, N. Izotova*

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Moscow, Russian Federation*

**Реферат.** Показано, что применение в аквакультуре установок с замкнутым водоиспользованием (УЗВ) является базовой инновацией, способной в ближайшей перспективе создать базу для перевооружения рыбной отрасли на качественно новом организационно-технологическом и экономическом уровнях. Рассмотрены некоторые технико-экономические закономерности структуры затрат на создание и эксплуатацию современных УЗВ, в том числе в зависимости от выращиваемых видов рыб.

**Ключевые слова:** аквакультура, инновации, УЗВ, капитальные и эксплуатационные затраты.

**Abstract.** It is demonstrated that application of Recirculating Aquaculture Systems appears to be the fundamental innovation suitable in the near future for creation of the base for re-equipping the fish industry at the whole new managerial, technological and economical levels. There are studied some technical and economical patterns of cost structure for designing and exploitation of modern recirculating aquaculture systems in dependence upon species of fish under breeding.

**Key words:** aquaculture, innovations, Recirculating Aquaculture System, capital and operating expenditures.

«Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденная приказом Федерального агентства по рыболовству от 30.03.09 г. № 246, предполагает увеличение

выпуска продукции аквакультуры до 410 тыс. тонн в случае инновационного сценария развития отрасли.

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.

На наш взгляд ярким примером инновационного направления развития аквакультуры можно считать внедрение установок с замкнутым водоиспользованием (УЗВ).

Известно, что аквакультура включает в себя ряд отдельных направлений: воспроизводство водных биоресурсов, пастбищная аквакультура, товарное рыбоводство в прудах, садках и бассейнах.

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 [1].

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.

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 оборот, соответственно, вместо трехлетнего – двухлетний), при одновременном увеличении продуктивности прудов, озер и повышения 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.

Важный результат рассматриваемой инновации – возможность массового товарного выращивания практически любых, ранее недоступных для аквакультуры России гидробионтов: африканского клариевого сома, тилляпий, гигантских пресноводных креветок, колоссомы, полосатого окуня, баррамунди и многих других.

Опираясь на вышеназванные критерии «инновационности» можно отметить, что применение УЗВ способно кардинально изменить организацию культивирования гидробионтов во всех без исключения направлениях аквакультуры, достигая немыслимых 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.

Сдерживающим фактором широкого внедрения рыбоводных установок в практику аквакультуры являются высокие капитальные и эксплуатационные затраты и высокая себестоимость получаемой рыбопродукции. В этой связи мы попытались обобщить имеющийся опыт создания и эксплуатации УЗВ, получив некоторое представление об основных экономических закономерностях, что бы ответить на вопрос, когда и при каких обстоятельствах можно говорить об экономической целесообразности создания УЗВ.

**Таблица 1** – Обобщённая динамика основных видов годовых затрат по выращиванию рыбы в УЗВ, %

Наименование затрат	Годы		
	80-е	90-е	2001
Посадочный материал	0,5-1,0	2,7	2,5-3,0
Водопотребление	0,05-0,2	1,0-1,3	1,5-1,8
Сброс производственных стоков	0,4-0,6	1,0-3,0	2,0-4,0
Потребление тепла	3,0-3,5	3,0-4,0	9,0-10,0
Потребление кормов	25,0-45,0	36,0-40,0	40,0
Потребление электроэнергии	20,0-30,	15,0-20,0	13,0-18,0
Потребление кислорода	30,0-35,0	12,0-14,0	8,0-10,0
Заработная плата с начислениями	25,0	30,0	25,0
Итого энергозатрат	53,45-69,3	34,3	33,5-43,8

Изначально нами проведён анализ деятельности рыбоводных цехов на базе УЗВ за период с 1980 по 2001 годы (таблица 1).

Материалы по более позднему периоду хозяйственной деятельности предприятий ограничены, поскольку в современных условиях их руководители не склонны к опубликованию подобных сведений, относя их к коммерческой тайне.

Была исследована динамика структуры основных затрат на производство товарного карпа – основного на тот момент объекта выращивания в объёме от 5 до 200 тонн в год. В общей сложности исследованы и обобщены материалы по созданию и эксплуатации рыбоводных подсобных цехов 9 предприятий, собранные из различных литературных источников, сведений, сообщённых докладчиками на конференциях по аквакультуре в УЗВ и сохранившейся первичной бухгалтерской документации.

По данным за 80-е годы доля затрат на посадочный материал в общей структуре составляла 0,5-1%, что, на наш взгляд, связано с выращиванием собственного посадочного материала на большинстве предприятий и суммированием затрат на его получение с затратами на получение товарной рыбы. В 90-е годы этот показатель составлял более 2,7%, в 2001 году – 2-3%.

При анализе затрат на потребление воды возникли некоторые затруднения, т.к. определённости в том, каким образом рыбоводные цеха расплачивались за потребляемую воду, нет. Либо они самостоятельно платили за данный ресурс, либо затраты на воду списывались за счёт основной хозяйственной деятельности предприятия в целом.

В итоге в среднем для рыбоводных хозяйств в 80-е годы доля затрат на воду составляла от 0,05% до 0,2% и постепенно увеличивалась в последующие десятилетия, что объясняется главным образом значительным ростом соответствующих тарифов и ужесточением контроля за водопотреблением. Аналогичная ситуация наблюдалась и со сбросом производственных стоков. Относительное значение потребления тепла в общем объёме затрат претерпело серьезные изменения. В 80-е и 90-е годы оно сохранялось на уровне 3-4%,



а в 2001 году увеличилось до 9-10%.

Общее направление модернизации УЗВ шло по пути сокращения объёмов сооружений водоподготовки, соответствующего абсолютного количества потребления подпиточной воды, на поддержание температуры которых и затрачивается тепло. Однако эти меры не привели к снижению относительных затрат на подогрев оборотной воды, что говорит об опережающем росте тарифов на тепло.

Важнейшим условием эффективного выращивания рыбы в УЗВ является использование высококачественных специализированных кормов. На всех исследуемых предприятиях, хозяйствующих в 80-е годы, в основном использовались корма для садковых тепловодных хозяйств, не в полной мере отвечающие потребностям выращиваемой рыбы в УЗВ. Затраты корма на единицу прироста ихтиомассы при этом составляли 2,5-3,0.

В 90-е годы это значение уменьшилось до уровня 1,8-2,5, что объясняется появлением на российском рынке импортных специализированных кормов. Однако относительно высокая цена на эти комбикорма сдерживала массовое их использование на рыбохозяйственных предприятиях. В последующие годы (вплоть до сегодняшнего дня) использование импортных кормов в УЗВ стало нормой, и кормовые затраты уменьшились до 1,1-1,8 единиц. В относительном исчислении это изменение выражается следующим образом. В 80-е годы доля затрат на корм составляла 25-45% в общей структуре затрат. В 90-е годы – значение доли затрат колебалось в диапазоне 36-40%, в 2001 году – на уровне 40%.

Анализ затрат на электроэнергию показал, что на протяжении изучаемого периода, несмотря на заметный рост тарифов, относительное их значение несколько уменьшилось с 20-30% в 80-е годы до 15-20% в 90-е и 13-18% в 2001 году. Такая тенденция объясняется, на наш взгляд, оптимизацией технологических схем циркуляции воды в УЗВ, позволившей свести к минимуму количество циркуляционных насосов (на которые приходится основная доля расходов) и другого энергоёмкого оборудования.

Другим необходимым условием выращивания рыбы в УЗВ при высоких плотностях посадки является насыщение оборотной воды кислородом. Для предприятий, хозяйствующих в 80-е годы, этот показатель затрат составлял 30-35%, в последующий период его значение снизилось до 8-10%, что объясняется созданием и использованием высокоэффективных и экономичных аппаратов для насыщения воды кислородом – оксигенаторов, позволивших в несколько раз увеличить растворимость кислорода в оборотной воде и, соответственно, снизить его расход. Даже увеличение стоимости этого ресурса было компенсировано эффективностью его использования.

Еще одним показателем затрат является заработная плата с начислениями. Нельзя не отметить, что на формирование этой статьи затрат влияют как внутренние факторы – количество работающих на предприятии (что зависит от технологической совершенности установки), так и внешние (тарифная сетка – для 80-х годов, и рыночные условия в последующие десятилетия). В 80-е годы доля затрат на оплату труда с начислениями составляла 25%, в последующие годы практически не изменилась.

Проведенный анализ выявил значительное увеличение доли затрат на приобретение посадочного материала (от 0,5-1 до 2-3%) и водопотребление, сброс производственных стоков, потребление тепла, т.е. на те ресурсы, плата за которые в 80-е годы была довольно условной, не отражающей фактической стоимости.

Резервы сокращения затрат на корма, посадочный материал, потребление кислорода, в основном исчерпаны и не могут служить основным источником оптимизации затрат по выращиванию рыбы в УЗВ.

Наиболее перспективным в этом направлении следует считать дальнейшее усовершенствование конструкции используемых аппаратов водоподготовки, оптимизация технологических схем циркуляции воды в целях снижения энергетических затрат, укрупнение установок, механизация процессов, автоматизация управления, что положительно скажется на сокращении численности обслуживающего персонала и соответствующих

расходов по заработной плате.

В процессе оценки удельных капитальных затрат на единицу выращиваемой рыбы мы столкнулись с несоразмерным размахом их колебаний. При этом в погоне за конкурентными преимуществами, фирмы-изготовители замкнутых систем часто некорректно указывают годовую производительность установки, имея в виду возможность применения полициклических технологий, тем самым, вводя в заблуждение заказчика.

Создавая систему биоочистки УЗВ в расчёте на минимизированные за счёт полицикла пики поступающих загрязнений, проектировщики обрекают заказчика на обязательное его применение, в противном случае заявляемая ими производительность УЗВ в традиционном режиме эксплуатации не может быть достигнута по причине недостаточного объёма системы очистки воды.

Казалось бы, ничто не мешает пользователю эксплуатировать построенную УЗВ в режиме полицикла, однако для освоения его технологической схемы от рыбоводов требуется высокая квалификация, длительная, кропотливая работа по организации такого ритмичного производства, повседневная работа со стадом производителей, что достигается далеко не за 1 год, а в течение многолетней упорной работы. Этим часто и объясняются многочисленные случаи убыточной эксплуатации УЗВ, которые годами не выходят на проектную производительность, обещанную проектировщиками и ожидавшуюся заказчиками.

Применение полициклических технологий и связанное с ними увеличение объёма производства рыбопродукции порождает проблему объективной оценки производительности той или иной установки в зависимости от числа осуществляемых циклов выращивания. Как справедливо отмечал И.В. Проскуренко [2], сама по себе рыбоводная установка может быть оценена только по максимально допустимой ихтиомассе, а производительность её определяется режимом эксплуатации.

В этой связи попытка анализа капитальных затрат привела нас к необходимости оценивать их через удельные капитальные затраты на  $1 \text{ м}^3$

очищаемой циркулирующей воды (таблица 2), что в отличие от расчёта по выпуску 1 тонны товарной рыбы, позволит оценить эффективность создания УЗВ более универсально, без привязки к особенностям выращивания того или иного вида рыбы и числа осуществляемых годовых циклов.

**Таблица 2** – Стоимость создания УЗВ в пересчёте на 1 м<sup>3</sup> циркулирующей воды и структура капитальных затрат (в ценах марта 2012 года, включая НДС)

Наименование статьи затрат	Стоимость, руб.	Затраты, %
Строительство здания с внутренними коммуникациями (1 м <sup>2</sup> – 350 \$)*	<b>30 121,85</b>	<b>19,33</b>
Оборудование, всего в том числе:	<b>86 991,00</b>	<b>55,83</b>
Рыбоводные бассейны	7 711,19	4,95
Биофильтр	43 375,47	27,84
Микрофильтр	9 638,99	6,19
Баки для чистой и грязной воды (по 1 шт.)	12 048,74	7,73
Насосы	963,90	0,62
Генератор кислорода	1 566,33	1,00
Оксигенатор	722,93	0,46
Воздуходувки	2 891,70	1,86
Трубопроводные системы	2 168,77	1,39
Трапы, лестницы, площадки	1 445,85	0,93
Электрооборудование	2 168,77	1,39
УФ-лампы	1 084,39	0,70
Аварийный электродизельгенератор	1 204,87	0,77

## Продолжение таблицы 2

Монтаж оборудования (30% его стоимости)	<b>26 097,30</b>	<b>16,75</b>
Инвентарь	1 204,87	0,77
Разное	1 204,87	0,77
Всего стоимость 1 м <sup>3</sup> /час	145 619,89	93,45
Примерная стоимость проектирования (7%)	<b>10 193,39</b>	<b>6,55</b>
Общая стоимость	<b>155 813,28</b>	<b>100</b>

\* курс \$ США – 29,17 руб.

Для осуществления оценки нами была разработана модель циркуляционной установки, базирующаяся на современных конструктивно-технологических принципах и характеризующаяся следующими основными параметрами:

- общий объём воды в системе – 1250 м<sup>3</sup>;
- объём рыбоводных бассейнов – 500 м<sup>3</sup>;
- объём сооружений водоподготовки – 750 м<sup>3</sup>;
- расход циркулирующей воды – 500 м<sup>3</sup>/час;
- расход подпиточной воды от общего объёма системы в сутки – 5% (62,5 м<sup>3</sup>);
- сброс воды в канализацию – 62,5 м<sup>3</sup>/сутки;
- расход сжатого воздуха – 500 м<sup>3</sup>/час.

Исходя из приведённых данных стоимость создания рассматриваемой нами модели УЗВ (500 м<sup>3</sup>/час) с учётом основных вспомогательных помещений (лаборатория, административно-бытовые, складские и инженерно-технические), с соответствующим оснащением, коммуникациями и оборудованием составит 77,9 млн. рублей. Важное значение имеет подбор наименее затратных материалов.

Данные показатели могут служить ориентиром для предварительной оценки предстоящих капитальных затрат.

Для оценки эффективности и целесообразности такого объёма капитальных вложений нами исследована структура эксплуатационных затрат товарного выращивания в УЗВ основных объектов аквакультуры, а также определён минимальный объём производства рыбопродукции, обеспечивающий безубыточный результат эксплуатации УЗВ.

Перечисленные выше параметры исследуемой установки обеспечивают товарное выращивание одного из следующих видов рыб: карпа (50 тонн), форели (45 тонн), сибирского осетра (50 тонн), тилапии (75 тонн), африканского клариевого сома (156 тонн) за один производственный цикл, характерный для каждого из исследуемых объектов. Для карпа, тилапии и сома он составляет 180, для форели – 250, для осетра – 365 суток.

Для каждого вида рыб были рассчитаны статьи основных затрат, складывающиеся в данной УЗВ, с учётом цен и тарифов, действовавших в Московской области в 2007 году (таблица 3).

В показателе «Электроэнергия» учтены расходы на эксплуатацию насосов, генератора кислорода, аэрацию биофильтров и другие вспомогательные нужды.

Для расчёта затрат на приобретение кормов использовали информацию одной из немецких компаний. Для карпа, форели, осетра в расчётах учтена цена специализированных кормов, для тилапии, африканского клариевого сома – тепловодных карповых. Затраты корма на 1 кг прироста массы карпа, форели, осетра, тилапии приняты 1,5, для африканского клариевого сома – 1,2.

Объём затрачиваемого тепла для каждого объекта выращивания зависит от температурных условий, необходимых для эффективного культивирования каждого вида и связан, главным образом, с подогревом подпиточной воды.

При расчёте расходов на заработную плату мы исходили из штатной численности цеха – 14 человек.

**Таблица 3– Основные статьи затрат на выращивание рыбы в УЗВ, тыс. руб.**

Показатель	Карп, 50 т	%	Форель, 45 т	%	Осётр, 50 т	%	Тиляпия, 75 т	%	Африканский сом, 156 т	%
Водопотребление	119,4	1,55	163,6	1,54	238,8	1,82	119,4	1,29	119,4	0,9
Посадочный	526,3	6,77	1653,8	15,59	877,2	6,68	-	-	682,5	5,16
Потребление	2620,5	33,73	2734,3	25,78	3433,9	26,14	4315,0	46,88	6990,0	52,82
Сброс производственных стоков	150,6	1,94	206,2	1,95	301,2	2,29	150,6	1,64	150,6	1,14
Заработная плата с начислениями	2237,8	28,80	3065,4	28,90	4475,5	34,07	2237,8	24,31	2237,8	16,91
Потребление электроэнергии	654,4	8,42	896,5	8,45	1308,8	9,96	654,4	7,11	654,4	4,94
Потребление тепла	164,9	2,12	119,0	1,12	310,6	2,37	193,5	2,10	193,5	1,46
Прочие расходы	1294,8	16,67	1767,8	16,67	2189,2	16,67	1534,2	16,67	2205,6	16,67
<b>ВСЕГО</b>	<b>7768,7</b>	<b>100,00</b>	<b>10606,6</b>	<b>100,0</b>	<b>13135,2</b>	<b>100,0</b>	<b>9204,9</b>	<b>100,0</b>	<b>13233,8</b>	<b>100,00</b>

В состав показателя «Прочие расходы» отнесены амортизация основных фондов, транспортные расходы, расходы на приобретение лекарственных препаратов для рыб, вспомогательных материалов, страховые выплаты, налоги и другие платы.

Анализ показывает, что доля затрат на приобретение кормов составляет от 26 (форель) до 53% (американский сом), на оплату труда - находится в диапазоне от 17% (африканский сом) до 34% (осетр), а доля энергетической составляющей производства (водопотребление, сброс, расход электричества и тепла) колеблется от 8% (африканский сом) до 16% (осетр). В установках предыдущего поколения (80-е годы прошлого века) доля энергетических затрат составляла более 50% общих затрат.

**Таблица 4** – Основные статьи затрат при выращивании форели в УЗВ, %

Показатель	УЗВ «Еврофиш»	УЗВ РФ
Производительность, тонн	2000	45
Корма	46	26
Зарплата с начислениями	17	29
Посадочный материал	10	15,5
Электроэнергия	7	8,5
Прочие	20	21
ИТОГО	100	100

Имеется возможность сопоставить полученную выше структуру затрат выращивания в УЗВ форели с таковой в условиях УЗВ «Еврофиш» [3]. Как видим укрупнение производительности зарубежных УЗВ, высокий уровень автоматизации и механизации производственных процессов сказывается на



структуре затрат в виде снижения долей по заработной плате, посадочному материалу и электроэнергии, увеличивая долю затрат на корма (таблица 4).

В таблице 5 приведены данные, отображающие эффективность выращивания каждого вида рыб в рассматриваемой модели УЗВ. Цена реализации продукции была определена на основании маркетинговых исследований рынка оптовых продаж живой рыбы в Москве и Московской области.

**Таблица 5** – Оценка эффективности товарного выращивания некоторых видов рыб в условиях УЗВ

Показатель	Карп	Форель	Осетр	Тиляпия	Африканский клариевый сом
Объём реализации, т	50	45	50	75	156
Оптовая цена, руб./кг	93	240	380	110	110
Цена реализации, тыс. руб.	4650	10800	19000	8 250	17160
Затраты на 1 кг живой рыбы, руб.	155,37	235,7	262,7	122,7	84,83
Выручка, тыс. руб.	-3118,7	193,4	5864,8	-954,9	3926,2
Рентабельность, %	- 41	2	45	-11	30
Точка безубыточности, т	798,1	43,1	26,5	104,8	71,8

Так выращивание карпа и тиляпии при рассматриваемом объёме производства убыточно, размер убытков составляет 3119 тыс. руб. и 193,4 тыс. руб., соответственно. Отсюда и рентабельность по этим видам отрицательна.

Производство форели в данном объёме оказалось низко рентабельно (2%), точка безубыточности при выращивании этого вида составляет 43126 кг. Более успешным является производство осетра и клариевого сома. Для осетра рентабельность равна 45%, для клариевого сома – 30%, а точка безубыточности составляет 26540 кг и 104830 кг, соответственно.

При выращивании товарного карпа в условиях рассматриваемой УЗВ безубыточный уровень его производства теоретически достигим при объёме

около 800 тонн за цикл, что требует очень больших капитальных вложений для создания рыбоводного комплекса с объёмом бассейнов 8 тыс. м<sup>3</sup> и это в современных условиях не эффективно.

Товарное выращивание других более ценных объектов аквакультуры в условиях УЗВ вполне оправдано при объёмах производства за 1 цикл не менее, указанных в таблице 5. Следует помнить, что приведённые в этой таблице объёмы безубыточного производства не предполагают получение прибыли, а только указывают на минимально допустимый уровень, обеспечивающий покрытие вложенных на эксплуатацию средств.

Данные показатели могут колебаться в зависимости от условий конкретных хозяйств, конъюнктуры рынка, как в отношении рыбопродукции, так величины различных статей затрат, однако в целом они могут служить ориентиром для желающих заняться аквакультурой на базе УЗВ.

Накопленный инновационный опыт применения УЗВ позволяет в ближайшей перспективе создать базу для перевооружения рыбоводной отрасли на качественно новом организационно-технологическом и экономическом уровнях.

#### **Список использованных источников**

1. Жигин А.В., 2011. Замкнутые системы в аквакультуре. – Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – 664 с.
2. Проскурено И.В., 2003. Замкнутые рыбоводные установки. – Москва: ВНИРО. – 152 с.
3. Брайнбалле Я., 2010. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. – Копенгаген: «Еврофиш». – 70 с.

## УКРАИНСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ПРОДУКЦИИ АКВАКУЛЬТУРЫ НА ПУТИ К РЫНКУ ЕС: СЛОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Ю.Е. Кирилов<sup>\*</sup>, О.А. Дюдяева<sup>\*\*</sup>, Ю.В. Пилипенко<sup>\*</sup>*

*<sup>\*</sup>Херсонский государственный аграрный университет,  
г. Херсон, Украина*

*<sup>\*\*</sup>Херсонская областная общественная организация «Возрождение Днепра»,  
г. Херсон, Украина*

## UKRAINIAN MANUFACTURERS OF AQUACULTURE ON THE WAY TO EU MARKET: PROBLEMS AND PROSPECTS

*Y. Kirilov<sup>\*</sup>, O. Djudiaeva<sup>\*\*</sup>, Y. Pilipenko<sup>\*</sup>*

*<sup>\*</sup>Kherson State Agrarian University,  
Kherson, Ukraine*

*<sup>\*\*</sup>Kherson Regional Community –Based Organization "Revival of Dnieper",  
Kherson, Ukraine*

**Реферат.** В статье рассмотрены вопросы контроля безопасности продукции аквакультуры. Проведен сравнительный анализ требований к показателям безопасности в международных, европейских и украинских нормативных документах. Предложены пути расширения рынка сбыта отечественной продукции аквакультуры и увеличение объемов ее реализации при условии гармонизации показателей остаточных количеств загрязняющих веществ, которые предусмотрены нормативными базами Украины, ЕС и мирового сообщества.

**Ключевые слова:** рыбопродукция, безопасность пищевых продуктов, стандарт, регламент, гармонизация требований.

**Abstract.** The article covers the issues of aquaculture products safety control. There was performed a comparison analysis of the requirements to safety profile in the international, European, and Ukrainian regulatory instruments. There are suggested the ways of expansion the sale market for domestic aquaculture products and increasing the sales volumes under condition of unification the indexes of residual contaminants that are stipulated by regulatory frameworks of Ukraine, EU and global community.

**Key words:** fish products, safety of foodstuff, standard, regulations, requirements unification.

## **Введение**

Подписанное соглашение об ассоциации Украина–ЕС предусматривает создание зоны свободной торговли (ЗСТ), устанавливает правила по либерализации торговли товарами и услугами, определяет процедуры урегулирования торговых споров. Важным фактором в свободной торговле товарами, в частности с точки зрения устранения нетарифных барьеров, должно стать надлежащее взаимодействие в сферах аграрной политики и сельского развития, рыболовства и морской политики. Создавая ЗСТ, Украина и ЕС соглашались унифицировать стандарты, требования и систему контроля безопасности продукции.

В ходе проведения экспертной оценки экспорта продовольствия из Украины в страны ЕС выделено десять перспективных товарных позиций, по которым еще не ведется торговля, но которые являются потенциально прибыльными для отечественного малого и среднего бизнеса. Среди продукции, условия экспорта которой после подписания соглашения значительно упрощены, – продукция рыболовства и аквакультуры. Кроме того, Решением Европейской комиссии № 2011/163/ЕС Украина включена в перечень третьих стран, которые имеют одобренные планы государственного мониторинга остатков ветеринарных препаратов и загрязнителей по ряду продуктов животного происхождения, в том числе и продукции аквакультуры, правда, пока морской.

## **Основная часть**

В связи с сокращением природных запасов рыбы и других гидробионтов и, как следствие, объемов их добычи, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Организации объединенных наций (ФАО) принята Программа, предусматривающая обеспечение наполнения потребительской корзины к 2020 году пищевой рыбной продукцией. Причем, в структуре этой составляющей, доля промысла должна составить не более 35%, а большая её часть будет обеспечена за счет развития аквакультуры.

В Украине потребление рыбы и рыбных продуктов на душу населения в последние годы существенно сократилось и по статистическим данным составляет 13-15 кг, из которых более 85% приходится на импорт. Необходимо отметить, что среднегодовой показатель мирового потребления рыбы и рыбопродуктов находится на уровне 19,7 кг, а в странах ЕС составляет 22-35 кг. Увеличить объемы потребления рыбы в Украине возможно за счет наращивания собственного производства путем интенсивного развития различных направлений аквакультуры. При современном подходе к рыборазведению (применение новых технологий, модернизация производства) можно обеспечить рост объемов производства товарной рыбопродукции более чем в 10 раз.

Соглашение об Ассоциации Украина–ЕС открывает новые возможности для украинских производителей продукции аквакультуры. Стремление расширить рынок сбыта отечественной продукции, в том числе и за счет рынков европейских стран, подтверждается повышенным интересом представителей малого и среднего бизнеса к современным технологиям в аквакультуре, внедрением на предприятиях установок рециркуляционного типа, культивированием новых объектов. Однако, для успешного экспорта продукции аквакультуры необходимо соблюдение европейского законодательства по организации рынка продукции рыболовства и аквакультуры, пищевого законодательства ЕС, знание процедуры выведения продукции на рынок.

Исходя из основных принципов международной торговли, мировой рынок, в том числе Европейского сообщества, должен быть прозрачным и доступным для всех его участников (производителей и потребителей, экспортеров и импортеров), с едиными правилами и требованиями.

Гарантией для потребителей пищевой продукции, в том числе рыбной, есть выполнение требований законодательных и нормативных актов по показателям безопасности. Учитывая интерес со стороны отечественных производителей к европейскому рынку с более чем 500 млн. потребителей, –

это требования регламентов и директив Европейской Комиссии.

Основным требованием, предъявляемым к пищевой продукции в ЕС, является то, что ввозимые товары должны соответствовать тем же стандартам безопасности и качества, согласно которым аналогичная продукция выпускается на территории ЕС.

Специалисты, занимающиеся вопросами безопасности пищевых продуктов, неоднократно отмечали различие в нормативных требованиях в Украине, странах ЕС и во всем мире, в целом, для обеспечения контроля за соблюдением таких показателей как содержание токсичных элементов, радионуклидов, пестицидов, других контаминантов [1]. К основным токсичным элементам, содержание которых контролируется в рыбной продукции, как в Украине та и в ЕС, относятся тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, цинк, медь) и мышьяк. Согласно законодательства Украины, критерии безопасности регламентируются Медико-биологическими требованиями МБТ № 5061 [2], в странах ЕС – Регламентом Комиссии (ЕС) № 1881/2006 [3] и международным стандартом Кодекс Алиментариус [4], который устанавливает максимальный уровень свинца в рыбе и принят в Сообществе. Нормы европейского и украинского законодательства к содержанию свинца, ртути и кадмия в рыбной продукции существенно отличаются (таблица 1).

**Таблица 1** – Максимально допустимые уровни свинца, кадмия и ртути в продукции аквакультуры

МБТ № 5061 (Украина)		Регламент Комиссии (ЕС) № 1881/2006	
Группа продуктов (приведенные нормы распространяются на рыбные консервы и пресервы)	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Пищевые продукты	Максимальные уровни (мг/кг сырой массы)

## Продолжение таблицы 1

Свинец			
Рыба свежая, охлажденная и мороженая пресноводная, морская, кроме рыбы тунцовой	1,0	Филе рыбы	0,30
Рыба тунцовая	2,0		
Кадмий			
Рыба свежая, охлажденная и мороженая пресноводная, морская, в том числе рыба тунцовая	0,2	Филе рыбы, за исключением видов, перечисленных в следующих двух пунктах	0,050
		Филе рыбы, приведенной в приложении 1	0,10
		Филе меч-рыбы ( <i>Xiphias gladius</i> )	0,30
Ртуть			
Рыба свежая охлажденная и мороженая:	0,6	Рыбopодукты и филе рыбы, за исключением видов, перечисленных в след. пункте.	0,50
- пресноводная хищная	0,3		
- пресноводная не хищная	0,4	Филе рыб, перечисленных в примечании 2	1,0
- морская- рыба тунцовая	0,7		

*Примечание 1. Перечень рыбы согласно п.3.2.6 Регламентa.*

*Приложение 2. Перечень рыбы согласно п.3.3.2 Регламентa.*

Согласно Регламенту, если рыба предназначена для потребления целиком, максимальный уровень применяется только к цельной рыбе. Еще одно требование Регламентa: европейский производитель при определении уровня

токсичных элементов в продукции должен учитывать изменение их концентраций в процессе выполнения различных технологических операций (высушивание, разведение, переработка, составление из более чем одного компонента и др.). Обоснованные коэффициенты пересчета концентраций по различным операциям предоставляются самим производителем при официальном контроле компетентным органом Сообщества. Если же хозяйственный субъект не предоставляет необходимые данные или компетентный орган считает, что коэффициенты не отвечают предоставленным обоснованиям, орган имеет право с целью максимальной защиты здоровья населения определить коэффициенты самостоятельно на основании достоверной информации о производстве.

Необходимо отметить, что за время действия Регламента № 1881/2006 было принято ещё ряд регламентов, которые дополнили его в части пересмотра максимального уровня загрязняющих веществ, учитывая усовершенствование надлежащих практик ведения сельского хозяйства, в том числе рыболовства и аквакультуры. Причем, наблюдается тенденция уменьшения максимально допустимых уровней, насколько это возможно с практической точки зрения и с учетом достижений науки и техники, что, в свою очередь, обязует производителей пищевых продуктов использовать все возможные средства для предотвращения и уменьшения загрязнения продукции токсичными элементами. В то же время, в МБТ № 5061, принятыми в 1989 году, было внесено изменение только по норме содержания мышьяка, который не регламентируется в ЕС. Кроме того, сегодня как в Украине, так и в ЕС нормы содержания цинка и меди в рыбной продукции не регламентируются.

Регламент № 1881/2005 также регламентирует требования к содержанию в рыбе и рыбопродукции диоксинов и диоксин-подобных (полихлорированные бифенилы – ПХБ), и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), которые не нормируются в Украине.

Согласно Регламента диоксины охватывают группу из более 200 конгенов, из которых 17 вызывают озабоченность с точки зрения



токсикологии. Каждый конгенер диоксинов или диоксин-подобных ПХБ проявляет особый уровень токсичности. С тем чтобы суммировать токсичность этих различных конгенов, с целью содействия оценке риска и проведению нормативного контроля введено понятие факторов токсичной эквивалентности (TEF). Это означает, что результаты анализа, относящиеся ко всем отдельным конгенерам диоксинов и диоксин-подобных ПХБ, вызывающих интерес с точки зрения токсикологии, выражаются в форме количественной единицы, а именно токсического эквивалента TCDD (TEQ). В 2006 году установлены максимальные уровни суммарного количества диоксинов и диоксин-подобных ПХБ, т.к. с токсикологической точки зрения это является наиболее целесообразным подходом. В целях содействия инициативному подходу к снижению содержания диоксинов и диоксин-подобных ПХБ в продуктах питания, Рекомендацией Комиссии 2006/88/ЕС от 6 февраля 2006 года о снижении содержания диоксинов, фуранов и ПХБ в кормах и пищевых продуктах установлена их предельно допустимая концентрация. Эти предельно допустимые уровни являются инструментом для компетентных органов и пищевых предприятий при выделении тех случаев, когда целесообразно идентифицировать источник контаминации и принять меры для его снижения или удаления.

Полициклические ароматические углеводы могут контаминировать продукты питания в процессе копчения и нагревания или высушивания, когда продукты горения вступают в непосредственный контакт с пищевой продукцией. Кроме того, контаминацию ПАУ может вызвать загрязнение окружающей среды, в частности, контаминацию рыбы и рыбопродуктов. В рамках Директивы 93/5/ЕЕС в 2004 году была проделана специальная работа по выявлению ПАУ в продуктах питания, в результате которой были выявлены высокие уровни, в том числе в копченой рыбе и свежих моллюсках. Регламентирование максимальных уровней бензо(а)пирена в некоторых продуктах питания, содержащих жиры и масла, а также в продуктах питания, в которых процессы копчения или высушивания могут вызвать высокие уровни

контаминации, в частности, в рыбе и рыбопродуктах (например, по причине пролива нефти при транспортировке по воде) обеспечит необходимую защиту здоровья населения.

Существует также различия в требованиях по содержанию гистамина в рыбе, так как согласно МБТ № 5061 этот показатель регламентируется только для тунца, скумбрии, лосося и сельди, что не совпадает с перечнем, приведенным в Регламенте (ЕС) № 2073/2005 [5].

Допустимый уровень содержания радионуклидов в продуктах питания регламентируется в Украине ГН 6.6.1.1-130 [6], в странах ЕС Регламентом ЕС 733/2008 [7] установлены требования к импорту продукции из стран, которые пострадали в результате Чернобыльской аварии. Кроме того, как уже отмечалось ранее, в ЕС учитывают требования к содержанию радионуклидов международных стандартов, таких как Кодекс Алиментариус CODEX STAN 193-1995 [8].

**Таблица 2** – Допустимые уровни радионуклидов в рыбе и рыбопродукции

Название радионуклида	Значение допустимого уровня, Бк/кг		
	ГН 6.6.1.1-130	CODEX STAN 193-1995	Регламент ЕС 733/2008
Стронций $^{90}\text{Sr}$	35; 70; 200 (в зависимости от продукции)	100	Не регламентируется
Цезий $^{137}\text{Cs}$	150; 300; 200 (в зависимости от продукции)	1000	600
Цезий $^{134}\text{Cs}$	Не регламентируется	1000	600
17 изотопов	Не регламентируется	от 10 до 10000 (в зависимости от изотопа)	Не регламентируется

По результатам сравнения требований перечисленных документов видно (таблица 2), что перечень радионуклидов в CODEX STAN 193-1995 намного шире, чем в нормативных документах Украины и Европейского Сообщества. Кроме того, в сравнении с Регламентом ЕС 733/2008 в Украине требования к уровням радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  более жесткие, в тоже время не нормируется  $^{134}\text{Cs}$ .

Одним из наиболее важных загрязнителей окружающей среды являются пестициды. Нормативный документ, который регламентирует в Украине максимально допустимые уровни пестицидов в пищевой продукции – ДСанПиН 8.8.1.2.3.4-000-2001 [9]. Документом утвержден список из 400 пестицидов, определение 9 из них обязательно по отношению к рыбе и рыбопродукции. Кроме того, требования к максимально допустимым уровням еще 60 наименований пестицидов распространяются на все пищевые продукты, а значит должны контролироваться в рыбе и продукции из нее. В странах ЕС требования к перечню и допустимым уровням пестицидов в пищевых продуктах регламентируется рядом регламентов Европейской Комиссии [10, 11] и международным стандартом Кодекс Алиментариус САС/MRL 1 [12]. Проанализировав Государственные санитарные нормы, регламенты ЕС и стандарт Кодекс Алиментариус, выявляется некоторое несоответствие между перечнями пестицидов, которые применяются в Украине и ЕС. Кроме того, запрет одной или другой страной использование конкретного пестицида затрудняет и без того сложную ситуацию, которая существует в части контроля загрязняющего вещества. Регламент ЕС № 396/2005 [13] предусматривает, что разные национальные максимально допустимые уровни (МДУ) пестицидов должны быть замещены единым МДУ, который будет установлен в рамках ЕС.

Таким образом, с целью осуществления наиболее полного контроля допустимых уровней пестицидов в рыбе и рыбопродукции при ее импорте в страны ЕС должна быть проведена колоссальная работа по гармонизации нормативных документов Украины и ЕС, а также названий пестицидов.

## **Вывод**

Расширение рынка сбыта отечественной рыбной продукции, увеличение объемов ее реализации на внешних рынках возможно при гармонизации показателей остаточных количеств загрязняющих веществ в ней, которые предусмотрены в национальной нормативной базе, с международными и европейскими требованиями.

Большинство стран Европейского Союза используют схемы мониторинга остаточных количеств загрязняющих веществ в объектах окружающей среды, в том числе воде, грунте, сельхозпродукции, которые являются частью контроля безопасности продуктов питания. Результаты такого мониторинга позволят определить причины, уровни и периодичность загрязнений, а также вносить изменения в политику экспорта отечественной продукции.

Кроме того, пошаговая имплементация законодательства Европейского Союза в украинское законодательство, гармонизация национальной и европейской нормативной базы, сотрудничество Государственной ветеринарной службы Украины с уполномоченными органами ЕС, нотифицированными органами сертификации и испытательными центрами обеспечит конкурентоспособность украинской продукции на рынках стран-членов Европейского Союза.

## **Список использованных источников**

1. Есина Л.М., Горобець Л.М., 2011. Анализ показателей безопасности, которые установлены в Украине и странах ЕС для рыбных продуктов. Труды ЮГНИРО, Т. 49. – С.147–157.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ СТЕРЛЯДИ В КОМБИНИРОВАННЫХ УСЛОВИЯХ

*Е.А. Данилова, Е.А. Мельченков*

*Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»  
(ДРТИ ФГБОУ ВПО «АГТУ»)*

*Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного  
хозяйства (ФГБНУ «ВНИИПРХ»),  
Россия, Московская обл., Дмитровский р-н, пос. Рыбное*

## EXPERIMENTAL CULTIVATION OF STERLET IN COMBINED CONDITIONS

*E. Danilova, E. Melchenkov*

*Dmitrovski Fisheries Technological Institute (branch) of Astrakhan State Technical  
University, Federal National Public Educational Institution of Higher Professional  
Education*

*All-Russian Scientific-Research Institute of Fresh Water Fishery,  
settlement of Rybnoye, Dmitrovski region, Moscow area, Russia*

**Реферат.** В работе приводятся результаты экспериментального выращивания стерляди в комбинированных условиях (пруды – установка замкнутого водоснабжения) в течение двух лет. Анализируется процесс гаметогенеза. Показано, что часть самцов созревает в возрасте 1+, яичники самок двухлетнего возраста находятся на II стадии зрелости.

**Ключевые слова:** технология, комбинированные условия, стерлядь, гаметогенез.

**Abstract.** The paper provides the results of experimental breeding of sterlet in the combined conditions (ponds - recirculating aquaculture system) for two years. The process of gametogenesis is analysed. It is shown that some males mature at the age 1+ , ovaries of two-summer-aged females are at the maturity stage II.

**Key word:** technology, combined conditions, sterlet, gametogenesis.

Всероссийским НИИ пресноводного рыбного хозяйства в настоящее время разрабатываются новые технологии, сочетающие в себе несколько форм

аквакультуры при использовании потенциала тепловодных промышленных, садковых и прудовых хозяйств.

Экспериментально отрабатываются элементы комбинированной технологии, включающей в себя следующие этапы (схема):

– 1 лето: заводская молодь, полученная и подрощенная на заводе (до массы около 5 г), выпускается в пруды на летнее выращивание;

– 1 год: осенью сеголеток переводят в установку замкнутого водообеспечения и содержат в теплой воде при температуре 20-21 °С;

– 2 лето: весной при достижении в прудах оптимальных температур рыба переводится в пруды на летнее выращивание;

– 2 год: осенью – в УЗВ и дальше по этой же схеме.

Таким образом, используется естественный нагул в летнее время, а теплая зимовка способствует ускорению созревания рыб.

Целью нашей работы является исследование биологических особенностей стерляди при выращивании в условиях комбинированной технологии.

Для изучения гаметогенеза использовали метод гистологической техники (Волкова, 1971; Ромейс, 1954). Фотографии с микропрепаратов получены при помощи микроскопа "PrimoStar" с цифровой камерой Canon G10.

### **Условия выращивания**

Мальков и годовиков выращивали в прудах площадью 0,1 га при плотности посадки годовиков – 300 шт./га. Температурный режим в период выращивания рыбы в прудах представлен на рисунке 1. Максимальные температуры приходились на 3-ю декаду июля и достигали 25 °С. В целом, температурный режим в прудах был благоприятен для выращивания стерляди.

Содержание кислорода в период выращивания не опускалось ниже 5,0 мг/л (20.07) и колебалось в пределах 4,9-9 мг/л, что соответствует рыбоводным нормативам.

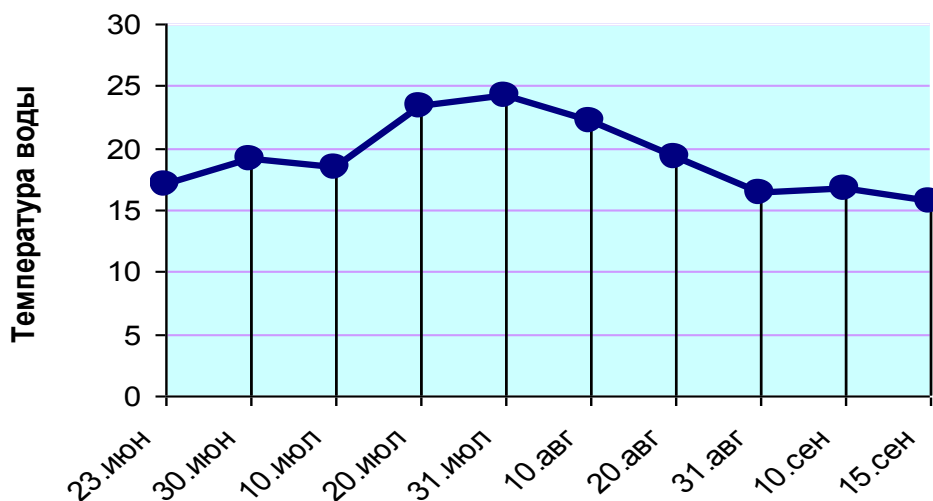


Рисунок 1 – Температурный режим в прудах

При переводе в УЗВ выращивание проводили при постоянной температуре 20-21 °С и кормили сухими комбинированными кормами. Выживаемость в УЗВ в первый месяц была низкой – менее 50%, что связано с адаптацией рыбы к тепловодным условиям.

Показатели роста рыб отражены в таблице 1.

**Таблица 1** – Динамика изменения массы стерляди в разные периоды выращивания

Условия содержания	Пруды	УЗВ	Пруды	Аквариальная
Показатели	I этап (июнь-сентябрь)	II этап (сентябрь-июнь)	III этап (июнь-сентябрь)	IV этап (сентябрь-март)
Длина, см	10,4-24,4	24,4 - 36,9	36,9 – 44,7	44,7
Масса, г	5,0-54,8	54,8 - 249,2	249,2-376,1	376,1
Абс. скорость роста (г/сут.)	0,4	0,6	1,3	0,2

Гистологический анализ гонад проводили у годовиков стерляди после выращивания в УЗВ и двухлетков после летнего содержания в прудах.

По завершению первого года выращивания в установке замкнутого водоснабжения половые клетки самок были представлены ооцитами протоплазматического роста II стадии зрелости (таблица 2).

**Таблица 2** – Характеристика гонад годовиков стерляди из УЗВ перед посадкой в пруды

№	Возраст	Пол	Стадия зрелости	Диаметр ооцитов, мкм, сред/(макс-мин)
1	1+	Самка	II стадия зрелости	69,7(108,74-39,62)
2	1+	Самка	II стадия зрелости	68,53(145,22 – 73,14)
3	1+	Самец	II (на срезе гонады присутствует 60% жира)	-
4	1+	Самец	II стадия зрелости (80% жира)	-

Диаметр ооцитов составлял в среднем 69 микрометров (от 39 до 145 мкм). В семенниках самцов на II стадии зрелости присутствовали сперматоциты I порядка.

После летнего выращивания в прудах при снижении температуры до 10 °С у некоторых самцов (в возрасте 1+) появился брачный наряд (рисунок 2) – белый налет на голове.



*Рисунок 2* – Самец стерляди с брачным нарядом

Стадия зрелости семенников у них была, соответственно, четвертая.



Размерно-весовые показатели стерляди в возрасте двух лет после выращивания в прудах отражены в таблице 3.

**Таблице 3 – Рыбоводно-биологическая характеристика и состояние гонад у двухлетков стерляди**

№ п/п	Масса, г	Длина абсолютная, см	Пол	Коэффициент зрелости	Стадия зрелости/диаметр ооцитов, мкм, сред/(макс-мин)
1	69,0	41,5	♀	1,2	II стадия /131,6 (175,9-81,5)
2	255,0	40,0	♀	1,1	II стадия /113,8 (168,1-61,1)
3	356,0	45,0	♀	1,0	II стадия /106,7 (160,1- 58,1)
4	434,6	46,5	♀	0,9	II стадия /146,3 (240-64,2)
5	251,5	39,5	♀	1,1	II стадия /151,6 (208,9-74,7)
6	305,0	41,5	♀	1,2	II стадия /114,8 (194,8-52,9)
7	341,0	45,5	♀	0,7	II стадия /112,8 (151,3-70,4)
8	510,0	51,5	♀	1,0	II стадия /109,1 (142,8-59)
9	204,0	39,0	≈♀?	0,5	Аномальное развитие гонад
10	356,0	46,5	≈♀?	0,7	Аномальное развитие гонад
11	293,5	41,5	♂	0,7	II стадия
12	224,5	37,5	♂	0,7	II стадия
13	410,0	46,5	♂	2,4	IV стадия
14	453,0	45,0	♂	4,1	IV стадия
Среднее	333,1	43,4		1,2	

Гистологический анализ гонад двухлетних особей показал, что у самок яичники находятся на II стадии зрелости, у некоторых отмечается начало вакуолизации и подготовка к переходу в стадию трофоплазматического роста (рисунок 3).

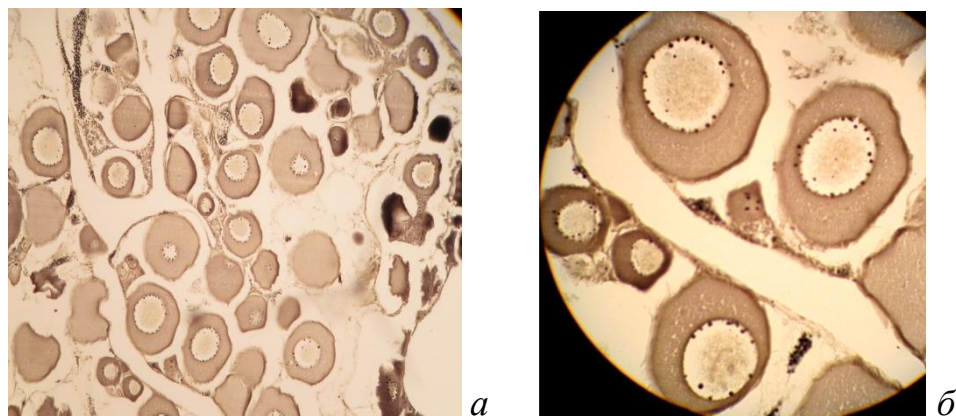


Рисунок 3 – Состояние гонад у самок стерляди двухлетнего возраста: а – вид яичника, ув. 200; б – ооциты с начальной вакуолизацией ув. 800.

Коэффициент зрелости самцов составил 1,96%, самок – 0,93 %.

У самцов массой более 400 г отмечена IV стадия зрелости семенников (рисунок 4,а) с коэффициентом зрелости 2,4-4,1, у остальных – II стадия (рисунок 4,б) и коэффициент зрелости – 0,7. На гистологических срезах зрелых семенников большое количество сперматозоидов – начало волны сперматогенеза.

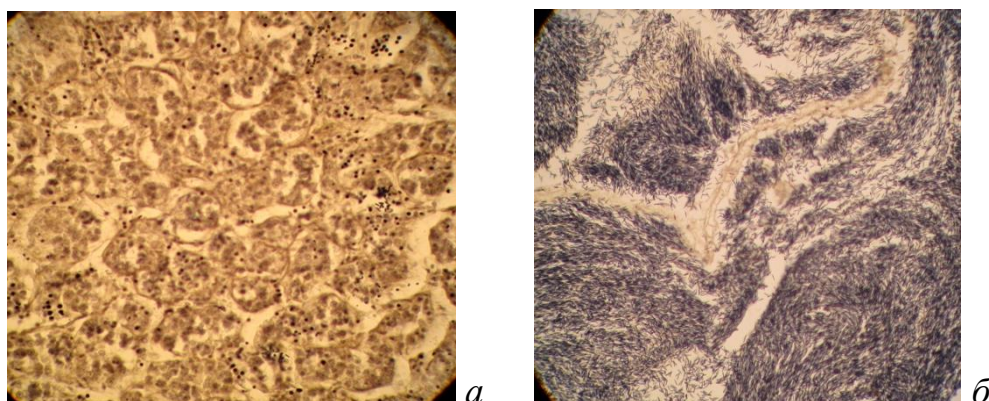


Рисунок 4 – Состояние гонад самцов в двухлетнем возрасте: а – II стадия семенников, ув. 800; б – IV стадия, ув. 800.

Среди исследуемых особей оказалось больше самок, а также были отмечены две особи (№ 9, 10 в таблице 3) с неопределенным полом (рисунок 5).

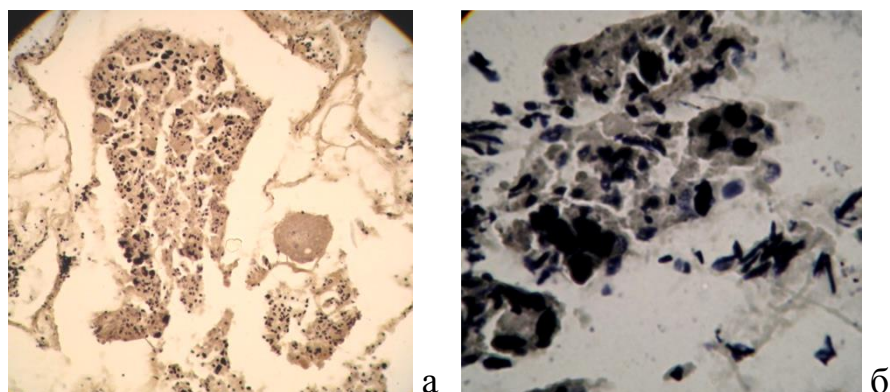


Рисунок 5 – Аномальное развитие гонады: а – ув.200, б – ув.2000

По строению гонада напоминает яичник (присутствует борозда-щель и подобие яйценосных пластин), но половые клетки представлены не ооцитами. Возможно, что произошло переопределение пола в период цитологической дифференцировки, которая приходилась на время перевода сеголетков в УЗВ. Клетки имеют неопределенные ядра, некоторые ядра вытянутые - напоминают сперматозоиды, или сливаются. Происходит резорбция клеток.

### **Выводы**

1. Заводская молодь, полученная от доместичированных производителей, подрошенная в индустриальных условиях на искусственных кормах, хорошо адаптировалась к изменению условий при переводе в пруды и активно потребляла естественный корм.

2. Наибольший отход отмечен осенью при переводе рыбы в условия с теплой водой, что связано с необходимостью более длительной адаптации к искусственным условиям выращивания.

3. Темп роста стерляди в экспериментальных условиях не отличался высокими показателями. Относительно благоприятными были условия для годовиков в прудах.

4. Гистологический анализ гонад двухлетних особей показал, что у самок

яичники находятся на II стадии зрелости, у некоторых отмечается начало вакуолизации и подготовка к переходу в стадию трофоплазматического роста. У самцов массой более 400 грамм отмечена IV стадия зрелости, у остальных – II стадия зрелости семенников. В целом, такой темп гаметогенеза характерен для стерляди, выращиваемой в промышленных условиях.

#### **Список использованных источников**

1. Волкова О.В., Елецкий Ю.К., 1971. Основы гистологии с гистологической техникой. Изд-во Медицина, г. Москва, 272 с.
2. Ромейс Б., 1954. Микроскопическая техника: пер. с англ. Изд-во Иностранная литература, г. Москва, 718 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОФИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ УЗВ ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА

*С.В. Кононцев, Л.А. Саблий, Ю.Р. Гроховская*

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,*

*г. Киев, Украина*

*Национальный университет водного хозяйства и природопользования,*

*г. Ровно, Украина*

## USE OF MACROPHYTES FOR DECONTAMINATION OF WATER IN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS FROM NITROGEN COMPOUNDS

*S. Konontsev, L. Sablii, Y. Grokhovskaya*

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute",  
Kyiv, Ukraine,*

*National University of Water Management and Nature Resources,  
Rivne, Ukraine*

**Реферат.** Удаление из загрязнённой воды УЗВ соединений азота является наиболее важным процессом к комплексу сооружений по восстановлению качества воды для возможности повторного использования. Распространённая схема трансформации путём нитрификации с последующей денитрификацией характеризуется рядом проблемных вопросов, которых удаётся избежать, используя для удаления азотистых соединений высшие водные растения – плейстофиты.

**Ключевые слова:** макрофиты, биологическая очистка, биотрансформация.

**Abstract.** Removal of nitrogen compounds from contaminated water of Recirculating Aquaculture Systems is the most critical process in the entire complex of facilities for water renovation and re-use. The most commonly used transformation pattern by means of nitrification with further de-nitrification is characterized by some "bottlenecks" which may be easily avoided when using higher aquatic plants – pleistophytes for removal of nitrogen compounds.

**Key words:** macrophytes, biological decontamination, biological transformation.

Экономическая эффективность деятельности рыбоводческих ферм, работающих по принципу УЗВ, во многом определяется обеспечением необходимого уровня очистки загрязненной воды. Максимальные темпы роста рыб при оптимальных условиях содержания и кормления будут возможны лишь в том случае, когда загрязнённая в бассейнах вода будет очищена до допустимых параметров, позволяющих использовать её повторно.

Основным лимитирующим показателем загрязнения воды в УЗВ являются различные формы азота. Большинство схем биологической очистки предусматривают трансформацию азотистых соединений путём перевода токсичного для рыб аммонийного азота и аммиака в нитриты и менее токсичные нитраты с последующей денитрификацией. В условиях очистных сооружений процессы нитрификации происходят достаточно медленно, что объясняется особенностями метаболизма нитрифицирующих бактерий и конкурентными отношениями с другой микрофлорой [1]. Обеспечение для процесса денитрификации анаэробных или аноксидных условий также сопряжено с некоторыми проблемными вопросами. Редукция нитрата до атмосферного азота за счёт жизнедеятельности бактерий рода *Pseudomonas* эффективно протекает лишь при избытке в воде углеводов. В практике УЗВ достаточно часто для осуществления этого этапа в воду вводят метанол. Таким образом, анализ работы существующих сооружений биологической очистки УЗВ подтверждает теоретическое предположение относительно низкой эффективности процесса удаления азота с помощью аммонифицирующих, нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий. В условиях УЗВ практически невозможным является обеспечение доминирования в биоценозе биофильтра автотрофных нитробактерий. Они значительно уступают в темпах роста гетеротрофным группам, обязательно присутствующим в воде бассейнов. Биоценоз фильтра таким образом саморегулируется в зависимости от концентрации загрязнений на входе, гидравлических параметров и других факторов. Однако в любом случае нитрифицирующие бактерии доминировать в нём не будут. Поскольку для большинства биофильтров характерна низкая

удельная мощность по трансформации/удалению соединений азота, эти сооружения занимают значительные площади, превышающие площади под сами рыбоводческие бассейны. В силу перечисленных выше факторов возможность эффективного использования потенциала нитрифицирующих бактерий в очистных сооружениях для восстановления качества циркуляционной воды УЗВ является сомнительной.

С нашей точки зрения, для удаления соединений азота животного происхождения лучше использовать водные растения. В таком случае происходит непосредственное изъятие аммонийного азота из воды растениями без необходимости предварительной трансформации минерального азота в два этапа. Успешный опыт работы отдельных УЗВ, интегрированных с комплексами по выращиванию сельскохозяйственных культур в системах гидропоники, подтверждает перспективность использования такой биотехнологии. При создании оптимальных условий для макрофитов, они в процессе роста достаточно быстро усваивают растворённые в воде минеральные формы азота и трансформируют их в органический азот. Таким образом, растения в процессе жизнедеятельности изымают минеральные формы азота, и, особенно, аммонийный азот из загрязненной воды, используя его в основном на прирост собственной биомассы. В данном случае растения не зависят от конкуренции с остальными гидробионтами, принимающими участие в процессах биологической очистки воды; извлечение увеличивающейся в процессе естественного размножения и роста биомассы растений из фитореактора также не является проблемой. Кроме всего, в единице поверхности/объёма очистного сооружения можно культивировать большую биомассу растений, несравнимую с биомассой нитрифицирующих и азотфиксирующих бактерий в биофильтре. Это значит, что фитореактор будет характеризоваться более высокой производительностью по изъятию соединений азота. Характеристики загрязнённой воды УЗВ (высокое содержание взвешенных веществ) в большинстве случаев существенно ограничивают возможность культивировать в очистных сооружениях

погружённые формы макрофитов. Такие условия значительно усложняют процессы фотосинтеза у растений, приводят к рассеиванию света в толще воды и другим негативным для метаболизма растений факторам. В тех же условиях плавающие водные растения могут эффективно усваивать с помощью корневой системы растворённый в воде азот и при этом не испытывать негативного влияния взвеси на листья, находящиеся над водой. Именно поэтому среди водных растений наиболее перспективными для использования в очистных сооружениях являются широко распространённые в наших широтах представители семейства Araceae Juss. – *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Lemna minor* L. и *L. gibba* L., а также тропический вид *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. Это свободно плавающие на поверхности воды растения – плейстофиты. Согласно данным многих исследований, они характеризуются высокими темпами роста, способны очень быстро изымать из воды загрязняющие вещества, в т.ч. соединения азота и фосфора, трансформируя их в собственную биомассу [2,3,4]. Кроме того, рясковые служат ценной растительной подкормкой для большинства видов рыб, культивируемых в УЗВ: тилляпий, клариевого сома и др. [5]. Таким образом, при культивировании свободноплавающих макрофитов для утилизации загрязняющих биогенных веществ, появляется перспектива получения растительной подкормки для рыб.

Главной задачей обеспечения биотрансформации соединений азота и фосфора с помощью плавающих водных растений является разработка биореактора соответствующей конструкции. Для создания оптимальных условий для растений-очистных агентов необходимо обеспечить надлежащее освещение (в большинстве случаев природного освещения будет недостаточно). Также необходимо определить предельно допустимые концентрации основных загрязнений, превышение которых будет приводить к угнетению и гибели растений. Гидравлические условия в таком фитореакторе должны обеспечивать равномерное распределение растений по поверхности воды, в конструкции необходимо предусмотреть невозможность выноса растений с выходящим током воды. Поскольку в данном сооружении процесс



продуцирования фитомассы фактически будет осуществляться только в верхнем слое, рабочая глубина может составлять от 5 до 20 см (более мощная корневая система эйхорнии требует глубины воды до 20-25 см).

В схеме очистных сооружений УЗВ фиторекторы необходимо проектировать после предварительной механической очистки от крупных нерастворённых примесей (преимущественно фекалий и остатков корма) и биологической очистки на биофильтре. При эффективной работе биофильтра можно ожидать снижение БПК и ХПК до 10-15 и 20-30 мг/л соответственно, одновременно часть аммонийного азота может быть переведена в нитраты или нитриты. Таким образом, в фиторектор будет поступать предварительно очищенная вода с высоким содержанием соединений азота, относительно небольшими концентрациями соединений фосфора и других органических веществ, – именно в таких условиях процесс изъятия растениями аммония будет наиболее эффективным. Другие физико-химические параметры воды, поступающей на очистку, будут достаточно приемлемы для условия культивирования растений: допустимые для рыб диапазоны колебания температурного режима, активной реакции, общей жёсткости и других параметров не будут критичными для таких растений, как ряска или эйхорния. Достаточно важным технологическим элементом фиторектора является система освещения, – для обеспечения эффективного фотосинтеза интенсивность светового потока должна быть близкой к природной инсоляции. Исходя из необходимости установки мощных источников освещения, необходимо провести детальный анализ технико-экономических показателей отдельных их видов. Одним из экономически обоснованных вариантов может быть использование люминесцентных ламп (достаточно дешёвые светильники и лампы); в эксплуатации более экономными являются светодиодные лампы, но их стоимость вместе с пусковыми модулями значительно выше. Так или иначе, но затраты на освещение фиторектора с водными растениями будут в результате ниже затрат на эксплуатацию громоздкого и малоэффективного комплекса «нитрификатор-денитрификатор». Использование в процессах

восстановления качества воды растений позволяет значительно улучшить кондиции качества воды, что невозможно при использовании микрофлоры.

Проведённые нами предварительные исследования относительно возможности культивирования местных видов макрофитов *Lemna minor*, *L. gibba* и *Spirodela polyrrhiza* показали перспективность включения таких растений в системы очистки воды УЗВ. Эти виды растений проявили достаточную стойкость к высоким концентрациям органических соединений, быстрые темпы размножения и наращивания биомассы. Более сложным оказалось культивирование в созданных условиях эйхорнии (*Eichhornia crassipes*). Преимущества использования этого вида связаны с более высокой скоростью метаболизма сравнительно с другими плавающими растениями. Также по сравнению с рясковыми удельная биомасса эйхорнии на единицу площади фитореактора может быть выше в 3-4 раза. Это означает, что потенциальная очистительная способность фитореактора с эйхорнией будет пропорционально выше. Однако не до конца изученным остаётся вопрос адаптации этого растения к условиям УЗВ, – достаточно часто в наших широтах наблюдается периодическое отмирание растений в осенне-зимний период при культивировании его в аквариумах. Некоторые вопросы также могут возникнуть также с утилизацией прироста биомассы эйхорнии, – для скармливания рыбам её необходимо предварительно перерабатывать, тогда как рясковые можно скармливать непосредственно после вылова из сооружения.

### **Список использованных источников**

1. Якоб Брайнбалле, 2010. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Eurofish – international organization, Копенгаген, 70 с.
2. Culley D., Rejmankova E., Kvet J., Frye J., 1981. Production, chemical quality and use of duckweeds (Lemnaceae) in aquaculture, waste management, and animal feeds. Journal of the World Mariculture Society V.12, p. 27-49.
3. Skillicorn Paul, Spira William, Journey William, 1993. Duckweed

aquaculture: a new aquatic farming system for developing countries. Washington, DC: The WorldBank, 76 p.

4. Landesman L., Parker N., Fedler C., Konikoff M., 2005. Modeling duckweed growth in wastewater treatment systems. *Livestock Research for Rural Development, Vol. 17, Art.#61*. URL: <http://www.lrrd.org/lrrd17/6/land17061.htm>; дата доступа: 07.02.15 г.

5. Fasakin E., Balogun A., Fasuru B., 1999. Use of duckweed, *Spirodela polyrrhiza* L. Schleiden, as a protein feedstuff in practical diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, 30(5), p. 313.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ГЕНЕРАТИВНЫЙ РОСТ СИГА  
В УСЛОВИЯХ УЗВ**

*В.Г. Костюсов\**, *М.В. Плюта\*\**, *С.В. Роговцев\*\*\**

*\*РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

*\*\*ГНУ «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,  
г.Минск, Беларусь*

*\*\*\*УО «Белорусская сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Беларусь*

**PHYSIOLOGICAL STATE AND GENERATIVE GROWTH OF WHITEFISH  
IN CONDITIONS OF RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS**

*V. Kostousov\**, *M. Pluta\*\**, *S. Rogovtsev\*\*\**

*\*RUE "Fish Industry Institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
belniirh@tut.by*

*\*\*National Scientific Institution "Research Production Center of National Academy  
of Sciences of the Republic of Belarus on biological resources",  
Minsk, Republic of Belarus*

*\*\*\*Unitary Association "Belarussian Agricultural Academy",  
Gorki, Republic of Belarus*

**Реферат.** Представлены результаты опытного выращивания сеголетков-двухлетков балтийского сига в условиях УЗВ. Показано, что монодиета и выращивание при температурном режиме с малыми пределами колебаний (16-18 °С) не ведут к заметному изменению физиолого-биохимических показателей молоди, по сравнению с традиционными методами выращивания. Представлены материалы по генеративному росту и обсуждается возможность нормального созревания производителей при заданном технологическом режиме выращивания.

**Ключевые слова:** сиг, молодь, производители, биохимический состав, гонады, степень зрелости.

**Abstract.** There are presented the results of experimental breeding of underyearlings- two year bions of Baltic whitefish in conditions of Recirculating Aquaculture systems. It is shown that monodiet and breeding at temperature with

insignificant fluctuation limits (16-18 °C) shall not cause any noticeable change of physiological and biochemical values of young fish as compared to conventional breeding methods. There is provided the data on generative growth and discussed the possibility of normal maturing of producers at the specified technological breeding conditions.

**Key words:** whitefish, young fish, spawners, biochemical composition, gonads, maturity degree.

## **Введение**

Развитие индустриальной аквакультуры сиговых рыб на базе рециркуляционных установок предполагает возможность выращивания полноценных производителей для снижения зависимости от импорта икры и посадочного материала. Однако, выращивание сигов на монодиете в отсутствии сезонного фактора может сказываться на физиологическом состоянии рыбы и темпе полового созревания, а следовательно и репродукционных показателях [1,2]. В тоже время известно, что производители сигов, выращенные на искусственных кормах, превосходят одновозрастных особей из естественных водоемов по размерам тела, показателям плодовитости и размеру икринок. При четком соблюдении технологии выращивания и кормления каких-либо патологических отклонений в физиологическом состоянии сигов из индустриальных маточных стад, выращиваемых на искусственных кормах, не отмечено [3].

## **Обсуждение результатов исследований**

Жизнестойкость ремонта сига, выращиваемого в условиях УЗВ во многом обеспечивается полноценностью питания, определяющем физиологическое развитие и биохимический состав тканей (таблица 1).

Поскольку аналогичные литературные данные по ремонту сига не выявлены, в качестве показателей сравнения взяты опубликованные данные по физиолого-биохимическим показателям молоди пеляди, выращиваемой в бассейнах на искусственных кормах [1].

**Таблица 1** – Морфо-физиологические показатели ремонта сига

Возраст, пол образца	Масса, г	Длина, см	Коэф-т упитанности по Фультону, %	Индекс, ‰		
				сердце	печень	гонады
Сиг, juv., 0+	76,0	20,7	0,86	0,9	5,8	0,3
Сиг. juv., 1.	149,5	23,0	1,23	0,7	4,9	0,9
Сиг, ♀, 1+	181,5	24,5	1,23	0,7	5,3	4,4
Сиг, ♀, 1+	209,0	26,8	1,08	0,8	5,6	5,3
Сиг, ♂, 1+	167,0	25,3	1,03	0,8	5,4	4,7
Сиг, ♀, 1+	279,0	27,5	1,34	1,0	6,4	4,1
Сиг, ♂, 1+	184,5	24,6	1,24	1,0	5,7	2,4
Сиг, ♂, 1+	189,0	26,0	1,07	1,0	5,8	0,5
Пелядь, 0+ [1]	10,5- 10,9	10,5-11,9	1,59-1,61	1,4-1,7	7,9-13,2	-

Авторы показали, что физиолого-биохимические показатели сеголеток-годовиков пеляди из бассейнов были такими же, как у пеляди из прудов, питавшихся естественной пищей, за исключением содержания гемоглобина в крови, который был качественно выше при выращивании в прудах. В целом морфо-физиологические показатели ремонта пеляди в индустриальном выращивании не отличались от нормы.

Биохимический состав тканей ремонта сига показал, что с ростом особей показатели содержания протеина несколько повысились, тогда как липидов – понизились, на фоне некоторого снижения содержания сухого вещества (таблица 2). При этом наблюдается тенденция к половой дифференциации в биохимии тканей. Так, у самок отмечено снижение содержания сырого протеина (как в сухом, так во влажном состоянии), при относительно более высоких показателях содержания общего жира и сырой золы. Сравнение

аналогичных данных по разновозрастной молодежи сига (сеголетков/годовиков и двухлетков) показало, что в целом ремонт при выращивании в условиях промышленного комплекса и при полноценном питании вполне соответствует показателям физиологической полноценности.

Известно, что одним из пусковых механизмов полового цикла служит температура воды. У сиговых, нерест которых идет при более низких значениях температур, нежели в нагуле, температура прямым образом влияет на гаметогенез. Выращивание производителей сигов в УЗВ должно предусматривать возможность имитации естественной температурной цикличности, что служит определенной гарантией для нормального цикла созревания рыб. Так, при выращивании в УЗВ ряпушки, для стимуляции созревания рыб переводили в рециркуляционную систему с системой охлаждения [4]. Основное выращивание проводили при средней температуре 18 °С (диапазон от 13 до 21,5°), в преднерестовый период снижали до 5 °С. После достижения температуры 6° отмечено созревание отдельных особей. В то же время, часть самок не была готова к размножению, несмотря на то, что масса их тела достигла массы половозрелых рыб в естественных условиях. На возможность получения в условиях УЗВ полноценных производителей тугуна в течение одного годового цикла при соблюдении оптимальных кормовых рационов, гидрохимического состава и температурного режима показывает и работа исследователей Тюменского университета [7]. Закономерно предположить, что для других видов сиговых будут правомерны общие тенденции темпа полового созревания при выращивании в УЗВ.

У сиговых рыб отсутствует выраженная внешняя половая дифференциация, а темп полового созревания зависит от видовой принадлежности и возраста рыб. Соматический рост рыб сопровождается определенным генеративным ростом, скорость которого определяется условиями выращивания и возрастом полового созревания. В естественных условиях самцы сига созревают не ранее трехлетнего возраста, самки – на год позже.

**Таблица 2 – Биохимический состав мышц ремонта сига**

Образец	Средняя масса, г	Коэффициент упитанности по Фультону, %	Содержание сухого в-ва, %	Содержание влаги, %	Содержание сырого протеина, %		Содержание сырого жира, %		Содержание сырой золы, %	
					В сухом в-ве	во влажном в-ве	В сухом в-ве	во влажном в-ве	В сухом в-ве	во влажном в-ве
Juvenus, 0+	93	1,42	23,67±0,06	76,33±0,06	76,12±0,03	18,02±0,02	24,12±0,20	5,71±0,05	5,46±0,06	1,30±0,02
Самки, 1+	223,2±28,3	1,22±0,07	22,05±0,18	77,95±0,18	77,03±0,01	16,19±0,10	17,55±0,24	3,86±0,13	5,64±0,06	1,24±0,08
Самцы, 1+	180,2±6,4	1.12±0,06	22,36 ±0,11	77,64±0,11	79,75±0,07	17,83±0,06	16,14±0,30	3,61±0,12	4,9±0,15	1,10±0,04
По [5]				71,4-77,6		17,6-20,4		1,9-6,8		1,1-1,8
По [6]				73,3-81,9		15,1-19,0		1,7-6,2		1,0-1,3



Естественно предположить, что в отсутствии фактора сезонности, темп созревания гонад будет выше, что нашло отражение как в индексах зрелости (от 0,03% для особей с неопределенным полом до 0,52% с установленными показателями половой принадлежности). При вскрытии сеголетков сига отмечено значительное содержание полостного жира, покрывавшего желудочно-кишечный тракт с правой и левой сторон. Гонады имели вид тонких полупрозрачных тяжей, трудно отделимых из-за большого количества жира. У годовиков состояние гонад отличалось незначительно, хотя в передней трети уже отмечено некоторое утолщение. К двухлетнему возрасту появились первые признаки половой дифференциации, позволяющие визуально оценить половую принадлежность. Гонады самцов к этому возрасту потеряли прозрачность и существенно увеличились в объеме. Гонады самок также потеряли прозрачность и при визуальном обследовании позволяли выявить некоторую зернистость.

Гаметогенез ремонта сига изучали по гистологическим срезам образцов гонад особей обоего пола в возрасте 16 мес., полученным в 2014 г.

**Оогенез.** Начальный период характеризуется как период превителлогенеза. Этот период по изученным образцам соответствует выделяемым в отечественной литературе «периоду протоплазматического роста» и начальным этапам «периода трофоплазматического роста» до появления в ооцитах желтка. В ядре и цитоплазме ооцитов в этот период формируется комплекс органелл, необходимых для последующего роста клеток, накопления в них цитоплазматических включений и завершения созревания. Количество ядрышек, в которых происходит синтез нескольких типов РНК, увеличивается. Постепенно повышается объем цитоплазмы, в результате чего в ней появляются «циркумнуклеарная зона» (участки цитоплазмы с высокой концентрацией свободных рибосом и скоплений митохондрий, также содержащих РНК) и «желточное ядро», которое, видимо, является центром размножения органелл, прежде всего митохондрий и комплекса Гольджи. При участии этих и других органелл в период

превителлогенеза в цитоплазме ооцитов формируются кортикальные и жировые включения, а позднее, в период вителлогенеза, – гранулы желтка [8-10].

Весь период превителлогенеза можно условно подразделяется на 3 фазы: протоплазматического роста, формирования кортикальных вакуолей и формирования жировых вакуолей. В свою очередь, первую из этих фаз дополнительно подразделяют на 4 ступени, аналогично предложенным Г.М. Персовым [11].

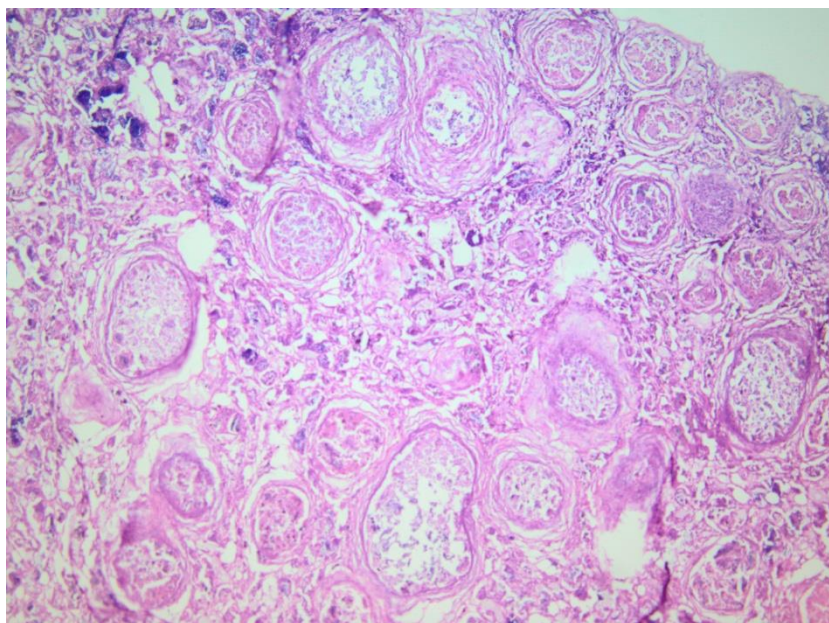
### **Наблюдаемые стадии зрелости яичников**

**II стадия.** На этой и последующих стадиях зрелости яичники уже хорошо различимы при визуальном рассмотрении. Они имеют ланцетовидную форму, в поперечном сечении обычно трехгранные, реже овальные. В начале стадии гонады почти прозрачные, практически бесцветные, в конце – непрозрачные, бледно-розового цвета. Невооруженным глазом ооциты 1-й – начала 3-й ступеней не различаются, лишь с конца 3-й ступени они становятся видны как мелкая зернистость железы. Ооциты, достигшие в развитии конца 4-й ступени видны более отчетливо, так как они становятся менее прозрачными, беловатыми. Гонады на II стадии зрелости встречаются у неполовозрелых самок разного возраста во все сезоны года.

Состояние яичников исследуемых образцов (рисунок 1) соответствовало фазе протоплазматического роста (3-я и 4-я ступени).

**3-я ступень.** Диаметр ооцитов на препаратах составляет 80-120 мкм. Циркумнуклеарная зона в клетках имеет вид замкнутого кольца, иногда состоящего из отдельных фрагментов и равномернее, чем на предыдущей ступени, распределена вокруг ядра. Ядро на этой ступени занимает центральное положение в клетке.

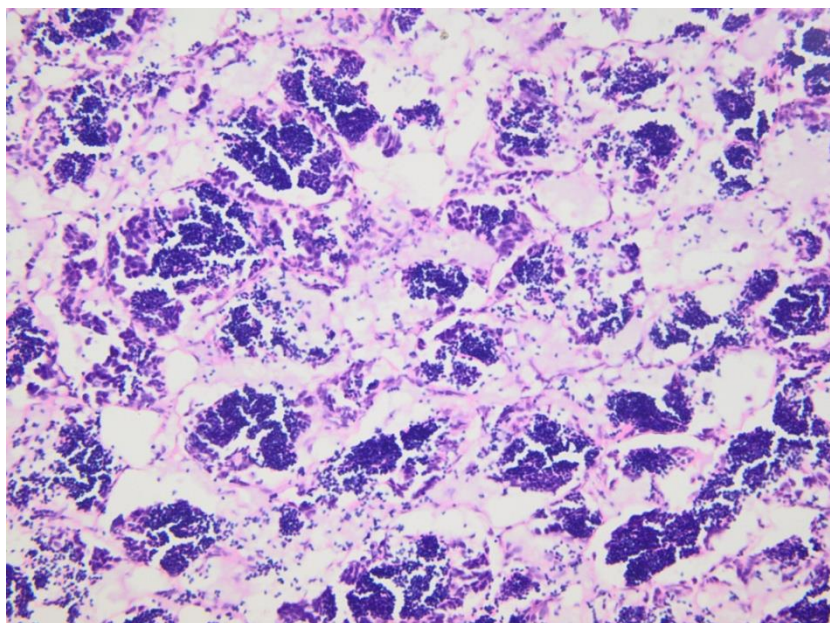
**4-я ступень.** Диаметр ооцитов на препаратах составляет 145-250 мкм. Циркумнуклеарная зона не наблюдается, цитоплазма равномерно воспринимает краситель.



*Рисунок 1* – Превителлогенез в яичниках двухлетков сига с выделением мелких (82-92 мкм) и крупных (145-195 мкм) ооцитов

**Сперматогенез.** Анализ препаратов опытных образцов позволил выявить стадия зрелости семенников ремонта сига, выращенного в условиях УЗВ. По совокупности показателей самцы сига находились на III поздней подстадии. Обычно к концу подстадии наблюдается наибольший объем гонад. В поперечном сечении семенники имели овальную форму. На гистологических препаратах семенников в большом количестве отмечены цисты со сперматидами.

В плане развития такое состояние семенников соответствует концу периода мейотических преобразований. В ходе этого периода в ядрах половых клеток осуществляется мейоз. Перед началом преобразований клетки имеют диплоидный набор хромосом и тетраплоидное количество ДНК. Вступающие в мейоз половые клетки характеризуют как сперматоциты первого порядка (спцI). В результате первого деления созревания формируются сперматоциты второго порядка (спцII), имеющие уже гаплоидный набор хромосом и диплоидное количество ДНК. Сперматоциты второго порядка в результате второго деления созревания преобразовываются в сперматиды, которые обладают уже как гаплоидным набором хромосом, так и гаплоидным количеством ДНК. Размеры сперматид на препаратах составляют около 3 мкм.



*Рисунок 2 – Интенсивное накопление сперматид в семенниках двухлетков сига (цисты со сперматидами первого, размеры сперматид около 3 мкм)*

### **Заключение**

1. В условиях УЗВ возможно выращивание и формирование полноценного ремонтно-маточного стада сиговых рыб. Определяющими условиями являются полноценное питание и температурный режим в периоды формирования гонад и последующего созревания рыб.

2. Физиологическое состояние двухлетков сига соответствует показателям при естественном выращивании, что дает основание надеяться на нормальный гаметогенез производителей.

3. Анализ соотношения половых клеток разных генераций в яичниках сига показал возрастание числа превителлогенных ооцитов и ооцитов фазы вакуолизации цитоплазмы. Диаметр ооцитов в зависимости от степени роста составляет от 80-120 мкм до 145-250 мкм.

4. У самцов в двухлетнем возрасте гонады содержат сперматогонии. В семенниках наряду со сперматогониями отмечены сперматоциты I и II порядков. Размеры сперматид составляют около 3 мкм. Это дает основание утверждать о нормальном ходе генеративного роста ремонта сига в возрасте 14-16 месяцев.

## Список использованных источников

1. Князева Л.М. Биологические особенности молоди сиговых и форели в условиях индустриального выращивания / Л.М. Князева., А.К. Шумилина, В.В. Костюничев, И.Н. Остроумова //СПб, 2007, ГосНИОРХ, Научные тетради, В.10. – 56с.
2. Князева Л.Н. Методические рекомендации по расчету основных рыбоводных показателей выращивания сиговых рыб индустриальным способом. /Л.М. Князева, В.В. Костюничев, В.П. Баранова //СПб. изд. ГосНИОРХ, 1995 – 22с.
3. Князева Л.М. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в индустриальных условиях на искусственных кормах/ Л.М. Князева, В.В. Костюничев, А.К. Шумилина.- СПб, изд. ГосНИОРХ, 1998. - 27с.
4. Щепковский М. Темп роста и созревание ряпушки *Coregonus albula* L., выращиваемой в УЗВ / М. Щепковски, Б. Щепковска, Р. Кольман, Б. Здановский – матер. 8 междунар. научно-произв. совещания «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб», Россия, Тюмень, 27-28 ноября 2013года. - Тюмень, ФГУП «Госрыбцентр», 2013. - С. 253-257.
5. Яржомбек А.А. Справочник по физиологии рыб / А.А. Яржомбек, В.А. Аминева. - М.: Агропромиздат, 1986. - 192 с.
6. Клейменов И.Я. Химический и весовой состав рыб водоемов СССР и зарубежных стран /И.Я. Клейменов. – М.: Изд-во ВНИРО, 1962. – 143с.
7. Селюков А.Г. Применение УЗВ для формирования маточного стада сиговых рыб (на примере тугуна) / А.Г. Селюков, Л.А. Шуман, Е.В. Ефремова, Г.Н. Беспоместных – матер. 7 междунар. научно-произв. совещания «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб», Россия, Тюмень, 16-18 февраля 2010года. - Тюмень, Госрыбцентр, 2010. - С. 250-254.
8. Гинзбург А.С. Оплодотворение у рыб и проблемы полиспермии. - М.: Наука, 1968.- 358 с.

9. Семенов В.В. Особенности вителлогенеза у морских сельдей и сиговых рыб // Автореф. канд. дис.- М., 1983.- 21 с.

10. Beams H.W., Kessel R.G. Oocyte structure and early vitellogenesis in the trout, *Salmo gairdneri* // Am. J. Anat., 1973.- V. 136.- № 1.- P. 105-122.

11. Персов Г.М. Ранний период гаметогенеза у проходных лососей // Труды ММБИ.- 1966.- Т. 12.- № 6.- С. 7-44.

## ДЕСТРУКЦИЯ ПРОДУКТОВ ОБМЕНА РЫБ В БАССЕЙНОВЫХ УСТАНОВКАХ

*В.П. Михеев, И.В. Михеева, П.В. Михеев*

*ФГБНУ «ВНИИПРХ», ДРТИ ФГБОУ ВПО «АГТУ»,  
Россия, Московская область, пос. Рыбное  
ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Россия, г.Москва,*

## DESTRUCTION OF FISH METABOLIC PRODUCTS IN POOL FACILITIES

*V. Mikheev, I. Mikheeva, P. Mikheev*

*Federal National public Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Fresh Water Fishery", Dmitrovski Fishery Technological Institute, branch of Federal National Public Educational Institution, High Professional Education, Astrakhan State Technical University, settlement of Rybnoe, Moscow area, Russian Federation  
Federal Public Scientific Institution, Erisman Federal Scientific Center on Hygiene, Russian Federal Consumer Rights Protection and Human Health Control Service, Moscow, Russian Federation*

**Реферат.** С учетом расхода воды на дыхание и удаление продуктов обмена рыб, характера водоиспользования современные бассейновые установки разделены на 5 типов. В них рассмотрены ниши микроорганизмов. Даны нормативы для эксплуатации полупогружного вращающегося биофильтра.

**Ключевые слова:** бассейновые установки, очистка воды, биофильтр.

**Abstract.** With account of water consumption for breathing and removal of fish metabolic products and the nature of water use the modern pool facilities fall into five types. The niches occupied by microorganisms are studied. There are specified the ratings for use of semisubmersible rotating biological filter.

**Key words:** pool facilities, water purification, biological filter.

При разработке методов искусственного воспроизводства проходных и полупроходных рыб для морей России предложено биологическое и технологическое обоснование использования бассейновых установок с регулируемым температурным режимом (Михеев и др., 2013).

Уже сейчас в России существует достаточно большое количество разнообразных бассейновых рыбоводных предприятий, в которых при управляемом температурном режиме выращивают товарных рыб, посадочный материал и производителей. Приводится опыт искусственного воспроизводства рыб на современных товарных рыбоводных заводах (гг. Конаково, Клин, Ярославль, Орехово-Зуево), а также результаты исследований сотрудников ФГБНУ «ВНИИПРХ» в области индустриального товарного осетроводства, лососеводства, сиговодства, карповодства (в садках, УЗВ, рыбоводных судах, аквариумных устройствах и др.). Обычно в бассейнах применяют прямоточное или замкнутое водоснабжение. Воду, поступающую в бассейны, можно условно разделить на 3 основных составляющих: предназначенную для дыхания рыб, предназначенную для удаления растворенных продуктов обмена рыб и для удаления оформленных выделений рыб. Такой подход позволяет наметить пути экономии воды в бассейновом рыбоводстве и с учетом этого представить типы современных рыбоводных бассейновых устройств.

С учетом расхода воды на дыхание и удаление продуктов обмена рыб, характера водоиспользования современные бассейновые установки можно разделить на следующие 5 типов:

- с прямоточным водоснабжением и общим расходом воды на дыхание рыб и удаление продуктов обмена (установка прямоточная с обычным расходом воды – УПОРВ);

- с прямоточным водоснабжением и малым расходом воды только для удаления продуктов обмена рыб (установка прямоточная с малым расходом воды – УПМРВ);

- с замкнутым водоснабжением и общим расходом воды для дыхания рыб и удаления продуктов их обмена (установка замкнутая с обычным расходом воды – УЗОРВ);

- с замкнутым водоснабжением и малым расходом воды только для удаления продуктов обмена рыб (установка замкнутая с малым расходом воды – УЗМРВ);



– комбинированные установки, включающие все или отдельные типы водоснабжения, перечисленные выше (в различном сочетании УПОРВ, УПМРВ, УЗОРВ, УЗМРВ).

Благоприятное для выращиваемой рыбы качество воды в устройствах индустриального типа может сохраняться только при условии своевременного прохождения процессов деструкции и утилизации продуктов обмена рыб и несъеденных рыбой кормов. Искусственные корма для рыб являются единственным источником поступления органического вещества в устройства индустриального типа. Их количество на площадь или объем бассейнов значительно превышает показатели, при которых происходит самоочищение воды в рыбохозяйственных водоемах. Так, в непроточных нагульных прудах самоочищение воды происходит при нагрузке не более  $4,5 \text{ г С/м}^2$  в сутки, или по искусственным сухим кормам – не более  $10 \text{ г/м}^2$  в сутки. В индустриальном рыбоводстве эти нагрузки значительно выше. Поэтому в технологиях индустриального рыбоводства не рассчитывают на самоочищение воды, а предусматривают постоянное выведение образующихся продуктов обмена и других органических веществ за пределы рыбоводного («рабочего») пространства, что может быть решено различными путями.

Взвешенные и растворенные органические вещества являются прекрасной пищей для микроорганизмов, которые используют их в процессе жизнедеятельности и тем самым производят очистку воды. Но, размножаясь в огромном количестве, они изымают из воды не только органические вещества, но и кислород на их окисление и, кроме того, в процессе метаболизма выделяют ядовитые и других вредные для рыб продукты обмена. Поэтому распределение и численность микроорганизмов в устройствах индустриального типа играет существенную роль в процессах самоочищения и создания благоприятных условий для выращиваемых в них гидробионтов. В рыбоводных устройствах с замкнутым (оборотным) циклом водообеспечения качество воды направленно формируется с использованием механических, биологических фильтров, средств аэрации воды и ряда других устройств.

В прямоточных рыбоводных бассейнах (УПОРВ) можно выделить экологическую нишу микроорганизмов сменяемой толщи воды и биопленку на внутренних поверхностях рыбоводного пространства устройств. Микроорганизмы этих экологических ниш не играют существенной роли в самоочищении воды. Основная часть продуктов обмена рыб выводится за счет водообмена за пределы рыбоводного пространства.

В УЗОРВ и в устройствах аквариумного типа используется оборотная вода. Очистка воды от взвешенных и растворенных продуктов обмена рыб протекает внутри установки, но также за пределами рыбоводного пространства, а именно – в очистных устройствах. В них формируются две основные экологические ниши микроорганизмов. Одна – в механических фильтрах и отстойниках, которые предназначены для улавливания и удаления взвешенных веществ – продуктов жизнедеятельности рыб и несъеденных кормов (ниша 1). Скопившийся здесь осадок характеризуется параметрами, характерными для илов евтрофных или гипертрофных водоемов (общее число бактерий исчисляется млрд. на 1 г). Эти осадки регулярно удаляют из отстойников.

Вторая экологическая ниша микроорганизмов (ниша 2) формируется на биологических фильтрах в виде биопленок, где происходит деструкция и минерализация растворенных продуктов обмена рыб, очистка воды от ядовитых для рыб веществ – мочевины, продуктов ее минерализации, фосфорных соединений и др. За счет этих двух ниш микроорганизмов происходит основная очистка оборотной воды в УЗВ и примерно по этой же схеме в аквариальных установках.

Наряду с экологическими нишами блока очистки имеется также ниша микроорганизмов в виде биопленки – оброслов на внутренних поверхностях рыбоводного пространства (ниша 3). Ко всему объему оборотной воды внутри устройства относится микробиологическая ниша 4. Здесь качество воды зависит прежде всего от исходной воды, но в процессе использования в рыбоводстве вода меняет свои параметры. Микроорганизмы этой ниши в очень небольшой степени участвуют в очистке воды, поскольку она регулярно

обновляется. Все микробиологические процессы протекают в аэробных условиях. Роль экологических ниш 3 и 4 в рыбоводной части устройства незначительна в процессах самоочищения воды, по сравнению с нишами 1 и 2 в блоке очистки.

Включение биологической очистки в систему оборотного водоиспользования не только экономит воду, но и создает экологически обособленную чистую водную среду. Параметры биологической очистки воды можно рассмотреть по результатам работы полупогружного вращающегося биофильтра, испытанного при выращивании рыбы в прудах по высокоинтенсивной технологии при получении рыбопродукции более 5 т/га (Федорченко и др., 2001). Рассматриваемая прудовая систем, конечно, является менее нагруженной, чем промышленные, но принципы биологической очистки, происходящих микробиологических процессов во многом схожи.

Секции – «загрузка» биофильтра были выполнены из нетоксичного инертного пластика, на котором развивалась природная биологическая пленка – «биомасса». Вращающаяся биомасса получает двухфазный контакт со сточной жидкостью: первый при погружении в нее, второй – при выходе из нее в атмосферу. Это повторяющееся контактирование с субстратом и кислородом стимулирует развитие аэробной микробной биомассы. На биопленке осуществляются процессы нитрификации, денитрификации, иммобилизации фосфора и др. Для расчета эксплуатации биофильтра получены технологические показатели (таблица 1).

Биопленка начала хорошо очищать воду через 20 дней после установления водообмена в лотке. Анализ биопленки показал, что она состояла из микроорганизмов, водорослей и мелких животных, отмечено большое количество грибов, а также дрожжей. Из животных в образовавшейся биопленке было много коловраток и кладок хирономид.

После образования биопленки общая численность бактерий в очищенной воде уменьшалась на 27-46%, доходя в среднем до 3 млн кл./мл.

**Таблица 1** – Технические нормативы для расчета эксплуатации биофильтра

Наименование нормы	Норма
Площадь биопленки для очистки воды с 1 га пруда (объем воды 11500 м <sup>3</sup> ), га	0, 25
Время контакта очищаемой воды с биопленкой, ч	6
Снижение содержания аммонийных соединений, %	До 70
Снижение содержания органического вещества, %	До 60
Водообмен в прудах, суток	20 ± 1
Водообмен в емкости с биофильтром, ч	6 и более
Скорость вращения загрузки, об./мин	2± 1
Площадь погружения загрузки в очищаемую воду, %	40 ± 5
Время нарастания биопленки до начала ее активной работы при 20 <sup>0</sup> С и выше, дни	20± 5
Площадь субстрата одного модуля биофильтра, м <sup>2</sup>	750
Длина модуля биофильтра в сборе, м	7, 85

В то же время количество сапрофитных бактерий в вытекающей воде не уменьшалось, что может свидетельствовать о продолжающихся активных процессах аммонификации. В вытекающей воде практически исчезли дрожжи и дрожжеподобные организмы, возможно, за счет выедания этих крупных форм фауной обрастания дисков. Содержание кислорода на вытоке при экспозиции 1-2 ч уменьшалось соответственно на 5-12%. Водородный показатель изменялся незначительно (на 1-2%) в сторону увеличения. Минеральный фосфор в поступающей воде был на уровне 0,14 мг Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>/л и величина его к

вытоку практически не изменялась.

Максимальное освобождение воды от органических загрязнений отмечали при двухчасовой экспозиции. Бихроматная окисляемость снижалась на 15-16, перманганатная – на 18-23, агрессивная – на 10-11%. Наибольшим изменениям при прохождении воды через биофильтр подвергались различные формы минерального азота. Аммонийный азот при получасовой, часовой и двухчасовой экспозициях уменьшался соответственно на 60, 80 и 90%. По абсолютной величине аммонийный азот снижался в 14,5 раз от исходной величины. В то же время содержание в воде нитратного азота с увеличением экспозиции возрастало: при получасовой – в 2,5, часовой – 4, двухчасовой – в 5-6 раз. Это свидетельствовало о почти полной минерализации, поскольку нитраты являются конечным продуктом нитрификации. Общее органическое загрязнение снижалось на 36%.

В прямоточных бассейнах численность бактерий зависит от качества воды в водоисточниках. Обычно численность бактерий в рыбоводных устройствах повышается. Однако при хорошо выполняемых рыбоводных работах, высоком водообмене, как правило, больших различий не наблюдается.

#### **Список использованных источников**

1. Михеев В.П., Мельченков Е.А., Михеева И.В., Мышкин А.В., Ражуков Р.С., Горин С.О. 2013. Искусственное воспроизводство проходных и полупроходных рыб для морей России. М.: Экон-информ.–148 с.

2. Федорченко В.И., Федорченко Ф.Г., Михеева И.В, Михеев П.В. и др. 2001. Типовая технология интегрированного производства рыбы и сельскохозяйственной продукции в прудовом и фермерском хозяйстве. Сб. научно-технической и методической документации по аквакультуре. М.: ВНИРО. – С.5-44.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕГОЛЕТОК ВЕСЛОНОСА И ЛЕНСКОГО  
ОСЕТРА**

*В.Д. Сенникова, С.И. Докучаева*

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
животноводству»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**COMPARISON CHARACTERISTIC OF HEMATOLOGICAL  
PROFILES OF PADDLEFISH AND LENA STURGEON  
UNDERYEARLINGS**

*V. Sennikova, S. Dokuchayeva*

*RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Реферат.** В статье приведены материалы сравнительной характеристики картины крови сеголетков веслоноса и ленского осетра. Установлено, что кровь веслоноса по сравнению с таковой ленского осетра характеризуется более высоким уровнем гемоглобина и лимфоцитов, что свидетельствует о большей адаптации к окружающим условиям и способствует его значительной выносливости. Других видимых различий в картине крови сеголетков данных видов рыб не обнаружено, за исключением повышенного содержания моноцитов у ленского осетра.

**Ключевые слова:** сеголеток, веслонос, ленский осетр, гематологические показатели.

**Resume.** The article provides the data on comparison characteristics of paddlefish and Lena sturgeon under-yearlings blood. It is ascertained that the paddlefish blood as compared with the same of Lena sturgeon features high level of hemoglobin and lymphocytes that is the evidence of better adaptation to the environment and is favorable for its resistance. No other significant differences in the blood of the said fish species are discovered, except increased monocytes content with Lena sturgeon.

**Key words:** under-yearling, paddlefish, Lena sturgeon, hematological showings.

## **Введение**

Эффективность товарного рыбоводства во многом зависит от состояния и качества получаемой молоди, ее жизнестойкости и физиологической полноценности. В связи с этим актуальной проблемой является объективная оценка физиологического состояния рыбы. Одним из основных способов оценки физиологического состояния организма являются гематологические исследования.

## **Материал и методы исследований**

Работы по изучению крови сеголеток веслоноса проводились на базе отделения «Белоозерское» рыбхоза «Селец» Брестской области в августе 2012 года и хозрасчетного участка «Вилейка» Минской области в декабре 2013 года. Пробы крови отбирали прижизненно из хвостовой вены, фиксировали гепарином. Дальнейшую обработку проб крови проводили по общепринятым методикам, определяли количество гемоглобина в гемометре ГС – 2 (типа Сали), число эритроцитов и лейкоцитов подсчитывалось в камере Горяева, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) определяли в аппарате Панченкова. Мазки для подсчета лейкоцитарной формулы под микроскопом фиксировали метиловым спиртом и окрашивали по Романовскому [1-6].

## **Результаты исследований и их обсуждение**

В списке физиологических констант, принятых для сельскохозяйственных животных, содержание гемоглобина в крови рыб изменяется у круглоротых – от 40 до 56 г/л, у хрящевых 17-58 г/л, у костных – 40-147 г/л [7,8]. Кровь веслоноса по сравнению с другими видами рыб характеризуется высоким уровнем гемоглобина, что является определенной формой адаптации к окружающим условиям и способствует его значительной

выносливости [19,20]. Веслонос является активной пелагической рыбой, а содержание дыхательного пигмента в крови, как известно из литературы, повышается по мере ослабления привязанности различных видов рыб ко дну и усиления их подвижности [3,19,20]. Настоящими исследованиями установлено, что средняя концентрация гемоглобина у сеголеток веслоноса была на 13,2 г/л выше, чем у осетра, составив 65,4 г/л, изменяясь в пределах 56,0-71,0 г/л, а у одновозрастных сеголеток ленского осетра – 52,2 г/л, изменялась от 36,0 до 68 г/л (таблица 1).

**Таблица 1** – Показатели крови сеголеток веслоноса и ленского осетра, 2013 г.

Показатели крови	X		$\sigma$		$\pm x$		Cv	
	весло-нос	ленский осетр	весло-нос	ленский осетр	весло-нос	ленский осетр	весло-нос	ленский осетр
Гемоглобин, г/л	65,4	52,2	5,98	8,23	2,68	2,20	9,15	15,76
СОЭ, мм/час	4,4	5,55	0,05	0,06	0,88	0,17	9,78	7,72
Число эритроцитов, млн./мкл	0,6	0,54	1,96	0,43	0,02	0,02	44,15	11,28
Число лейкоцитов, тыс./мкл	28,6	26,7	9,63	2,78	4,31	1,14	33,65	10,43
Лейкоцитарная формула, %:								
Лимфоциты	57,5	53,0	3,89	7,27	1,38	2,97	6,77	13,7
Эозинофилы	0,5	2,2	4,55	0,61	0,19	0,25	57,7	27,41
Базофилы	3,5	-	6,61	-	0,27	-	28,3	-
Нейтрофилы	31,2	30,4	0,65	3,47	3,47	1,41	1,98	11,39
Моноциты	7,3	14,4	1,28	0,76	0,45	0,31	17,68	5,25

У разных видов рыб количество эритроцитов колеблется в широких пределах: 0,7-3,5 млн/мкл [7]. Согласно нашим данным количество



эритроцитов у сеголеток веслоноса и ленского осетра было практически одинаковым и в среднем составило 0,6 млн./мкл, изменяясь в небольших пределах 0,5-0,6 млн./мкл, что характерно для младших возрастных групп (таблица 1). У сеголеток ленского осетра число эритроцитов составило 0,54 млн./мкл, изменяясь в тех же пределах, что и у веслоноса – 0,45-0,61 млн./мкл.

Лейкоциты содержатся в крови рыб в меньших количествах, чем эритроциты (в 100 раз). Главная функция лейкоцитов – защитная, против проникновения бактерий (фагоцитоз). В перечне гематологических показателей, принятых в качестве основных физиологических констант сельскохозяйственных животных, значения числа лейкоцитов в крови рыб составляют 25-50 тыс./мкл [7]. Число лейкоцитов в крови рыб по мере их роста увеличивается. У веслоноса максимальных значений количество лейкоцитов достигает в возрасте пяти-шести лет (78 тыс./мкл), а в дальнейшем наблюдается тенденция к уменьшению [15, 19]. Исследования крови сеголеток веслоноса показали, что число лейкоцитов в их крови составляет в среднем 28,6 тыс./мкл, изменяясь в пределах нормативных показателей 21,0-44,0 тыс./мкл, что свидетельствуют о нормальном физиологическом состоянии обследованных рыб. Число лейкоцитов в белой крови сеголеток ленского осетра в среднем было близким к таковому веслоноса – 26,7 тыс./мкл, но верхний предел был заметно ниже, чем у веслоноса – 21,3-28,9 тыс./мкл [18].

В списке гематологических показателей животных для СОЭ в крови у рыб принята величина, равная 4 мм/ч [7]. Значения СОЭ, определенные для сеголеток веслоноса, составили в среднем нормативную величину – 4,4 мм/час, изменяясь в пределах 2,5 – 7,6 мм/час, у ленского осетра – 5,55 мм/час, в среднем. В лейкоцитарной формуле с возрастом так же происходят изменения, свидетельствующие о повышении иммунитета и стабилизации на определенном этапе развития рыб их физиологического состояния. Это, прежде всего, выражается в том, что в лейкоформуле по мере роста рыб снижается процентное содержание нейтрофилов и увеличивается число лимфоцитов,

отвечающих за клеточный иммунитет [11]. В лейкоформуле сеголеток веслоноса преобладали агранулоциты, их среднее содержание составило свойственную данному возрасту величину – 64,8%, из них лимфоцитов было 57,5%, моноцитов – 7,3%. Гранулоциты составили – 35,2% и были представлены, в основном, нейтрофилами – 31,2%, в среднем, что также является нормой для младших возрастных групп. При этом основу нейтрофилов составляли палочкоядерные формы – 23,3%, сегментоядерных было обнаружено – 7,9%. Содержание лимфоцитов у сеголетков ленского осетра было несколько ниже, чем у веслоноса и составило в среднем 53,0%, изменяясь на уровне – 52,0-54,0%. Количество нейтрофилов у ленского осетра в среднем составило близкую крови веслоноса величину – 30,4%, находясь в пределах – 30,2-32,1%. Доля моноцитов, которые уничтожают продукты распада клеток, тканей и инактивируют токсины, у сеголетков ленского осетра также как и у веслоноса была выше обычного 1%, но составила в среднем в два раза большую величину – 14,4%, находясь на уровне 14,5-16,4%. Уровень эозинофилов в крови сеголетков ленского осетра составил 2,2% в среднем и изменялся в пределах 1,8-3,2%.

### **Заключение**

Таким образом, как следует из выше изложенного, полученные гематологические показатели свидетельствуют о том, что сеголетки веслоноса являются более выносливыми и адаптированными к окружающим условиям. Кровь сеголеток веслоноса по сравнению с таковой одновозрастного ленского осетра характеризуется более высоким уровнем гемоглобина и лимфоцитов на фоне меньшего содержания в ней моноцитов. Средняя концентрация гемоглобина у сеголеток веслоноса была на 13,2 г/л выше, чем у осетра и составила 65,4 г/л, а у одновозрастных сеголеток ленского осетра – 52,2 г/л при содержании моноцитов 7,3% и 14,4%, соответственно.

## **Список использованных источников**

1. Головина Н.А., Тромбицкий И.Д., 1989. Гематология прудовых рыб. Кишинев: «Штиинца», 56 с.
2. Житенева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А, 2001. Эволюция крови. Ростов-на-Дону, 112 с.
3. Житенева Л.Д., Рудницкая О.А, Калюжная Т.Н., 1997. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Справочник. – Ростов-на-Дону: Изд-во «Молот», 152 с.
4. Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А., 1989. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов-на-Дону, Кн.изд-во, 112 с.
5. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб, 1999. Минсельхозпрод России, Москва, 16 с.
6. Иванова Н.Т., 1982. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 184 с.
7. Голиков А.Н., Базанова Н.У., Кожебеков З.К, 1991. Физиология сельскохозяйственных животных. Москва: ВО Агропромиздат, 434 с.
8. Строганов Н.С., 1962. Экологическая физиология рыб. М., Т.1. – 48 с.
9. Гершанович А.Д., 1978. Временные инструкции по выращиванию сеголетков веслоноса. ВНИРО, М., 25 с.
10. Корабельникова О.В., 2009. Физиолого-биохимические показатели осетровых рыб (*Acipenseridae* Bonaparte, 1832) при выращивании в индустриальных хозяйствах: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М., 25 с.
11. Малютин В.С., 1965. Изменения скорости эмбриогенеза осетровых рыб в зависимости от температуры. Сб. работ по акклиматизации водных организмов. М.: Пищ. пром-сть, С. 40-48.
12. Малютин В.С., 1980. Особенности экологии ленского осетра и пути его воспроизводства: автореф. дис. канд. биол. Наук : 03.00.10; Всесоюзн. науч.-исслед. ин-т. Морского рыбн. хоз-ва и океанографии, М., 26 с.

13. Ручин А.Б., 2008. Влияние переменной и постоянной освещенности на рост, физиологические и гематологические показатели мальков сибирского осетра. Зоологический журнал, том 87, №8, С.964-972.
14. Сенникова В.Д., 2011. Гематологические характеристики производителей ленского осетра, выращенных в условиях рыбхозов Беларуси. Аквакультура центральной и восточной Европы: настоящее и будущее, Кишинев, С.227-231с.
15. Сенникова В.Д., 2012. Гематологические характеристики веслоноса старшего возраста, выращенного в условиях рыбхозов Беларуси Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, вып. 28, С.161-167
16. Сенникова В.Д., 2012. Динамика гематологических показателей ленского осетра на разных стадиях зрелости. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, вып. 28, С.133-142.
17. Сенникова В.Д., 2012. Динамика показателей крови разнополых особей ленского осетра в сезонном аспекте. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, вып. 28, С.153-161.
18. Сенникова В.Д., Докучаева С.И., 2013. Морфо - биологическая характеристика сеголетков ленского осетра, выращенного в условиях рыбоводных хозяйств Беларуси. // Доклады Междунар. научно-практич. конфер.5-6 февраля 2013 «Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры», Москва, С.440-443.
19. Архангельский В.В., Вихляева И.А., 1999. Изменение гематологических показателей веслоноса в возрастной динамике. Тезисы докл. первой научно-практич. конференции «Проблемы современного товарного осетроводства», Астрахань, С.106-108.
20. Сенникова В.Д., Докучаева С.И., 2014. Сравнительная характеристика гематологических показателей одновозрастных особей ленского осетра и веслоноса. Доклады всерос, научно-практич, конфер.4-6 февраля 2014 «Перспективы и проблемы развития пресноводной аквакультуры в составе АПК», Москва, С.279-283.

## РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЕФАЛЕВЫХ И КАМБАЛОВЫХ РЫБ

П.В. Шекк

Одесский государственный экологический университет,  
г. Одесса, Украина

## RECYCLING SYSTEM FOR CULTURING AND MULLET FLATFISHES

P.Shekk

Odessa state environmental university,  
Odessa, Ukraine

**Реферат.** При разработке методов искусственного воспроизводства кефалевых (лобан – *Mugil cephalus*; сингиль – *Liza auratus*; пиленгас – *L. haematocheilus*) и камбаловых (черноморский калкан – *Psetta maeotica* и глосса – *Platichthys luscus*) рыб, было установлено, что эмбрионы, предличинки и личинки этих видов чрезвычайно чувствительны к условиям среды. Не менее актуальна задача – оптимизация условий содержания производителей кефалевых и камбаловых рыб в период их резервации, прединъекционного выдерживания и созревания.

При разработке биотехнологии массового воспроизводства морских рыб, для оптимизации условий культивирования были разработаны и запущены в производство два типа промышленных рециркуляционных рыбоводных установок разного функционального назначения: для резервации и прединъекционного содержания производителей и для инкубации икры и выращивания личинок.

Оценка работы рециркуляционных систем разной конструкции показала, что наиболее эффективной оказалась установка оснащенная полупогружным вращающимся дисковым биофильтром, которая и послужила прототипом промышленных установок. Разработанная конструкция обеспечивала высокую производительность и надежность технологии искусственного воспроизводства кефалевых и камбаловых рыб на всех этапах культивирования.

**Ключевые слова:** кефалевые, камбаловые, рециркуляционные системы, конструкция, эффективность работы.

**Abstract.** In developing methods of artificial reproduction mullets (*Mugil cephalus*; *Liza auratus*; *L. haematocheilus*) and flounder (*Psetta maeotica* *Platichthys luscus*) fish, it was found that embryos and larvae rearview these species

are extremely sensitive to environmental conditions. No less urgent task – to optimize the conditions of the producers mullets and flatfishes in the period of reservation, maintaining before injections aging and maturing. In the development of biotechnology mass reproduction of marine fish, in order to optimize the culture conditions have been developed and put into production two types of industrial recirculation aquaculture systems of different functional purpose: reservations and maintaining before injections producers and for the incubation of eggs and rearing of larvae.

Assessment of the work of the recirculation systems of different designs showed that the most effective was the semi-submersible rig equipped with a rotating disk bacteria bed, which served as the prototype for industrial installations. Developed by design to deliver high performance and reliability of the technology of artificial reproduction mullets and flatfishes in all stages of cultivation.

**Key words:** mullets, flatfish, recirculation systems, the design, operational efficiency.

Одна из основных проблем, которые возникают при промышленном культивировании кефалевых: (лобана – *Mugil cephalus*; сингиля – *Liza auratus* и пиленгаса – *L. haematocheilus Temminck*) и камбаловых: (черноморского калкана – *Psetta maeotica* и глоссы – *Platichthys luscus*) рыб, – необходимость оптимизации условий выращивания и поддержания их на стабильном уровне в течение раннего онтогенеза (обычно до завершения метаморфоза). В этот период эмбрионы и личинки морских рыб наиболее требовательны к условиям среды, в связи, с чем к качеству воды предъявляются особые требования.

Для решения этой задачи при искусственном воспроизводстве кефалевых и камбаловых рыб неоднократно предпринимались попытки использования установок с замкнутым циклом водообеспечения. Перспективность таких работ была очевидна, но предлагаемые конструкции рециркуляционных систем не обеспечивали поддержание необходимых параметров среды, а сами установки являлись экспериментальными образцами, не пригодными для промышленного использования.

При разработке методов культивирования морских рыб перед нами стояла задача: разработать конструкцию промышленной установки с замкнутым циклом водоснабжения, способную обеспечить и долгосрочно

поддерживать оптимальные условия среды необходимые для культивирования кефалевых и камбаловых рыб в раннем онтогенезе.

### **Конструкция и эффективность работы рециркуляционных систем**

Испытывалось несколько различных образцов экспериментальных установок с оборотным водоснабжением. Рециркуляционная система (РС) № 1 включала: выростной бассейн из стеклопластика объемом 6 м<sup>3</sup> и блок очистки и регенерации воды. Механическим фильтром служил пластиковый лоток со сменными кассетами из нержавеющей сетки с фильтрующим материалом (стеклоткань, синтепон). Очищенная от механических примесей вода поступала на фильтр биологической очистки – контейнер с вертикально расположенными кассетами, заполненными измельченными раковинами устриц, гравием и известняком. После биофильтра вода подавалась в теплообменник. Заданный температурный режим обеспечивала система автоматической регуляции температуры. Бактерицидную обработку обеспечивал ультрафиолетовый облучатель. Очищенная вода подавалась в рыбоводные бассейны через крайзели, которые снижали скорости потока, насыщали воду кислородом и удаляли растворенное органическое вещество.

Прототипом данного контура послужила система, разработанная в США [1], – крайзели, работающие по принципу эрлифта, были изготовлены согласно рекомендациям Нэш и Шехадех [2], а состав наполнителя биофильтра был близок к запатентованному ранее [3].

Как показали проведенные исследования, РС № 1 имела ряд недостатков: слабую механическую очистку воды, сложное обслуживание, ограниченную проточность, малый рабочий объем.

В экспериментальной РС № 2 был использован иной тип биофильтра, и принцип механической очистки, чем в РС № 1.

Система включала два стеклопластиковых бассейна объемом по 3 м<sup>3</sup> каждый, из которых загрязненная вода подавалась в средний отсек биофильтра – стеклопластиковый лоток с шестью фильтрующими кассетами

заполненными смесью песка, гравия, битых створок моллюсков, керамическим субстратом и полиэтиленовыми гранулами. Наполнитель был помещен в мешки из мельничного газа, что позволяло легко промывать его по мере засорения. В последнем отсеке фильтра вода аэрировалась. Систем была оборудована блоком автоматической регуляции температуры. Вода в экспериментальной системе № 2 проходила трехкратную механическую и биологическую очистку и обеззараживание с помощью озона. Как дополнительный денитрофикатор в секциях фильтра, покрытых специальным светофильтром для создания благоприятного светового спектра, использовали бурую водоросль филофору, что в комбинации с механическим и биологическим фильтром обеспечивало высокую эффективность очистки воды от биогенных элементов. Вместе с тем, установка была сложна в обслуживании и имела малый рабочий объем выростных бассейнов.

По этой причине в состав экспериментальной системы № 3 было включено пять пластиковых рыбоводных бассейнов общим объемом 20 м<sup>3</sup>. Загрязненная вода подавалась на кассетный механический фильтр с загрузкой из песка и измельченных створок моллюсков и известняка, который одновременно выполнял функцию теплообменника. Здесь, также, осуществлялось пенное фракционирование и аэрация воды. После механической очистки вода поступала на биофильтр, представлявший собой пластиковую ёмкость, в которой на фторопластовых подшипниках был установлен вал с закрепленными на нем винипластовыми пластинами. Барабан биофильтра приводился в движение электродвигателем с помощью редуктора и шестеренчатой передачи. После биологической очистки и бактерицидной обработки воду подавали в рыбоводные бассейны. Объем водоподачи регулировался кранами.

Эта система была более простой в эксплуатации и обслуживании, а рабочий объем ее выростных бассейнов был втрое больше, чем в других экспериментальных установках.



Сравнительный анализ эффективности работы рециркуляционных выростных систем, конструкция которых рассмотрена выше, показал, что все они обеспечивали достаточно высокий уровень очистки воды (таблица 1).

**Таблица 1** – Эффективность утилизации токсичных азотистых соединений в рециркуляционных системах разной конструкции после ввода биофильтра в рабочее состояние

РС	Период наблюдения, суток										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Содержание аммиака NH <sub>3</sub> , мкг-ат/дм <sup>3</sup>											
№1	8,9	11,1	12,3	12,6	4,6	4,0	3,2	3,5	4,5	4,6	5,2
№2	10,5	11,5	11,8	10,3	4,1	3,8	4,5	4,7	4,6	4,6	4,5
№3	10,7	12,0	12,6	12,5	5,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,8	4,5
Содержание нитритов NO <sub>2</sub> , мкг-ат/дм <sup>3</sup>											
№1	4	24	21	10,5	8,4	7,5	7,2	6,8	6	7	6,5
№2	7,2	21,2	13	4	3,2	2,8	1,7	1,1	0,9	0,5	0,3
№3	7,5	18,6	12	6,5	5	4,1	4,6	4,3	4,8	4,5	4,7
Содержание нитратов NO <sub>3</sub> , мкг-ат/дм <sup>3</sup>											
№1	28	21,5	12,7	5,7	4,5	3,7	4	2,9	3,5	4	4,2
№2	30	25,2	9,5	4,2	4,7	4,5	4,5	4,2	4,4	4,5	4,3
№3	27	22,0	10,4	5,5	4,1	3,2	3,1	3,4	3,2	2,9	3,4

О высокой эффективности работы рециркуляционных установок свидетельствуют результаты эксперимента по выращиванию личинок кефали пиленгаса при температуре 18-20 °С, солености 17-18%. В РС № 1 (плотность посадки личинок кефали 35 экз./дм<sup>3</sup>) на 50 сутки выращивания, концентрация аммиака не превышала 5,2, а нитритов 6,5 мкг-ат/дм<sup>3</sup>.

В РС № 2 (плотность посадки личинок кефали 40 экз./дм<sup>3</sup>) – 4,5 и 4,7 мкг-ат/дм<sup>3</sup> соответственно. В РС № 3. при плотности посадки личинок 95-98 экз/дм<sup>3</sup>. после прохождения блока биологической очистки, концентрация токсичных соединений азота снижалась более чем в 2 раза (таблица 2).

**Таблица 2** – Эффективность работы РС № 3 при промышленном выращивании личинок кефали пиленгас (плотность посадки 95-98 экз./дм<sup>3</sup>)

Параметры	Период наблюдений, сутки						
	5	10	15	20	25	30	40
Содержание аммиака NH <sub>3</sub> , мкг-ат/дм <sup>3</sup>							
До фильтра	7,4	8,2	9,5	8,7	9,5	7,8	10,5
После фильтра	3,5	4,5	4,3	4,0	4,6	3,7	4,7
Содержание нитритов NO <sub>2</sub> , мкг-ат/дм <sup>3</sup>							
До фильтра	11,2	9,8	9,5	10	8,6	11,3	12,0
После фильтра	5,1	4,8	5,5	4,3	6,5	5,0	5,8

При выборе конструкции рециркуляционных систем, наиболее перспективной для промышленного использования, кроме эффективности очистки отработанной воды, мы учитывали и другие технические характеристики: рабочий объем выростных бассейнов, его отношение к объему биофильтра, энергетическую ёмкость, простоту в обслуживании, надежность в работе. По всем этим параметрам наиболее перспективной для промышленного внедрения оказалась конструкция РС № 3. Поэтому именно эта установка использовалась как базовая при разработке промышленной образца рециркуляционной системы. На её основе были разработаны и запущены в производство два типа промышленных рыбоводных установок с замкнутым циклом водообеспечения разного функционального назначения.

Первый тип установок был предназначен для инкубации икры и выращивания личинок морских рыб до жизнестойкой стадии. Второй – для резервации производителей кефалевых и камбаловых рыб их содержания в преинъекционный период и во время гормональной стимуляции.

Рециркуляционная установка для инкубации икры и выращивания личинок (вырастная система) включала три стеклопластиковых бассейна объемом 6 м<sup>3</sup> каждый, соединенных в единый контур (рисунок 6).

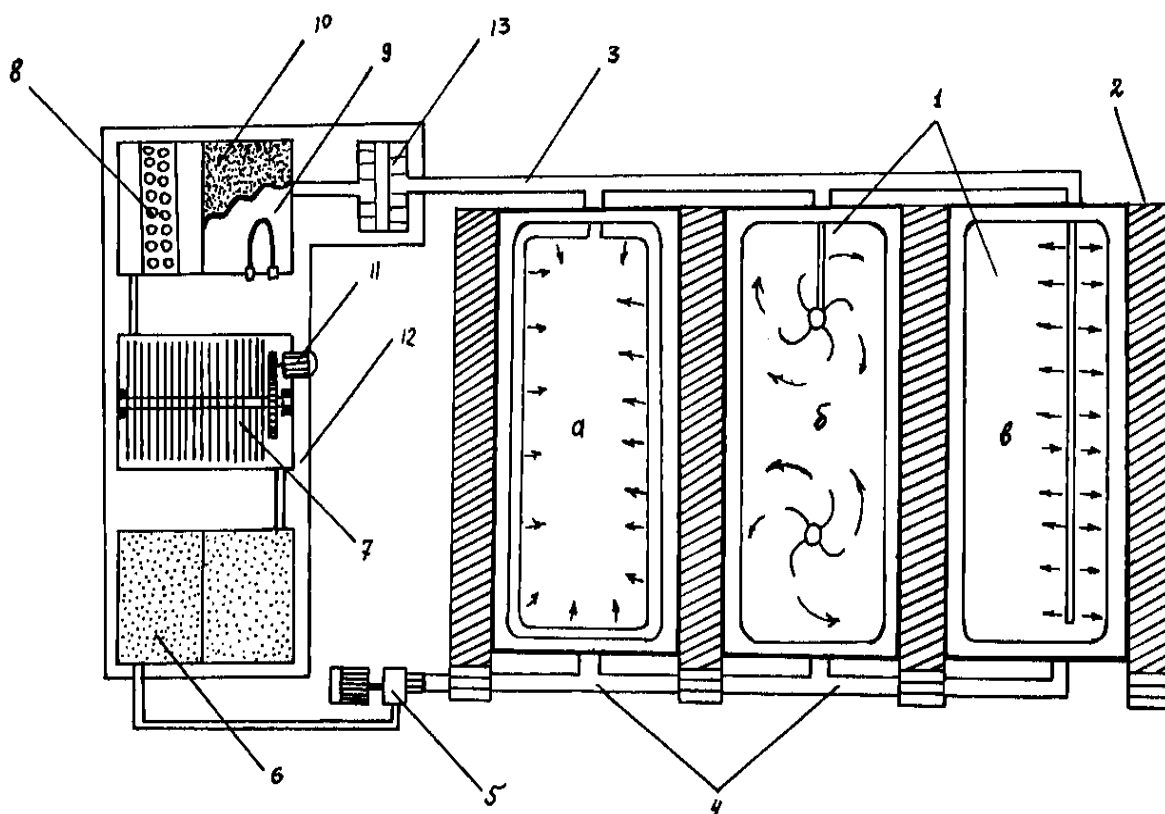
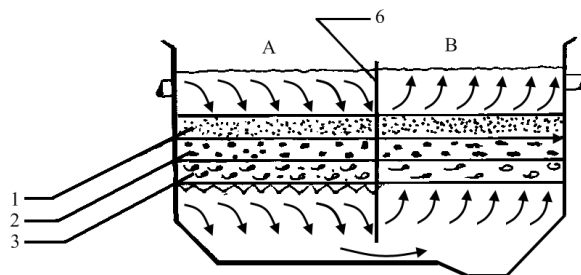


Рисунок 6 – Промышленная рециркуляционная установка для инкубации икры и выращивания личинок морских рыб.

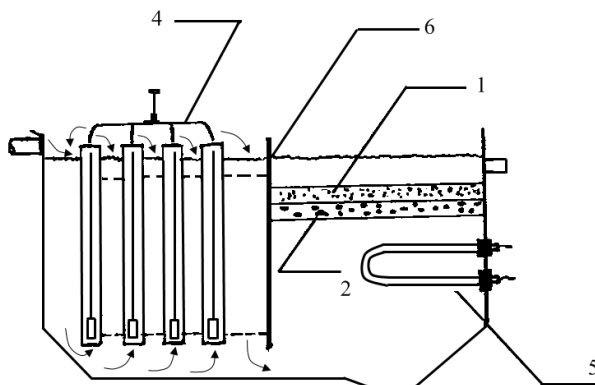
1-вырастные бассейны (а, б, в – типы вододачи); 2 – мостики для обслуживания; 3 – водоподающий коллектор; 4 – водосборный коллектор; 5 – рециркуляционный насос; 6 – механический фильтр-отстойник; 7 – биофильтр; 8 – пеногонные колонки; 9 – теплообменник; 10 – механический фильтр; 11 – электродвигатель с редуктором; 12 – эстакада; 13 – бактерицидная установка.

Загрязненная вода подавалась на трехступенчатый блок очистки. Скорость подачи воды регулировалась кранами отдельно для каждого бассейна. Грубую, механическую очистку воды, обеспечивал двухступенчатый песчано-гравийный фильтр-отстойник (рисунок 7) заполненный зернистым материалом

(размер частиц от 0,02 до 2,0 мм.). Фильтр компоновали в пластиковом корпусе, разделенном перегородкой на две секции А и В (рисунок 7а). Очистка фильтра проводилась методом противотока.



а) Механический фильтр отстойник



б) Фильтр, теплообменник, пеногонные колонки

*Рисунок 7 – Схема первой и третьей ступеней очистки*  
 1-3 – фильтрующий материал; 4 – пеногонные колонки; 5 – тэны; 6 – перегородка корпуса фильтра.

Биологическую очистку (второй этап) обеспечивал дисковый вращающийся фильтр конструкция которого описана выше. Промышленный образец отличался от экспериментального прототипа размерами, конструкцией и количеством дисков, расстоянием между пластинами. Общая рабочая площадь фильтрующей поверхности составляла в экспериментальном варианте – 165 м<sup>2</sup>, в промышленном – более 285 м<sup>2</sup>.

Процесс нитрификации требует большого количества кислорода. Конструкция биофильтра отвечает этим требованиям. Пластины-диски на которых нарастала бактериальная пленка находились в полупогруженном

состоянии в проточной ванне, где был установлен барабан. Благодаря постоянному вращению происходило обогащение бактериальной пленки кислородом и очистка поступающей загрязненной воды. После введения в рабочий режим система биологической очистки работала достаточно эффективно. При полной загрузке системы (плотность посадки личинок пиленгаса 110 экз./дм<sup>3</sup>) содержание в среде аммонийного азота не превышало 10 мкг-ат/дм<sup>3</sup>, а нитритного азота – 15 мкг-ат/дм<sup>3</sup> [7].

При увеличении нагрузки на блок биологической очистки пропорционально росла его производительность – интенсивности окисления азотных соединений. Третий блок очистки – пластиковый контейнер, разделенный на две секции. В первой размещался фильтр тонкой очистки, во второй – каскад пеногонных колонок (для дополнительной аэрации и выделения избытка органики). В нижней части корпуса фильтра находился блок автоматической терморегуляции (рисунок 7б). На выходе из третьего блока очистки вода подавалась на бактерицидную установку, оснащенную ультрафиолетовыми облучателями БУФ–600. Очищенная вода через регулируемую систему водоподачи поступала в выростные бассейны. Выростная рециркуляционная установка рассчитана на непрерывную работу в течение 150-180 суток с ежедневным пополнением 5-10% общего объема воды.

Установка для содержания производителей представляла собой упрощенный вариант выростной рециркуляционной установки. Она включала четыре стеклопластиковых бассейна общим объемом 12 м<sup>3</sup>, объединенных в единую систему, включавших механический и биологический фильтры и систему терморегуляции. Установка рассчитана на содержание производителей в течение 10-15 суток при ежедневной замене 10-15% объема воды. Предусмотрена возможность независимого отключения и сброса любого из бассейнов, входящих в состав установок. Обе установки изготовлены из коррозионно-стойких, нетоксичных материалов (пластик) и могут работать как в замкнутом, так и полузамкнутом или проточном режимах.

## **Выводы**

Оценка работы рециркуляционных систем разной конструкции показала, что наиболее эффективной оказалась ЗУ № 3, оснащенная полупогружным вращающимся дисковым биофильтром. На её основе было создано два типа промышленных рециркуляционных установок: для инкубации икры, выращивания личинок и мальков морских рыб, и для резервации и прединъекционного содержания производителей.

Конструкция промышленных рециркуляционных систем обеспечивала высокую производительность и надежность технологии искусственного воспроизводства кефалевых и камбаловых рыб на всех этапах культивирования.

Практика эксплуатации таких установок в различных питомниках показала, что они обеспечивали достаточно высокую степень очистки воды и технологичность всего процесса культивирования. Это позволяло получать в одной выростной системе за цикл выращивания (с марта по ноябрь) более 450 тыс. мальков пиленгаса, 216 тыс. глоссы, 288 тыс. калкана и по 100 тыс. сингиля и лобана.

## **Список использованных источников**

1. Filtracionno–recirkulyacionnaya system for maintenance of quality of water in a fish-breeder tank : Patent of the USA. – 1970. – N 3. – 661.262.
2. Nash C. E. Review of breeding and propagation technigues for grey mullet, *Mugil cephalus* L / Nash C. E., Shehaden Z. N. // ICLARM. – Manila : Philippines. - 1980. – 87 p.
3. System of nourishing environment : Patent of the USA. - 1968. - N 4. - 633.322.
4. Шекк П. В. Марикультура рыб и перспективы её развития в Черноморском бассейне / Шекк П. В., Куликова Н. И. – К. : ГЕОС, 2005. – 306 с.
5. Шекк П. В. Биолого-технологические основы культивирования кефалевых и камбаловых/ П. В. Шекк.– Херсон: ЧП Гринь Д.С., 2012.– 305 с.

**APPLICATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS "ALBUVIR"  
IN GROWING FRESHWATER MUSSELS AND CRAYFISH**

*O. Marenkov, E. Fedonenko, T. Nesterova, A. Naboka*

*Oles Honchar Dnipropetrovsk National University,  
Dnepropetrovsk, Ukraine*

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ  
«АЛЬБУВИР» В ВЫРАЩИВАНИИ ПРЕСНОВОДНЫХ МИДИЙ И  
ЛАНГУСТОВ**

*О. Маренков, Е. Федоненко, Т. Нестерова, А. Набока*

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,  
г. Днепропетровск, Украина*

**Abstract.** The article presents the results of biological studies of a new antiviral drug "Albuvir". We found a positive effect of the drug in growing crayfish and shellfish. We have noted an increase in weight gain by using aquatic 0.01% solution of the drug. The results obtained can be used in aquaculture to produce viable young aquatic organisms.

**Key words:** aquaculture, crayfish, the apple snails, "Albuvir".

**Реферат.** В статье представлены результаты биологических исследований нового противовирусного препарата «Альбувир». Был обнаружен положительный эффект применения препарата на растущих моллюсках и лангустах. Был отмечен рост привесов при использовании 0,01% водного раствора препарата. Полученные результаты могут быть использованы в аквакультуре для производства жизнеспособной молодежи водных организмов.

**Ключевые слова:** аквакультура, лангуст, ампулярии, «Альбувир».

**Introduction**

One of the important problems of modern aquaculture is to produce the planned number of high-quality planting material of cultivation objects. Growing success of viable young aquatic linked to a number of conditions and, above all, with full feeding and the use of natural dietary supplements. The use of stimulant drugs

can improve the immune system of aquatic organisms and to intensify the process of their cultivation.

Recent years, considerable attention is paid to the development of aquaculture and the search for promising targets for cultivation, which became popular among the invertebrates: crustaceans and molluscs.

### **Materials and methods**

The aim of the work was to develop ways to intensify the cultivation of aquatic organisms using the latest additive solution immunostimulatory peptides of low molecular weight acidic – "Albuvir". A feature of the drug is the almost complete lack of a toxicity (peptides are broken down into amino acids) and the impossibility of adaptation on the part of the virus and the animal - amino acids organize themselves in the body of the animal. The drug is widely used in animal husbandry and veterinary medicine as preventive and immunostimulatory drug, but it can also be used in fish farming and aquaculture.

The basis of the work was to determine the task of the new anti-virus biologically active drug "Albuvir" for growing juvenile snails and crayfish. As experimental facilities coeval marble parthenogenetic crayfish (*Procambarus fallax f. virginalis*, marbled crayfish) and mollusks of the family Ampullariidae (*Pomacea bridgesii*, the apple snails) were used.

For the experiment, selected crayfish and apple snails one generation and the same size and weight. Experiments were performed in aquarium conditions at the Department of General Biology and Aquatic biological resources of Oles Gonchar Dnepropetrovsk National University. A series of experiments was carried out in duplicate for crayfish and snails in particular. In each aquarium planted the same number of individuals. A weekly water changes in aquariums, and the drug "Albuvir" was added to the experimental aquariums. The concentration of drug in the water was 0,01%. Feeding shellfish and crabs was carried out once a day universal bottom feed brand Nature "Catfish", the daily dose – 5% by weight of aquatic organisms (in the control experiment and fed the same amount of feed).



## Results and discussion

In the experimental and control tank at the beginning of the experiment average weight of crayfish as experimental and control groups was  $0,06\pm 0,001$  g of oscillations between minimum and maximum weight does not exceed 10%. In assessing the weights the growth of crayfish was found that 10 weeks of the young ones in the experimental aquarium crayfish has increased by almost 4,6 times, while in the control aquarium – 3,6 times (table 1).

**Table 1** – Weighing indicator of crayfish

Indicators	The Experience, $M\pm m$	The Control, $M\pm m$
Initial weight, grams	$0,06\pm 0,001$	$0,06\pm 0,001$
Final weight, grams	$0,28\pm 0,003$	$0,22\pm 0,003$

At the end of the experiment the difference between the weight of the individual control and experimental aquaria was 27,2% ( $p<0,05$ ). It was noted that the experimental group of crayfish cases of cannibalism occurred 20% less likely than individuals in the control group.

In the experimental and control tank at the beginning of the experience of average weight of mollusks was 0,22 g (table 2).

**Table 2** – Weighing indicator of apple snails

№	The Date	The Experience, g, $M\pm m$	The Control, g, $M\pm m$
1	20.10.2014	$0,22\pm 0,02$	$0,21\pm 0,01$
2	27.10.2014	$0,38\pm 0,03$	$0,33\pm 0,02$
3	03.11.2014	$0,57\pm 0,05$	$0,48\pm 0,05$
4	10.11.2014	$0,77\pm 0,07$	$0,71\pm 0,03$
5	17.11.2014	$1,04\pm 0,10$	$0,82\pm 0,06$

When evaluating the performance apple snails growth was found that the experimental weight shellfish tank increased by 78%, while in the control tank – 57%.

The relative weight gain apple snails for the period of the experiment in the experiment was 1.5 times higher than in the controls. It is also found that the survival rate of fry mollusks and disease resistance for saprolegniasis was – 40%. The effectiveness of the use of artificial feed in experimental conditions has reached 25%.

### **Conclusions**

Thus, the application of the developed method of growing juvenile crayfish and mollusks with use of the drug "Albuvir" allows you to increase the rate of growth of aquatic species and to improve their immunity.

The studies developed recommendations for the use of the active drug "Albuvir" for cultivation and breeding crayfish and mollusks. The findings are the essential foundation for the optimization of biotechnology cultivation of freshwater aquatic organisms. The results of research have been implemented in the practice of veterinary center "Optim-Vet", and also filed for a patent.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ НЕРЕСТИЛИЩ НА  
ПРИМЕРЕ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА  
(ДНЕПРОПЕТРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)**

*А.А. Зинченко, И.Н. Кравцов, О.Н. Маренков*

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,  
Днепропетровск, Украина,*

**RECOMMENDATIONS ON RESTORATION OF SPAWNING SITES ON  
EXAMPLE OF ZAPOROZHSKOYE MAN-MADE LAKE  
(DNIPROPETROVSK REGION, UKRAINE)**

*A. Zinchenko, I. Kravtsov, O. Marenkov*

*Oles Honchar Dnipropetrovsk National University,  
Dnepropetrovsk, Ukraine*

**Реферат.** В статье приведены результаты исследований нереста промысловых видов рыб Запорожского водохранилища. Подтверждена эффективность использования искусственных нерестилищ на крупных континентальных водоемах. Приведены практические рекомендации по установке и эксплуатации нерестовых гнезд.

**Ключевые слова:** пастбищная аквакультура, Запорожское водохранилище, искусственные нерестилища, температура, рыбы.

**Abstract.** The article provides the findings of studying the spawning of commercially important species of fish found in Zaporozhskoye man-made lake. It was confirmed the efficiency of using man-made spawning sites in large-size continental water bodies. There given practical recommendation on setting and using spawning nests.

**Key words:** pasturable fish culture, Zaporozhskoye man-made lake, man-made spawning sites, temperature, fish.

**Введение**

На современном этапе развития пастбищного рыбоводства и аквакультуры возникает вопрос поиска путей повышения рыбопродуктивности внутренних водоемов с применением минимальных капиталовложений. Одним

из способов повышения рыбных запасов континентальных водоемов является восстановление естественных нерестилищ рыб.

На многих зарегулированных водоемах естественное воспроизводство аборигенных видов рыб находится под значительными стрессовыми факторами – нарушение уровневого режима в весенний период, неблагоприятное состояние нерестилищ, браконьерский лов рыбы во время нереста и т.д. Исправить ситуацию с нехваткой нерестилищ можно с помощью комплексных рыбоводно-мелиоративных мероприятий, которые являются достаточно трудоемкими и дорогими (создание стационарных нерестилищ, зарыбление, расчистка нерестилищ, дноуглубительные работы) или с помощью выставки искусственных нерестовых гнезд на период нереста, которые способны улучшить экологию нереста рыб в природных водоемах без значительных капиталовложений на экологические мероприятия.

Целью научных исследований стало изучение воспроизводства рыб на искусственных нерестилищах Запорожского водохранилища (бассейн реки Днепр, Днепропетровская обл., Украина).

Эксплуатация искусственных нерестилищ позволит рационально использовать рыбные ресурсы водохранилища и разработать комплексные мероприятия по улучшению условий воспроизводства водных биоресурсов.

### **Материал и методика**

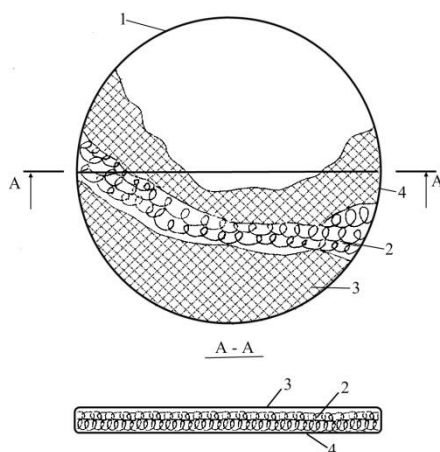
Исследования проводились весной 2013 г. на нижнем участке Запорожского водохранилища. Создание искусственных нерестилищ осуществлено сотрудниками ЧП «РИНа», которые и оказывали техническую поддержку научных работ. Биологический анализ материалов проводился согласно общепринятым ихтиологическим методикам [6]. Статистическую обработку материалов выполняли с использованием пакетов прикладных программ для персональных компьютеров Microsoft Excel и STATISTICA.

## Результаты и их обсуждение

В природных условиях обитания рыбы с дозрелыми половыми продуктами начинают нереститься при наличии подходящих условий среды – особи противоположного пола, оптимальная температура воды, наличие нерестового субстрата. В случае отсутствия подходящих условий, нерест рыб может не начаться, а половые продукты могут или подвергнуться резорбции, или могут быть сброшены. Чтобы не допустить срыва нереста из-за отсутствия нерестового субстрата, можно использовать искусственные нерестилища. Наличие нерестилищ создает приемлемые экологические условия для естественного созревания половых продуктов рыб и стимулирует начало нереста. В зависимости от экологических предпочтений рыб во время нереста и с целью улучшения условий для протекания нереста рыб можно использовать искусственные гнезда, искусственные нерестилища, искусственное покрытие для нереста рамочного типа, специальные укрытия для рыб.

Для компенсации сокращения естественных нерестилищ создаются искусственные нерестилища различного типа. Для фитофильных рыб в большинстве случаев создаются плавучие нерестилища. Они имеют особое значение в условиях сильных колебаний уровня воды, когда стационарные нерестилища оказываются малопригодными [5]. Искусственное нерестовое гнездо представляет собой укрепленное на металлическом обруче сетное полотно с ячейей 12–16 мм с капроновой щетиной (субстратом), окрашенной в цвета, наиболее привлекающие ту или иную рыбу в период нереста (рисунок 1).

На акватории Запорожского водохранилища комплекс рыбоводно-мелиоративных мероприятий достаточно стандартный. На протяжении последних лет – это установка искусственных нерестовых гнезд. Количество их из года в год меняется и зависит от финансирования и усилий пользователей водных биоресурсов. Так, в 2002 году было выставлено 16,8 тыс. шт. гнезд, в 2004-2005 гг. – эта цифра составила около 4,5-4,9 тыс. шт. соответственно. В 2008 году количество выставленных искусственных нерестилищ достигло 8,2 тыс. шт. [1, 2].



*Рисунок 1* – Схема нерестового гнезда: вид сверху и вид в разрезе по А–А: 1 – металлический каркас, 2 – нерестовый субстрат, 3-4 – верхний и нижний слой сетного полотна.

В 2010-2013 гг. ежегодно устанавливалось по 4,5 тыс. шт. гнезд на двух участках Запорожского водохранилища: Самарский залив (500 шт.) и нижний участок Запорожского водохранилища в районе балки Крупская (4000 шт.) [4]. Это количество искусственных нерестилищ в несколько раз меньше биологически обоснованного необходимого количества искусственных гнезд, которые рекомендуется выставлять в Запорожском водохранилище.

Отмечено, что искусственные гнезда достаточно эффективно используются плотвой, лещом и сазаном (карпом). Необходимо обратить внимание пользователей на то, что установка нерестовых субстратов улучшает качество воспроизводства рыбных ресурсов, увеличивает процент выживания икры и величину выхода молоди рыб [3, 4].

Весной 2013 года погодные условия для протекания нереста были не достаточно благоприятными. Наблюдалось значительное колебание температуры воздуха днем и ночью, поэтому вода прогревалась медленно. Подход производителей к нерестилищам был растянут во времени. Первой к искусственным нерестилищам подходила плотва. Появление производителей фиксировали 24.04.2013 г. при температуре воды +9 °С. Массовый нерест приходился на 28.04.2013 г. при температуре воды +11-12 °С (таблица 1). По завершению нереста плотвы отмечался подход окуня и серебряного карася,

эти рыбы частично поедали икру плотвы, отложенную на природных субстратах.

**Таблица 1** – Сроки нереста основных видов рыб на нерестилищах нижнего участка Запорожского водохранилища, 2013 г.

Виды рыб	Начало нереста	Температура воды, °С	Наличие нереста	Температура воды, °С	Окончание нереста	Температура воды, °С
Плотва	24.04.	9,0	27-2.05.	12,0	07.05.	15,0
Лещ	02.05.	14,0	09-12.05.	16,0	16.05.	18,0
Судак	06.05.	15,0	09-11.05.	15,5	15.05.	17,5
Карп	11.05.	16,0	16.05.	18	-	-

Нерест леща и сазана (карпа) в Запорожском водохранилище задержался из-за плохих погодных условий и холодной весны, поэтому начался в середине мая – 9-12.05.2013 г. при прогреве воды до +16 °С.

В весенний период наблюдались суточные колебания уровневого режима Запорожского водохранилища, которые в нижнем участке могли достигать 0,8 м. Нерестовые гнезда эффективно защищали отложенную икру от перепадов уровня воды. В результате использования нерестовых гнезд удалось получить около 56,68 млн. личинок рыб (таблица 2).

**Таблица 2** – Нерест рыб на искусственных нерестилищах в Запорожском водохранилище

Кол-во гнезд, шт.	Дата установки	Начало нереста рыб	Кол-во гнезд с икрой	Средняя навеска икры на гнезде, г	Кол-во икринок в 1 г	Выход личинок	Получено личинок, млн. шт.
4000	12.04 (2000 шт.)	24.04 (9 °С) (плотва)	3000	72	320	82%	56,68
	18.04 (2000 шт.)	20.05 (16,0 °С) (лещ, сазан)					

Отмечено, что производители фитофильных рыб подходят к нерестилищам не одновременно, а в несколько подходов. Из-за того, что гнезда были выставлены почти одновременно, они были практически полностью использованы первыми группами производителей. Также из-за того, что искусственные нерестилища были выставлены достаточно рано (при температуре 5 °С) и редко промывались, их часть была заилена, поэтому не использовалась в нересте.

### **Рекомендации по установке и обслуживанию нерестовых гнезд**

С целью рационального использования искусственных нерестилищ, рекомендуем выставлять нерестовые гнезда поэтапно, в соответствии прогреву воды и подходу производителей разных видов рыб (или целенаправленно выставлять гнезда к каждому подходу производителей) к местам нереста. Лучшее время установки нерестилищ – перед нерестом, при установлении температуры на 2–3 °С ниже нерестовой. Это оптимизирует использование дополнительных нерестовых площадей. В случае, если нерестовый субстрат заполнен икрой рыб на 75%, а нерест рыб еще продолжается, рекомендуется производить дополнительную установку нерестовых гнезд. Для предотвращения заиления нерестовых субстратов необходимо каждые два дня промывать нерестовые гнезда, удалять посторонние предметы с них, отмечать наличие икры.

Учитывая площадь Запорожского водохранилища и количество производителей фитофильных видов рыб, в 2015 году количество выставляемых искусственных нерестилищ в водохранилище должно быть не меньше 40 тыс. шт.

Использование искусственных нерестилищ позволит оптимизировать природное воспроизводство рыб и восстановить нерестовые площади: к 2018 году всего 0,303 га, в том числе: в 2015 г. – 0,101 га, 2016 г. – дополнительно 0,0505 га, 2017 г. – дополнительно 0,07575 га, 2018 г. – дополнительно 0,07575 га.



Работы с нерестовыми гнездами должны проводиться как пользователями водных биоресурсов, так и органами государственной власти, но под контролем органов рыбоохраны и экологии, а также при сопровождении научно-исследовательских организаций.

### **Список использованных источников**

1. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (Cyclostomata). Риби (Pisces) [Текст] / В. Л. Булахов, Р. О. Новіцький, О. Є Пахомов, О. О. Христов – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2008. – 304 с.

2. Екологічний стан біоценозів Запорізького водосховища в сучасних умовах: монографія [Текст] / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, та ін. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2009. – 232 с.

3. Маренков О.Н. Использование искусственных нерестилищ с целью повышения воспроизводства карповых рыб в условиях Запорожского водохранилища // «Биосистема: от теории к практике». Сборник тезисов. – Пушино, 2013. – с. 86 – 87.

4. Маренков О.Н., Романченко И.Н. Эффективность использования искусственных нерестилищ на акватории Запорожского водохранилища // Рыбоводство и рыбное хозяйство №1 // Москва, 2014. – С. 8 – 14.

5. Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1963. – 368 с.

6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.

**ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ  
ДОБАВКИ ТРЕПЕЛ В КОРМАХ ДЛЯ КАРПА**

*Н.Н. Гадлевская, И.А. Орлов, М.Н. Тютюнова, С.М. Дегтярик,  
И.Н. Селивончик*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**FIRST EXPERIENCE OF APPLICATION OF NATURAL MINERAL  
ADDITION TRIPOLI IN FORAGE FOR A CARP**

*N. Hadlevkaya, I. Orlov, M. Tiutiunova, S. Dzjahtsiaryk, I. Selivonchik*

*RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Реферат.** В статье изложены результаты применения природной минеральной добавки трепел в рационе сеголетков карпа. Установлено, что добавка способствует усвоению питательных веществ корма и улучшению всех обменных процессов, что отражается на увеличении темпа роста сеголетков, их выживаемости и продуктивности, а выращенная рыба на таком рационе обладает хорошим физиологическим состоянием.

**Ключевые слова:** комбикорм, сеголеток, темп роста, выживаемость, продуктивность.

**Abstract.** The article presents the results of applying natural mineral supplements Tripoli in the diet of carp fingerlings. It is established that promotes the absorption of nutrients feeds and the improvement of all metabolic processes, which is reflected in the increase in the growth rate of fingerlings, survival and productivity, and the grown fish on such a diet has good physiological state.

**Key words:** mixed fodder, fingerlings, rate of growth, vitality, productivity.

**Введение**

Кормление рыбы является одним из основных методов интенсификации прудового рыбоводства, позволяющий увеличить выход рыбной продукции с единицы водной площади. Повысить полноценность рационов для рыбы можно

за счет обогащения их комплексными кормовыми добавками. Поскольку привозные минеральные добавки имеют высокую стоимость, то решением этой проблемы является использование местных природных источников, одним из которых в республике является трепел. Использование минеральной добавки на основе трепела изучалось белорусскими исследователями на сельскохозяйственных животных и птице. Установлено, что применение трепела улучшает обменные процессы в организме животных, способствует наиболее полному перевариванию кормов и снижает их заболеваемость [1,2]. Для полноценного использования данного минерала в рыбоводстве необходимо знать все его свойства и возможности. Впервые нами были проведены исследования по возможности применения трепела как природной минеральной добавки в кормах для сеголетков карпа, где изучалось её влияние на рост и его физиологическое состояние.

### **Материалы и методы**

Материалом исследований служили мышцы и кровь сеголетков, выращиваемых на рационе с введением 1,5% трепела в состав комбикорма. Испытания проводились на выростных прудах СПУ «Изобелино». Пруды были зарыблены личинкой полученной при заводском нересте с плотностью посадки 30,0 тыс. экз./га. Схема зарыбления представлена в таблице 1.

**Таблица 1** – Схема зарыбления опытных и контрольных прудов (СПУ «Изобелино», 2014 г.)

Наименование и № пруда	Площадь пруда, га	Посажено, тыс. экз.	Плотность посадки, тыс. экз./га
В-9 контрольный	0,08	2,4	30,0
В-10 контрольный	0,09	2,7	30,0
В-12 опытный	0,15	4,5	30,0
В-13 опытный	0,12	3,6	30,0

В опытных прудах (В-12, В-13) в течение всего сезона сеголеток получал комбикорм рецепта К-110 с вводом 1,5% трепела. В контрольных прудах (В-9, В-10) – комбикорм рецепта К-110 без трепела. Кормление рыбы в опытных и контрольных прудах осуществлялось вручную, на кормовые столики, два раза в сутки по нормам кормления с учетом температуры и содержания в воде растворенного кислорода. Интенсивность роста карпа контролировали посредством проведения контрольных обловов каждые 10 дней. Скорость роста сеголетков рассчитывали по Винбергу Г.Г. [3].

Кровь для гематологических исследований отбирали методом иссечения хвостового стебля у 10 рыб из каждого варианта опытов. В качестве антикоагулянта использовали гепарин 1:5000 ед. Для получения сыворотки кровь отбирали в отдельные пробирки, без добавления антикоагулянта. Сыворотку крови отбирали в этот же день после ее отстаивания. Содержание общего белка крови, гемоглобина, количество эритроцитов, лейкоцитов, СОЭ, а также лейкоцитарную формулу крови определяли по общепринятым в гематологической практике методам [4, 5, 6]. Биохимические показатели мышц определяли по общепринятой методике [7].

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Исследования действия кормов с включением трепела на рост сеголетков выявили определенную закономерность в динамике роста подопытной рыбы. В первый месяц выращивания существенных отличий по динамике изменений живой массы в опыте и контроле не наблюдалось. Начиная со второго месяца выращивания темп роста сеголетков в опытной группе увеличился по сравнению с контрольной (рисунок 1).

Результаты осеннего облова показали (таблица 2), что среднештучная масса опытных сеголетков была в среднем на 17,0% выше массы контрольных. Выход в опытных прудах был на 19,1% и продуктивность на 25,1% больше, чем в контрольных, при равных кормовых затратах 3,0.

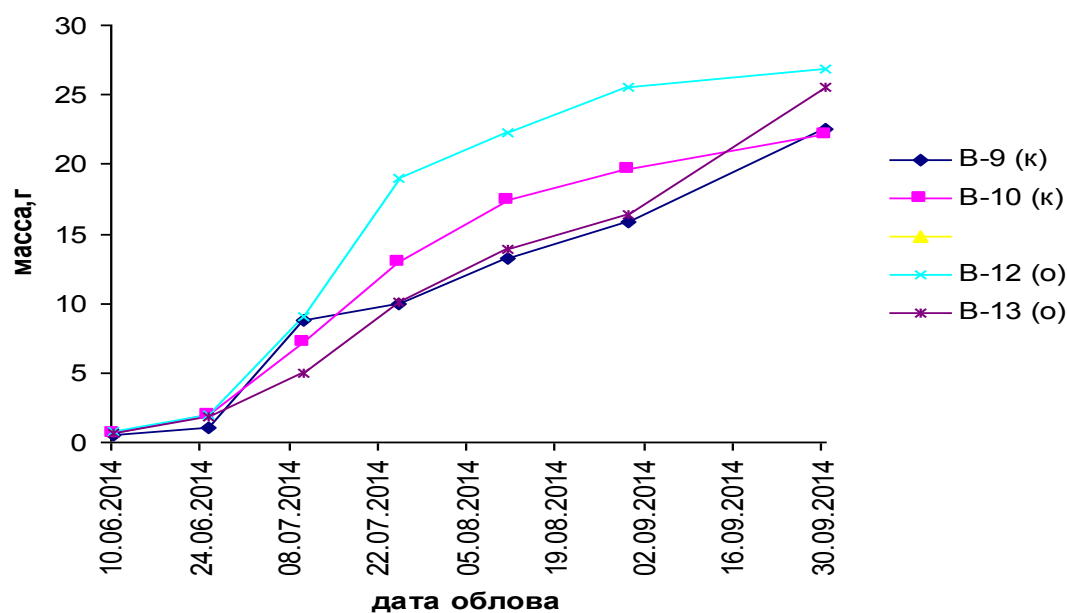


Рисунок 1 – Темп роста сеголетков карпа в опытных и контрольных выростных прудах СПУ «Изобелино», 2014 г.

Таблица 2 – Результаты выращивания сеголетков карпа в выростных прудах СПУ «Изобелино», 2014 г.

Назначение прудов	Посажено личинки, тыс. шт./га	Выловлено		
		выход, %	средне-штучная масса, г	кг/га
Контрольные	30,0	48,1	16,5	301,7
Опытные	30,0	57,3	19,3	377,5
<b>% к контролю</b>		<b>119,1</b>	<b>117,0</b>	<b>125,1</b>

Об изменениях, происходящих в организме рыбы под влиянием качественной специфичности используемых кормов, судили по химическому составу мышц и крови после окончания опыта. В связи с чем, нами изучалось содержание сухого вещества, сырого протеина, жира в мышцах сеголетков и гематологические показатели крови. Как показали результаты исследований (таблица 3) такой усредненный показатель, как упитанность по Фультону у всех рыб в опыте и контроле был примерно одинаковым и отвечал градации «хорошая».

Содержание влаги и сухого вещества в теле сеголеток, как в опытной, так и в контрольной группе было схожим. Содержание белка было на 11,2% больше в мышцах у сеголеток опытной группы, получавшей корма с трепелом, чем в контрольной группе. Содержание жира в теле рыбы определяется балансом питательных веществ и направлением метаболических процессов. Однако повышение жирности не всегда является показателем благополучия. Например, если в рационе карпа не хватает фосфора, то жирность его тела существенно превышает норму [8]. Как показали исследования, жира отложенного в мышцах контрольных сеголетков было на 37,1% больше, чем у опытной рыбы и на 28,0% больше нормы. Таким образом, это может свидетельствовать о том, что опытный корм с минеральной добавкой был лучше сбалансирован по фосфору, чем контрольный корм без минеральной добавки.

В целом все показатели находились в пределах нормативных значений для карпа этого возраста.

В процессе исследования физиологического состояния рыб, получающих искусственные корма с трепелом, обращали внимание на такие показатели крови, которые наиболее чувствительны к составу пищи. Это гемоглобин, эритроциты и содержание белка в сыворотке крови. Как показали результаты исследований (таблица 4), содержание гемоглобина и количество эритроцитов у сеголетков из опытных прудов находятся на высоком уровне, равно как содержание белка в сыворотке крови.

Содержание общего белка в сыворотке крови в группе опытных сеголетков было больше в 1,2 раза, чем в контрольной. По сравнению с контролем в крови у опытных сеголетков было больше гемоглобина и количество эритроцитов на 10,3% и 16,3% соответственно. Эти показатели свидетельствует о высокой жизнестойкости выращенной рыбы. Лейкоцитарная формула крови у сеголетков обеих групп была схожей без значительных колебаний и находилась в пределах физиологической нормы.

**Таблица 3 – Биохимические показатели мышц сеголетков карпа**

Наименование образца	Коэффициент упитанности по Фультону	Содержание влаги, % $\pm$ Sx	Содержание сухого вещества, % $\pm$ Sx	Содержание протеина, % $\pm$ Sx		Содержание сырого жира, % $\pm$ Sx		Содержание золы, % $\pm$ Sx	
				в сухом веществе	в сыром веществе	в сухом веществе	в сыром веществе	в сухом веществе	в сыром веществе
Опытный	3,42 $\pm$ 0,05	74,92 $\pm$ 0,38	25,10 $\pm$ 0,38	66,32 $\pm$ 0,9 9	16,61 $\pm$ 0,1 7	22,3 $\pm$ 1,02	5,6 $\pm$ 0,29	11,58 $\pm$ 0,9 6	2,91 $\pm$ 0,25
Контрольный	3,36 $\pm$ 0,04	74,85 $\pm$ 0,38	25,15 $\pm$ 0,38	59,5 $\pm$ 1,65	14,94 $\pm$ 0,3 3	31,56 $\pm$ 0,9 9	7,68 $\pm$ 0,39	9,97 $\pm$ 0,69	2,5 $\pm$ 0,18
Норматив	2,4-3,5	75,0-76,0	24,0-25,0	58,3-70,8	14,9-17,0	16,5-24,0	4,0-6,0	8,3-9,6	2,0-3,1

**Таблица 4** – Основные гематологические показатели крови сеголетков карпа

Наименование показателей	Опыт	Контроль	Норматив	
СОЭ, мм/ч	1,65±0,15	2,36±0,29	до 4,0	
Общий белок, %	4,49±0,28	3,65±0,34	3,0-4,5	
Гемоглобин, г/л	88,3±1,07	80,05±1,73	75-88	
Эритроциты, млн./мкл	1,78±0,04	1,53±0,07	1,4-1,7	
Лейкоциты, тыс./мкл	24,36±0,74	26,0±0,66	9,0-27,0	
Лейкоцитарная формула, %				
Лимфоциты	83,5±1,07	80,9±1,12	80-98	
Моноциты	11,5±1,00	11,9±0,77	8,7-16,7	
Нейтрофилы	палочкоядерные	1,4±0,31	1,1±0,31	0,4-1,4
	сегментоядерные	0,8±0,25	1,1±0,41	0,4- 1,3
Эозинофилы	2,7±0,52	3,1±0,35	0-4,0	
Базофилы и псевдобазофилы	0,8±0,29	1,1±0,35	0,75-1,2	

Как показали результаты исследований, включение 1,5% трепела в рацион сеголетков карпа способствует полному усвоению питательных веществ корма, улучшению всех обменных процессов и позволяет выращивать рыбу с хорошим физиологическим состоянием.

### **Заключение**

Таким образом, включение трепела как минеральной добавки в рацион сеголетков карпа способствует усилению обменных процессов, что положительно сказывается на накоплении в теле сухого вещества, белка и жира. А гематологические и биохимические показатели крови свидетельствуют о высокой жизнестойкости выращенной рыбы на таком рационе.



## **Список использованных источников**

1. Большакова Л.П., 2010. Трепел как минеральная добавка в рационе кур-несушек. – Ученые записки учреждения образования "Витебская государственная академия ветеринарной медицины": научно-практический журнал. – Т. 46, вып. 1, ч. 2. – С. 107-111.
2. Голушко В.М., Козинец А.И., Надаринская М.А., Голушко О.Г., Козинец Т.Г., 2013. Трепел месторождения «СТАЛЬНОЕ» Хотимского района Могилевской области в кормлении молодняка крупного рогатого скота. – Рекомендации – Жодино. – 12 с.
3. Винберг Г.Г., 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г.Г.Винберг. – Мн. Изд-во: Белгосуниверситет им. В.И.Ленина. – 250 с.
4. Методические указания по проведению гематологического обследования у рыб: Утв. Минсельхозпродом России 0.2.02.1999. – М.: ВНИИПРХ, 1999. – 38 с.
5. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. – Л.:ГосНИОРХ, 1974. – 40 с.
6. Иванова Н.Т., 1983. Атлас клеток крови рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – С. 64-73.
7. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы.- М.: ВНИИПРХ, 1986. – 50 с.
8. Ананьев, В.И., 1967. Влияние условий выращивания на качественный состав резервного жира однолетнего карпа. Обмен веществ и биохимия рыб. – Москва: Наука. – С. 324-328.

## ОЦЕНКА РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕХСУТОЧНЫХ ЛИЧИНОК КАРПА

*Р. Цыганков*

*УО «Белорусская сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь*

## ESTIMATION OF SIZE AND WEIGHT PROFILES OF CARP THREE-DAY LARVAE

*R. Tzygankov*

*Belarusian State Agricultural Academy,  
Gorki, Republic of Belarus*

**Реферат.** В работе проведена сравнительная оценка размерно-весовых показателей трехсуточных личинок карпа при скрещивании белорусских пород с породами зарубежной селекции, а также чистых пород и линий карпа отечественной и зарубежной селекции.

В результате проведения нереста заводским способом получены 16 реципрокных комбинаций скрещиваний карпов белорусской селекции с импортными породами.

Установленные различия массы и длины трехсуточных личинок гибридов с их родительскими формами позволяют определить эффект гетерозиса с помощью индексов гетерозиса (ИГ, %).

Среди двухпородных гибридов самыми значительными преимуществами по весовым показателям личинок обладает гибрид немецкий х лахвинский зеркальный (ИГ=59,18%) и немецкий х лахвинский чешуйчатый (ИГ=56,7%), а преимуществом по линейным показателям обладают личинки гибрида столин XVIII х немецкий (ИГ=15,75%) и смесь зеркальная х немецкий (ИГ=12,88%).

**Ключевые слова:** личинки, карп, породы, гибриды, эффект гетерозиса, размерно-весовые показатели.

**Abstract.** The paper provides the comparison estimation of size and weight profiles of carp three-days larvae at crossing Belorussian breeds with foreign breeds and also pure breeds and carp lines of domestic and foreign selection.

As a consequence of spawning by industrial method there were obtained 16 reciprocal combinations of crossing the carps of Belorussian selection with imported breeds.

The differences discovered between weight and length of three-day hybrid

larvae and their parental forms are helpful for defining heterosis effect by means of Heterosis Indices (HI,%).

Among two-breed hybrids the most significant advantages in terms of larvae showings are possessed by German x Lakhvinski mirror (HI=59,18%) and German x Lakhvinski scaly hybrid (HI=56,7%) and advantages in terms of linear showings are with larvae of StolinXVIII x German hybrid ( HI=15,75%) and Mirror x German mixture ( HI-12,88%).

**Key words:** larvae, carp, breeds, hybrids, heterosis effect, size-weight indices.

## **Введение**

Искусственный метод воспроизводства позволяет продлить вегетационный период за счет получения личинок в более ранние сроки. В дальнейшем вылупившихся личинки содержат в течение 2-3 суток до перехода к смешенному питанию. Вначале личинки питаются эндогенного – используют запасы питательных веществ, содержащиеся в желточном мешке. В дальнейшем в воду добавляют биологически-активные вещества, способствующие увеличению жизнеспособности. Нами с этой целью применялась боенская кровь [5].

## **Анализ источников**

Для получения жизнестойкого потомства лучше всего использовать самок карпа в возрасте 6-10 лет, а самцов 4-8 лет, которые отличаются хорошо выраженными половыми признаками [12]. При правильном подборе производителей можно получить потомство, которое будет обладать эффектом гетерозиса. Под термином «гетерозис» понимают увеличение жизнеспособности, мощности развития гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами [13]. Эффект гетерозиса проявляется на всех этапах развития организма. Научный и практический интерес в рыбоводстве представляет оценка проявления эффекта гетерозиса на всех этапах выращивания товарной продукции, в том числе и на начальных стадиях развития. Правильно подобранные компоненты скрещиваний, дают потомство с высокой степенью гетерозиса [3,4].

## **Материал и методика исследования**

Целью работы является сравнительная оценка размерно-весовых показателей трехсуточных личинок при скрещивании белорусских пород и линий карпа с породами карпа зарубежной селекции, а также чистых пород и линий карпа отечественной и зарубежной селекции успешно разводимых в Беларуси.

Воспроизводство чистых линий карпа и проведение экспериментальных скрещиваний проводили в селекционно-племенном участке «Изобелино» РУП «Институт рыбного хозяйства» в 2014 г. Межпородные кроссы получены по схеме диаллельных и сетевых пробных скрещиваний [7].

Материалом для получения межпородных кроссов являлись три прошедших апробацию породы белорусской селекции: лахвинский чешуйчатый и зеркальный карп; изобелинский карп, включающий четыре отводки (три прим – 3', смесь зеркальная – см.з., смесь чешуйчатая – см.ч. столин XVIII– ст. XVIII); тремлянский карп, включающий две линии чешуйчатую и зеркальную; а также импортные породы – фресинет, немецкий, югославский, сарбомянский карпы [1,8,9,11,14].

Получение чистопородного помесного потомства проводили по общепринятым и разработанным лабораторией селекции и племенной работы РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси» методикам [2,10].

Статистическую обработку собранного материала проводили по общепринятой методике и в программе «Статистика» [6].

## **Результаты исследований и их обсуждение**

Схема межпородных реципрокных скрещиваний предусматривает получение прямых и обратных гибридов некоторых линий белорусской селекции с югославским, немецким, сарбомянским карпами и карпами породы фресинет.

В результате проведения нереста заводским способом получены 16 реципрокных комбинаций скрещиваний карпов белорусской селекции с

импортными породами.

Средняя масса гибридных личинок колебалась от 1,05 мг (немецкий х столин XVIII) до 2,25 мг (сарбоянский х столин XVIII), составляя в целом 1,67 мг. У чистопородных карпов минимальная масса личинок отмечена у немецкого карпа (1,11), максимальная у фресинета (1,54). Длина трехсуточных гибридных личинок в среднем составила 5,72 мм, с колебаниями от 4,90 (немецкий х столин XVIII) до 6,30 (смесь зеркальная х немецкий). Среди чистопородных форм меньшей длиной личинок характеризовался немецкий карп (4,98 мм), большей отводка изобелинского карпа смесь зеркальная (6,20 мм) (таблица 1).

**Таблица 1** – Размерно-весовые показатели личинок

Породная принадлежность	Трехсуточные личинки			
	m, масса, мг		l, длина, мм	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv
<b>Породы, линии:</b>				
столин XVIII	1,50±0,007	2,6	5,30±0,04	4,1
смесь зеркальная	1,40±0,008	3,2	6,20±0,06	5,3
лахвинский зеркальный	1,34±0,005	2,0	5,90±0,03	2,8
лахвинский чешуйчатый	1,20±0,006	2,7	5,69±0,05	4,8
югославский	1,48±0,008	3,0	5,09±0,02	2,1
фресинет	1,54±0,007	2,5	5,12±0,02	2,1
немецкий	1,11±0,010	4,9	4,98±0,05	5,5
сарбоянский	1,40±0,009	3,5	5,54±0,04	3,9
<b>Гибриды:</b>				
немецкий х столин XVIII	1,05±0,007	1,2	4,90±0,06	5,6

### Продолжение таблицы 1

сарбоянский х столин XVIII	2,25±0,020	2,2	5,21±0,04	4,2
столин XVIII х немецкий	1,53±0,009	3,2	5,95±0,07	6,4
столин XVIII х сарбоянский	1,69±0,008	2,6	5,90±0,05	4,6
столин XVIII х фресинет	1,70±0,007	2,2	5,81±0,03	2,8
столин XVIII х югославский	1,85±0,009	2,7	5,90±0,06	5,8
немецкий х смесь зеркальная	1,29±0,005	2,1	4,50±0,07	8,5
смесь зеркальная х немецкий	1,70±0,009	2,9	6,30±0,09	7,8
сарбоянский х смесь зеркальная	1,34±0,007	2,9	6,00±0,05	4,6
смесь зеркальная х сарбоянский	1,65±0,009	3,0	5,80±0,04	3,8
смесь зеркальная х югославский	1,69±0,008	2,6	6,00±0,06	5,5
немецкий х лахвинский чешуйчатый	1,81±0,006	1,8	5,90±0,03	2,8
немецкий х лахвинский зеркальный	1,95±0,010	2,8	6,10±0,04	3,6
лахвинский зеркальный х фресинет	1,97±0,009	2,5	5,54±0,05	4,9
сарбоянский х лахвинский зеркальный	1,44±0,008	3,0	5,67±0,04	3,9
сарбоянский х лахвинский чешуйчатый	1,85±0,004	1,2	6,01±0,07	6,4
$\bar{x}$	1,67±0,002	2,4	5,72±0,01	5,1

Низкие величины коэффициентов вариации свидетельствуют о незначительной изменчивости в каждой исследованной опытной группе.

Установлено, что по массе трехсуточных личинок все гибриды в большей или меньшей степени превосходят родительские. Большая длина личинок у гибридов по сравнению с материнской формой была отмечена у 10 из 16

комбинаций скрещиваний. По данному признаку 6 гибридов уступали материнской форме скрещивания. Длина трехсуточных личинок у 11 гибридов оказалась выше по сравнению с отцовской формой скрещиваний. 5 гибридов уступали отцовской форме.

Отличия длины личинок от среднего значения родительских форм у большинства гибридов также положительные (13 из 16). В целом, проведенный нами анализ, указывают на преимущества личинок гибридов по размерно-весовым показателям.

Установленные различия массы и длины трехсуточных личинок гибридов с их родительскими формами позволяют определить эффект гетерозиса с помощью индексов гетерозиса (ИГ, %) (таблица 2).

**Таблица 2** – Индекс гетерозиса (ИГ) по размерно-весовым показателям личинок

Гибрид	ИГ, %	
	по m	по l
немецкий х столин XVIII	(-19,54)	(-4,66)
сарбянский х столин XVIII	55,17	(-3,87)
столин XVIII х немецкий	17,24	15,75
столин XVIII х сарбянский	16,55	8,85
столин XVIII х фресинет	11,84	11,51
столин XVIII х югославский	24,16	13,57
немецкий х смесь зеркальная	5,3	(-19,49)
смесь зеркальная х немецкий	35,45	12,88
сарбянский х смесь зеркальная	(-4,28)	2,2
смесь зеркальная х сарбянский	17,85	(-1,19)

## Продолжение таблицы 2

смесь зеркальная х югославский	17,36	6,28
немецкий х лахвинский чешуйчатый	56,7	10,59
немецкий х лахвинский зеркальный	59,18	12,13
лахвинский зеркальный х фресинет	36,8	0,54
сарбоянский х лахвинский зеркальный	5,1	(-0,87)
сарбоянский х лахвинский чешуйчатый	42,3	7,03

*Примечание: отсутствие эффекта гетерозиса прописано в скобках.*

В целом из 16 гибридов 14 характеризовались положительными значениями индексов гетерозиса по массе, то есть их показатели были выше, чем среднее арифметическое значение признака родительских форм. Масса трехсуточных личинок двух гибридов наоборот оказалась ниже, чем средняя масса личинок родительских форм.

По длине трехсуточных личинок эффект гетерозиса ниже, чем по их массе. Максимальный индекс гетерозиса по этому признаку составляет 15,75%, против 59,18% по массе. Пять гибридов характеризовались отрицательными величинами индекса гетерозиса по длине.

### Выводы

Проведенная комплексная оценка размерно-весовых показателей трехсуточных личинок карпа показала: что среди двухпородных гибридов самыми значительными преимуществами по весовым показателям личинок обладает гибрид немецкий х лахвинский зеркальный (ИГ=59,18%) и немецкий х лахвинский чешуйчатый (ИГ=56,7%), а преимуществом по линейным показателям обладают личиноки гибрида столин XVIII х немецкий (ИГ=15,75%) и смесь зеркальная х немецкий (ИГ=12,88%).

### Список использованных источников

1. Башунова Н.Н. - 1994. Возможность выращивания помесей карпа в



условиях Белоруссии./ Н.Н. Башунова., М.В. Книга // Изв. ААН Республики Беларусь. – 1994. – N2. – С. 93-96.

2. Катасонов В.Я. – 1988. Инструкция по бонитировке карпов. М. "Агропромиздат" - 1988. – 25 с.

3. Кирпичников В.С. – 1987. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников – Л., Наука, 1987. – 519 с.

4. Книга М.В. – 2009. Проявление эффекта гетерозиса у двухлетков двухпородных кроссов карпа /М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Ус, А.П. Семенов, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Л.С. Дударенко //Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып. 25.– Минск, 2009. – С.14-27.

5. Пат. 6501 МКИ А 01 К 61/100 Способ повышения жизнеспособности карпа на ранних этапах развития [Текст] / А.И. Чутаева, Г.А. Прохорчик, М.В. Книга, И.В. Чимбур, А.П. Ус, Л.М. Вашкевич, Л.С. Тентевицкая - № а 20000662, заявл. 07.07. 00; зарегистр. 19.05.04.

6. Рокицкий П.Ф. – 1973. Биологическая статистика. /П.Ф. Рокицкий - Мн. "Вышэйшая школа", 1973. – С. 24 – 53.

7. Савченко В.К. – 1973. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм./В.К. Савченко.//Методика генетико-селекционного и генетического экспериментов. - Мн., 1973. – С. 48 - 77.

8. Семенов, А.П. – 1994. Создание селекционной чешуйчатой отводки тремлянского карпа, маркированной по локусу трансферрина / А.П. Семенов, Е.В. Таразевич, Л.С. Дударенко // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч.тр. – Вып. 12. – Минск, 1994. – С. 28-35.

9. Семенов, А.П. – 1995. Формирование селекционируемой зеркальной отводки тремлянского карпа / А.П. Семенов, Е.В. Таразевич, Л.С. Дударенко // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. – Вып. 13.– Минск, 1995. – С. 134-142.

10. Таразевич Е.В. – 2005. Опыт повышения жизнестойкости предличинок карпа. / Е.В. Таразевич, Г.А. Прохорчик, М.В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2005. – Вып. 21 – С. 40-44.
11. Таразевич Е.В. – 2008. Породы карпа Республики Беларусь / Семенов А.П., Книга М.В., Сазанов В.Б., Ус А.П., Дударенко Л.С., Вашкевич Л.М. // Каталог пород карпа стран Центральной и Восточной Европы. – М.: 2008. С. 5-13.
12. Таразевич Е.В. – 2009. Метод формирования генетически маркированных линий карпа на основе местных маточных стад /Е.В. Таразевич //Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Сб. науч. тр. – Вып.12. Ч. 2. – Горки, 2009. – С. 417- 426.
13. Турбин Н.В. – 1971. Генетика гетерозиса и методы селекции на комбинационную способность / Н.В. Турбин //Генетические основы селекции растений. – М.: Наука, 1971. – С. 112-155.
14. Чутаева А.И. – 1997. Рыбоводно-биологические и биохимико-генетические особенности карпов, разводимых в Республике Беларусь / А.И. Чутаева, Г.А. Прохорчик, Н.Н. Башунова, Е.В. Таразевич, А.П. Семенов, М.В. Книга, И.В. Чимбур, Р.З. Екельчик, Л.С. Дударенко, Л.М. Вашкевич, А.П. Ус // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Сб. науч. тр. - Вып. 15. – Минск, 1997. – С. 11-33.

# ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ

УДК 639.371.13

## ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЛАДШЕГО РЕМОНТА БЕЛОРУССКИХ ПОПУЛЯЦИЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

*С.В. Свенторжицкий\**, *М.В. Книга\**, *Е.В. Таразевич\**, *Л.М. Вашкевич\**,  
*Л.С. Тентевицкая\**, *Е.П. Глеб\*\**, *Е.С. Гук\*\**

*\* РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

*\*\*Учреждение образования «Полесский государственный университет»,  
г. Пинск, Республика Беларусь,  
e-mail: versa@tut.by*

## PHENOTYPICAL CHARACTERISTICS OF JUNIOR REPLACEMENT FOR BELORUSSIAN POPULATIONS OF DONALDSON TROUT

*S. Sventorzhitzi\**, *M. Kniga\**, *E. Tarazevich\**, *L. Vashkevich\**, *L. Tentevitskaya\**,  
*E. Gleb\*\**, *E. Guk\*\**

*\*RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

*\*\*Educational Establishment "Polessky State University",  
Pinsk, Republic of Belarus,  
e-mail: versa@tut.by*

**Реферат.** В настоящее время форелеводство Беларуси находится на первоначальной стадии развития. В республику из России и Польши завозятся оплодотворённая икра (на стадии глазка) и посадочный материал для товарного выращивания. Из части завезенного материала сформированы небольшие ремонтно-маточные стада, которые используются для воспроизводства. Согласно классификации предложенной Слуцким (1978), уровень изменчивости рассмотренных морфометрических признаков в зависимости от коэффициента вариации оценивается как низкий (5%) и средний (до 20%), что свидетельствует о стабильности популяций форели, имеющих в республике.

В целом белорусские популяции форели, несмотря на то, что завезенный материал был предназначен для товарного выращивания, представляют собой ценный генофонд для дальнейшей племенной работы.

**Ключевые слова:** форелеводство, породные линии, ремонт форели, фенотипические признаки, белорусская популяция, морфометрические показатели.

**Abstract.** At present trout breeding in the Republic of Belarus is at the very first stage of its development. Impregnated roe (“eye” stage) and seed for commercial growing are imported from Russia and Poland. Some portion of the imported stuff is used to form small- size replacement and brood stock for reproduction purposes. According to Slutzky’s classification (1978) variability level of the studied morphological properties in dependence on variation ration is estimated as a low one (5%) and medium one (up to 20%) which is the evidence of stability of trout population available in the Republic of Belarus.

Generally Belorussian trout populations, although the imported material was intended for commercial breeding, represent quite a valuable genetic pool for further breeding.

**Key words:** trout breeding, breed lines, trout replacement, phenotypical properties, Belorussian population, morphometric indices.

Современное форелеводство является высокоинтенсивной формой индустриального хозяйства с концентрированным выращиванием рыбы на гранулированных высокобелковых кормах при благоприятных условиях среды. Интенсивное разведение радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* L.) – основа мирового форелеводства [1]. В каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ (Богерук, 2001 г.) внесено пять пород форели: радужная «Адлер», радужная «Дональдсона», радужная «Камлоопс», лосось стальноголовый, радужная «Рофор» и породная линия форель золотистая [2]. Все эти породы адаптированы к конкретным условиям содержания. При планировании и проведении селекционных работ строго придерживаются принципа «спроса-предложения», то есть создают и совершенствуют те линии, отводки, породы, которые соответствуют технологической специфике конкретных товарных хозяйств или спроса рынка потребления. Эта задача решается за счет имеющегося разнообразия генофонда форели [3]. В настоящее время форелеводство Беларуси находится на первоначальной стадии развития. В республику из России и Польши завозятся оплодотворённая икра (на стадии глазка) и посадочный материал для товарного выращивания. Сдерживающим фактором развития форелеводства в Беларуси является дефицит посадочного

материала, который в свою очередь обусловлен недостатком собственных высокопродуктивных, адаптированных к условиям содержания маточных стад. Из части завезенного материала сформированы небольшие ремонтно-маточные стада, которые используются для воспроизводства.

Исследования комплекса фенотипических признаков проводили на двухлетках товарной форели породы Адлерская янтарная и форели датского происхождения из популяций выращенных в рыбопитомнике «Богушевский» Лиозненской ПМК. Весь опытный материал был завезен в Беларусь в виде икры или личинок. Исходным материалом породной линии Адлерская янтарная является золотистая форель, прошедшая отбор по темпу роста, плодовитости и срокам созревания. Имеющийся в республике генофонд сравнивали по фенотипическим признакам с описанной в литературе формой золотистой форели сходной навески [4]. Изучение фенотипических признаков проводили по системе измерений лососевых рыб по Смитту [5]. При морфометрическом исследовании использовали по 10 экз. самок и самцов. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [6, 7].

Средняя масса самок янтарной Адлерской форели составила 1333 г, самцов – 1416 г, форель датского происхождения несколько мельче – самки 910 г, самцы – 793 г (таблица 1).

**Таблица 1** – Характеристика морфометрических признаков ремонта двух популяций форели из генофонда сформированного в РБ

Признаки	Белорусские популяции форели				Литературные данные	
	янтарная		датская			
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
масса, г	1333±29,6	1416±76,1	910±53,7	793±43,56	1345±37,0	1310±29,0
длина всей рыбы, см	44,13±1,21	43,97±0,81	40,15±1,08	37,92±0,60	-	-

### Продолжение таблицы 1

длина по Смиуту, см	43,43±1,05	43,87±0,65	39,16±0,82	37,1±0,73	45,5±0,50	46,4±0,40
коэффициент упитанности	1,63±0,04	1,68±0,05	1,40±0,05	1,44±0,03	1,44±0,05	1,31±0,02
относительные показатели (% от длины по Смиуту)						
длина туловища	72,83±2,90	77,17±2,78	76,81±2,80	73,21±1,45	-	-
длина рыла	5,22±0,13	8,27±0,21	11,52±0,07	12,78±0,30	6,6±0,1	9,3±0,2
диаметр глаза	3,77±0,14	3,41±0,08	3,98±0,002	4,26±0,14	4,0±0,01	4,0±0,01
длина головы	17,58±0,61	21,95±0,19	20,76±0,08	21,56±0,43	21,1±0,2	25,1±0,2
длина хвостового стебля	16,37±0,73	16,05±0,18	17,34±0,03	17,03±0,30	16,7±0,2	16,7±0,1
высота головы у затылка	15,46±0,39	18,12±0,42	16,59±0,06	17,30±0,50	14,3±0,1	15,4±0,2
наибольшая высота тела	27,12±0,38	26,80±0,46	27,22±0,14	27,76±0,66	23,9±0,3	24,1±0,3
наименьшая высота тела	9,44±0,05	9,79±0,12	9,21±0,01	9,46±0,21	9,4±0,1	9,8±0,1
наибольший обхват тела	59,41±1,08	57,9±1,10	62,31±0,52	62,21±1,38	58,2±0,8	57,0±1,21
наименьший обхват тела	22,90±0,25	23,10±0,27	20,56±0,05	21,35±0,40	23,2±0,4	23,7±0,3
толщина тела	10,40±0,14	10,90±0,18	12,05±0,12	11,70±0,40	10,7±0,1	10,7±0,1
толщина головы	10,80±0,12	11,11±0,15	10,26±0,02	9,38±0,38	10,9±0,1	11,0±0,1
толщина хвостового стебля	4,60±0,15	4,50±0,19	4,98±0,004	4,96±0,18	4,4±0,1	4,5±0,1
ширина лба	7,30±0,07	8,11±0,08	8,01±0,03	8,68±0,26	7,4±0,1	8,3±0,1

Сравнение самок и самцов популяций форели проводили как по абсолютным признакам (масса рыбы, длине всей рыбы и длине по Смиуту от

рыла до выемки хвостового плавника), так и по комплексу относительных показателей.

Изменчивость самок янтарной форели по данному показателю оказалась ниже, чем у самцов ( $C_v$  составил 7,3 и 17,0% соответственно), а у датской наоборот самки были более вариабельны по массе тела ( $C_v$  составил 19,6 и 17,4% соответственно) (таблица 2).

Достоверных различий по массе тела между самками и самцами не установлено (таблицы 3, 4). Также не установлено статистически достоверных различий по массе тела между янтарной форелью из опытной группы с данными, представленными в каталоге пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ. Отличия датской форели от данных приведенных в литературе статистически достоверны.

Средняя длина самок янтарной форели составила 44,13 см, самцов 43,97 см, различия между ними не достоверны, у датской форели наблюдается та же тенденция некоторого преимущества самок по длине тела, но различия не достоверны. Длина самцов и самок янтарной форели по Смиуту около 43 см и различия между ними по этому показателю не достоверны ( $P > 0,1$ ).

Величина этого показателя у самок датской форели несколько больше, чем у самцов (39,16 см против 37,1), но различия также не достоверны. По литературным данным величина этого показателя несколько больше, чем в белорусских популяциях (45,5 см самки и 46,4 см самцы). Достоверность различий самок янтарной форели с литературными данными не установлена, а для самцов различия статистически достоверны ( $P < 0,01$ ). Двухлетки датской форели по указанным признакам уступают литературным данным с высокой степенью достоверности. По рассмотренным абсолютным показателям датская форель уступает янтарной, различия статистически достоверны ( $P < 0,001$ ). Эти показатели относятся к слабо варьирующим признакам – коэффициент вариации менее 10,0%.

**Таблица 2** – Коэффициент вариации морфометрических признаков ремонта форели

Признаки	Белорусские популяции форели			
	янтарная		датская	
	самки	самцы	самки	самцы
масса	7,3	17,0	19,6	17,4
длина всей рыбы	8,7	5,8	8,9	5,0
длина по Смигу	7,6	4,7	6,9	6,2
коэффициент упитанности	8,4	9,5	11,6	5,9
длина туловища	12,6	11,4	11,5	6,3
длина рыла	7,9	8,2	19,5	7,4
диаметр глаза	11,7	7,4	7,7	10,4
длина головы	10,9	2,8	11,6	6,4
длина хвостового стебля	8,3	3,7	8,8	5,6
высота головы у затылка	8,0	7,3	13,0	9,2
наибольшая высота тела	4,4	5,4	11,8	7,5
наименьшая высота тела	1,7	4,0	10,9	7,1
наибольший обхват тела	5,7	6,0	9,8	7,0
наименьший обхват тела	3,4	3,7	9,2	5,9
толщина тела	4,3	5,2	23,7	10,9
толщина головы	3,5	4,3	12,6	12,8
толщина хвостового стебля	10,3	13,3	9,5	11,3
ширина лба	3,0	3,1	17,1	9,4



**Таблица 3 – Критерий значимости различий морфометрических признаков форели разного происхождения**

Признаки	Группы сравнения							
	самки - самцы		янтарная - датская		литературные данные - янтарная		литературные данные - датская	
	янтарная	датская	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
масса	1,02	1,70	6,90	7,10	0,25	1,30	6,67	7,64
длина всей рыбы	0,11	1,81	4,46	6,00	-	-	-	-
длина по Смиуту	0,36	1,88	3,21	6,91	1,78	3,42	16,86	11,18
коэффициент упитанности	0,83	0,67	3,59	4,14	2,97	16,85	0,12	3,61
длина туловища	1,08	1,63	0,99	1,26	-	-	-	-
длина рыла	12,2	3,12	42,57	7,80	8,4	0,24	40,29	9,67
диаметр глаза	2,25	1,99	1,50	6,07	11,73	0,59	1,96	1,86
длина головы	6,83	0,13	5,21	0,83	5,48	11,37	4,15	8,22
длина хвостового стебля	0,69	0,88	1,33	2,80	0,7	0,97	17,78	1,04
высота головы у затылка	4,67	1,27	3,02	1,26	2,88	6,02	19,57	3,53
наибольшая высота тела	0,53	2,15	0,25	1,16	6,65	4,92	10,03	5,05
наименьшая высота тела	2,69	1,15	4,51	1,24	0,36	0,06	1,22	1,46
наибольший обхват тела	0,97	0,06	2,42	2,42	0,89	0,72	4,31	2,82
наименьший обхват тела	0,54	0,28	9,18	3,62	0,64	1,48	19,41	4,70
толщина тела	1,04	0,67	11,41	1,82	0,30	0,70	8,65	2,42
толщина головы	13,33	2,15	4,43	4,23	0,25	0,55	6,27	4,12
толщина хвостового стебля	0,42	0,06	2,53	1,75	1,11	0,00	5,80	3,25
ширина лба	7,27	2,16	0,93	2,09	0,82	1,56	5,86	2,69

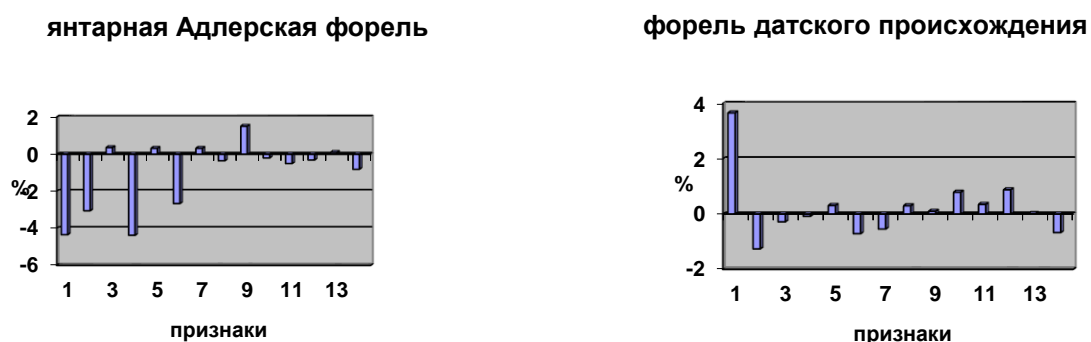
**Таблица 4** – Достоверность различий морфометрических признаков форели разного происхождения

Признаки	Группы сравнения							
	самки - самцы		янтарная - датская		литературные данные - янтарная		литературные данные - датская	
	янтарная	датская	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
масса, г	>0,1	>0,1	<0,001	<0,001	>0,1	>0,1	<0,001	<0,001
длина всей рыбы – <i>ав</i> , см	>0,1	<0,05	≈0,02	<0,001	-	-	-	-
длина по Смитсу – <i>ас</i> , см	>0,1	<0,05	<0,01	<0,001	≈0,1	<0,01	<0,001	<0,001
коэффициент упитанности - <i>Ку</i>	>0,1	>0,1	<0,01	<0,001	≈0,01	<0,001	>0,1	<0,01
длина туловища – <i>od</i>	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1	-	-	-	-
длина рыла – <i>ап</i>	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	>0,1	<0,001	<0,001
диаметр глаза – <i>пр</i>	<0,05	<0,05	>0,1	<0,001	<0,001	>0,1	<0,05	<0,05
длина головы – <i>ао</i>	<0,001	>0,1	<0,001	>0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
длина хвостового стебля – <i>fd</i>	>0,1	>0,1	>0,1	=0,01	>0,1	>0,1	<0,001	>0,1
высота головы у затылка – <i>lm</i>	<0,01	>0,1	<0,001	>0,1	≈0,01	<0,001	<0,001	<0,01
наибольшая высота тела – <i>qh</i>	>0,1	<0,05	>0,1	>0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
наименьшая высота тела – <i>ik</i>	<0,05	>0,1	<0,001	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1
наибольший обхват тела	>0,1	>0,1	≈0,02	<0,05	>0,1	>0,1	<0,001	≈0,01
наименьший обхват тела	>0,1	>0,1	<0,001	<0,01	>0,1	>0,1	<0,001	<0,001
толщина тела - <i>Bг</i>	>0,1	>0,1	<0,001	<0,05	>0,1	>0,1	<0,001	<0,05
толщина головы	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	>0,1	>0,1	<0,001	<0,001
толщина хвостового стебля	>0,1	>0,1	<0,02	≈0,1	>0,1	>0,1	<0,001	<0,01
ширина лба	<0,001	<0,05	>0,1	≈0,05	>0,1	>0,1	<0,001	<0,02

Из относительных показателей наиболее важен коэффициент упитанности. У изученных самок и самцов янтарной форели коэффициент упитанности близок по значению (около 1,6) и его величина в белорусской популяции значительно выше литературного прототипа (1,44 для самок и 1,31 для самцов), преимущества белорусской популяции янтарной форели статистически достоверны. Величина коэффициента упитанности у радужной форели датского происхождения значительно ниже, чем у янтарной, его среднее значение составляет около 1,4. Отличия между популяциями статистически достоверны ( $P < 0,001$  и  $P < 0,01$ ), а различия между самками и самцами статистически не достоверны. Остальные фенотипические признаки представляют собой относительные показатели, рассчитанные к длине тела по Смиуту, выраженные в процентах.

При сравнении морфометрических признаков между полами янтарной Адлерской форели установлено, что по признакам длина туловища, длина рыла, длина головы, высота головы у затылка, ширина лба самки уступали самцам (рисунок 1).

#### Самки - самцы



*Рисунок 1* – Различия относительных морфометрических показателей у самок и самцов белорусских популяций форели (1 – длина туловища, 2 – длина рыла, 3 – диаметр глаза, 4 – длина головы, 5 – длина хвостового стебля, 6 – высота головы у затылка, 6 – наибольшая высота тела, 7 – наименьшая высота тела, 8 – наибольший обхват тела, 9 – наименьший обхват тела, 10 – толщина тела, 11 – толщина головы, 12 – толщина головы, 13 – толщина хвостового стебля, 14 – ширина лба).

Показатели диаметр глаза, длина хвостового стебля, наибольшая высота тела, наименьший обхват тела у самок несколько выше, чем у самцов. У самок форели датского происхождения показатели длины рыла, высоты головы у затылка, наибольшей высоты тела, наименьшего обхвата и ширины лба ниже, чем у самцов. Некоторое преимущество самок наблюдается по показателям длины тела, длины хвостового стебля, наименьшей высоты тела, толщины головы (рисунок 1).

Среди показателей, характеризующих относительную длину частей тела рыбы, достоверные различия по длине самок и самцов установлены по длине рыла, относительная длина которого у самцов выше, чем у самок янтарной (8,27 против 5,22%), а у датской различия несколько ниже (12,78 против 11,50%). Установленные различия статистически достоверны. Относительная длина средней части головы и соответственно, относительная длина всей головы у самцов выше, чем у самок с высокой степенью достоверности ( $P < 0,001$ ). Такое же соотношение у самок и самцов по показателю относительной высоты головы у затылка.

Сравнение с литературными данными показывает, что величина головы у янтарной форели из белорусской популяции статистически достоверно ниже ( $P < 0,001$ ) (таблица 4). Среди показателей, характеризующих относительную высоту головы и тела, значительные статистические различия между самками и самцами установлены для янтарной форели. По относительной высоте тела у затылка и наименьшей высоте тела для датской форели наблюдается некоторое преимущество, но различия не достоверны. По относительному показателю наибольшей высоты тела самки янтарной форели обладают небольшим преимуществом по сравнению с самцами, хотя различия статистически недостоверны. Литературные данные по величине показателя относительной высоты головы и наибольшей высоты тела ниже, чем в белорусской популяции янтарной форели, а значения показателя, характеризующего наименьшую высоту тела, практически совпадают. Форель датского происхождения в основном характеризуется более низкими показателями по сравнению с

литературными данными.

У самцов обеих популяций отмечена большая ширина лба по сравнению с самками (различия статистически достоверны). Толщина хвостового стебля у самок и самцов близка по величине. По относительным величинам толщины тела, наибольшего и наименьшего обхвата тела различий между полами не установлено. Статистически достоверных различий по указанным признакам толщины и обхвата тела белорусской популяции янтарной форели от данных, приведенных в литературе, не установлено, а показатели форели датского происхождения ниже.

Сравнение морфометрических показателей, популяций янтарной Адлерской форели и форели датского происхождения сформированных в республике, указывает на некоторые их различия (рисунок 2).



Рисунок 2 – Отличия морфометрических признаков белорусских популяций форели от литературных данных (1 – длина туловища, 2 – длина рыла, 3 – диаметр глаза, 4 – длина головы, 5 – длина хвостового стебля, 6 – высота головы у затылка, 6 – наибольшая высота тела, 7 – наименьшая высота тела, 8 – наибольший обхват тела, 9 – наименьший обхват тела, 10 – толщина тела, 11 – толщина головы, 12 – толщина головы, 13 – толщина хвостового стебля, 14 – ширина лба).

Самки янтарной форели только по признакам наибольшая высота тела, наименьший обхват тела, толщина головы превосходят форель датского происхождения, остальные же относительные показатели у нее несколько ниже. Различия по большинству признаков статистически достоверны за исключением относительной длины туловища, диаметру глаза, наибольшей

ширине тела, и ширине лба (таблицы 3 и 4). У самцов янтарной форели относительная длина туловища, длина рыла, длина головы, высота у затылка, наименьшая высота, наибольший обхват, толщина головы, ширина лба, несколько ниже, чем у форели датского происхождения. Среди этих признаков установлены статистически значимые различия между самцами двух популяций по длине рыла, наименьшему обхвату тела, толщине головы, ширине лба. Самцы янтарной форели по сравнению с датской отличаются относительно большей величиной диаметра глаза, длиной и толщиной хвостового стебля, наибольшим обхватом тела (различия статистически достоверны).

Таким образом, завезенные в Беларусь и выращенные в условиях садковых хозяйств республики двухлетки из популяций радужной форели породы Адлерская янтарная и форель датского происхождения характеризуются высоким темпом роста, большей относительной высотой тела и меньшим размером головы по сравнению с литературным аналогом. По отдельным фенотипическим признакам установлен половой диморфизм. Самцы характеризуются большим размером головы по сравнению с самками. У них статистически достоверно более высокие показатели по относительным размерам длины средней части головы, длине рыла, ширине лба и толщине головы, следовательно, размеру всей головы. Изменчивость большинства фенотипических признаков не высока. Согласно классификации предложенной Слуцким (1978 г.), уровень изменчивости рассмотренных морфометрических признаков в зависимости от коэффициента вариации оценивается как низкий (5%) и средний (до 20%), что свидетельствует о стабильности популяций форели, имеющих в республике.

В целом белорусские популяции форели, несмотря на то, что завезенный материал был предназначен для товарного выращивания, представляют собой ценный генофонд для дальнейшей племенной работы. По большинству рассмотренных фенотипических признаков, имеющиеся популяции форели не уступает показателям, приведенных в каталоге пород, кроссов и одомашненных

форм рыб России и СНГ (2001 г.).

Следовательно, целесообразно из существующего ремонтно-маточного стада отобрать и сохранить по 100-150 экземпляров самок и самцов янтарной Адлерской форели и форели датского происхождения с целью формирования собственного, приспособленного к условиям Беларуси генофонда.

#### **Список использованных источников**

1. Богерук А.К. Мировая аквакультура: опыт для России / А.К. Богерук, И.А. Луканова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 364 с.

2. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ (под ред. А.К. Богерук и Ю.И. Илясова). – М., 2001. – Т. 2. – 206 с.

3. Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.) (под ред. А.К. Богерук). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 316 с.

4. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре. – М.: ВНИРО, 2001. – 242 с.

5. Правдин Ф.И. Руководство по изучению рыб. – М., – 1966. – 376 с.

6. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – С. 24-53.

7. Мастицкий С.Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTIKA при обработке данных биологических исследований / С.Э. Мастицкий.- Минск: РУП «Институт рыбного хозяйства», 2009. – 76 с.

**ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ВИДОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И  
ОБНАРУЖЕНИЯ ГИБРИДОВ У СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* L.)**

*О.Ю. Конева, Е.А. Ровба, М.И. Лесюк, А. М. Слуквин*

*Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,  
220027, Республика Беларусь, Минск, ул. Академическая, 27,  
e-mail: A.Slukvin@igc.bas-net.by*

**EFFICIENT METHOD OF SPECIES IDENTIFICATION AND DETECTION  
OF STERLET'S HYBRIDS (*ACIPENSER RUTHENUS* L.)**

*O. Koneva, E. Rovba, M. Lesjuk, A. Slukvin*

*Institute of Genetics and Cytology of NAS of Belarus,  
220027, Akademicheskaya Street, 27, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: A.Slukvin@igc.bas-net.by*

**Реферат.** Цель работы – оценить эффективность использования микросателлитных маркеров митохондриальной ДНК для определения видовой принадлежности и обнаружения гибридов у стерляди (*Acipenser ruthenus* L.), выращиваемой в рыбоводных хозяйствах Республики Беларусь.

Анализ D-петли мтДНК у 41 экз. производителей стерляди с помощью видоспецифичных праймеров для стерляди (RutF – длиной ДНК-фрагментов – 190 п.о.) и белуги (HusF – длиной ДНК-фрагментов – 374 п.о.) показал, что выделенные и проанализированные мтДНК производителей на 100% являются стерляжьими. В ПЦР с парой праймеров, видоспецифичной для белуги, наработки ПЦР-продукта не наблюдалось.

Установлено, что среди изученных производителей гибридных форм стерляди нет.

Изучение мтДНК является эффективным способом для видовой идентификации и обнаружения гибридов в стадах производителей у стерляди.

**Ключевые слова:** стерлядь, белуга, микросателлитные маркеры мтДНК, гибриды.

**Abstract.** The objective of work is to estimate the efficiency of using microsatellite markers of mitochondrial DNK for identifying species attribute and discovery of sterlet's hybrids (*Acipenser ruthenus* L.) grown in fish farms of the Republic of Belarus.

Analysis of D-loop mitochondrial DNK with 41 bions of starlet spawners by means of species specific primers for sterlet (Ruf- length of DNK fragments-190 p.o.)



and great sturgeon (Ruf- length of DNK fragments 374 p.o.) showed that the extracted and analyzed spawners' mitochondrial DNK for 100% belong to sterlet. In PCR with a couple of primers species- specific for great sturgeon, accumulation of PCR product was not observed.

It was ascertained that among the spawners under study no sterlet hybrid forms are found.

Study of mitochondrial DNK represents the efficient method for species identification and detection of hybrids in sterlet spawners stock.

**Key words:** sterlet, great sturgeon, mitochondrial DNK microsatellite markers, hybrids.

## **Введение**

При анализе литературы, как в природе, так и при выращивании в аквакультуре среди видов осетровых, в том числе у видов с разной ploidy, встречаются гибридные особи [1,2]. Анализ мтДНК позволяет определить видовую принадлежность гибрида по материнской линии, а происхождение гибрида по отцовской линии определяется присутствием у гибрида аллелей, не характерных для материнского вида [1].

## **Материал и методика**

### *1.1. Отбор и подготовка проб для анализа*

В ходе экспедиций 13-15 мая 2014 г. и 5-9 ноября 2014 г. в ОАО «Рыбхоз «Полесье» (Республика Беларусь, Брестская область) были помечены с помощью внешних Т-образных меток 41 особь из маточного стада стерляди (*Acipenser ruthenus* L.), выращиваемой в хозяйстве (метки с зелёными флажками, №№ 101-139, 141, 142) (рисунок 1). Параллельно с мечением осуществлялся забор биологического материала (кусочек плавника) для молекулярно-генетических исследований.

Отобранный материал был законсервирован в 96% этаноле и помещен для хранения в холодильную камеру (-20 °C).

Далее приступили к процедуре выделения ДНК из отобранных образцов тканей.



*Рисунок 1 – Мечение особей стерляди и забор биологического материала рыб для молекулярно-генетического анализа*

### *1.2. Выделение ДНК из образцов тканей рыб*

Выделение ДНК производили методом фенол-хлороформной экстракции. Для этого образцы тканей помещали в центрифужные пробирки типа Эппендорф (1,5 мл), заливали 500 мкл лизирующего буфера и инкубировали в течение ночи при температуре +37 °С, затем один час при +65 °С. Лизирующий буфер содержал 10 мМ Трис-НСl (рН 8.0), 10 мМ ЭДТА (рН 8.0), 50 мМ NaCl, 2% SDS, 1 мМ дитиотрейтола (DTT). Непосредственно перед лизисом в буфер добавляли раствор протеиназы К (20 мг/мл) до конечной концентрации 100 мкг/мл. После завершения лизиса проводили депротенинизацию лизата фенол-хлороформной смесью. Для этого к лизату приливали 500 мкл фенол-хлороформной смеси. Пробирки аккуратно взбалтывали. Центрифугировали при 12000 об./мин. в течение 10 мин., верхнюю водную фазу переносили в чистые пробирки. Данную процедуру повторяли 2 раза. Далее для более полной очистки ДНК и удаления остатков фенола к супернатанту добавляли 500 мкл

хлороформа, образцы аккуратно взбалтывали, центрифугировали при 12000 об./мин. в течение 10 мин., водную фазу переносили в чистые пробирки.

ДНК осаждали охлаждённым до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  96% этанолом (1 мл/пробирку), образцы оставляли на ночь при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Затем центрифугировали при 12000 об./мин. в течение 10 мин. Спирт сливали. Осадок промывали 70% этанолом (1 мл). Далее осадок высушивали при комнатной температуре на воздухе и растворяли в 100 мкл деионизированной воды.

Концентрацию и чистоту выделенной ДНК определяли на спектрофотометре NanoPhotometer P360 (Implen, Германия). Спектрофотометрический анализ степени загрязнения полученных препаратов ДНК белками проводили на основе соотношения коэффициентов поглощения  $A_{260}/A_{280}$  (норма в диапазоне 1,8-2,0).

Значения коэффициента  $A_{260}/A_{280}$  и концентрация ДНК в препаратах из отобранных образцов представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Концентрация и чистота выделенной ДНК

Название образца	Соотношение коэффициентов поглощения $A_{260}/A_{280}$	Концентрация, нг/мкл
101	1,950	385,0
102	1,950	570,0
103	2,011	448,0
104	1,944	612,0
105	1,961	623,0
106	1,950	360,0
107	2,029	350,0
108	1,971	838,0
109	1,942	505,0
110	1,937	538,0
111	1,978	445,0
112	1,932	565,0
113	1,925	448,0
114	1,946	360,0
115	1,941	660,0
116	1,915	733,0
117	1,927	462,0

## Продолжение таблицы 1

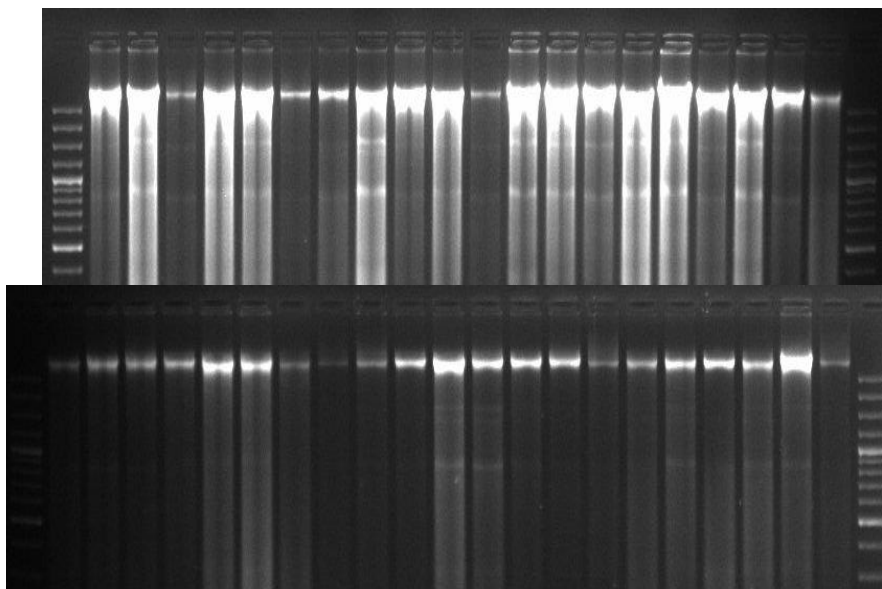
118	1,948	652,0
119	1,917	345,0
120	2,018	555,0
121	2,000	315,0
122	1,931	280,0
123	1,911	215,0
124	1,925	193,0
125	1,988	428,0
126	1,989	468,0
127	2,000	225,0
128	2,080	130,0
129	2,043	118,0
130	1,962	128,0
131	1,929	405,0
132	1,979	238,0
133	2,036	143,0
134	2,042	123,0
135	2,048	108,0
136	1,914	168,0
137	1,974	188,0
138	2,051	200,0
139	2,025	202,0
141	2,000	215,0
142	2,083	125,0

Качество выделенной ДНК проверяли электрофоретически в 2% агарозном геле (Conda) (рисунок 2). Фракция фрагментов ДНК размером 10-20 тыс. пар оснований (п.о.) и более составляла большую часть от общего количества выделенной ДНК, что говорит о пригодности выделенной ДНК для дальнейшего анализа.

### *1.3. Амплификация диагностических локусов ДНК*

*Идентификация видовой принадлежности осетровых рыб с помощью ПЦР с использованием видоспецифичных праймеров к мтДНК*

Для определения и подтверждения видовой принадлежности особи семейства Осетровых применяется амплификация участков D-петли мтДНК, специфичных для определенного вида осетров [1].



*Рисунок 2* – Электрофореграммы с выделенной ДНК из образцов стерляди ОАО «Рыбхоз «Полесье» №№ 101-139, 141, 142

ПЦР осуществляли с использованием амплификатора C1000™ Thermal Cycler (Bio-Rad, США). Для анализа использовали следующий состав ПЦР-смеси (таблица 2):

**Таблица 2** – Состав ПЦР-смеси и объём компонентов для проведения амплификации участков D-петли мтДНК, специфичных для определенного вида осетров

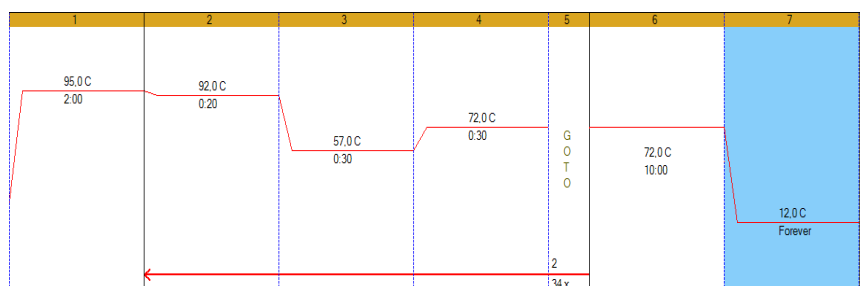
Компоненты ПЦР-смеси	Конечная концентрация компонентов (объём)
10x ПЦР-буфер с NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1x (2 мкл)
10x смесь дНТФ	2,0 мМ/мкл (2 мкл)
50 мМ MgCl <sub>2</sub>	2,5 мМ (1 мкл)
Праймер прямой (F)	10 пМ/мкл (1 мкл)
Праймер обратный (R)	10 пМ/мкл (1 мкл)
Тaq-полимераза (5 ед./мкл)	0,05 ед./мкл (0,2 мкл)
ДНК-матрица	20-30 нг/мкл (1 мкл)
Mili-Q вода	11,8 мкл
Общий объём ПЦР-смеси	20 мкл

Проведен анализ двух локусов D-петли мтДНК исследуемых образцов (таблица 3), специфичных для белуги и стерляди, так как наиболее часто встречаемым гибридом стерляди с другими осетровыми является гибрид стерляди и белуги.

**Таблица 3** – Праймеры к участкам D-петли мтДНК для видовой идентификации осетровых рыб

Название	Последовательность (5'-3')	Используется я с праймером	Длина продукта (п.о.)	Видоспецифичность
AHR	TATACACCATTATCTCTATGT	все		Все виды
HusF	TATCTATTACCTGCGAGCAGGCTG	AHR	374	Белуга
RutF	GGGAATAACCGTTAATTTGG	AHR	190	Стерлядь

ПЦР проводили при следующих условиях (рисунок 3):



**Рисунок 3** – Протокол проведения ПЦР участков D-петли мтДНК, специфичных для определенного вида осетров

Продукты ПЦР наносили на 2% агарозный гель (на 1x TBE-буфере) и разгоняли 45 мин. при напряжении 5 В/см. Определение вида осетровых рыб проводилось по наличию ПЦР-фрагмента определённой длины в реакции с видоспецифическими праймерами. В реакциях с другими праймерами ПЦР-продукт должен отсутствовать.

#### 1.4. Электрофоретическое разделение продуктов амплификации и обработка полученных результатов

Разделение продуктов ПЦР по участку D-петли мтДНК проводили с

помощью горизонтального электрофореза (Biometra, Германия) в 2% агарозном геле (Conda) в 1×TBE-буфере.

Визуализацию ПЦР-продуктов осуществляли с помощью системы геле-документирования GelDoc XR (Bio-Rad, США). Полученные изображения обрабатывали с помощью программы Quantity One 4.4 (Bio-Rad, США).

Разделение продуктов амплификации по микросателлитным локусам осуществляли при помощи капиллярного электрофореза. Для проведения фрагментного анализа использовали генетический анализатор (секвенатор) Applied Biosystems 3500 Genetic Analyzer (длина капилляров – 50 см, полимер POP-7). Полученные данные подвергались дальнейшей компьютерной обработке с помощью программы GeneMapper 4.1.

### **Результаты и обсуждение**

Анализ D-петли мтДНК с помощью видоспецифичных праймеров для стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) и белуги (*Huso huso* L.) показал, что анализируемые мтДНК являются стерляжьими, так как в ПЦР с видоспецифичной парой праймеров наблюдали наработку ПЦР - продукта с характерной для стерляди с длиной ДНК-фрагментов – 190 п.о. (рисунки 5,6) [1].

В ПЦР с парой праймеров, видоспецифичной для белуги, наработки ПЦР-продукта не наблюдалось.

Таким образом, можно заключить, что анализируемые образцы производителей осетровых рыб являются стерлядью.

Также в ходе выполнения исследований было установлено, что необходимо избегать постановки мультиплексной ПЦР с парами праймеров, видоспецифичными для стерляди и белуги, так как в результате мультиплексной ПЦР получают дополнительные ПЦР – продукты, которые отсутствуют при раздельном проведении ПЦР с парами праймеров HusF-AHR, RutF-AHR (рисунок 7).

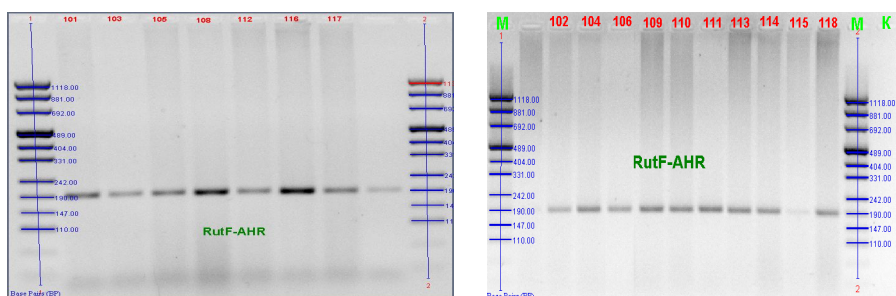
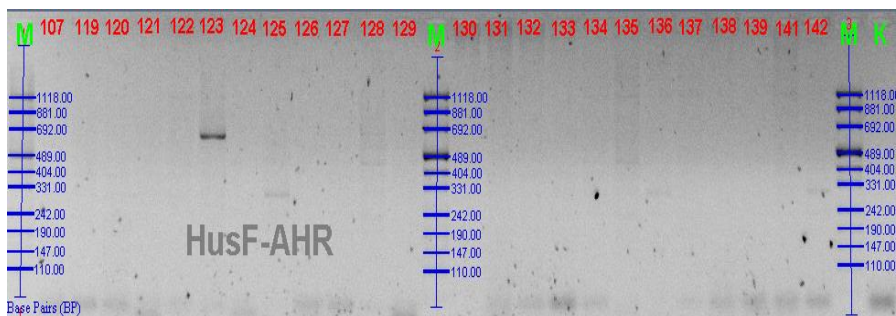
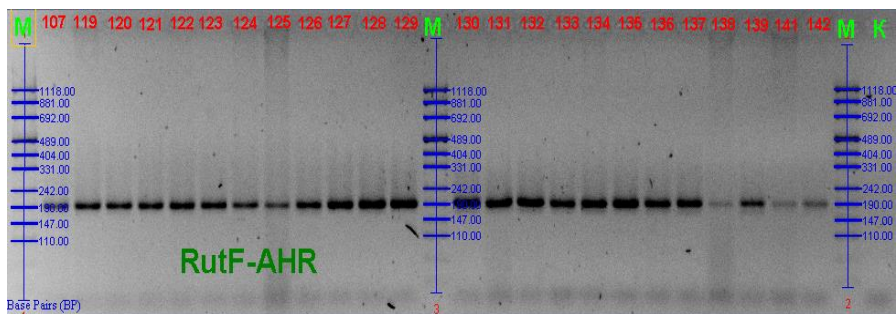


Рисунок 5 – Электрофореграмма с продуктами амплификации с праймерами к мтДНК стерляди (RutF-AHR) и белуги (HusF-AHR); *K* – контроль, *M* – маркер молекулярного веса pUC Mix Marker, 8 (Fermentas)

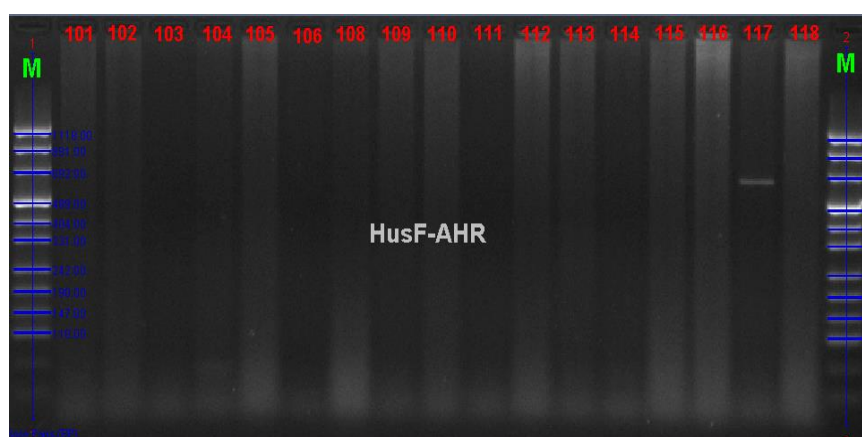


Рисунок 6 – Электрофореграмма с продуктами амплификации с праймерами к мтДНК стерляди (RutF-AHR) и белуги (HusF-AHR); *K* – контроль, *M* – маркер молекулярного веса pUC Mix Marker, 8 (Fermentas)



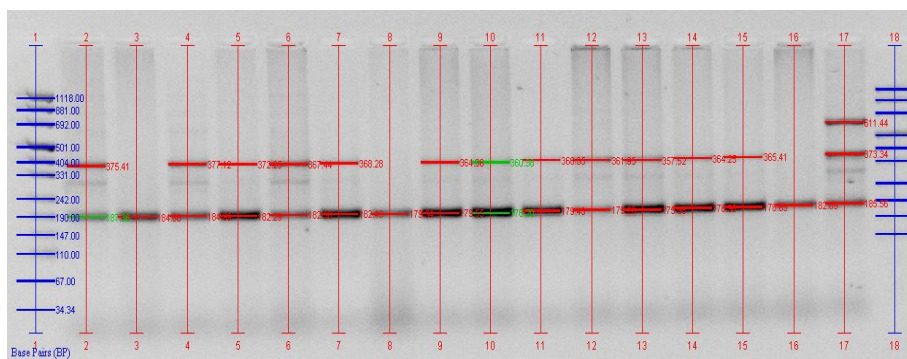


Рисунок 7 – Электрофореграмма с продуктами мультиплексной амплификации с праймерами к мтДНК стерляди и белуги (HusF-RutF-AHR) (маркер молекулярного веса pUC Mix Marker, 8 (Fermentas))

### Заключение

По результатам молекулярно-генетического анализа D-петли мтДНК установлено, что по материнской линии проанализированные производители в ОАО «Рыбхоз «Полесье» (Республика Беларусь) относятся к виду осетровых – стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.). Гибридов среди производителей не выявлено.

### Список использованных источников

1. Мюге Н.С. 2008. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов / Н.С. Мюге, А.Е. Барминцева, С.М. Расторгуев, В.Н. Мюге, В.А. Барминцев // Генетика. – Т. 44, №7. – С. 913-919.
2. Барминцева А.Е. 2013. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (*Acipenseridae*) и выявления особей гибридного происхождения / А.Е. Барминцева, Н.С. Мюге // Генетика животных. – Т. 49, №9. – С. 1093-1105.

## ЦЕЛЕВОЙ СТАНДАРТ СЕЛЕКЦИИ БЕЛОРУССКОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ ПОРОДЫ КАРПА

*С.В. Свенторжицкий*

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
животноводству»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

## TARGET SELECTION STANDARD OF BELORUSSIAN MIRROR CARP

*S. Sventorzhitzky*

*RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Реферат.** Рыбоводные хозяйства Беларуси выращивают около 40% зеркальных карпов, однако их выживаемость на первом году на 10-15% ниже, чем у чешуйчатых и ниже нормативных требований. Перед селекцией карпа в Беларуси встала задача необходимости формирования зеркальной породы карпа с увеличенной выживаемостью за счет повышения общей резистентности, которая также должна обладать улучшенными экстерьерными показателями, присущими европейским породам (высокоспинность, упитанность, темп роста).

**Ключевые слова:** зеркальные карпы, воспаление плавательного пузыря, резистентность, фенотипические признаки, стабилизирующий отбор, целевой стандарт.

**Abstract.** Fish farms in the Republic of Belarus grow around 40% of mirror carps, their survivalship during the first year is for 10-15% less as compared to scaly carp and actually is below the normative requirements. The selection activity in Belarus needs be targeted to generation of mirror carp with extended survivalship due to increased general resistivity which also should possess the improved exterior properties appropriate of European breeds (high backbone, fatness, growth rate).

**Key words:** mirror carps, swim bladder inflammation, resistivity, phenotypical properties, stabilizing selection, target standard.

Основным потенциалом развития карповодства и в целом всего рыбоводства является создание разнообразных пород карпа с широким

диапазоном специализаций и адаптаций к различным условиям выращивания, а также специализированных для различных способов переработки.

В настоящее время повышенным спросом у населения пользуются зеркальные карпы с улучшенными экстерьерными показателями. Рыбоводные хозяйства Беларуси выращивают около 40% зеркальных карпов, однако их выживаемость на первом году на 10-15% ниже, чем у чешуйчатых и ниже нормативных требований.

Республика Беларусь и сопредельная Польша являются стойким естественным очагом заболевания воспалением плавательного пузыря (ВПП). Заболевание острой формой ВПП в отдельных прудах может вызывать сверхнормативную гибель сеголетков (до 95%). Особенно подвержены данному заболеванию карпы с разбросанным чешуйным покровом. Поэтому, перед селекцией карпа в Беларуси встала задача необходимости формирования зеркальной породы карпа с увеличенной выживаемостью за счет повышения общей резистентности, которая также должна обладать улучшенными экстерьерными показателями, присущими европейским породам (высоко спинность, упитанность, темп роста).

В создании белорусской зеркальной породы карпа основным направлением селекции является повышение резистентности к заболеваниям, в частности, к ВПП, с обязательным сохранением показателей продуктивности достижений белорусской селекции и улучшением фенотипических признаков.

На основании исследований рыбохозяйственных показателей карпа, отобранного для формирования племенного ядра, сотрудниками лаборатории селекции и племенной работы разработан стандарт белорусской зеркальной породы.

Как было доказано ранее, карпы с зеркальным чешуйным покровом по своим рыбохозяйственным показателям обычно уступают чешуйчатым. Представленные в прогнозном стандарте нормативные значения соответствуют породам со сплошным чешуйным покровом или гетерогенным, дающим расщепление (таблица 1).

**Таблица 1 – Целевой стандарт белорусской зеркальной породы карпа**

Показатели	Пол	Создаваемая порода	Нормативные значения
Масса тела, кг	самки	4,0-5,0	3,6-4,0
	самцы	2,8-4,0	2,5-3,0
<b>Экстерьерные признаки</b>			
Коэффициент упитанности, Ку	самки	3,0-3,5	2,8-3,4
	самцы	2,8-3,5	2,6-3,1
Индекс высокоспинности, I/H	самки	2,5-2,8	2,6-2,9
	самцы	2,6-3,0	2,7-3,0
Индекс широкоспинности, Вг/л, %	самки	17-18	-
	самцы	16-17	-
Индекс обхвата тела, О/л, %	самки	95 -100	85-95
	самцы	90-95	80-90
Индекс длины головы, С/л, %	самки	28-30	-
	самцы	26-29	-
Рабочая плодовитость, тыс. экз. икринок	самки	400-500	300-500
Выход личинок на 1 самку, тыс. экз.	-	150-200	150-200
<b>Показатели продуктивности потомства при промышленном выращивании:</b>			
а) сеголетки:			
выживаемость от неподрощенных личинок, %	-	35-40	30-52
средняя масса рыб, г	-	25-30	25
рыбопродуктивность, кг/га	-	800-1000	800-1000
экстенсивность ВПП, %	-	не более 10%	до 16%
б) выход годовиков из зимовки, %			
	-	70-75	70-75
в) двухлетки:			
выход из нагульных прудов, %	-	85-90	85
средняя масса, г	-	400-420	350-370
рыбопродуктивность, кг/га	-	1000	800-1000
кормовые затраты, ед.	-	3,0-3,5	3,5
выход съедобных частей тела рыбы, %	-	62-64	57-60

По фенотипическим признакам карпы зеркальной породы должны отличаться повышенными коэффициентами высокоспинности, упитанности,

укороченным хвостовым стеблем, относительно небольшой длиной головы, повышенным индексом обхвата тела. Целевой стандарт фенотипа двух линий селекционируемого карпа представлен на рисунке 1.

А.



Б.



Рисунок 1 – Целевой стандарт фенотипа линий белорусского зеркального карпа (А – первая линия, Б – вторая линия).

В настоящее время методом группового отбора сформировано исходное ремонтное стадо зеркального карпа в возрасте 5-7 лет. Начат следующий этап селекционных работ – формирование методом стабилизирующего отбора двух линий зеркальной породы карпа. Для сокращения периода стабилизирующего отбора, планируется применить новые цитогенетические методы критериев отбора.

#### **Список использованных источников**

1. 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 // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2007. – Вып. 23. – С. 262-271.

2. Ус А.П. Сравнительная оценка экстенсивности проявления воспаления плавательного пузыря у кроссов и пород карпа. / А.П. Ус, М.В. Книга, И.А. Трубач // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2007. – вып. 23. – С. 203-213.

3. Книга М.В. Характеристика устойчивости сеголетков зеркальных карпов к заболеванию воспаления плавательного пузыря / М.В. Книга, А.П. Ус // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2010. – вып. 26. – С. 16-27.

4. Книга М.В. Результаты отбора сеголетков зеркальных карпов по устойчивости к заболеванию воспаление плавательного пузыря / М.В. Книга, А.П. Ус, Е.В. Таразевич // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2008. – вып. 24. – С. 437-441.

5. 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.

**РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РЕМОНТНОГО МАТЕРИАЛА  
КАРПА ЧЕТВЕРТОГО СЕЛЕКЦИОННОГО ПОКОЛЕНИЯ  
МАЛОЧЕШУЙЧАТОГО ВНУТРИПОРОДНОГО ТИПА УКРАИНСКОЙ  
РАМЧАСТОЙ ПОРОДЫ**

*Н. Осипенко, В. Бех, А. Алексеенко, Т. Третьякова*

*Институт рыбного хозяйства,  
г. Киев, Украина*

**FISHERY ESTIMATION OF CARP REPLACEMENT STOCK OF THE  
FOURTH SELECTION GENERATION OF SMALL- SCALED  
INTRABREED TYPE OF UKRAINIAN RAMCHASTY BREED**

*N. Osipenko, V. Bekh, A. Alekseenko, T. Tretjakova*

*Institute of Fisheries,  
Kiev, Ukraine*

**Реферат.** Новый малочешуйчатый тип карпа имеет ряд рыбохозяйственных преимуществ по сравнению с существующими нормативно-технологическими показателями рыбоводства на всех возрастных этапах выращивания, среди которых: темп роста, жизнестойкость, оплата корма. Для сохранения высоких рыбоводно-биологических признаков нового внутривидового малочешуйчатого карпа украинской рамчатой породы, а также закрепление их в дальнейших селекционных поколениях, в структуре его разведения применяется стабилизирующий отбор.

Впервые дана рыбохозяйственная оценка ремонтного материала карпа четвертого селекционного поколения малочешуйчатого внутривидового типа украинской рамчатой породы.

Выращивание нового малочешуйчатого карпа будет способствовать повышению рыбопродуктивности производственных рыбохозяйственных водоемов, а также запросам рынка, которые предпочитают малочешуйчатого карпа, учитывая его хозяйственные и гастрономические преимущества по сравнению с чешуйчатым.

**Ключевые слова.** Селекция рыб, рыбохозяйственная оценка, внутривидовые тип, малочешуйчатый карп, селекционное поколения.

**Abstract.** A new small-scaled type of carp features some fishery advantages as compared to the existing standard and technological fishery performances at all

growing stages that include: growth rate, viability, cost of feed. In order to preserve excellent fishery and biological properties of new intra-breed small scaled carp of Ukrainian Ramchaty breed and also to reinforce them in further selection generations in the course of it breeding stabilizing selection methods is applied.

For the first time there is given fishery evaluation of replacement stock for the carp of the fourth selection generation of small –scaled intra-breed type of Ukrainian Ramchaty breed.

Growing of small-scaled carp shall contribute to increase of fish capacity of industrial fishery water bodies and also shall match market demands, that is small-scaled carp taking into account its commercial and gastronomic advantages as compared with scaled carp.

**Key words:** fish selection, fishery assessment, intra-breed type, small-scaled carp, selection generation.

### **Постановка проблемы и анализ последних исследований и публикаций**

Для прогрессивного развития аквакультуры необходимо создание новых пород (породных групп и т.п.) рыб с повышенными адаптивными и продуктивными характеристиками. Новосозданные группы рыб должны иметь высокую скорость роста, устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды и патогенного воздействия. Одной из причин, сдерживающих интенсивное развитие рыбоводства, является недостаточное количество высококачественного, жизнеспособного рыбопосадочного материала. Поэтому ключевым заданием для современного отечественного рыбоводства является обеспечение рыбохозяйственных предприятий необходимым количеством рыбопосадочного материала ценных объектов аквакультуры для увеличения объемов производства рыбной продукции и более полного удовлетворения потребностей населения [7].

Разрешить эту проблему невозможно без увеличения численности и повышения качества племенного материала культивируемых видов рыб. Чтобы вырастить достаточное количество молоди ценных видов и пород рыб, необходимо широко развернуть селекционно-племенную работу, направленную на комплектование необходимого количества полноценного фонда производителей, улучшение хозяйственных качеств объектов производителей,



улучшение хозяйственных качеств объектов рыборазведения и создания новых пород и породных групп [8].

Таким образом, комплектование маточных стад производителей того или иного вида рыб есть определяющим заданием селекционно-племенной работы в рыбоводстве. Оценка особей как ремонтного, так и маточного стад происходит в производственных условиях и проводится по экстерьеру и основными признаками производительности – массой тела рыб, рабочей плодовитостью и т.д. [13].

Вопросы экономической эффективности любого вида деятельности всегда актуальны. В полной мере это относится к селекционно-племенной работы в рыбоводстве. Селекционная работа может себя окупить лишь в том случае, когда она имеет целью изменить генетический потенциал больших массивов объектов разведения и распространяется в пределах широких регионов страны [9].

Итак, основным направлением дальнейшего развития карповодства, и в целом всего рыбоводства, является создание различных пород с широким диапазоном специализаций и адаптаций к различным условиям выращивания. Селекция карпа должна быть направлена на создание новых пород и их структурных единиц, которые имеют повышенный темп роста, хорошую оплату корма, жизнеспособность; улучшенные потребительские свойства - малочешуйчатость, высокоспинность, упитанность. Повышенной конкурентоспособностью в настоящее время пользуются малочешуйчатые карпы с высокоспинным экстерьером. В соответствии с современными требованиями, которые стоят перед продукцией карповодства, на данном этапе селекционных работ, стоит задача сформировать ядро малочешуйчатого карпа с повышенной резистентностью к заболеваниям и улучшенными экстерьером и рыбопродуктивностью.

### **Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Цель работы**

Институтом рыбного хозяйства НААН в соответствии с запросом рынка

был создан новый тип малочешуйчатого карпа путем сложного воспроизводительного скрещивания рамчатых карпов украинского и румынского генофондов в течение 90-х годов прошлого и начале нынешнего века (совместный приказ МинАПК и УААН за № 24/4 от 27.01.2010 г). В процессе создания малочешуйчатый карп прошел три поколения селекции. В своей структуре новый тип имеет три заводские линии: нивчанская, закарпатская и лебединская, которые отличаются между собой долями крови вышеназванных карпов. Кроме того, закарпатская линия имеет долю генофонда любенского рамчатого карпа [1-4].

Новый малочешуйчатый тип карпа имеет ряд рыбохозяйственных преимуществ по сравнению с существующими нормативно-технологическими показателями рыбоводства как на первом году выращивания – от 28,9 до 42% (в зависимости от линии), так и в товарном двухлетний возрасте – от 12,0 до 34,8% при меньших затратах корма – от 14,5 до 37,9% и от 7,5 до 28,5% соответственно. Преимущество годовиков за зимостойкостью составляет 14,5% [1, 2, 4].

Для сохранения высоких рыбохозяйственных и биологических признаков, присущих новому внутривидовому типу карпа украинской рамчатой породы, а также закрепления их в дальнейших селекционных поколениях, в системе его разведения применяется стабилизирующий отбор.

Целью данной работы было провести анализ рыбохозяйственных показателей ремонтного материала карпа четвертого селекционного поколения малочешуйчатого внутривидового типа украинской рамчатой породы.

### **Материал и методы**

Работы проводились в опытном хозяйстве «Нива» Института рыбного хозяйства НААН, ОАО «Лебединский РМС», «Закарпатский рыбокомбинат», «Криворожсельрыбхоз», «Сквирасельрыбхоз» и ГП «Ирклеевский рыбопитомник растительноядных рыб» в течение 2012-2014 гг.

Материалом для исследования были производители и разновозрастный

ремонтный молодняк малочешуйчатого карпа [2-5].

Пробы воды для гидрохимического анализа отбирались и обрабатывались в соответствии с «Руководством по химическому анализу вод суши» [1].

Бонитировка проводилась согласно инструкциям по бонитировке и организации племенной работы в карповодстве [11-14].

Температурный и кислородный режимы воды контролировали с помощью термооксиметра.

Промеры разновозрастного ремонтного молодняка проводили с помощью сантиметровой ленты и взвешивали на гастрономических весах.

Изучение естественной кормовой базы селекционных прудов проводили в соответствии с действующей инструкцией [6].

## **Результаты исследований и их обсуждение**

### **Опытное хозяйство «Нивка»**

#### *Условия содержания малочешуйчатого карпа*

В течение зимнего периода условия содержания племенного материала находились в пределах рыбоводных норм. Температура воды колебалась в пределах от 1,3 до 1,9 °С, содержание растворенного в воде кислорода – 6,8-10,3 мгО/л.

В течение вегетационного периода (апрель-сентябрь) температура воды колебалась в пределах от 5 °С до 26 °С, содержание растворенного в воде кислорода – 1,4-5,1 мгО/л.

Экологическое состояние прудов в течении исследуемых вегетационных периодов было удовлетворительным.

Проведенный анализ проб воды свидетельствует, что исследуемая вода относится к гидрокарбонатному классу группы кальция, что характерно для природных вод данной физико-географической зоны. Минерализация воды средняя и составляет 322,5-568,3 мг/л. Общая жесткость воды исследуемых прудов была в пределах 3,8-6,1 мг-экв/л при норме для карповых прудов 4-6 мг-экв/л, что в большинстве случаев было достаточным для забуферности

водной системы прудов и способствовало уменьшению воздействия токсикантов.

Содержание гидрокарбонатов в воде составляло 146,4-231,9 мг/л, концентрация ионов кальция – 56,1-91,8 мг/л, магния – 7,5-30,3 мг/л; хлоридов и сульфатов – 49,5-112,8 мг/л и 38,3-100,0 мг/л соответственно (таблица 1). То есть содержание главных ионов у воде было в пределах нормативных показателей. Концентрации анионов и катионов весной и летом у воде почти всех прудов были выше по сравнению с такими осеннего периода; это можно объяснить попаданием в пруды части ионов весной со сточными и талыми водами и постепенным процессом естественного самоочищения воды в течение вегетационного периода, адсорбцией этих веществ донными отложениями. Такая же тенденция наблюдалась в течение всех лет исследований. То есть, минерализация воды во всех прудах в октябре имеет заметно меньшие показатели, чем в июле и тем более чем в мае (таблица 1).

Исследуемая вода имела слабощелочную реакцию (рН – 7,6-8,8), концентрация свободного аммиака в ней составляла 0,009-0,19 мгN/л, в некоторых случаях, где наблюдался высокий уровень рН, она превышала нормативные показатели, предусмотренные отраслевым стандартом – 0,05 мгN/л (таблица 2).

Величина перманганатной окисляемости, определяющей количество водорастворимого органического вещества, в большинстве прудов не превышала нормативы (15 мгО/л) и изменялась в пределах от 4,4 до 19,8 мгО/л.

В исследуемой воде присутствовали биогенные элементы: азот – ионы аммонийного азота ( $\text{NH}_4^+$ ), нитритов ( $\text{NO}_2^-$ ), нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ), фосфор – ионы минерального фосфора ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и железо ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $3^+$ ).

Концентрации большинства биогенов в воде всех опытных прудов отвечали нормативам и составляли: аммонийный азот – 0,61-1,72 мгN/л, нитриты – 0,04-0,21 мгN/л, нитраты – 0,03-0,21 мгN/л, фосфаты – 0,09-0,37 мгP/л, общее железо – 0,41-1,27 мгFe/л (таблица 2).

**Таблица 1** – Динамика солевого состава воды прудов опытного хозяйства «Нивка» ИРГ НААН, 2013 г.

Пруды	Дата отбора проб	Главные ионы, мг/л						Общая жесткость, мг-экв/л	Минерализация
		катионы			анионы				
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		
101	22.05	66,7	30,3	56,3	195,3	107,3	88,5	5,8	544,4
	25.07	83,4	10,2	48,3	207,5	85,3	53,9	5,0	488,6
	09.10	58,1	14,6	29,0	158,7	52,3	57,2	4,1	369,9
119	22.05	66,7	30,3	56,3	183,1	106,0	100,0	5,8	542,4
	25.07	73,0	21,5	50,5	231,9	85,3	58,4	5,4	520,6
	09.10	56,1	12,2	20,0	146,4	49,5	38,3	3,8	322,5
75	22.05	91,8	7,5	74,5	195,3	112,8	86,4	5,2	568,3
	25.07	79,4	29,1	45,8	219,7	85,3	58,8	5,4	518,1
	09.10	60,1	17,0	25,0	183,1	52,3	44,4	4,4	381,9
76	22.05	81,4	22,7	58,5	207,5	106,0	90,5	5,9	566,6
	25.07	75,2	21,5	45,3	231,9	88,1	50,2	5,5	512,2
	09.10	58,1	15,8	37,0	195,3	50,9	49,8	4,2	406,9
77	22.05	77,2	27,8	45,0	207,5	103,2	78,6	6,1	539,3
	25.07	81,4	20,2	37,5	207,5	85,3	67,5	5,7	499,4
	09.10	60,1	19,4	25,0	195,3	50,9	46,1	4,6	396,8

В целом концентрации биогенных элементов у воде прудов были достаточны для развития естественной кормовой базы.

*Рыбоводно-биологическая характеристика племенных групп малочешуйчатого карпа*

В результате весенней инвентаризации разновозрастных групп ремонтного молодняка малочешуйчатого карпа в опытном хозяйстве «Нивка»

установлено, что выход их из зимовки находился в пределах рыбоводных нормативов и составлял 80-90%.

**Таблица 2** – Динамика газового режима, биогенных элементов и органического вещества в воде прудов опытного хозяйства «Нивка» ИРГ НААН, 2013 г.

Пруды	Дата отбора проб	NH <sub>3</sub> мг- N/л	рН	Окисляемость, мгО/л		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мг- N/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг- N/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мг- N/л	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> мг- P/л	Fe <sup>2+,3+</sup> мгFe/л
				перманганатная	бихроматная					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
101	22.05	0,02	7,9	11,2	27,9	0,63	0,04	0,03	0,21	0,44
	25.07	0,02	7,9	11,5	28,8	0,61	0,07	0,21	0,12	0,70
	09.10	0,12	8,6	14,5	36,2	1,40	0,21	0,08	0,24	0,59
119	22.05	0,10	8,6	16,2	40,6	0,68	0,05	0,04	0,17	0,41
	25.07	0,06	8,3	11,2	27,9	0,79	0,05	0,16	0,11	0,69
	09.10	0,19	8,8	14,5	36,2	1,54	0,21	0,10	0,26	0,55
75	22.05	0,03	7,6	7,8	19,4	1,72	0,07	0,04	0,30	0,74
	25.07	0,03	7,9	11,5	28,8	0,98	0,06	0,21	0,22	1,00
	09.10	0,09	8,5	13,8	34,4	1,31	0,13	0,07	0,23	0,52
76	22.05	0,009	7,5	7,1	17,8	0,61	0,09	0,03	0,27	0,41
	25.07	0,04	7,9	19,8	49,5	1,05	0,05	0,20	0,37	1,27
	09.10	0,07	8,4	14,5	36,2	1,28	0,12	0,08	0,25	0,43
77	22.05	0,02	7,7	4,4	11,0	0,63	0,11	0,03	0,14	0,41
	25.07	0,03	7,9	12,2	30,5	0,98	0,06	0,18	0,09	0,75
	09.10	0,13	8,7	14,8	37,1	1,33	0,16	0,06	0,22	0,49
<b>Нормативные величины</b>		<b>0,05</b>	<b>6,5-8,5</b>	<b>до 15,0</b>	<b>до 50,0</b>	<b>до 2,0</b>	<b>до 0,1</b>	<b>до 2,0</b>	<b>до 0,7</b>	<b>до 1,0</b>

При инвентаризации ежегодно проводился отбор на племя и посадка на выращивание ремонтного молодняка малочешуйчатого карпа.

Ремонтный молодняк старших возрастных групп выращивался в прудах №№ 76 и 77.

Условия выращивания племенного материала малочешуйчатого карпа были в пределах рыбоводных нормативов. Температура воды в прудах колебалась в пределах от 5 до 28 °С, содержание растворенного в воде кислорода – 1,2-5,4 мг О/л. Ремонтный молодняк кормили комбикормом с содержанием переваримого протеина 16-18%. Результаты изучения естественной кормовой базы показали, что средняя биомасса зоопланктона составляла 7,46 г/м<sup>3</sup>, зообентоса – 0,76 г/м<sup>2</sup>.

В течение вегетационного периода проводились контрольные ловы, по результатам которых корректировали кормление рыб. В октябре проведены осенние обловы селекционных прудов и учет хозяйственных показателей рыб.

Прирост массы тела ремонта старших возрастных групп колебался от 475,0 (1+) в 1200 г (КЗ +).

Выход рыб из выращивания находился в пределах рыбоводных норм (81-95%).

Ежегодно в опытном хозяйстве «Нивка» проводилось формирование стада в количестве: 650-700 экз. ремонта старших возрастных групп малочешуйчатого карпа и 60-70 гнезд производителей.

Аналогичные селекционные работы с малочешуйчатым карпом нивчанской заводской линии проводились в ОАО «Сквирасельрыбхоз», в хозяйстве ежегодно выращивается и производится формирование племенного стада малочешуйчатого карпа нивчанской заводской линии в количестве: ремонта старших возрастных групп 2000-2200 экз. и 90-100 гнезд производителей.

В результате селекционных работ в ОАО «Лебединская РМС», «Криворожсельрыбхоз», ГП «Ирклеевский рыбопитомник растительноядных рыб» ежегодно выращивается и производится формирование стада карпа лебединской заводской линии в общем количестве 100-120 гнезд производителей, 700-800 экз. ремонта старших возрастных групп.

В ОАО «Закарпатский рыбокомбинат» ежегодно выращивается и формируется племенное стадо малочешуйчатого карпа закарпатской заводской линии в количестве 75-80 гнезд производителей и 450-500 экз. ремонта старших возрастных групп.

Во время осенней инвентаризации проводится оценка племенных групп малочешуйчатого карпа за показателями экстерьера, результаты которой обработаны статистически (таблица 3).

**Таблица 3 – Показатели экстерьера малочешуйчатых карпов в онтогенезе**

Год/п	Коэффициент упитанности	Показатели экстерьера			
		l/Н	l/О	l/С	lхв/hхв
<b>Двухлетки</b>					
2012/26	3,01±0,03	2,18±0,07	1,08±0,07	3,48±0,02	1,06±0,03
2013/24	2,95±0,13	2,30±0,03	1,03±0,01	3,45±0,04	1,13±0,02
2014/24	3,10±0,49	2,27±0,12	1,10±0,11	3,56±0,10	1,07±0,07
<b>Трехлетки</b>					
2013/18	2,88±0,14	2,24±0,03	1,09±0,05	3,52±0,08	1,01±0,03
2014/15	2,96±0,31	2,49±0,07	1,15±0,03	3,77±0,15	1,09±0,07
<b>Четырехлетки</b>					
2014/12	2,96±0,26	2,25±0,22	1,11±0,07	3,54±0,09	1,07±0,04

Как видно из данных таблицы 3, разновозрастные группы малочешуйчатого карпа относятся к высокоспинным формам, что свидетельствует об их мясистой форме телосложения.

В целом в хозяйствах-оригинаторах ежегодно проводится формирование племенного стада малочешуйчатого карпа общим количеством 840 экз. производителей, и 3800-4200 экз. ремонтного молодняка старших возрастных групп (таблица 4).



**Таблица 4** – Результаты формирования племенного ремонтного стада карпа малочешуйчатого внутривидового типа украинской рамчатой породы, (усредненные данные)

Хозяйства	Заводские линии					
	нивчанская		лебединская		закарпатская	
	экз	средняя масса, г	экз	средняя масса, г	экз	средняя масса, г
<b>Двухлетки</b>						
ГП «Нивка»	560	500,0	-	-	-	-
ОАО «Сквирасельрыбхоз»	1900	1020,0				
ОАО «Лебединская РМС»	-	-	150	950,00		
ОАО «Криворожсельрыбхоз»			130	938,00		
ГП «Ирклевский рыбопитомник растительноядных рыб»			130	1025,0		
ОАО «Закарпатский рыбокомбинат»					336	956,0
<b>Трехлетки</b>						
ГП «Нивка»	45	1200,00	-	-	-	-
ОАО «Сквирасельрыбхоз»	700	2410,00	-	-	-	-
ОАО «Лебединская РМС»	-	-	80	1350,00	-	-
ОАО «Криворожсельрыбхоз»	-	-	75	1230,00	-	-

#### Продолжение таблицы 4

ГП «Ирклеевский рыбопитомник растительноядных рыб»	-	-	80	1200,00	-	-
ОАО «Закарпатский рыбокомбинат»	-	-	-	-	82	1310,00
<b>Четырехлетки</b>						
ГП «Нивка»	48	2350,0	-	-	-	-
ОАО «Сквирасельрыбхоз»	500	3900,0	-	-	-	-
ОАО «Лебединская РМС»	-	-	40	2527,0	-	-
ОАО «Криворожсельрыбхоз»	-	-	30	2770,0	-	-
ГП «Ирклеевский рыбопитомник растительноядных рыб»	-	-	30	2680,0	-	-
ОАО «Закарпатский рыбокомбинат»	-	-	-	-	32	2350,0
<b>Всего</b>	<b>3753</b>	<b>-</b>	<b>755</b>	<b>-</b>	<b>450</b>	<b>-</b>

#### Выводы

Выращено и сформировано племенное стадо малочешуйчатого типа карпа четвертого селекционного поколения украинской рамчатой породы трех заводских линий – нивчанской, лебединской, закарпатской.

Карпы четвертого селекционного поколения нового малочешуйчатого внутривидового типа карпа сохраняют высокоспинное телосложение (индекс  $l/H - 2,18-2,25$ ).

Выход из нагула молодняка малочешуйчатого карпа находился в пределах рыбоводных норм (81,3-95,2).

С целью консолидации рыбоводно-биологических признаков малочешуйчатого карпа в последующие годы будет проведена оценка пятого

покоління нового типу.

### **Список использованных источников**

1. Алекин О.А., 1970. Основы гидрохимии – Л.: Гидрометеиздат, – 412 с.
2. Бех В.В., Грициняк І.І., Олексієнко О.О., Осіпенко М.І., Павліщенко В.М., 2011. Малолускатий внутрішньопорідний тип української рамчастої породи. // Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок «Аграрна наука - виробництву». К. . вип. 3. С. 26.
3. Бех В.В., 2009. Малолускатий короп нового типу. // Тваринництво України. К.: – № 1. С. 7-10.
4. Бех В.В., 2012. Створення та комплексна рибницько-біологічна оцінка малолускатого внутрішньопорідного типу української рамчастої породи коропа (I – III покоління селекції). // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктор сільськогосподарських наук К.: 40 с.
5. Бех В.В., Томиленко В.Г., Кучеренко А.П., 1998. Інструкція з промислового схрещування коропів української рамчастої та румунської рамчастої породи фресинет. – Інститут рибного господарства УААН.. – 12 с.
6. Кражан С.А., Литвинова Т.Г., 1997. Природна кормова база вирощувальних та нагульних ставів і шляхи її покращення: Методичні рекомендації. –К., – 50 с.
7. Бех В.В., Грициняк І.І., Олексієнко О.О., Осіпенко М.І., 2014. Перспективи селекційно-племінної справи у рибництві України // Вісник аграрної науки К.: -- № 9. С. 31-34.
8. Боброва Ю.П., 1978. Организация и основные итоги селекционно-племенной работы с карпом в рыбхозе «Пара» // Сборник научных трудов. «Генетика и селекция рыб» М. Вып 20 С. 99-110.
9. Никандров, 2002. Племенная работа с форелью // Материалы I Всероссийской конференции «Генетика, селекция и воспроизводство рыб». – С–П. – С. 51-54.

10. Поддубная А.В., 2008. Карп как продукт питания. Ориентиры для селекции. // Междунар. конф. «Генетика, селекция, племенное дело и воспроизводство рыб». С. – П. – С. 67-68.
11. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Т. 1. – // М.: Агропромиздат, 1986. – 260 с.
12. Томиленко В.Г., 1977. Методические рекомендации по бонитировке производителей украинских пород карпа. // Львов. Облполиграфиздат. – 46 с.
13. Томіленко В.Г., Олексієнко О.О., Кучеренко А.П., 1995. Інструкція з організації племінної роботи в коропівництві України // Інтенсивне рибництво. – К.: Аграрна наука, – С. 3-34.
14. Томіленко В.Г., 2001. Генетика і селекція риб в Україні // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть – К.: Логос. – Т. 4. – С. 351-372.
15. Томіленко В.Г., Бех В.В., Олексієнко О.О., Павліщенко В.М., 2012. Структуризація українських порід коропа // Рибогосподарська наука України. К.: ТОВ "ДІА".. №2 – С.83-87
16. Шталь В., Раш Д., Шиллер Р., Вахал Я., 1973. Популяционная генетика для животноводов-селекционеров. // М.: Колос. 440 с.

**ФОРМИРОВАНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СТАД  
ИМПОРТНЫХ ПОРОД ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА КАРПОВ В  
БЕЛАРУСИ**

*Ю.М. Рудый*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**GENERATION AND SUPPORT OF COLLECTION STOCK OF IMPORT  
BREEDS FOR MAINTENANCE OF CARP GENETIC POOL IN BELARUS**

*Y. Rydyi*

*RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Реферат.** Для сохранения генофонда пород животных, в том числе и самого распространенного объекта прудового рыбоводства – карпа, предусматривается создание коллекционных ремонтно-маточных стад на базе селекционно-племенной работы СПУ «Изобелино». Импортные породы карпа представляют собой ценный генетический материал, адаптированный к условиям рыбоводных хозяйств республики на протяжении трех-четырех поколений, который используется для дальнейших селекционных и племенных работ, а также для получения промышленных кроссов.

**Ключевые слова:** селекционно-племенная работа, генофонд, коллекционное стадо, импортные породы, промышленный кросс, корректирующий отбор.

**Abstract.** For maintenance of animal breed genetic pool including carp as the most widespread object of pond fish breeding, it is stipulated forming of collection replacement – brood stocks on the base of selection and breeding farm “Isobelino”, Agricultural Production Institution. The imported carp breeds constitute quite a valuable genetic pool adapted to the conditions of fish farms of the Republic for the life of three-four generations that is used for further selection and breeding works and also for obtaining commercial crosses.

**Key words:** selection and breeding work, genetic pool, collection stock, imported breeds, commercial cross, corrective selection.

Основной целью селекционно-племенной работы с рыбой является

обеспечение рыболовной отрасли высокопродуктивным материалом, позволяющим полностью удовлетворить запросы рыболовных хозяйств в производстве высококонкурентной товарной продукции.

В селекционном процессе наряду с созданием новых пород сельскохозяйственных животных происходит резкое сокращение ныне существующих. По данным Ю.П. Алтухова, в настоящее время на грани вымирания находится около 100 пород домашних животных. Широкое использование в промышленности одной породы создает популяции, имеющие общее происхождение, что ведет к сужению генетического разнообразия, к породной однородности. Этот процесс с каждым годом приобретает все более глобальный характер. Поэтому, необходимо рассматривать генетические ресурсы как стратегические ресурсы сельского хозяйства, как достояние человечества.

Для сохранения генофонда пород животных, в том числе и самого распространенного объекта прудового рыболовства – карпа, предусматривается создание коллекционных ремонтно-маточных стад, формируемых на базе одного селекционно-племенного хозяйства. В Беларуси это СПУ «Изобелино». Цель формирования коллекционного племенного генофонда – сохранение наиболее ценных для селекции местных и некоторых иностранных пород, ранее завезенных в Республику и прошедших период адаптации к условиям местных прудовых хозяйств, которые могут быть использованы при выведении новых пород, линий, кроссов [1].

При выборе методов разведения основным направлением работы является сохранение и воспроизведение существующих пород без потери присущих им качеств. Соответствующее кормление и содержание должны обеспечить развитие рыб на уровне не ниже класса элита для данной породы. На всех этапах выращивания коллекционных пород проводится корректирующий отбор племенного ремонта и производителей в соответствии с породными стандартами.

Главными условиями отбора выступают нормативная жизнеспособность

и нормальное развитие воспроизводительной системы. Выбраковке подлежат производители, потерявшие способность к воспроизводству, нетипичные для породы по телосложению и имеющие пороки экстерьера, а также больные.

В настоящее время генофонд карпов Республики Беларусь представлен карпами отечественной селекции: лахвинский чешуйчатый, изобелинский и тремлянский; импортными породами – немецкий, фресинет, югославский и сарбоянский [2].

Импортные породы представляют собой ценный генетический материал, адаптированный к условиям рыбоводных хозяйств республики на протяжении трех, четырех поколений, который используется для дальнейших селекционных и племенных работ, а также для получения промышленных кроссов [3, 4]. Выращивание последних, позволит за счет проявления эффекта гетерозиса, при условии правильной эксплуатации имеющихся в наличии стад, увеличить продукцию рыбных хозяйств на 15-20% без дополнительных материальных затрат.

#### **Импортные породы:**

*Немецкий карп* завезен в Беларусь трехсуточной заводской личинкой в 1991 году из Черепетского тепловодного хозяйства Тульской области. Немецкий карп по расположению чешуи относится к малочешуйчатой форме (рисунок 1), потомство его не имеет летального гена N, что важно при его разведении и использовании.



*Рис. 1. Немецкий карп (двухлеток)*

Производители немецкого карпа второго поколения выращенного в условиях прудовых хозяйств Беларуси имеет округлую форму тела ( $l/H-2,4$ ), обладает относительно большой длиной головы ( $C/l-28,5-28,3\%$ ), с высоким значением индекса обхвата тела (для самок 100%, для самцов 98%) (таблица 1).

**Таблица 1** – Экстерьерные показатели немецкого карпа (двухлетки)

Признаки	Значения признаков
возраст рыб, лет	1+
масса тела, г.	500
коэффициент упитанности	3,35
индекс высокоспинности, %	2,50
индекс широкоспинности, %	19,2
индекс длины головы, %	27,6
индекс обхвата тела, %	97,6
относительный вес тушки, %	67,4

Продуктивность выростных прудов при выращивании сеголетков в чистопородном виде не превышает 6 ц/га, нагульных прудов 7-9 ц/га (таблица 2). Затраты корма не превышают 3,5 к.ед.

**Таблица 2** – Рыбохозяйственные показатели двухлетков немецкого карпа

Признаки	Значения признака	
	0+	1+
возраст рыб, лет	0+	1+
плотность посадки, тыс. экз./га	50	3,0
выживаемость рыб, %	20-25	60
масса тела, г	30	400-450
прирост массы тела, г	30	370-420



## Продолжение таблицы 2

выход из зимовки, %	70	80
рыбопродуктивность, ц/га	5-6	8-9
период выращивания при $t^{\circ}>15^{\circ}\text{C}$ , дни	90	100
кормовой коэффициент	3,2	3,5

Немецкий карп, адаптированный к условиям II зоны рыбоводства, сохраняет характерные для этой породы экстерьерные признаки и обладает преимуществами по сравнению с карпами белорусской селекции, но уступает по последним по рыбохозяйственным показателям.

**Югославский карп.** В Беларусь югославский карп завозили дважды трехсуточными заводскими личинками в 1991 и 1992 гг. из Копчагайского нерестово-выростного хозяйства Алма-Атинской области Казахстана. Выращенные в условиях Беларуси югославские карпы характеризуются высокоспинной формой тела, укороченным хвостовым стеблем (рисунок 2).



Рисунок 2 – Югославский карп (двухлеток)

Этот карп характеризуется высокими показателями относительной высоты тела (2,3-2,4), имеет характерный наплыв над головой, укороченный и утолщенный хвостовой стебель (таблица 3). Отличается высоким выходом съедобной части тела.

**Таблица 3** – Некоторые морфометрические признаки югославского карпа

Признаки	Значения признака
возраст рыб, лет	1+
масса тела, г	400-600
коэффициент упитанности	3,4
индекс высокоспинности, %	2,3
индекс широкоспинности, %	17,8
индекс обхвата тела, %	100,0
относительный вес тушки, %	67-68

Продуктивность выростных прудов при выращивании сеголетков в чистопородном виде не превышает 7 ц/га, нагульных прудов 8 ц/га (таблица 4). Затраты корма составляют 3,5, двухлетков 3,7 к.ед.

**Таблица 4** – Рыбохозяйственные показатели югославского карпа

Признаки	Значения признака	
возраст рыб, лет	0+	1+
плотность посадки, тыс. шт/га	30-40	2,0
выживаемость, %	20-30	80,0
масса тела, г.	40-60	700
прирост массы тела, г.	40-60	620-660
рыбопродуктивность, ц/га	6	8
кормовой коэффициент	3,5	3,7

*Сарбоянский карп* омский зональный тип, завезен в Беларусь трехсуточной заводской личинкой из Литвы, где он разводился «в себе».

Селекция этого карпа велась на приспособленность к условиям Сибири. Завезенный омский тип (зеркальная линия) отмечается устойчивостью к гипоксии к пониженным температурам среды, к повышенной солености. Отбор проводили по плодовитости при естественном способе воспроизводства, жизнестойкости сеголетков и годовиков. Завезенный в республику материал дал расщепление по чешуйному покрову. Для племенной работы в коллекционном стаде оставлены зеркальные особи, характеризующиеся рамчатым расположением чешуи. По сравнению с немецким карпом сарбоянский обладает более прогонистой формой тела (рисунок 3).



*Рисунок 3 – Сарбоянский карп (двухлеток)*

Индекс высокоспинности составляет 3,2, а коэффициент упитанности 2,95 (таблица 5).

**Таблица 5** – Некоторые морфометрические признаки сарбоянского карпа

Признаки	Значения признака
возраст рыб, лет	1+
масса тела, г.	450±12
малая длина тела, см	24,9±0,30
коэффициент упитанности	2,95±0,10
индекс высокоспинности, %	3,20±0,05
индекс широкоспинности, %	19,3±0,33
индекс длины головы, %	25,7±0,05
индекс обхвата тела, %	88,6±1,23
относительный вес тушки, %	65,2±0,71

Продуктивность выростных прудов при выращивании сеголетков в чистопородном виде составляет в среднем 7,5-9,0 ц/га, нагульных прудов около 10,0 ц/га (таблица 6). Выживаемость сеголетков сарбоянского карпа составляет 45-50%, двухлетков 70-75% при стандартной массе тела. Затраты корма около 3,5 к.ед.

**Таблица 6** – Рыбохозяйственные показатели сарбоянского карпа

Признаки	Значения признака	
возраст рыб, лет	0+	1+
плотность посадки, тыс. экз./га	38-40	4,0
выживаемость рыб, %	45-50	70-75
масса тела, г.	20-25	300-350
прирост массы тела, г.	20-25	275-325
выход из зимовки, %	70-80	

## Продолжение таблицы 6

рыбопродуктивность, ц/га	7,5-9,0	10,0
период выращивания при $t^{\circ} > 15^{\circ}\text{C}$ , дни	40-50	50-60
кормовой коэффициент	3,0-3,5	3,5-4,0

*Румынский карп (фресинет)* завезен в Беларусь в 1992 г. трехсуточными личинками из племенного хозяйства «Теленешеты» Республики Молдова. Карп гетерозиготен по чешуйному покрову, в Беларуси эта порода представлена чешуйчатой линией (рисунок 4).



Рисунок 4 – Карп породы фресинет (двухлеток)

Этот карп создан на основе высокопродуктивных венгерских, украинских рамчатых и местных румынских пород карпа. Фресинет крайне требователен к условиям содержания, особенно кормления, так как селекция велась в откормочном направлении.

Эта порода характеризуется высокоспинной формой тела (1/Н – 2,2),

высоким значением коэффициента упитанности (3,9), а также высоким значением коэффициента обхвата тела (111%). Выход съедобной части тела составляет 69,2 (таблица 7).

**Таблица 7** – Некоторые морфометрические признаки карпа породы фресинет

Признаки	Значения признака
возраст рыб, лет	1+
масса тела, г	1086
малая длина тела, см	20,3
коэффициент упитанности	3,9
индекс высокоспинности, %	2,20
индекс широкоспинности, %	18,1
индекс длины головы, %	31,2
индекс обхвата тела, %	111
относительный вес тушки, %	69,2

Продуктивность выростных прудов при выращивании сеголетков в чистопородном виде составляет около 7 ц/га, нагульных прудов около 8 ц/га (таблица 8). Выживаемость сеголетков этой породы в условиях прудовых хозяйств Беларуси около 30%, двухлетков 75%. Затраты корма около 4,0 к.ед.

**Таблица 8** – Рыбохозяйственные показатели карпа породы фресинет

Признаки	Значения признака	
	0+	1+
возраст рыб, лет	0+	1+
плотность посадки, тыс. экз./га	80	3,5
выживаемость рыб, %	30	75

## Продолжение таблицы 8

масса тела, г	24,4	480,7
прирост массы тела, г	24,4	456,3
рыбопродуктивность, ц/га	7,6	9,0
период выращивания при $t^{\circ} > 15^{\circ}\text{C}$ , дни	140-145	160-170
кормовой коэффициент	3,9	4,0

Таким образом, в республике имеется коллекционное стадо импортных пород карпа, которые в течение четырех поколений воспроизводили в условиях прудовых хозяйств II зоны рыбоводства (всего около 1,5 тыс. экз. производителей и старшего ремонта).

Современное прудовое рыбоводство характеризуется высокоинтенсивными формами ведения хозяйства. При этом высокий уровень интенсификации в значительной степени зависит от качества и состояния маточного стада.

Одним из путей увеличения продуктивности прудов и улучшения качества выращиваемой рыбы является переход на выращивание высокопродуктивных пород и промышленных кроссов карпа с повышенным темпом роста, улучшенными потребительскими свойствами и повышенной рыбопродуктивностью прудов на 15-20 процентов за счет проявления эффекта гетерозиса.

Созданная коллекция карпов зарубежной и белорусской селекции позволила выявить наиболее перспективные для гибридизации породы и линии. Получение высокопродуктивных товарных кроссов, проявляющих эффект гетерозиса по рыбохозяйственным показателям, – значительный резерв увеличения производства рыбной продукции. Экстерьерные показатели товарных кроссов, как правило, приобретают преимущества хорошо отселекционированных импортных пород, что обеспечивает на внутреннем рынке Беларуси их конкурентоспособность и при реализации на экспорт.

## **Список использованных источников**

1. Таразевич Е.В. Проблема сохранения генофонда карпов в республике Беларусь / Е.В.Таразевич, М.В. Книга, А.П. Семенов, В.В. Шумак // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства: тезисы докладов международной научно-практической конференции (9-10 октября 2008 г.). – Жодино, 2008. – С. 118-119.
2. Таразевич Е.В. Лахвинские, изобелинские, тремлянские.../ Е.В. Таразевич, В.Б. Сазанов // Наука и инновации. - №8 (102). – Минск: «Белорусская наука», 2011. – С. 21-22.
3. Книга М.В. Рыбоводно-биологическая характеристика сеголетков чистых линий белорусских карпов и импортных пород / М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Ус, Е.А. Щербинина, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Т.Ю. Кананович // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2011. – вып. 27 – С. 8-14.
4. 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.



# ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

УДК 628.357.3:66.067.9

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ

*В.Ю. Агеец\**, *Г.П. Воронова\**, *В.В. Супранович\**, *Э.И. Коломиец\*\**,  
*Н.В. Сверчкова\*\**, *И.А. Проскурина\*\**

*\*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
животноводству»,*

*220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

*\*\*Институт микробиологии НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь*

## USE OF MICROBIAL DRUG FOR WATER PURIFICATION IN FISHERY PONDS

*V. Ageyets \**, *G. Voronova\**, *V. Supranovich\**, *E. Kolomeetz\*\**, *N. Sverchkova\*\**,  
*I. Proskurina\*\**

*\* RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

*\*\* Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of the Republic of  
Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

**Реферат.** Показана возможность применения микробного препарата для улучшения качества среды при выращивании товарной рыбы в прудах и снижения органического и биогенного загрязнения в отводимой с прудов воды.

**Ключевые слова:** микробный препарат, качество воды, рыбоводные пруды, взвешенные вещества, органическое и биогенное загрязнение воды.

**Abstract.** There is shown the possibility of using microbial drug for water quality improvement at commercial fish growing in the ponds and decrease of organic and biogenic contaminations in the waters drained off from the ponds.

**Key words:** microbial drug, water quality, fishery ponds, suspended substances, organic and biogenic water contamination.

## **Введение**

Современное рыбоводство характеризуется высокой степенью интенсификации производственного процесса. Применение органических и минеральных удобрений, выращивание рыбы при высоких плотностях посадки, кормление ее концентрированными кормами, приводит к загрязнению прудов органическим веществом и биогенными элементами, массовому развитию слабо потребляемых токсичных сине-зеленых водорослей, ухудшению гидрохимического режима [1-3]. В период интенсивного кормления рыбы и массового развития фитопланктона в предутренние часы (июль-август) в прудах отмечается резкое снижение растворенного в воде кислорода до 2 мг/л и ниже, что может привести к асфиксии и гибели рыбы. В этот период наблюдается подщелачивание среды до рН 9,5 и выше, приводящее при высоких температурах воды к жаберному некрозу и аммиачному токсикозу рыб. При сильном органическом загрязнении водной среды образуется в больших количествах углекислота, которая действует на организм рыб угнетающе. В результате разложения органического вещества в придонных слоях могут образовываться сероводородные зоны, которые служат признаком острого дефицита кислорода и развития заморных явлений в прудах [4-6].

Исследования по влиянию рыбоводческих хозяйств на естественные водотоки дают основание заключить, что сбросные воды увеличивают содержание в принимающих водоемах и водотоках органических и взвешенных веществ, неорганических форм азота и фосфора, растворенных солей, что в свою очередь ведет к закономерному увеличению продуктивности автотрофных сообществ, и повышению трофности водных объектов [7,8].

Для улучшения качества воды в прудах при выращивании рыбы и снижения загрязнения в отводимой с рыбоводных хозяйств воде первостепенное значение приобретает разработка системы биологической очистки воды, признанной как наиболее дешевой и эффективной по сравнению с химическими и механическими способами очистки [9-12].

Целью данной работы была разработка способа биологической очистки,

позволяющей минимизировать загрязнение воды в процессе выращивания рыбы непосредственно в прудах.

### **Материалы и методы исследований**

Эффективность утилизации биогенных элементов и деструкции органических веществ при использовании разных доз препарата отрабатывали на шести экспериментальных прудах рыбхоза "Вилейка", Минской области, общей площадью 1,44 га. Испытывали действие препарата, состоящего из комплекса штаммов бактерий родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Rhodococcus*, обладающих антагонистической, гидролитической, нитрифицирующей активностью в концентрациях от 0,5 л/га до 5,0 л/га, оптимальные дозы которых были выявлены в лабораторных условиях. В пруды раз в месяц с мая по июль (28.05, 17.06, 23.07.2014 г.) вносили малые дозы препарата в концентрации 0,5 л/га. В августе (21.08.2014 г.), в период максимального накопления в водной среде органического вещества, в пруды вносили по 3,0 л/га (вариант 1) и по 5,0 л/га (вариант 2). В контрольных прудах препарат не использовали (вариант 3). Для стимуляции кормовой базы во все пруды вносили азотно-фосфорные удобрения. Удобрения вносили по биологической потребности исходя из развития водорослей и прозрачности воды в прудах. При прозрачности воды меньше 1/3 глубины пруда удобрения не вносили. Пруды зарыбляли поликультурой рыб (двухгодовиками карпа и белого амура, трехгодовиками пестрого толстолобика), общей плотностью 1,45 тыс. экз/га.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Гидрохимический режим прудов в течение вегетационного периода при использовании микробного препарата был в основном благоприятным для выращивания рыбы. Содержание растворенного в воде кислорода за период наблюдений колебалось в пределах от 3,2 до 14,8 мг/л, в среднем составив 8,7-10,1 (таблица 1). Внесение препарата в большинстве случаев не оказывало

отрицательного влияния на содержание в воде кислорода. В тоже время при высоких температурах воды 24,3-26,2 °С, которые наблюдались в июле и августе, применение препарата вызывало снижение содержание кислорода в воде до 3,2-4,1 мг/л (рисунок 1).

**Таблица 1** – Гидрохимический режим опытных прудов рыбхоза «Вилейка» при внесении микробного препарата, 2014 г. (средние показатели)

Показатели	Вариант		
	1	2	3 (контроль)
Кислород растворенный, мг/л	8,7	9,2	10,1
Водородный показатель (рН)	7,99	7,97	8,14
Температура, °С	18,6	18,5	18,7
Прозрачность, см	47	48	40
Диоксид углерода, мг/л	5,1	3,8	3,0
Гидрокарбонаты, мг/л	152,5	135,6	128,1
Аммонийный азот, мгN/л	0,29	0,30	0,28
Нитраты, мгN/л	0,11	0,11	0,12
Нитриты, мгN/л	0,002	0,002	0,002
Фосфор минеральный, мгP/л	0,020	0,031	0,046
Кальций, мг/л	29,1	24,6	21,2
Магний, мг/л	9,4	9,0	8,0
Общая жесткость, мг-экв/л	2,2	2,0	1,7
Железо общее, мг/л	0,06	0,06	0,07
Хлориды, мг/л	4,9	4,9	4,8
Сульфаты, мг/л	1,3	1,5	2,4
Окисляемость перманганатная, мгО/л	21,3	21,6	23,3
Взвешенные вещества, мг/л	21,18	40,78	51,45

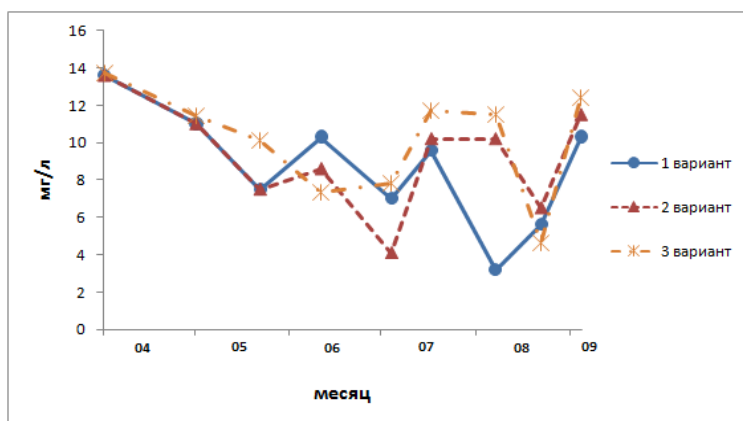


Рисунок 1 – Содержание растворенного кислорода в воде опытных прудов рыбхоза «Вилейка» при внесении микробного препарата

В рыбоводных прудах, где интенсификация направлена на развитие первичного звена, резко возрастает доля фитопланктона в потреблении кислорода (до 50-60%), а бактериопланктона снижается [13]. Это хорошо подтверждается данными полученными на опытных прудах в 3-ей декаде августа, когда в контрольном пруду содержание кислорода снизилось до 4,6 мг/л и практически было на уровне опытных прудов, где применяли микробный препарат (рисунок 1).

Водородный показатель в течении сезона был на уровне 7,99-8,68, в среднем составив 7,99-8,89. Диоксид углерода присутствовал на протяжении всего сезона (с мая по сентябрь) в опытных прудах 1 и 2 варианта, и частично в контрольных прудах, что свидетельствует об интенсивном протекании процессов деструкции органического вещества, вызванных активностью препарата. В среднем за период выращивания рыбы содержание диоксида углерода в прудах составило от 3,0 до 5,1 мг/л (таблица 1).

По солевому составу вода опытных прудов относится к гидрокарбонатному классу группы кальция. В анионном составе преобладают гидрокарбонаты (128,1-152,5 мг/л), катионном - кальций (21,2-29,1 мг/л). Содержание хлоридов и сульфатов было на уровне 4,8-4,9 мг/л, 1,3-2,4 мг/л, соответственно.

Из минеральных форм азота в воде опытных прудов преобладал аммонийный азот. Концентрация его в течение сезона колебалась от 0,08 до

0,81 мг N/л, составив в среднем за сезон 0,28-0,30 мг N/л (таблица 1). Содержание нитратов было на уровне 0,11-0,12 мг N/л. Динамика содержания аммонийного азота в течение сезона в основном повторяла динамику содержания в воде легкоокисляемого органического вещества. Внесение препарата приводило в большинстве случаев в последующие периоды к снижению аммонийного азота в воде (рисунок 2) и росту нитратного азота (рисунок 3).

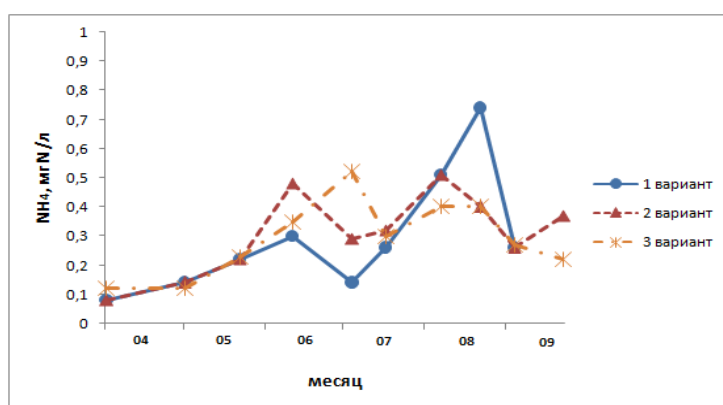


Рисунок 2 – Содержание аммонийного азота в воде опытных прудов рыбхоза «Вилейка» при внесении микробного препарата

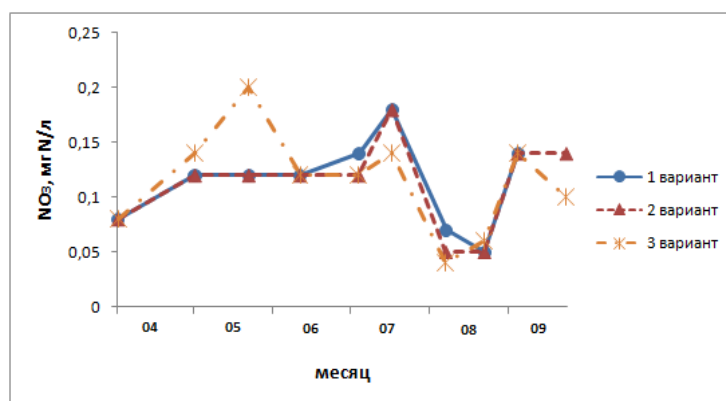


Рисунок 3 – Содержание нитратов в воде опытных прудов рыбхоза «Вилейка» при внесении микробного препарата

Минеральный фосфор присутствовал в воде в количестве от 0,003 до 0,130 мг P/л, составив в среднем за сезон 0,020-0,046 мг P/л. Применение препарата способствовало снижению минерального фосфора в воде по сравнению с контролем на 33-56% (с 0,046 до 0,020-0,031 мг P/л) (таблица 1).

Наиболее четко прослеживается действие препарата в сезонной динамике минерального фосфора. Внесение его в пруды приводило к снижению содержания фосфора в воде в течение 3 летних месяцев (июнь, июль, август) до минимальных значений (рисунок 4). В этот период минеральный фосфор в прудах интенсивно утилизировался как микрофлорой так и микроводорослями. Несмотря на временное увеличение концентрации фосфора в воде в 1-ой декаде сентября, к концу сентября во время облова рыбы во всех группах прудов, куда вносили препарат, содержание минерального фосфора в воде было в 1,7-9,0 раз ниже чем в контроле (рисунок 4).

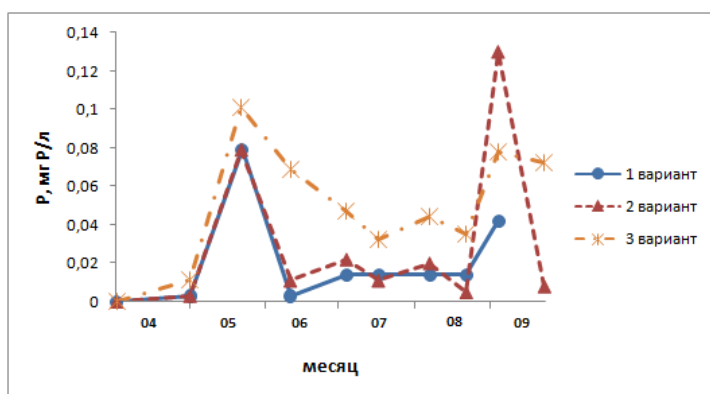


Рисунок 4 – Содержание минерального фосфора в воде опытных прудов рыбхоза «Вилейка» при внесении микробного препарата

Активная утилизация микробным препаратом фосфора приводила к снижению в прудах развития фитопланктона по сравнению с контролем в 1,2-2,3 раза, что не могло не отразиться на содержании в воде взвешенных веществ (сестона), в основном на 80% представленного фитопланктоном.

Величина перманганатной окисляемости, характеризующая легко-окисляемое органическое вещество, в течение вегетационного периода колебалась от 12 мг О/л до 38,5 мг О/л, составив в среднем за сезон 21,3-23,3 мг О/л, что соответствовало нормативным требованиям к качеству воды при выращивании карпа в поликультуре [14]. Сезонная динамика содержания органического вещества в опытных и контрольных прудах была однотипной (рисунок 5).

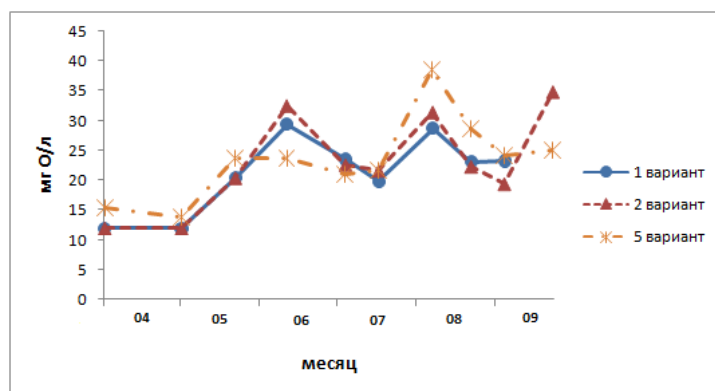


Рисунок 5 – Концентрация легкоокисляемого органического вещества в воде опытных прудов рыбхоза «Вилейка» при внесении микробного препарата

Выявлено три пика в накоплении органического вещества в воде приходящиеся на июнь, август и сентябрь. В эти периоды концентрация лабильного органического вещества в отдельных прудах превышала допустимую норму, составив 31,4-38,5 мг О/л [14].

Внесение во второй декаде августа биологически активного препарата в концентрациях 3,0 и 5,0 л/га приводило к снижению перманганатной окисляемости до нормативных значений (19,4-27,0 мг О/л) в течение последующих 30 дней (до 2-ой декады сентября). Отмеченное к концу сентября увеличение концентрации лабильного органического вещества в прудах в основном было вызвано взмучиванием воды илами во время сброса части воды при облове.

Важным показателем качества воды является содержание в ней взвешенных веществ, которые в основном представлены органическими и частично минеральными соединениями. Как показали данные сестона, во всех опытных прудах, куда вносили препарат, содержание взвешенных веществ в среднем за сезон было ниже (на 10-59%) чем в контроле (таблица 1). Минимальные значения были отмечены в первом варианте, куда вносили препарат в концентрации 4,5 л/га за сезон. В сезонной динамике отмечалось два пика в содержании сестона в прудах приходящие на вторую декаду июня и первую декаду сентября, когда концентрация взвешенных веществ в прудах возрастала до 57-88 мг/л (рисунок 6).



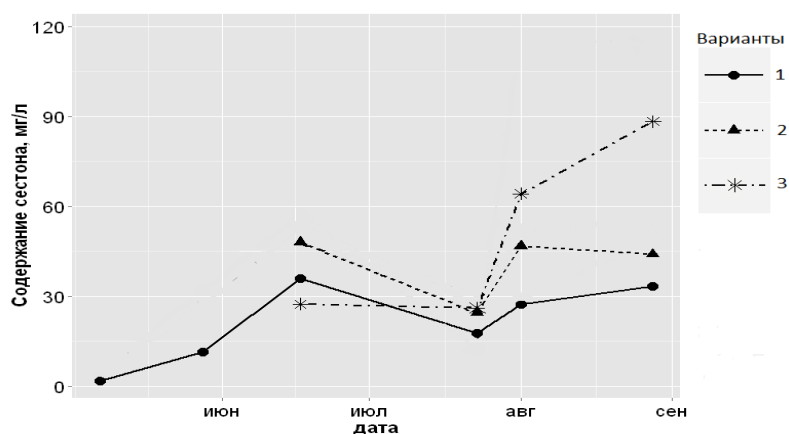


Рисунок 6 – Содержание сестона в опытных прудах рыбхоза «Вилейка» при применении микробного препарата

Наиболее интересны данные, которые характеризуют взвешенное вещество в конце сезона перед сбросом воды с прудов в водоприемники. Как показали исследования, только вода с прудов первого варианта, где применяли препарат, укладывается в норматив качества загрязненных вод сбрасываемых с рыбоводных прудов (33 мг/л), в то время как в остальных вариантах эти показатели превышали норматив в 1,3-2,7 раза. Наиболее грязная вода по взвешенным веществам была отмечена в контрольных прудах 88,0 мг/л (рисунок 6).

Оценка средних показателей гидрохимического режима показала, что наиболее эффективно по улучшению качества воды в прудах сработал микробный препарат в концентрации 4,5 л/га за сезон. Применение его приводило к увеличению прозрачности воды в прудах по сравнению с контролем на 20% (с 40 см до 48 см), снижало содержание в воде минерального фосфора на 56% (с 0,046 мг P/л до 0,020 мг P/л), уменьшало органическое загрязнение воды на 9% (с 23,3 до 21,3 мг O/л), снижало содержание взвешенных веществ на 136% (с 51,45 до 21,18 мг/л).

Высокая степень индустриализации страны способствовала усилению процессов эвтрофикации открытых водотоков. В связи с чем в последние годы в стране большое внимание уделяется качеству отводимой с предприятий воды. В разработанном техническом кодексе качества сбросных вод с рыбоводческих хозяйств выделено 7 основных показателей: ХПК, БПК<sub>5</sub>, взвешенное вещество,

минеральные формы азота (аммоний ион, нитрат ион, нитрит ион), общий фосфор, которые характеризуют в основном органическое и биогенное загрязнение водотоков [15]. Как показали исследования, проведенные нами ранее, основное загрязнение водоприемников при сбросе отводимых вод с рыбоводческих прудов происходит в основном за счет взвешенных веществ и биогенов [7, 8].

В условиях наших экспериментальных прудов применение препарата способствовало снижению в сбрасываемой с прудов воде по сравнению с контролем общего фосфора в 1,7-2,7 раза, а по отношению к допустимым значениям в 4-6 раз (таблица 2).

**Таблица 2** – Концентрация загрязняющих веществ в составе сточных вод сбрасываемых с прудов во время облова рыбы в рыбхозе «Вилейка», 2014 г.

Загрязняющие вещества	Вариант			Допустимые значения не более
	1	2	3	
Бихроматная окисляемость (ХПК), мг О/л	100	118,5	89,6	100,0
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /л*	-	-	-	20,0
Взвешенные вещества, мг/л	44,48	46,30	86,02	33,0
Аммоний-ион, мг N/л	0,28	0,37	0,22	1,0
Нитрат-ион, мг N/л	0,14	0,14	0,10	3,0
Нитрит-ион, мг N/л	0,002	0,002	0,005	0,2
Фосфор общий, мг/л	0,160	0,257	0,428	1,0

\* не определялось

Минеральные формы азота (аммиачный и нитратный) в сточных водах как с опытных, так и с контрольных прудов были в 3-21 раз ниже допустимых значений, а содержание нитритного азота на два порядка ниже допустимых

норм для сточных вод [15]. Принимая во внимание, что пробы на анализ отбирались в период, когда пруды на половину были спущены, а вода подверглась взмучиванию за счет иловых масс, количество взвешенных веществ во всех прудах было выше допустимой нормы. Однако максимальные значения, превышающие в 2,6 раза норму были отмечены в контрольных прудах (таблица 2).

Анализ отводимой воды из рыбоводческих прудов показал, что применение микробного препарата в концентрациях 4,5 л/га за сезон наиболее эффективно для снижения биогенной нагрузки, органического и взвешенного вещества в прудах. Препарат в применяемых дозах не оказывал отрицательного действия на продуктивность прудовой экосистемы. В прудах, где применяли препарат, рыбопродукция была на 9-22%, а рыбопродуктивность на 22-33% выше, чем в контрольных прудах.

Опыт использования микробного препарата для улучшения качества среды при выращивании товарной рыбы в прудах показал возможность его применения в других слабопроточных водоемах (водоемах-приемниках садковых линий и в УЗВ).

### **Заключение**

Проведенными исследованиями установлена возможность использования микробного препарата для улучшения качества среды при выращивании товарной рыбы в прудах.

Применение препарата в концентрациях 4,5 л/га за сезон приводило в среднем за сезон к увеличению прозрачности воды в прудах по сравнению с контролем на 20% (с 40 см до 48 см), снижало содержание в воде минерального фосфора на 56% (с 0,046 мг Р/л до 0,020 мг Р/л), уменьшало органическое загрязнение воды на 9% (с 23,3 до 21,3 мг О/л), снижало содержание взвешенных веществ на 136% (с 51,45 до 21,18 мг/л).

Микробный препарат может быть использован в слабопроточных водоемах (прудах, водоемах-приемниках садковых линий и УЗВ).

## Список использованных источников

1. Харитоновна Н.Н., Шпет Г.И., Панченко С.М., Антипчук А.Ф., Лупачева Л.И., Кражан С.А., 1976. Интенсификация рыбоводства и экологическое состояние прудов Украины. Тез. доклад. 3 съезд ВГБО. Рига: Зинатне, – С. 116-119.
2. Рябова С.М., Полищук В.С., Пшеничников В.А., 1979. Взаимосвязь между плотностью посадки, гидрохимическим режимом и рыбопродуктивностью выростных прудов. Сб. науч. тр. Рост рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации. – Москва, – Вып. 26. – С. 221-230.
3. Федорченко Ф.Г., Федорченко В.И., Митякова Т.И., 1981. Гидрохимический режим прудов с водообменом при уплотненных посадках карпа и интенсивном его кормлении. Сб. науч. тр. Вопросы интенсификации прудового рыбоводства. – Москва, – Вып. 31. – С. 92-109.
4. Хабибулин Э.Т., Лемеза З.Ф., Куцко Л.А., 1991. Причины повышения и способы регулирования рН среды в рыбоводных прудах. Обзорная информация. Товарное рыбоводство. – Минск, – серия 69.09.21. – 21 с.
5. Кораблева А.И., Чаплина А.М., Винниченко А.Н., 1986. Способ определения предзаморного состояния в рыбоводных водоемах. Сб. науч. тр. Интенсификация товарного рыбоводства Молдовы. Тез. докл. – Кишинев, – С. 59-60.
6. Шестерин И.С., 1987. Определение предзаморного состояния в водоемах по показателю рН водной среды. Гидробиологический журнал. – Т.23, Вып. 16 – С. 77-78.
7. Астапович И.Т., Воронова Г.П., Просяник Л.В., Жуковская Т.И., Лебедева В.А., 1988. Химический и биологический сток из рыбоводных прудов в открытые водотоки. Рыбохозяйственное использование водоемов БССР. – Минск: Ураджай, – С. 98-101.
8. Сулимова О.С., Жукова А.А., 2013. Содержание сестона и хлорофилла в водоисточниках и сбросных водах рыбоводческих хозяйств Беларуси. Сб.

работ 70-ой научной конференции студентов и аспирантов БГУ 15-18 мая 2013 г. – Минск, – Часть 1. – С. 37-41.

9. Гусев А.Г., 1975. Охрана рыбохозяйственных водоемов от загрязнения- Москва: Пищевая промышленность, – 367 с.

10. Хмыров А.В., Шайбель А.Я., Минх Ш., Грязнева Т.Н., 2013. Новая технология биологической очистки слабопроточных водоемов с использованием пробиотика "Белолин-ЭКО". Прикладная микробиология. – Т. 1. – Вып. 2(2) – С. 14-19.

11. Gal D., Kerepeczki E., Szabo P., Pekar F., 2008. A survey on the environmental impact of pond aquaculture in Hungary. European Aquaculture Society, Special Publication . – No. 37. – P. 230-231.

12. Sugiura S.H., Dong F.M., Hardy R.W., 2000. Primary responses of rainbow trout to dietary phosphorus concentration. Aquacult. Nutr. – № 6 – P. 235-245.

13. Воронова Г.П., Астапович И.Т., 1997. Деструкция органического вещества в воде рыбоводных прудов при различной степени интенсификации рыбоводства. Сб. науч. тр. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, – Вып.15. – С. 150-160.

14. СТБ 1943-2009, 2009. Вода рыбоводческих прудов. Требования. Госстандарт. – Минск: БелГИСС, 2009. – 10 с.

15. ТКП 17.06-08-2012 (02120), 2012. Охрана окружающей среды и природопользования. Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод: – Минск: Минприроды, 2012. – С. 40-41.

## НОВОЕ В БОРЬБЕ ПРОТИВ ДИПЛОСТОМОЗОВ РЫБ

*С.М. Дегтярик, А.В. Беспалый, Р.Л. Асадчая, Н.А. Бенецкая, Т.А. Говор*

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

## NEW TRENDS IN ELIMINATING FISH DISTOPLASMOSIS

*S. Degtjaryk, A. Bespaly, R. Asadchaya, N. Benetskaya, T. Govor*

*RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Реферат.** Изучена встречаемость возбудителей диплостомозов рыб у рыб в естественных водоемах и рыбоводных организациях Беларуси. Для профилактики и лечения диплостомозов рыб разработан новый препарат, получивший название «Диплоцид». Гибель метацеркарий трематод р. *Diplostomum* в хрусталиках стекловидном теле глаз рыб, а также церкарий (свободноплавающих стадий паразита) после применения препарата достигала 100%.

**Ключевые слова:** диплостомозы рыб, диплостомы, паразиты рыб, диплоцид.

**Abstract.** There is studied the occurrence of fish distoplasmosis causative agents with the fish in natural water bodies and fish breeding farms of the republic of Belarus. For the purposes of prevention and treatment of fish distoplasmosis there is designed a new drug – "Diplocide". Elimination of 100% trematode metacercaria *Diplostomum* in eye lens and vitreous body of fish eyes and also cercaria (free floating parasite stages) after using the drug was observed.

**Key words:** fish diplostomes, diplostomes, fish parasites, diplocide.

### Введение

Диплостомозы рыб – заболевания, возбудителями которых являются личинки трематод р. *Diplostomum*, паразитирующие в глазах (метацеркарии) либо активно двигающиеся сквозь органы и ткани рыбы (церкарии). Ихтиопатологи часто недооценивают эти опасные заболевания рыб. Однако

диплостомозы встречаются не только в хронической форме, т.е. в форме знакомой всем паразитарной катаракты, которая развивается при нахождении в глазах рыбы (преимущественно в хрусталике) большого количества метацеркарий паразита и сопровождается патологическими изменениями крови, нарушением жирового обмена, С-авитаминозом и снижением темпа роста. Довольно часто отмечается еще и острая форма диплостомоза, т.н. острый церкариоз, вызванный миграцией церкарий паразита сквозь органы и ткани рыбы от места проникновения до места постоянной локализации - глаза. При этом гибель молоди рыб могут вызвать единичные церкарии, оказавшиеся «по ходу следования» в головном мозге, крупных нервных стволах или сосудах. Все это наносит значительный ущерб рыбоводным хозяйствам и рыбохозяйственным водоемам [1].

К диплостомозам восприимчивы более 120 видов рыб, и не в последнюю очередь - лососевые, сиговые, осетровые [2, 3]. Методы терапии данного заболевания у нас в республике до настоящего времени отсутствовали. Борьба против диплостомозов сводилась к отпугиванию и снижению численности рыбоядных птиц (дефинитивных хозяев паразитов), а также уничтожению моллюсков (первых промежуточных хозяев) путем внесения моллюскоцидов. Однако особенности большинства прудовых хозяйств и, тем более, арендуемых водоемов не позволяют осуществлять указанные мероприятия в полном объеме.

### **Материалы и методы**

За последние полтора десятилетия сотрудниками лаборатории болезней рыб проведен полный паразитологический анализ рыбы, как выловленной из естественных водоемов, так и разводимой в рыбоводных организациях. Исследованиями охвачено более 60 озер, 6 водохранилищ, 9 рек, более 10 рыбоводных организаций. Полному паразитологическому анализу только из естественных водоемов подвергнуто около 10000 экз. рыб различного возраста, представителей 24 видов; в рыбоводных организациях обследовано более 2000 экз. рыб (карповые, осетровые, лососевые, сомовые рыбы). При этом,

какая бы цель изначально не стояла, особое внимание обращалось на наличие (либо отсутствие) и количество метацеркарий р. *Diplostomum* в глазах у рыбы.

При постановке лабораторных опытов, направленных на поиск препарата для борьбы против диплостомозов рыб, использована рыба различных видов общим количеством 1241 экз. (сеголеток пестрого толстолобика – 33 экз., годовик пестрого толстолобика – 80 экз., сеголеток белого амура – 483 экз., годовик белого амура – 280 экз., годовик карася серебряного – 80 экз., годовик карпа – 105 экз., годовик ленского осетра – 90 экз., годовик радужной форели – 90 экз.), а также моллюски *Lymnaea stagnalis* (прудовик большой) – 436 экз. В каждом варианте опыта и контроля было использовано от 10 до 30 экз. рыбы. Контролем служили аквариумы, где рыба не была прокормлена либо обработана препаратом.

Паразитоцидную активность различных субстанций при поиске активноедействующего вещества (АДВ) будущего препарата, а также эффективность готового препарата изучали *in vitro* и *in vivo*. В первом случае в чашки Петри с водопроводной водой помещали хрусталики и стекловидные тела, извлеченные из глаз рыб, зараженных метацеркариями *Diplostomum* sp. Из неповрежденных хрусталиков метацеркарии выходят в воду за 3-5 часов, из поврежденных (надрезанных) – за 30-40 мин. [4-8]. В свободноплавающем состоянии личинки трематод остаются живыми около суток. Плавающих в воде метацеркарий обрабатывали растворами исследуемых субстанций либо готового препарата в определенных концентрациях, подсчитывали процент гибели по сравнению с контролем (чашки, в которых обработку не проводили).

Во втором случае исследуемые препараты задавали рыбе *per os* в различных дозах. После 2-10 суток наблюдения рыбу вскрывали, проводили компрессионную микроскопию хрусталиков и стекловидного тела глаз с целью определения воздействия препаратов на метацеркарии трематод р. *Diplostomum* непосредственно в организме рыбы-хозяина.

Для отработки способов и доз применения препарата «Диплоцид» и определения его токсичности для рыб препарат вводили в организм рыбы *per os*



в различных дозах, а также применяли в виде ванн различной экспозиции и концентрации.

Изучение токсичности препарата проводили согласно «Методическим указаниям по определению токсических свойств препаратов, применяемых в ветеринарии и животноводстве» [9].

### **Результаты исследований и обсуждение**

Результаты полного паразитологического анализа показали, что наиболее многочисленной группой паразитов, представленной 10 видами (*Diplostomum sp.*, *P. cuticola*, *Rh. illense*, *P. ovatus*, *T. erraticus*, *T. percae fluviatilis*, *T. conifera*, *T. podicipina*, *Apophallus muehlingi*, *Apophallus donicus*), являлись гельминты кл. *Trematoda*. Из обнаруженных эндопаразитов наиболее распространенными являлись трематоды *Diplostomum sp.*, встречающиеся в довольно больших количествах как у мирных, так и у хищных рыб практически во всех обследованных водоемах. Экстенсивность инвазии (ЭИ) во многих случаях достигала 75-100%, интенсивность инвазии (ИИ) доходила до 174 пар./рыбу.

Чтоб не быть голословными, приведем такой пример: для одного из наиболее изученных паразитоценозов – паразитоценоза ряда связанных между собою озер, находящихся на территории Национального парка «Браславские озера» – был определен ряд показателей, характеризующих место каждого паразитического вида в иерархии доминирования в биоценозе. Это такие показатели, как встречаемость (В), индекс обилия (ИО) и индекс доминирования (ИД). Наиболее интересен ИД, представляющий собой процент представителей конкретного вида паразитов от общего числа представителей всех видов, обнаруженных в процессе исследования. Отмечено, что лидирующее место в паразитоценозе занимают трематоды р. *Diplostomum* (В – 45,3%, ИО – 23,16, ИД – 43,7). Для остальных представителей паразитоценоза эти показатели колебались в пределах: В – от 0,9% (*Desmidocercella sp.*) до 25,9% (*Tylodelphys podicipina*), ИО – от 0,01 (*Desmidocercella sp.*) до 8,52

(*Tylodelphys podicipina*), ИД – от 0,1 (*Desmidocercella sp.*, *Piscicola geometra*, *Philometra abdominalis (ovata)*, *Bothriocephalus claviceps*) до 13,5 (*Ergasilus sieboldi*).

Был проведен ряд лабораторных экспериментов по поиску эффективной трематоцидной субстанции с целью создания на ее основе препарата для борьбы против диплостомозов рыб. На основании их результатов экспериментов был разработан препарат «Диплоцид». Его можно применять различными способами: методом группового скармливания в составе лечебного корма, методом лечебных ванн и методом внесения по воде.

Для постановки экспериментов по определению дозы применения препарата с кормом использовали годовиков белого амура, зараженных трематодами р. *Diplostomum* (ЭИ – 100%, ИИ – 12-42 пар./рыбу). В опытные и контрольные аквариумы было посажено по 10 экз. рыб. Препарат «Диплоцид», разведенный в теплой воде, задавали подопытной рыбе per os при помощи катетера. Контрольные экземпляры рыб получали аналогичное количество чистой воды. Препарат задавали в дозах 5, 10, 20 и 50 мг АДВ/кг веса рыбы. Поскольку навеска использованной в опытах рыбы колебалась в достаточно широких пределах (17-39 г), для того, чтобы точно выдержать дозировку, каждую рыбу взвешивали и затем производили расчет количества вводимого ей жидкого препарата по следующим формулам:

– для дозы 50 мг АДВ/кг:  $X = 0,025 A$ ;

– для дозы 20 мг АДВ/кг:  $X = A / 50$ ;

– для дозы 10 мг АДВ/кг:  $X = A / 100$ ;

– для дозы 5 мг АДВ/кг:  $X = A / 200$ ,

где: X – количество жидкого препарата, мл,

A – индивидуальный вес рыбы, г.

Наблюдение за подопытной рыбой вели в течение 3 суток после кормления, затем производили ее вскрытие и компрессионную микроскопию хрусталиков и стекловидного тела глаз. При этом подсчитывали процентное соотношение живых и погибших метацеркарий диплостоматид. Результаты

опытов свидетельствуют, что препарат «Диплоцид», заданный годовикам белого амура в дозах 5 и 10 мг АДВ/кг не вызывает в достаточной мере гибели паразитов (погибло 40 и 85% гельминтов соответственно). Препарат в дозах 20 и 50 мг АДВ/кг вызывал практически полную гибель трематод (98-100%), при этом его действие в дозе 20 мг АДВ/кг практически не отличалась от действия в дозе 50 мг АДВ/кг.

«Диплоцид» в дозе 20 мг АДВ/кг задавали также годовикам карпа (25 экз.), форели радужной (10 экз.) и ленского осетра (10 экз.), зараженным метацеркариями трематод *Diplostomum* sp. При этом получены сходные результаты: препарат в дозе 20 мг АДВ/кг вызывал гибель 95–100% трематод. Таким образом, «Диплоцид» в дозе 20 мг АДВ/кг может быть использован в дальнейшем для борьбы против диплостомозов рыб в составе лечебного корма.

Для постановки экспериментов по определению эффективных концентраций лечебных ванн использовали годовиков белого амура, зараженных метацеркариями трематод *Diplostomum* sp. (ЭИ – 100%, ИИ – 7-69 пар./рыбу). В каждом варианте опыта и контроля было использовано по 30 экз. рыб. Так как препарат «Диплоцид» слабо растворяется в воде, перед применением необходимое его количество заливали небольшим объемом горячей (40–50 °С) воды, тщательно перемешивая и растирая до образования молочно-белой жидкости. Затем вносили в воду, распределяя по всему объему. Препарат применяли в следующих дозах: 30 мг/л воды, 20 мг/л, 15 мг/л, 10 мг/л с экспозицией 60 мин. В контрольных аквариумах рыба из той же партии находилась в воде без добавления препарата. Через 2, 5 и 14 суток после обработки вскрывали по 10 экз. рыбы из каждого варианта опыта и контроля. Проводили компрессионную микроскопию глаз, подсчитывали живых и погибших паразитов.

Отмечено, что препарат в дозах 10–15 мг/л не вызывал 100%-й гибели паразитов в глазах рыб; препарат в дозах 20–30 мг/л вызывал полную гибель трематод в течение 2–5 суток. В глазах контрольных рыб все трематоды были живы и подвижны. Таким образом, препарат можно рекомендовать к применению

методом лечебных ванн из расчета 20 мг препарата на 1 л воды (20 г/м<sup>3</sup>), при экспозиции 60 мин.

Известно, что трематоды р. *Diplostomum* обладают сложным циклом развития со сменой хозяев. Дефинитивным хозяином трематод *Diplostomum* sp. являются рыбадные птицы (разнообразные виды чайковых птиц, рыбадные утки, серая цапля, кулики и др.). Первый промежуточный хозяин - моллюски (как правило, различные виды прудовиков), второй промежуточный хозяин – рыбы. Исходя из этого, борьба против диплостомозов рыб может осуществляться путем разрыва жизненного цикла возбудителя на стадии свободноплавающих церкарий.

С целью уничтожения церкарий трематод были испытаны различные дозы препарата «Диплоцид». Для этого в естественных экосистемах (оз. Нарочь, вдхр. «Вилейское») были собраны моллюски *Lymnaea stagnalis* (прудовик большой) в количестве 436 экз., из числа которых, в свою очередь, отобраны особи, зараженные трематодами р. *Diplostomum*. Для выявления зараженных особей каждого моллюска помещали в отдельную емкость с водой и по прошествии 1-2 часов просматривали воду под биноклем, отмечая при этом наличие церкарий диплостом. В результате было отобрано 32 экз. моллюсков.

Зараженных моллюсков помещали в стеклянные стаканы емкостью 1 л, наполненные водой, и добавляли препарат «Диплоцид» в дозах 20, 50 и 100 мкг/л, затем непрерывно наблюдали за поведением и состоянием церкарий паразита.

Начинали с дозы 20 мкг/л. Через 20 мин. были замечены первые отклонения в поведении церкарий; через 90 мин. многие церкарии стали малоподвижными, отдельные особи были абсолютно неподвижны; через 300 мин. (5 часов) подвижных особей практически не наблюдалось, около 50% из них расчленились (отделились органы движения – «фурки»). По прошествии 20 часов после обработки препаратом в стаканах с моллюсками живых и подвижных церкарий не наблюдалось, на дне появился слой погибших паразитов. Наблюдения за моллюсками продолжали еще в течение 10 суток, при этом вновь вышедших живых церкарий в стаканах не отмечалось. Более того, когда моллюскам сменили воду, и они оказались в среде без добавления

препарата, выяснилось, что они перестали продуцировать церкарии. Это может свидетельствовать о гибели промежуточных стадий трематод, паразитирующих в организме моллюсков.

Таким образом, при применении препарата «Диплоцид» происходит не только гибель свободноживущих стадий гельминтов р. *Diplostomum*, но и исцеление зараженных моллюсков. В это же время прудовики из контрольных групп (находящиеся в воде без добавления препарата) в течение всего времени наблюдения активно продуцировали живые, подвижные церкарии, хорошо заметные в толще воды даже невооруженным глазом. Препарат в дозах 50 и 100 мкг/л действовал точно так же, только в несколько ускоренном темпе. «Диплоцид» испытали также в дозе 10 мкг/л; при этом он не вызывал 100%-й гибели церкарий.

Следовательно, можно рекомендовать применение препарата «Диплоцид» для обработки рыбы в прудах в концентрации 20 мкг препарата на 1 л (20 мг/м<sup>3</sup>) с целью уничтожения свободноплавающих церкарий паразита. Обработка целесообразна преимущественно в прибрежной зоне, где присутствуют макрофиты и др. водная растительность, т.е. в местах обитания моллюсков.

Производственные испытания препарата «Диплоцид» проводили на базе рыбопитомника «Черница» ГПУ НП «Браславские озера», ХРУ «Вилейка» и ОАО «ОРХ «Селец». Испытания показали, что препарат эффективен для лечения и профилактики диплостомозов у рыб при применении в виде лечебного гранулированного комбикорма, а также методом лечебных ванн.

Токсичность препарата «Диплоцид» для рыб изучали на представителях следующих видов: белый амур, пестрый толстолобик, карп, карась серебряный, радужная форель, ленский осетр. Было использовано по 80 экз. годовиков каждого вида рыб (по 60 – для определения острой токсичности, по 20 – для определения хронической токсичности).

Для определения острой токсичности взяты дозы, превышающие терапевтическую в 2,5-25 раз (50-500 мг АДВ/кг). В аквариумы помещали по

10 экз. рыб каждого вида в каждом варианте опыта и по 10 экз. для контроля (контрольная рыба получала воду без добавления препарата). Рыбу кормили однократно, после чего в течение 48 часов наблюдали за ее поведением и физиологическим состоянием. Препарат задавали в жидкой форме per os при помощи катетера, предварительно разведя в кипяченой воде. Результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Острая токсичность препарата «Диплоцид» для рыб

Вид рыбы	Доза препарата, мг АДВ/кг					Контроль
	50	100	200	300	500	
Белый амур	0	0	0	0	0	0
Пестрый толстолобик	0	0	0	0	+	0
Карп	0	0	0	0	0	0
Карась серебряный	0	0	0	0	0	0
Форель радужная	0	0	0	+	++	0
Ленский осетр	0	0	0	0	0	0

*Примечания:*

0 – отсутствие токсического действия препарата: волнения, гибели, изменений внутренних органов не отмечено;

+ – непосредственно после кормления препаратом отмечено легкое волнение рыбы, прекратившееся через 3 мин.;

++ – отмечено волнение рыбы в течение более длительного времени (10-15 мин.).

Таким образом, препарат «Диплоцид» при применении в дозах, в 2,5-25 раз превышающих терапевтическую дозу, не является токсичным для рыб. Только у форели радужной и пестрого толстолобика наблюдалось небольшое волнение при применении в максимальных дозах 300-500 мг АДВ/кг. Гибели подопытных рыб не отмечено ни в одном из вариантов опыта.

При определении хронической токсичности «Диплоцида» рыбе (по 10 экз. годовиков каждого из перечисленных видов рыб в опыте и по 10 – в контроле) ежедневно в течение 10 дней задавали препарат в предполагаемой терапевтической дозе (20 мг АДВ/кг), затем на протяжении 30 дней вели наблюдение за ее поведением и физиологическим состоянием.

Отмечено, что «Диплоцид» не оказывал токсического воздействия на состояние подопытной рыбы. На протяжении и по прошествии 30 суток отклонений в поведении рыбы, а также четко выраженных патологических изменений кожных покровов, жаберного аппарата и внутренних органов (плавательный пузырь, печень, почки, желчный пузырь, мышечная ткань) по сравнению с контролем не отмечено.

### **Заключение**

Трематоды *Diplostomum sp.* относятся к наиболее распространенным паразитам рыб. Они встречаются как у мирных, так и у хищных рыб практически во всех обследованных водоемах и рыбоводных организациях с ЭИ, достигающей 100%, ИИ, достигающей 174 пар./рыбу. Возбудители диплостомозов интенсивно поражают не только представителей карповых, но и т.н. «ценных» видов рыб, нанося рыбоводной отрасли серьезный ущерб.

Авторами разработан новый препарат, предназначенный для борьбы против диплостомозов у рыб, получивший название «Диплоцид». «Диплоцид» можно применять для борьбы против диплостомозов рыб различными способами: путем скармливания в составе лечебного гранулированного комбикорма, методом лечебных ванн. Эти способы нацелены на уничтожение метацеркарий в хрусталиках глаз, а также церкарий, совершающих в данный момент миграцию в теле рыбы. При этом уже через 2 суток после применения препарата при компрессионной микроскопии хрусталиков глаз можно наблюдать неподвижные, погибшие личинки паразита, отдельные экземпляры – деформированные, начинающие распадаться на фрагменты.

Препарат можно применять также для обработки прудов, внося

непосредственно в воду прибрежной зоны, где наблюдается скопление моллюсков. При этом «Диплоцид» не вредит непосредственно моллюскам; он уничтожает свободноплавающие церкарии диплостоматид, а также, как показали эксперименты, убивает спороцисты и редии, паразитирующие в организме моллюска.

Препарат «Диплоцид» не обладает острой и хронической токсичностью для рыб как в терапевтической дозе, так и в дозах, превышающих ее в 2,5-25 раз.

«Диплоцид» успешно прошел производственные испытания в трех рыбоводных организациях республики. Разработаны и утверждены в установленном порядке нормативные документы на его производство и применение.

#### **Список использованных источников:**

1. Ракконен Р., Веннистрем П., Ринтамяки-Киннунен П. Здоровая рыба. Профилактика, диагностика и лечение болезней. – Хельсинки, НИИ охотничьего и рыбного хозяйства, 2003. – С. 75-76.

2. Казарникова А.В., Шестаковская Е.В. Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – С. 56-57.

3. Евсеева Н.В. Ихтиопатологические исследования в форелевых хозяйствах Карелии // Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях. Материалы научной конференции 14-18 октября 2002 г. – Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского госуниверситета, 2002. – С. 134-135.

4. Ихтиопатология / Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н. и др. – М.: Мир, 2003. – С. 314-319.

5. Соусь С.М. Диплостомоз рыб в Чановском озерном хозяйстве // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы 2-ой международной конференции. Новосибирск 2010. – С. 280.

6. Mitchell C. G. Diplostomum Aquaculture Information series № 17. – 1996. – 6 pg.



7. Шигин А.А. Трематоды фауны России и сопредельных регионов. Род *Diplostomum*. Метацеркарии. М.: "Наука", 1986. – 253 с.

8. Методические указания по определению возбудителей диплостомозов пресноводных рыб, утв. Минсельхозпродом РФ 22.09.98. – М., 1998. – 4 с.

9. Методические указания по определению токсических свойств препаратов, применяемых в ветеринарии и животноводстве: Утв. Гл. упр. вет. 23.08.88 / М-во сельхозпрода СССР. – М., 1988. – С. 18.

## **Требования к оформлению статей для публикации в сборнике «Вопросы рыбного хозяйства Беларуси»**

Статьи объемом не более 12 страниц (включая список литературы) машинописного текста (формат А4), использовать редактор Win Word 6.0 – 7.0, шрифт Times New Roman, кегль 14, интервал полуторный, поля – по 2 см, выравнивание по ширине, автоматический перенос, интервал от названия статьи до введения статьи – одинарный.

Код УДК – без отступа, шрифт не жирный. Название статьи строчными буквами, кроме первой заглавной, шрифт – жирный, ниже – инициалы и фамилии автора(-ов) – шрифт не жирный. Далее через интервал печатается полное название учреждения, адрес, страна и e-mail, шрифт – курсив.

Название статьи, фамилии авторов и название организации дублируются на английском языке (оформление – как и на русском).

Резюме на русском языке объемом не более 10 строк, резюме на английском языке объемом не более 10 строк.

Таблицы следует представлять в тексте с номерами и заголовками. Графики оформляются в редакторе Excel (черно-белые), рисунки – в формате jpg, tif.

Ссылки на литературные источники в тексте указываются в квадратных скобках по порядковому номеру в списке литературы, ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Оформление – в соответствии с приложением 2 к Инструкции ВАК по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации.

Текст статьи (за исключением обзорной) должен содержать разделы: **Введение, Материалы и методы, Результаты исследований и обсуждение, Заключение, Список использованных источников.**

Название файла должно включать фамилию первого автора, например Ivanov.doc.

При подачи статьи необходимо наличие подписей всех авторов и рекомендация к публикации (выписка из протокола заседания Ученого совета и т.п.).

Ответственность за достоверность приведенных данных, изложение и оформление текста несут авторы.

**Материалы, не соответствующие требованиям к тематике и оформлению, не принимаются к публикации!**

**ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЛАДШЕГО РЕМОНТА  
БЕЛОРУССКИХ ПОПУЛЯЦИЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

*С.В. Свенторжицкий\**, *М.В. Книга\**, *Е.В. Таразевич\**, *Л.М. Вашкевич\**,  
*Л.С. Тентевицкая\**, *Е.П. Глеб\*\**, *Е.С. Гук\*\**

*\* РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,  
e-mail: belniirh@tut.by*

*\*\*Учреждение образования «Полесский государственный университет»,  
г. Пинск, Республика Беларусь,  
e-mail: versa@tut.by*

**PHENOTYPICAL CHARACTERISTICS OF JUNIOR REPLACEMENT FOR  
BELORUSSIAN POPULATIONS OF DONALDSON TROUT**

*S. Sventorzhitzki\**, *M. Kniga\**, *E. Tarazevich\**, *L. Vashkevich\**, *L. Tentevitskaya\**,  
*E. Gleb\*\**, *E. Guk\*\**

*\*RUE "Fish industry institute",  
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

*\*\*Educational Establishment "Polessky State University",  
Pinsk, Republic of Belarus,  
e-mail: versa@tut.by*

**Резюме**

**Ключевые слова**

**Abstract**

**Key word**

**Введение**

**Материалы и методы**

**Результаты исследований и обсуждения**

**Заключение**

**Список использованных источников**

Научное издание

# ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1957 году

**Выпуск 31**

Ответственный редактор Г.И. Корнеева  
Компьютерная верстка Н.В.Переверзева  
Дизайн обложки Н.А. Чистая

Подписано в печать 01.09.2015 г. Формат 60x84 /16. Бумага офсетная.

Гарнитура Times. Печать цифровая. Усл. печ. л. 13,7. Уч.-изд. л. 7,7.

Тираж 50 экз. **Заказ № .**

Издатель

Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства»

Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/453 от 19.12.2014 г.

220024, г. Минск,

ул. Стебенева, д. 22.

Отпечатано в ЧИУП «Логвинов»

220005, г. Минск, пр. Независимости, 37а.