



**ВОПРОСЫ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА  
БЕЛАРУСИ**

---

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS  
REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE  
"SCIENTIFIC AND PRACTICAL CENTER  
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS  
FOR ANIMAL HUSBANDRY"  
Republican Daughter Unitary Enterprise  
"Fish Industry Institute"

# BELARUS FISH INDUSTRY PROBLEMS

Collection of Scientific Papers

*Founded in 1957*



**Materials of the anniversary international  
scientific-practical conference  
dedicated to the 60<sup>th</sup> anniversary of RUE "Fish Industry Institute"**

Minsk  
"Belaruskaya Navuka"  
2018

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
«РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«НАУЧНО ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ  
ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ»

Республиканское дочернее унитарное предприятие  
«Институт рыбного хозяйства»

# ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

*Основан в 1957 году*



Материалы юбилейной международной  
научно-практической конференции,  
посвященной 60-летию РУП «Институт рыбного хозяйства»

Минск  
«Беларуская навука»  
2018

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.

Сборник предназначен для специалистов в области рыбного хозяйства, научных сотрудников, преподавателей и студентов учебных заведений биологического и аграрного профилей.

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.

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 Г. И. Корнеева (отв. секретарь),  
академик НАН Беларуси, д-р с.-х. наук, профессор И. П. Шейко,  
д-р биол. наук, профессор Л. В. Камлюк,  
д-р ветеринар. наук, д-р биол. наук, профессор П. А. Красочко,  
канд. с.-х. наук, доцент Н. В. Барулин

Рецензенты:

д-р с.-х. наук, доцент Е. В. Таразевич,  
д-р с.-х. наук, академик НАН Беларуси, профессор И. П. Шейко,  
канд. биол. наук, доцент Б. В. Адамович,  
канд. ветеринар наук Е. И. Гребнева

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РУП «ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**В. Ю. АГЕЕЦ**

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

## **HISTORY OF DEVELOPMENT OF RUE «FISH INDUSTRY INSTITUTE»**

**U. ANHEYETS**

*RUE “Fish Industry Institute”,  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

Постановлением Совета Министров БССР от 10 февраля 1958 г. на базе отделения Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства (ВНИОРХ) был создан Белорусский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (БелНИИРХ) с подчинением Министерству рыбного хозяйства СССР. В составе института были созданы четыре научных подразделения: лаборатория рыбоводства, лаборатория гидрохимии и гидрологии, лаборатория гидробиологии, лаборатория технологии и механизации. В состав производственных подразделений института вошли наблюдательные пункты в г. Браслав и на оз. Червоное, а также селекционное прудовое хозяйство «Изобелино».

В 1968 г. на базе ранее существующих подразделений в институте были созданы ведущие отделы прудового и озерно-речного рыбного хозяйства, специализированные лаборатории гидробиологии и гидрохимии, болезней рыб, экономики. В 1969 г.

было завершено строительство экспериментальной озерной базы «Чересово» (Лепельский район), включающей 8 чистейших озер.

В 1975 г. в г. Минске было завершено строительство нового лабораторного корпуса института общей площадью около 2 тыс. кв. метров с аквариальной для экспериментальных работ, гаражами и механическими мастерскими. Было приобретено современное научное оборудование и транспортные средства для выезда сотрудников в экспедиции и на полевые работы.

Постановлением Совета Министров СССР от 25 декабря 1975 г. № 1047 БелНИИРХ с 1 января 1976 г. был передан в подчинение Управлению рыбного хозяйства при Совете Министров Белорусской ССР (Белупррыбхоз).

Приказом Белупррыбхоза от 30 января 1978 г. № 41 БелНИИРХ переименован в Белорусский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт рыбного хозяйства (БелрыбНИИпроект).

В соответствии с Постановлением Совета Министров БССР от 23 октября 1979 г. № 329 с января 1980 г. на базе института создано Белорусское научно-производственное объединение рыбного хозяйства (БелНПО рыбного хозяйства) с включением в его состав рыбокомбината «Любань», рыбхоза «Вилейка» и опытного форелевого хозяйства «Птичь».

Приказом Председателя Госагропрома БССР от 30 июня 1988 г. № 251 институт объединен с Управлением рыбного хозяйства с образованием НПО «Белрыбхоз». Спустя три года приказом НПО «Белрыбхоз» от 29 октября 1991 г. № 53 институт вновь выделен в самостоятельное учреждение с правом юридического лица и с сохранением прежнего названия «БелрыбНИИпроект».

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 января 1992 г. № 9 и в соответствии с приказом Минсельхозпрода Республики Беларусь от 24 января 1992 г. № 15 «БелрыбНИИпроект» передан в ведение Академии аграрных наук Республики Беларусь. В 1996 г. институту присвоен статус государственного предприятия, и он стал именоваться ГП «БелНИИрыбпроект». С 2002 г. институт в составе Отделения аграрных наук Национальной академии наук Беларуси.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь № 242 от 18 апреля 2006 г. создан «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», в состав которого вошел и институт, получивший современное название – дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства». Генеральный директор Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по животноводству **Николай Андреевич Попков** поставил перед наукой в области рыбоводства и рыболовства задачи, требующие новых подходов к проведению научных исследований, в первую очередь с практической направленностью.

На момент создания БелНИИРХа, в 1958 г., его директором был назначен **Василий Алексеевич Чесалин**. Под его руководством коллектив института занимался изучением и анализом биологических ресурсов водоемов Беларуси.

В последующем, с 1961 по 1967 г., институт возглавлял кандидат биологических наук **Владимир Константинович Домбровский**. Период 1960-х годов в работе института отличался наиболее интенсивным развитием научно-исследовательской деятельности. Уровень проводимых исследований и их актуальность значительно возросли в соответствии с потребностями республики.

В 1967 г. директором института был назначен опытный ихтиолог доктор биологических наук, профессор **Прохор Иванович Жуков**. Его жизнь может служить примером, как простой крестьянский парень из деревни Ольшово Могилевской области благодаря упорному труду, желанию учиться, исследовать и совершенствоваться стал доктором биологических наук, профессором и директором института. П. И. Жуков является основателем школы белорусских ихтиологов. Ему принадлежит ряд крупных монографий: «Определитель рыб Белорусской ССР» (1960), «Рыбы Белоруссии» (1965), «Биологические основы рыболовства» (1968), ставших настольными книгами многих биологов и рыбохозяйственников Беларуси и прилегающих к ней республик. Ряд полученных материалов по экологии рыб позволили автору внести существенные изменения в разработанные Л. С. Бер-

гом закономерности формирования пресноводной ихтиофауны Прибалтики. Обоснованная П. И. Жуковым гипотеза о существовании в бассейне Черного моря нового для науки вида – проходной миноги – расценивается специалистами как научное открытие. Эти исследования легли в основу успешно защищенной им докторской диссертации.

С приходом П. И. Жукова деятельность института значительно оживилась. В нем увеличилось количество научных кадров высшей квалификации, к уже существующим лабораториям в 1968 г. добавились новые научные подразделения: отделы прудового и озерно-речного рыбного хозяйства, лаборатории гидробиологии и гидрохимии, болезней рыб и экономики. Были активизированы работы по интенсификации рыбоводства в прудовых рыбных хозяйствах, совершенствовались технологии выращивания рыбы, восстановлены и развивались исследования по селекции белорусской породы карпа, активно разрабатывались меры профилактики и борьбы с болезнями рыб.

При участии института в 1975 г. производство товарной рыбы в республике достигло более 96 тыс. центнеров. По инициативе и под руководством П. И. Жукова были проведены работы по организации управляемых рыбных хозяйств на озерах, что позволило увеличить рыбопродуктивность озер в 10–15 раз.

С 1978 по 1981 г. директором института работал **Василий Иванович Беляев**. Данный период для института характеризуется новыми структурными преобразованиями: он получил наименование Белорусский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт рыбного хозяйства (БелрыбНИИпроект). С целью усиления взаимосвязи между научной и практической деятельностью в составе института было создано проектно-техническое бюро (ПТБ), в которое вошли новые подразделения. Из четырех технически ориентированных производственных групп (проектно-изыскательская, конструкторская, экспериментальная, научно-технической информации) впоследствии были созданы три отдела: конструкторский, проектно-изыскательский, отдел стандартизации и патентно-лицензионной работы.



Усиление института проектно-конструкторским отделом было связано с активизацией работ по механизации и автоматизации трудоемких процессов в прудовом рыбоводстве. Данное направление деятельности содействовало техническому прогрессу рыбной отрасли, созданию и совершенствованию собственной технической базы, проектированию, конструированию, строительству новых и реконструкции старых объектов рыбного хозяйства республики.

Значительное внимание было уделено разработке средств рационального кормления прудовых рыб. Институтом были разработаны кормораздатчики КРБ-1 грузоподъемностью 3 тонны и КРБ-2 грузоподъемностью 1 тонна, предназначенные для прудов площадью до 50 га. Конструкторским отделом разработаны и внедрены в производство плавучая установка для профилактической обработки водоемов и внесения жидких удобрений, саморазгружающийся ковш и селекционный контейнер для перевозки живой рыбы. Разработанные в данный период инкубационные аппараты и оснастка для их изготовления используются в рыбоводстве до настоящего времени. К важнейшим техническим разработкам следует отнести береговой башенный комбинированный склад вместимостью 30 тонн, аэратор центробежного типа для садков и водотоков, плавучий садковый комплекс для выращивания карпа и форели на теплых водах. Важное практическое значение имели разработки высокопроизводительного струйно-вихревого аэратора, установок для внесения жидкого аммиака в водоемы, по выращиванию микроводорослей, механизации процесса концентрации рыбы в рыбоуловители и погрузки ее в транспортные средства, рыбонасосных установок с высотой подъема рыбы до 2-х и до 5-ти метров. Создание мощной автономной потокосоздающей плавучей аэрационной установки позволяло полностью ликвидировать замор рыбы в зимовальных прудах. Учеными-конструкторами было также разработано оборудование для подогрева воды в инкубационных цехах и другие технические средства.

В 1979 г. на базе института было создано БелНПО рыбного хозяйства. В его состав включены рыбокомбинат «Любань»,

рыбхозы «Вилейка» и «Новолукомльский», опытный участок «Птичь».

С 1 июня 1982 г. по 16 января 1985 г. институт возглавляла опытный зоолог-ихтиолог кандидат биологических наук **Любовь Васильевна Волкова**. В этот период в институте проводился всесторонний анализ развития рыбного хозяйства БССР, рыбохозяйственной науки и научно-технического прогресса. Исследовались вопросы состояния рыбного хозяйства на естественных водоемах, разрабатывался комплексный подход к рациональному использованию земельных ресурсов. В институте проводились исследования по повышению продукционных признаков производителей карпа с целью обеспечения высокого качества рыбопосадочного материала, разрабатывались и систематизировались материалы по исследованию угреводства, зарыблению озер судаком, внедрению в производство растительных рыб, а также по исследованиям, посвященным борьбе с болезнями рыб. В данный период значительная роль в институте придавалась оценке экономической эффективности в деятельности рыбного хозяйства.

Под руководством Л. В. Волковой также проводились исследования, направленные на расширение ассортимента выращиваемых видов рыб.

С 16 января 1985 г. исполнение обязанностей директора института было возложено на главного инженера **Владимира Сергеевича Емельянова**.

С 1986 по 2007 г. институт возглавлял доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Виктор Владимирович Кончиц**. В научной литературе этих лет проведен анализ основных результатов работ по интенсификации рыбоводства и рыболовства в республике, вылову товарной рыбы из естественных водоемов и перспективам дальнейшего развития озерного рыбоводства, по изучению возможностей обеспечения ежегодного вылова высококачественной рыбы до 80–100 кг/га, а при оптимальной интенсификации – до 320–330 кг/га рыбы.

Итогом работ этих лет является широкая интродукция судака в озерах Беларуси, рыбохозяйственное использование расти-

тельноядных рыб, позволяющих ряду рыбхозов повысить рыбопродуктивность нагульных прудов на 390–460 кг/га и выростных прудов – на 150–310 кг/га без дополнительных затрат на их выращивание.

В конце 1980-х – начале 1990-х гг. резкое повышение цен на энергоресурсы, комбикорма для рыб, удобрения, изменение ценовой и кредитной политики, появление элементов рыночных отношений привели к тому, что традиционные методы интенсивного рыбоводства, на которые ориентировалась наука и практика, оказались нерентабельными, начался спад производства прудовой рыбы. Данный период характеризовался возникновением трудностей с финансированием научно-исследовательских и рыбохозяйственных работ, что привело к утечке квалифицированных кадров в коммерческие структуры, не связанные с рыбоводством и рыболовством.

В деятельности института начали использоваться принципы хозрасчета. В сложных экономических условиях коллектив института под руководством В. В. Кончица разрабатывал и совершенствовал новые ресурсосберегающие рыбоводные технологии. Время диктовало использование новых условий хозяйствования, новых подходов в использовании природных ресурсов в рыбоводстве, усиление связи науки и производства на основе инновационного развития.

С 2007 по 2010 г. институт возглавлял кандидат экономических наук **Михаил Михайлович Радько**. В целях дальнейшего развития рыбоводства в республике в институте в данный период возникла необходимость создания племенного репродуктора по получению и тиражированию чистых линий, групп и кроссов карпа и других видов рыб с целью дальнейшего их распространения по производственным рыбоводным хозяйствам и племенным рассадникам. На площадях селекционно-племенного участка «Изабелино» было предусмотрено строительство селекционного воспроизводственного комплекса для получения и тиражирования чистых линий, групп и кроссов карпа с целью зарыбления ими прудов рыбхозов, для воспроизводства ряда аборигенных видов рыб и зарыбления ими озер Национальных

парков Беларуси, а также других водоемов и рек, пригодных для рыбоводства, для размножения исчезающих видов рыб и сохранения биологического разнообразия. Подращивать и тиражировать полученный рыбопосадочный материал планировали на хозрасчетном рыбоводном участке «Вилейка», где было запланировано также проведение реконструкции с целью его преобразования в племенной репродуктор.

Также для работы института в это время было характерно достаточно широкое выполнение хоздоговорной тематики. Она была направлена на совершенствование технологий рационального, научно обоснованного ведения рыбного хозяйства на конкретных водоемах. Рассматривались формы их хозяйственного использования.

Основная научная деятельность института была сосредоточена и осуществлялась по следующим направлениям:

- использование новых интенсивных ресурсосберегающих и экологически чистых технологий товарного выращивания традиционных и перспективных объектов рыбоводства в естественных и искусственных водоемах;
- получение высокопродуктивных пород, линий и гибридов рыб для промышленного рыбоводства и рыболовства;
- применение новых методов и средств профилактики и лечения болезней рыб;
- разработка рецептур эффективных кормов и кормовых добавок для рыб с использованием местного сырья;
- использование методов и средств производства чистой рыбы в условиях радиационного загрязнения.

В течение 2011 года исполнение обязанностей директора института было возложено на заместителя директора, кандидата биологических наук, доцента, специалиста в области ихтиологии, аквакультуры и рыболовства **Владимира Геннадьевича Костоусова**. Работать в институте он начал в 1976 г. на должности старшего лаборанта, будучи еще студентом биологического факультета Белорусского государственного университета. На период его руководства институтом пришлось утверждение Постановлением Совета Министров Республики Беларусь

№ 1453 от 07.10.2010 г. Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы и начало ее реализации. В институте была начата реализация проектов по реконструкции селекционно-племенного участка «Изобелино», продолжалось выполнение запланированных ранее научных тематик.

Значительный научный вклад В. Г. Костоусов внес в изучение естественных водоемов (озер, рек) республики в целях увеличения их рыбопродуктивности и улучшения качества получаемых уловов. Многие результаты его исследований стали научной базой для создания нормативных документов Республики Беларусь по эксплуатации естественных водоемов.

С января 2012 г. институт возглавляет доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Владимир Юльянович Агеец**.

Несмотря на многократные преобразования структуры института, общая направленность научных исследований и практической деятельности оставалась неизменной, ориентированной на проведение фундаментальных и прикладных изысканий в области рыбоводства и рыболовства.

Институт является головным исполнителем научных исследований, выполняемых в рамках государственных программ и отдельных проектов. Все выполняемые научно-исследовательские работы соответствуют перечню приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований научно-технической деятельности в республике и утверждаются Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь.

Научная деятельность института направлена на решение актуальных проблем рыбоводческой отрасли Республики Беларусь. Научные исследования сопровождают ряд производственных направлений рыбоводства, к которым следует отнести селекционную работу с карпом и другими видами рыб, технологические приемы выращивания рыбы и снижения ее себестоимости, технологии получения продукции ценных видов рыб, разработку новых комбинированных кормов, профилактику и лечение заболеваний, экологические вопросы, связанные с рыбоводством.

Для улучшения качественного состава кадров института Постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 29 января 2013 г. № 20 «Об открытии подготовки для реализации образовательных программ послевузовского образования 1-й степени (аспирантура)» при РУП «Институт рыбного хозяйства» открыта аспирантура по трем специальностям: 03.02.10 – гидробиология (биологические науки); 06.02.07 – разведение, селекция, генетика и воспроизводство сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные науки); 06.04.01 – рыбное хозяйство и аквакультура (сельскохозяйственные науки). В аспирантуре успешно проходят обучение наши молодые ученые. Готовятся к защите докторские диссертации заведующими подразделениями института.

В 1957 г. в институте был издан первый сборник научных трудов – «Труды белорусского научно-исследовательского института рыбного хозяйства». С этого времени публикации основных научных рыбохозяйственных разработок стали выпускаться ежегодно. С 1962 г. сборник выходит под названием «Вопросы рыбного хозяйства». Он относится к продолжающимся научным изданиям, входящим в перечень Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь.

**АКТУАЛЬНОСТЬ НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ  
С ПОТРЕБНОСТЯМИ РЫБОВОДСТВА  
И ПРЕДПОЧТЕНИЯМИ НАСЕЛЕНИЯ В РЫБЕ**

В. Ю. АГЕЕЦ, Г. И. КОРНЕЕВА, Т. П. ЮРЧЕНКО,  
А. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. КОРНЕЕВ, И. А. САВЧЕНКО

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

**ACTUALITY OF SCIENTIFIC RESEARCH DIRECTIONS  
IN ACCORDANCE WITH FISHING REQUIREMENTS  
AND POPULATION PREFERENCES**

U. AHEYETS, H. KARNEYEVA, T. YURCHENKO,  
A. HRIGORYEVA, V. KARNEYEV, I. SAVCHENKO

*RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: domryb@tut.by*

**Аннотация.** Приведены данные, характеризующие спрос и предпочтения населения Беларуси на определенные виды рыб, преимущества и недостатки индустриального рыбоводства. Показаны новые необходимые направления научных исследований для стабилизации рыбохозяйственной деятельности по обеспечению населения собственной рыбой. Показана возможность института в воспроизводстве карпа, ценных и аборигенных видов рыб Беларуси.

**Ключевые слова:** потребление рыбы, рыбохозяйственная деятельность, индустриальное рыбоводство, аборигенные виды рыб, посадочный материал

**Abstract.** The data describing the demand and preferences of the population of Belarus for certain fish species are given. Advantages and disadvantages of industrial fish farming. New necessary directions of scientific researches for stabilization of fishery activity on maintenance of the population own fish are shown. The possibility of the institute in the reproduction of carp, valuable and aboriginal fish species of Belarus is shown.

**Keywords:** consumption of fish, fisheries, industrial fish farming, indigenous fish species, planting material

В течение последних десятилетий Государственными программами развития рыбохозяйственной деятельности и Государственной программой развития аграрного бизнеса Республики Беларусь предусматриваются мероприятия, обеспечивающие выполнение задач по увеличению в республике производства рыбы и рыбной продукции. Целями Государственных программ являются стабильное снабжение населения республики данной продукцией. Повышение уровня потребления рыбы и рыбной продукции на душу населения может быть достигнуто при создании на них доступных цен [1, 2].

В настоящее время практически половина потребляемого человечеством объема рыбы и рыбной продукции приходится на продукцию, выращенную в искусственных условиях или аквакультуре. Годовой прирост объемов производства продукции аквакультуры в мире составляет 8,3 %, существенно опережая приросты производства других видов продовольствия.

В Республике Беларусь, как и во всем мире, развитие рыбохозяйственной деятельности осуществляется по двум основным направлениям: разведение и выращивание рыбы в искусственных условиях и ведение рыболовного хозяйства в рыболовных угодьях. Основной объем производства рыбы в республике приходится на выращивание рыбы в аквакультуре.

Аквакультура включает следующие виды: прудовое рыбоводство, выращивание рыбы в садках, бассейнах и в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ).

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. РУП «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.



Вторым динамично развивающимся направлением является индустриальное рыбоводство. Для интенсификации рыбоводства в республике институтом разрабатываются современные, научно обоснованные методы ведения рыбоводства. При этом учитывается спрос на соответствующую рыбную продукцию.

Для достижения этих показателей проводятся комплексные научные исследования, направленные на внедрение новых методов селекции, удешевление и повышение качества кормов для рыб, разработка лечебно-профилактических кормов, внедрение экономически обоснованных инновационных технологий разведения ценных видов рыб. Благодаря разработкам и внедрению технологий по производству ценных видов рыб возможно расширение ассортимента рыбной продукции и импортозамещение.

С целью перспективного развития рыбохозяйственной деятельности, чтобы тематики научных исследований, выполняемых институтом, соответствовали рациональному ведению рыбоводства и потребностям людей, институтом проводится ежегодный социологический опрос населения о предпочтениях в видовом составе рыбы и частоте ее потребления.

В 2018 г. в период прохождения международной сельскохозяйственной выставки «Белагро–2018» был проведен очередной опрос, в котором участвовало более 500 человек. Сравнительная характеристика частоты потребления рыбы и рыбной продукции в 2018 и 2017 годах показала тенденцию к ее снижению (рис. 1, 2).

По результатам опроса установлено:

- ежедневное потребление рыбы снизилось с 5,6 до 0,6 %;
- потребление рыбы через день снизилось с 8,2 до 4,2 %;
- потребление рыбы 2 раза в неделю снизилось с 16,8 до 8,2 %;
- потребление рыбы 1 раз в неделю снизилось с 33,2 до 27,7 %;
- потребление рыбы 1 раз в 2 недели возросло – с 10,8 до 12,5 %.
- потребление рыбы 1 раз в месяц возросло с 14,8 до 31,7 %, (в среднем в два раза, что относится к трети опрошенных);
- потребление рыбы 1 раз в полгода возросло в два раза – с 6,6 до 12,3 %.

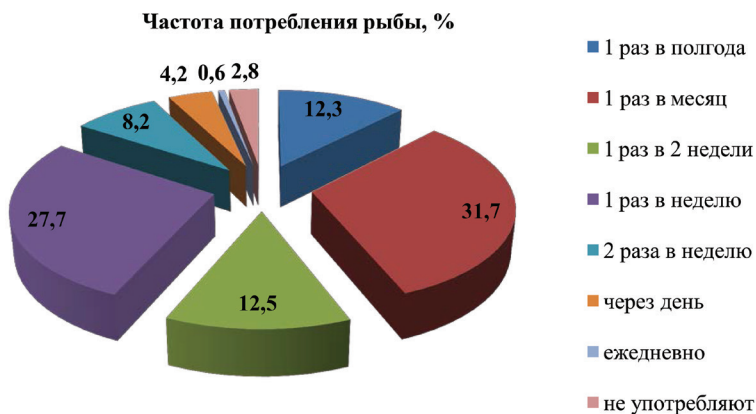


Рис. 1. Частота потребления рыбы в Беларуси в 2018 г.

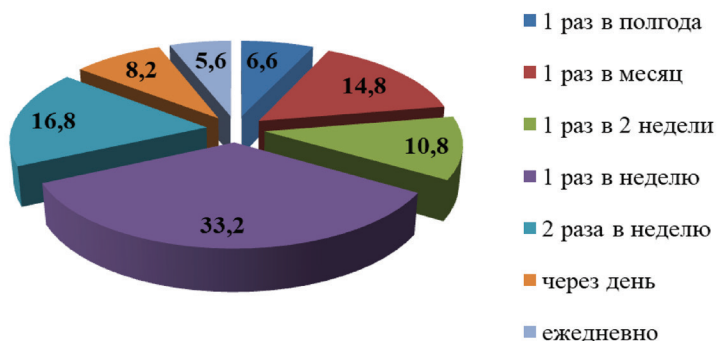


Рис. 2. Частота потребления рыбы в Беларуси в 2017 г. [3]

Сравнительная характеристика предпочтения потребляемых групп рыб показана на рис. 3 и 4:

- 25,6 % – морская мороженная рыба (в 2017 г. – 33,8 %);
- 30,2 % – карп, белый амур, толстолобик (в 2017 г. – 26,7 %);
- 2,2 % – сом европейский (в 2017 г. – 2,3 %);
- 14,2 % – лососевые (в 2017 г. – 14,8 %);
- 1,6 % – осетровые (в 2017 г. – 9,5 %);
- 26,2 % – озерная и речная рыба (в 2017 г. – 12,9 %).

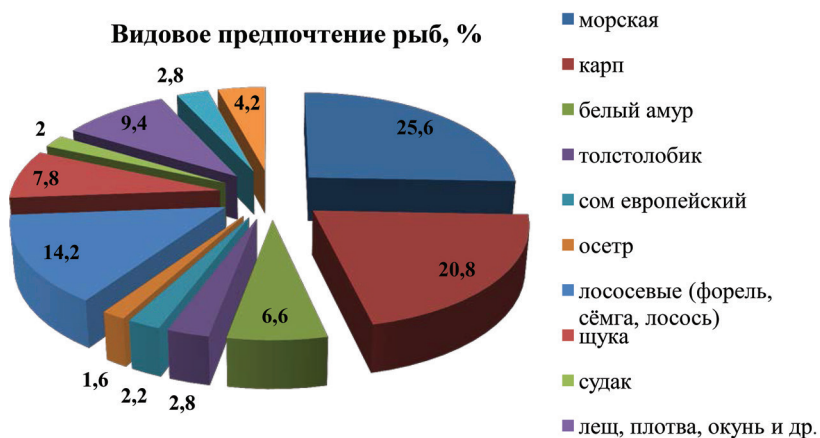


Рис. 3. Видовое предпочтение рыб в Беларуси в 2018 г.

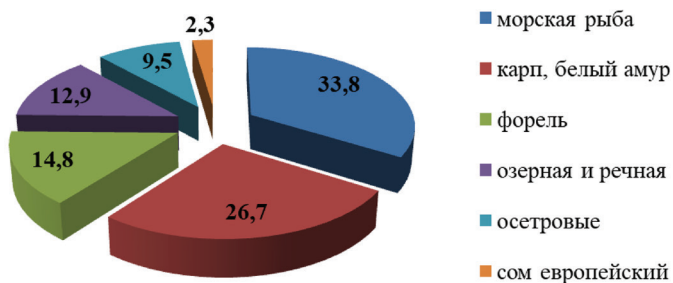


Рис. 4. Видовое предпочтение рыб в Беларуси в 2017 г. [3]

Анализ результатов социологического опроса показал, что процент людей, у которых рыба присутствует в рационе питания, остался на прежнем уровне (96–97 %). Также наблюдается тенденция к повышению предпочтения людьми свежей пресноводной рыбы и к снижению выбора мороженой рыбы. Если в 2017 г. на морской мороженой рыбе останавливало свой выбор более трети населения, то в 2018 г. эта часть составила чуть больше четверти (рис. 3, 4).

Из результатов социологического опроса видно, что потребность в рыбе, выращиваемой в условиях прудового рыбоводства,

в 2018 г. составляет 32,4 % от всей потребляемой рыбы и рыбопродуктов (каarp, белый амур, толстолобик, сом европейский и др.), что составляет примерно треть от всех потребляемых видов рыб. В 2017 г. потребность в рыбе, выращиваемой в условиях прудового рыбоводства, составляла 29 % (рис. 3 и 4).

Проанализировав частоту потребления рыбы и предпочитаемые виды рыб, следует отметить, что низкий уровень потребления населением рыбы касается, в основном рыб, производимых в условиях индустриальных комплексов с УЗВ (осетровые, лососевые). Потребление населением ценных видов рыб (лососевые, осетровые) в 2018 г. составляет 15,8 % (в 2017 году 24,3 %). Эти виды рыб относятся к высокой ценовой категории в связи с высокой себестоимостью производства.

Выращивание товарной продукции лососевых, сомовых и осетровых видов рыб осуществляется в индустриальных комплексах. Для получения рыбопосадочного материала данных видов рыб необходимы специализированные рыбопитомники-репродукторы. Создание таких комплексов является дорогостоящим и затратным для государства мероприятием, что отражается на повышении себестоимости рыбы и рыбной продукции. Кроме того, высокая себестоимость продукции, получаемой в индустриальных комплексах, в значительной степени связана с импортными поставками рыбопосадочного материала ценных видов рыб и кормов для них. Следует отметить, что комбикорма для осетровых и лососевых являются высокобелковыми с дорогостоящими компонентами в их составе. Выпуск собственных комбикормов в республике для данных видов рыб еще требует соответствующих научных разработок.

Для повышения спроса на данную продукцию перед институтом стоит задача получения новых разработок, направленных на удешевление процесса производства ценных видов рыб в условиях УЗВ. Так как значительная часть затрат приходится на комбикорма для рыбы, закупаемые за рубежом, а также на импорт посадочного материала, новые научные проекты должны быть направлены на решение этих задач с целью удешевления этой части производства.

Разработка широкого спектра комбикормов, в том числе лечебных, является одним из важнейших направлений института. Рецептура и технические условия комбикормов разрабатываются для разных видов и возрастных групп рыб, включая ценные виды, выращиваемые в условиях УЗВ, с целью импортозамещения.

Что касается потребления свежей рыбы из естественных водоемов (щука, судак, лещ, линь, плотва, карась и др.), то частота ее потребления значительно возросла. Если в 2017 г. на долю озерной и речной рыбы приходилось около 13 % предпочтений среди потребителей рыбы, то в 2018 г. эта доля увеличилась в два раза и составила более 26 %.

В настоящее время в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 июня 2015 г. № 459 «О концепции развития рыболовного хозяйства в Республике Беларусь» принципы ведения рыболовного хозяйства и управление рыбными ресурсами в Республике Беларусь требуют пересмотра и корректировки. В рыболовном хозяйстве существует ряд проблем, тормозящих его развитие, в том числе низкий уровень воспроизводства (зарыбление) [4].

Анализ статистических данных промыслового вылова рыб из озер, рек и водохранилищ за последние десять лет показал, что около 75 % уловов приходится на три вида – плотву, леща и карася. В отдельных водоемах и водотоках промысловые уловы мелкого частика (плотвы, густеры, окуня, ерша) не превышают 50 % от установленных квот на вылов рыбы, около 60 % запасов хищных видов рыб нуждаются в восстановлении. Дальнейшее сокращение численности отдельных промысловых видов рыб (эксплуатируемые популяции изначально всегда имеют высокую численность) может привести к исчезновению их популяций и изменению структуры водных экосистем.

Целью развития рыболовного хозяйства и рыболовства является обеспечение рационального (устойчивого) использования рыбных запасов при сохранении и восстановлении видового разнообразия рыб и других объектов животного и растительного мира, среды их обитания. Достижение обозначенной цели требует формирования комплексного подхода к управлению рыбо-

ловством, а также реализации комплекса мероприятий, скоординированных по ресурсам, срокам и этапам преобразований и предусматривает решение ряда задач, в том числе:

– зарыбление водоемов ценными нагуливающимися видами рыб, позволяющее эффективно использовать их естественную кормовую базу и повышать рыбопродуктивность;

– расширение научных исследований и разработок в области рыболовства, направленных на повышение продуктивности рыболовных угодий и устойчивое использование их рыбных ресурсов [4].

В связи со сдачей в эксплуатацию воспроизводственного комплекса на площадях селекционно-племенного участка «Изабелино», являющегося производственным подразделением института, появляется возможность производства посадочного материала аборигенных видов рыб для зарыбления естественных водоемов Беларуси. Частью научных проектов должно быть предусмотрено поддержание отборных маточных стад аборигенных видов рыб с целью получения икры и посадочного материала.

Научные исследования, направленные на развитие прудового рыбоводства, в ближайшее время будут проводиться на базе создаваемого селекционно-генетического комплекса, который включает научно-производственные структурные подразделения института – селекционно-племенной участок «Изабелино» и хозяйственный рыбоводный участок «Вилейка». На водоемах указанных научно-производственных участков поддерживаются чистопородные ремонтно-маточные стада карпа и других видов рыб, необходимые для производства посадочного материала.

Для оптимизации планирования технологических процессов по производству посадочного материала на базе цехов комплекса институт заинтересован в своевременном получении заказов от рыбоводческих хозяйств в потребности зарыбления определенными видами рыб. При проведении интенсификации рыбоводства в республике следует учитывать спрос на соответствующую продукцию и применять современные, научно обоснованные методы ведения рыбоводства.

Для повышения эффективности ведения прудового рыбоводства рыбоводческими хозяйствами должны внедряться новые

научно обоснованные технологии. Выращивание рыбы должно проводиться из отборного селекционно-племенного посадочного материала. Значительная роль должна отводиться подготовке прудов перед зарыблением, в том числе проведению лечебно-профилактических мероприятий. Применение комбикормов для разных видов и возрастных групп рыб должно строго соответствовать разработанным регламентам.

РУП «Институт рыбного хозяйства» является единственной в Республике Беларусь научной базой, занимающейся современными разработками, которые касаются вопросов ведения рыбохозяйственной деятельности. Дальнейшее развитие рыбохозяйственной науки связано со своевременным получением государственных заказов на выполнение соответствующих научных тем. При своевременном использовании на практике современных научных результатов института, а также наличии тесного консультативного взаимодействия производства и науки для развития рыбохозяйственной деятельности республики открываются новые перспективы.

Таким образом, социологический опрос населения является одним из способов определения предпочтительных тенденций видового обеспечения рыбной продукцией и планирования возможных направлений научных исследований, удовлетворяющих перспективы запросов населения.

### **Список использованных источников**

1. Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 7 окт. 2010 г., № 1453 г. // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.
2. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.
3. Агеец, В. Ю. Потребление рыбы в Беларуси и перспективы ее производства / В. Ю. Агеец, Г. И. Корнеева // *Вопр. рыб. хоз-ва Беларуси* : сб. науч. тр. – Минск, 2017. – Вып. 33. – С. 23–31.
4. Концепция развития рыболовного хозяйства в Республике Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 2 июня 2015 г., № 459 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.

## **ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ**

УДК 639.3.032

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО КАРПА**

Я. И. ШЕЙКО, М. В. КНИГА, Т. Ф. ВОЙТЮК,  
Д. А. ЖМОЙДЯК, С. В. СВЕНТОРЖИЦКИЙ,  
В. В. КОРНЕЕВ, Д. Д. КОСТЮКОВИЧ

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

### **COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE NUTRITIONAL VALUE CARP BREEDING**

Y. SHEIKO, M. KNIGA T. VOYTUK,  
D. ZHMOJDIK, S. SVENTORXNITZKY,  
V. KARNEYEV, D. KOSTYUKOVICH

*RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** Проведена сравнительная оценка соотношения съедобных и несъедобных частей тела и биохимического состава мышц двухлетков селекционного карпа со средним уровнем показателей коллекционных пород разного происхождения. В статье приведены результаты исследования соотношения частей тела и состава мышц двухлетков карпа разной породной принадлежности.

**Ключевые слова:** карп, порода, линия, двухлетков, соотношение частей тела, биохимический состав мышц



**Abstract.** A comparative assessment of the ratio of edible and inedible body parts and the biochemical composition of the muscles of two years of breeding carp with an average level of indicators of collection breeds of different origin has been carried out. The article presents the results of a study of the ratio of body parts and muscle composition of two-year-old carp of different pedigree affiliation.

**Keywords:** carp, breed, line, two-year-olds, the ratio of body parts, the biochemical composition of muscles

**Введение.** В последнее время увеличивается интерес к повышению качества и конкурентоспособности продукции рыбоводства, определяемый в значительной степени пищевой ценностью выращенной рыбы. В связи с этим важность исследования пищевой ценности рыбы определяется ее огромным хозяйственным значением в качестве источника пищевого белка как для человека, так и для сельскохозяйственных животных [1, 2]. Известно, что пищевая ценность зависит от соотношения съедобных и несъедобных частей тела рыб, а также от химического состава мышц [3]. В связи с этим важно сравнить по этим признакам селекционного карпа с чистопородными коллекционными группами разной породной принадлежности.

**Материалы и методы исследований.** Работы по формированию селекционного ремонтно-маточного стада карпа проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» в Молодечненском районе Минской области.

Объектами исследований являлись двухлетки второй генерации второй линии пятого поколения селекционного зеркального карпа и первого поколения карпа с потенциально повышенной плодовитостью, показатели которых сравнивали с коллекционными линиями белорусской селекции и пятым поколением импортных пород карпа, выращенных в условиях второй зоны рыбоводства [4, 5]. Выращивание ремонтного карпа разного происхождения после серийного мечения проходило совместно в условиях одного пруда в каждом из вариантов исследования. Объем выборки по каждой опытной группе составил по 5 экз.

Техника постановки и проведения экспериментов, базировались на использовании общепринятых методов, разработанных и рекомендованных РУП «Институт рыбного хозяйства

НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства» [6, 7]. Статистическую обработку проводили по общепринятым методикам [8].

**Обсуждение результатов исследований.** В настоящее время работы по созданию новой белорусской породы зеркального карпа находятся на этапе формирования пятого поколения методом массовой селекции. Исследования селекционного материала проводятся по комплексу признаков, включающих в том числе интерьерные признаки и биохимический состав мышц, определяющие пищевую ценность рыбы. Одновременно формируется младший ремонт первого поколения карпа с потенциально повышенной плодовитостью.

Для исследования пищевой ценности опытных групп карпа разной породной принадлежности подбирали двухлетков со средней массой тела, характерной для каждой породной группы. Средняя навеска селекционного зеркального карпа, отобранного для исследования пищевой ценности, составила 478,2 г, карпа с потенциально повышенной плодовитостью 531,3 г (табл. 1).

Для контроля подобраны зеркальные карпы, выращенные одновременно с селекционным материалом. Из линий белорусской селекции использована отводка изобелинского карпа смесь зеркальная (средняя масса 477,0 г), а из импортных коллекционных пород немецкий карп (средняя масса 572 г), характеризующийся рамчатым расположением чешуи. В целом средняя масса коллекционных двухлетков, выращенных одновременно с селекционным материалом, составила 546,4 г у импортных пород и 501,3 г белорусских линий. Статистически достоверные различия по массе тела установлены лишь при сравнении селекционного зеркального карпа с немецким в сторону уменьшения данного показателя ( $P < 0,01$ ) (табл. 2). Степень изменчивости ( $C_v$ , %) массы тела рыбы, отобранной для исследования пищевой ценности, в основном соответствует среднему уровню по Е. С. Слуцкому (10–20 %) [9]. Пищевую ценность товарного карпа определяет, прежде всего, выход съедобной части тела, то есть тушки (тело рыбы без головы, чешуи, плавников, внутренних органов). У селекционного зеркального карпа средний выход

**Таблица 1. Относительная масса частей тела  
двулетков первой генерации первой линии пятого поколения селекционного зеркального карпа  
и первого поколения карпа с потенциально повышенной плодовитостью**

Породная принадлежность	Масса, г		Относительная масса, %											
	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	тушка		чешуя		голова		плавники		внутренние органы		гонады, ♀♂	
			$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv
<b>Белорусский зеркальный карп (F<sub>5</sub>, 1-генерация, 2-я линия)</b>	<b>478,2±3,78</b>	<b>2,5</b>	<b>0,3</b>	<b>1,4±0,23</b>	<b>53,0</b>	<b>18,6±0,37</b>	<b>6,4</b>	<b>2,6±0,09</b>	<b>11,2</b>	<b>9,4±0,40</b>	<b>13,4</b>	<b>0,01±0,001</b>	<b>24,3</b>	
Смесь зеркальная (отводка изобелинского карпа)	477,0±19,36	13,7	1,8	2,4±0,18	23,4	17,5±0,20	3,7	2,1±0,03	4,0	9,4±0,37	12,6	0,30±0,01	25,1	
Немецкий (импортная коллекционная порода F <sub>3</sub> )	572,0±20,00	11,0	1,4	0,8±0,18	67,7	17,5±0,35	6,3	2,3±0,12	17,1	10,6±0,26	7,8	0,90±0,03	35,0	
<b>Карп с потенциально повышенной плодовитостью (F<sub>1</sub>)</b>	<b>531,3±24,2</b>	<b>14,4</b>	<b>2,5</b>	<b>5,2±0,16</b>	<b>9,5</b>	<b>18,1±0,18</b>	<b>3,2</b>	<b>2,2±0,10</b>	<b>14,6</b>	<b>9,1±0,26</b>	<b>9,0</b>	<b>0,40±0,04</b>	<b>28,8</b>	
Импортные породы ( $\bar{x}$ )	546,4±8,10	8,1	2,1	3,1±0,26	45,8	16,9±0,80	6,0	2,2±0,05	13,4	9,8±0,17	9,5	0,40±0,005	36,8	
Белорусские линии ( $\bar{x}$ )	501,3±10,42	9,3	1,2	3,9±0,13	14,9	17,6±0,18	4,7	2,3±0,04	8,6	9,4±0,26	12,3	0,50±0,007	28,7	

**Таблица 2. Достоверность различий относительной массы частей тела двухлетков селекционного карпа от коллекционных пород и линий**

Сравниваемые группы	Масса, г		Относительная масса, %											
	t	P	тушка		чешуя		голова		плавники		внутренние органы		гонады, ♂	
			t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Белорусский зеркальный карп (F <sub>5</sub> , I-генерация, 2-я линия) – $\bar{x}$ отводка изобелинского карпа смесь зеркальная (F <sub>10</sub> )	0,06	>0,1	2,25	<0,1	3,42	<0,01	2,61	<0,05	5,27	<0,001	0,00	>0,1	28,86	<0,001
Белорусский зеркальный карп (F <sub>5</sub> , I-генерация, 2-я линия) – $\bar{x}$ немецкий карп (F <sub>3</sub> )	4,61	<0,01	0,60	>0,1	2,05	<0,1	2,16	<0,1	2,00	<0,1	2,52	<0,05	29,65	<0,001
Карп с потенциально повышенной плодovitостью (F <sub>1</sub> ) – $\bar{x}$ линии белорусской селекции	1,14	>0,1	1,66	>0,1	6,31	<0,001	1,96	<0,1	0,93	>0,1	0,82	>0,1	2,46	<0,05
Карп с потенциально повышенной плодovitостью (F <sub>1</sub> ) – $\bar{x}$ импортные породы (F <sub>5</sub> )	0,60	>0,1	2,19	<0,1	6,88	<0,001	1,46	>0,1	0,00	>0,1	2,25	<0,1	0,00	>0,1

тушки достиг 66,0 % от общей массы тела, что несколько ниже, чем у отводки смесь зеркальная, но выше, чем у немецкого карпа. Однако установленные различия статистически недостоверны. У двухлетков карпа с потенциально повышенной плодовитостью выход съедобной части тела (64,2 %) несколько ниже, чем у зеркального селекционного карпа, и ниже, чем средний уровень у коллекционных белорусских линий (65,1 %) и импортных пород (65,4 %). Вариабельность данного признака низкая, величина коэффициента вариации колеблется от 0,3 до 2,5 %, то есть отобранная для исследования рыба по выходу тушки различается незначительно и статистически значимых различий между опытными группами не установлено.

Относительная масса чешуи у селекционного зеркального карпа составила 1,4 %. Из всех изученных групп только у немецкого карпа, отличающегося малочешуйностью, величина этого показателя ниже и составляет 0,8 %. Однако обнаруженные различия статистически недостоверны. У отводки изобелинского карпа смесь зеркальная выход чешуи значительно выше, чем у селекционного зеркального (2,4 %), и их отличия статистически достоверны ( $P < 0,01$ ).

Карп с потенциально повышенной плодовитостью характеризуется в основном сплошным чешуйным покровом и, следовательно, относительная масса чешуи у него значительно выше, чем у групп, сформированных из чешуйчатых и зеркальных карпов. Отличия этой селекционной группы от среднего выхода чешуи у чистопородных карпов разного происхождения статистически достоверны. Отмечена высокая изменчивость данного показателя, определяемая коэффициентом вариации, величина которого колеблется в очень широких пределах.

Относительная масса головы у селекционного зеркального карпа составляет 18,6 %, что несколько выше, чем у контрольных групп (17,5 %). Относительная масса головы у отобранного для исследования карпа разного происхождения очевидно относится к показателям с низким уровнем изменчивости с коэффициентом вариации 3,2–6,4 %. Уровень значимости различий селекционного карпа от отводки изобелинского карпа смесь зер-

кальная 0,05, а во втором варианте сравнений с немецким карпом – 0,1, то есть различия статистически значимыми можно считать только в первом варианте. Двухлетки карпа с потенциально повышенной плодовитостью характеризовались несколько большей относительной массой головы (18,1 %) по сравнению со средним уровнем этого показателя у коллекционных карпов (16,9 и 17,6 %), однако обнаруженные различия статистически недостоверны.

Установленные различия относительной массы головы у разных по происхождению групп карпа, незначительны и не дают основания говорить о преимуществах какой-либо отдельной группы. Тем более, что считать голову однозначно несъедобной частью тела, очевидно неправильно, поскольку ее также часто используют в пищу.

Максимальное значение относительной массы внутренних органов отмечено у немецкого карпа (10,6 %). У селекционного зеркального карпа и отводки смесь зеркальная величины этого показателя совпадают и составляют 9,4 %. Относительная масса внутренних органов характеризуется средним уровнем вариабельности. Статистически значимые различия установлены при сравнении селекционного зеркального карпа с немецким.

У карпа с потенциально повышенной плодовитостью относительная масса внутренних органов составила 9,1 %, что несколько ниже, чем средний уровень этого показателя у коллекционных белорусских (9,4 %) и импортных (9,8 %) пород, но различия статистически недостоверны.

Из всех опытных групп самая низкая относительная масса гонадотропной ткани (гонад) обнаружена у селекционного зеркального карпа (0,01 %), у контрольных групп величина этого показателя значительно выше (0,30 % – смесь зеркальная и 0,90 % – немецкий карп). Данный показатель характеризуется сильной степенью вариабельности (24,3–36,8 %). Этот факт указывает на неоднородность селекционных и коллекционных групп по данному признаку.

Установленные отличия селекционного зеркального карпа от контрольных чистопородных групп статистически достоверны. У селекционного карпа с потенциально повышенной плодовитостью относительная масса гонад составила 0,40 %, средняя вели-

чина этого показателя у белорусских линий – 0,50 %, импортных пород – 0,40 %. Статистически значимые различия установлены при сравнении данного показателя с белорусскими линиями.

В целом соотношение относительной массы съедобных и несъедобных частей тела у карпа разной породной принадлежности колеблется в достаточно узких пределах, даже при установленных статистически значимых различиях. Средние значения рассмотренных показателей, определяющие выход съедобной и несъедобной части тела, рассчитанные по всем изученным группам разной породной принадлежности, представлены на рис. 1.

Средняя величина относительной массы тушки у двухлетков разного происхождения составила 65,65 %, головы – 17,7 %, несъедобных частей тела (суммы относительных масс чешуи, плавников, внутренних органов) – 16,65 %. То есть, в целом, двухлетки как селекционируемых, так и коллекционных пород разного происхождения характеризуются высоким выходом съедобной части тела (тушки).

Результаты исследования биохимического состава мышц двухлетков селекционного карпа представлены в табл. 3. Содержание сухого вещества в мышцах двухлетков селекционного зеркального карпа составило 25,08 %, чешуйчатого карпа с потенциально повышенной плодовитостью несколько выше 26,32 %. Средний уровень этого показателя у коллекционных импортных пород оказался несколько ниже, чем у чешуйчатого селекционного карпа, но выше, чем у зеркального (25,58 %). Селекционный че-

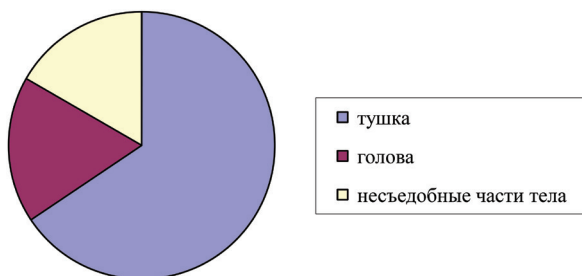


Рис. 1. Средние значения относительной массы съедобных и несъедобных частей тела двухлетков

шуйчатый карп обладал преимуществами по содержанию сухого вещества по сравнению со средним уровнем коллекционных импортных пород, но уступал белорусским коллекционным линиям.

Различия между селекционным зеркальным карпом и белорусскими линиями статистически достоверны (табл. 4). А сравнение содержания сухого вещества у селекционного зеркального карпа со средним уровнем импортных пород указывает на статистически незначительную разницу полученных показателей. То есть селекционный зеркальный карп по содержанию сухого вещества в мышцах двухлетков близок к импортным породам пятого поколения, выращенным в условиях Беларуси. Сравнение содержания сухого вещества у селекционного чешуйчатого карпа со средним уровнем этого показателя белорусских линий указывает на их статистически значимые различия, хотя уровень значимости значительно ниже, чем в первом варианте сравнения ( $P \approx 0,05$  против  $P < 0,00$ ). Сравнение селекционных групп со средним уровнем содержания сухого вещества у импортных пород не выявило статистически значимых различий. Изменчивость данного показателя низкая, коэффициент вариации колеблется от 2,4 до 6,1 %.

Аналогичные, но обратно пропорциональные данные получены при сравнении содержания влаги в мышцах двухлетков разного происхождения. Содержание жира в мышцах двухлетков селекционного зеркального и чешуйчатого карпа оказалось промежуточным между линиями белорусской и зарубежной селекции и составило 8,12 и 8,05 %. Средний уровень этого показателя у импортных пород составил 7,40 %, белорусских линий 8,38 %, то есть двухлетки коллекционных линий белорусской селекции характеризовались повышенным содержанием жира в мышцах. Данный показатель относится к признакам со средним уровнем изменчивости с коэффициентами вариации 10,6 и 17,9 %. При сравнении содержания жира в мышцах двухлетков разного происхождения статистически достоверных различий не установлено. Только содержание жира в мышцах селекционного зеркального карпа с достаточной долей вероятности оказалось ниже, чем у коллекционных линий белорусской селекции.



Т а б л и ц а 3. Биохимический состав тела (%)  
двухлетков селекционного карпа

Породная принадлежность	Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv
Белорусский зеркальный карп (F <sub>5</sub> , I-генерация, 2-я линия)	25,08±0,27	2,4	74,92±0,27	0,8	8,12±0,46	12,6	16,31±0,32	4,4	0,68±0,04	12,3
Карп с потенциально повышенной плодовитостью (F <sub>1</sub> )	26,32±0,72	6,1	73,68±0,72	2,2	8,05±0,64	17,9	16,87±1,24	16,5	1,42±0,02	19,2
Импортные породы ( $\bar{x}$ )	25,58±0,28	4,3	74,42±0,27	1,4	7,40±0,33	17,1	17,20±0,21	4,7	1,00±0,04	16,0
Белорусские линии ( $\bar{x}$ )	28,33±0,33	3,7	71,67±0,20	0,9	8,38±0,28	10,6	19,26±0,24	3,9	0,71±0,06	25,0

Т а б л и ц а 4. Достоверность различий химического состава тела (%) двухлетков селекционного карпа от коллекционных пород и линий

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Белорусский зеркальный карп (F <sub>5</sub> , I-генерация, 2-я линия) – $\bar{x}$ линии белорусской селекции	9,80	0,001	9,96	0,001	2,56	≈0,05	6,28	0,001	0,55	0,1
Белорусский зеркальный карп (F <sub>5</sub> , I-генерация, 2-я линия) – $\bar{x}$ импортные породы (F <sub>5</sub> )	1,60	0,1	1,57	0,1	0,47	0,1	0,46	0,1	2,48	0,05
Карп с потенциально повышенной плодовитостью (F <sub>1</sub> ) – $\bar{x}$ линии белорусской селекции	2,54	≈0,05	2,69	0,05	0,47	0,1	1,89	0,1	11,23	0,001
Карп с потенциально повышенной плодовитостью (F <sub>1</sub> ) – $\bar{x}$ импортные породы (F <sub>5</sub> )	0,96	0,1	0,96	0,1	0,90	0,1	0,26	0,1	19,39	0,001

Содержание протеина в мышцах двухлетков селекционного зеркального карпа составило 16,31 %, у карпа с потенциально повышенной плодовитостью – 16,87 %. Эти показатели несколько ниже, чем средний уровень у чистопородных коллекционных групп различной породной принадлежности.

Уровень изменчивости содержания протеина в основном низкий, за исключением селекционного карпа с потенциально повышенной плодовитостью, у которого отмечена средняя степень изменчивости данного признака.

Статистические различия с высокой степенью достоверности установлены при сравнении содержания белка в мышцах первой генерации первой линии пятого поколения и средним уровнем этого показателя у коллекционных линий белорусского карпа (в сторону уменьшения признака). В остальных вариантах сравнения статистически значимых различий не установлено.

Самое высокое содержание минеральных веществ (золы) установлено у чешуйчатого карпа с потенциально повышенной плодовитостью (1,42 %), а низкое – у селекционного зеркального карпа (0,68 %). Также низкое содержание золы отмечено у коллекционных линий белорусской селекции (0,71 %).

Данный показатель в основном характеризуется средней степенью изменчивости (ниже 20,0 %), за исключением белорусских коллекционных линий, где коэффициент вариации выше и соответствует среднему уровню изменчивости (25,0 %). Между средним значением содержания минеральных веществ у селекционного зеркального карпа и коллекционными импортными породами установлены различия с уровнем значимости менее 0,05.

Уровень значимости различий по данному показателю при сравнении селекционного карпа с потенциально повышенной плодовитостью статистически достоверно выше, чем средние показатели белорусских линий и импортных коллекционных пород ( $P < 0,001$ ). В целом, средние показатели соотношения химического состава мышц двухлетков разного происхождения, выращенных совместно, представлены на рис. 2.

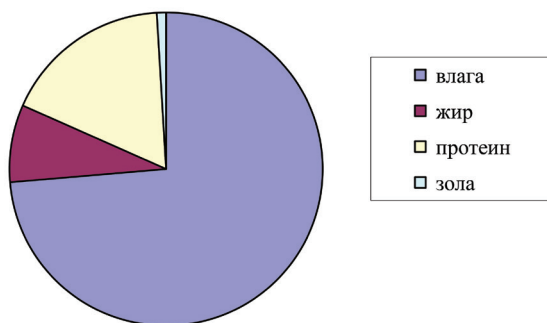


Рис. 2. Средние показатели соотношения химического состава мышц двухлетков карпа

В среднем в сырой пробе мышц двухлетков карпа разного происхождения содержание влаги составило 73,67 %. Содержание протеина значительно ниже и в сырой пробе составляет 17,41 %, жира – 7,99 %. Среднее содержание минеральных веществ незначительно (0,95 %).

### Выводы

1. Исследования селекционного материала белорусского зеркального карпа и карпа с потенциально повышенной плодовитостью проводили по комплексу признаков, включающих в том числе относительную массу частей тела и биохимический состав мышц, определяющие пищевую ценность рыбы.

2. Объектами исследований пищевой ценности являлись двухлетки второй генерации второй линии пятого поколения селекционного зеркального карпа и первого поколения карпа с потенциально повышенной плодовитостью.

Показатели селекционного карпа по соотношению съедобных и несъедобных частей тела сравнивали со средним уровнем аналогичных показателей коллекционных линий белорусской селекции и пятым поколением импортных пород карпа, выращенных в условиях второй зоны рыбоводства.

3. Пищевую ценность товарного карпа определяет, прежде всего, выход съедобной части тела, то есть тушки (тело рыбы без головы, чешуи, плавников, внутренних органов). У селекционного зеркального карпа средний выход тушки достиг 66,0 % массы тела, что несколько ниже, чем у отводки смесь зеркальная, но выше, чем у немецкого карпа.

У двухлетков карпа с потенциально повышенной плодовитостью выход съедобной части тела – 64,2 %, что ниже, чем у зеркального селекционного карпа и ниже, чем средний уровень у коллекционных белорусских линий (65,1 %) и импортных пород (65,4 %).

4. Селекционный зеркальный карп по содержанию сухого вещества (25,08 %) в мышцах двухлетков близок к импортным породам пятого поколения, выращенным в условиях Беларуси.

5. Содержание жира в мышцах двухлетков селекционного зеркального и чешуйчатого карпа оказалось промежуточным между линиями белорусской и зарубежной селекции и составило 8,12 и 8,05 %.

6. Содержание протеина в мышцах двухлетков селекционного зеркального карпа составило 16,31 %, у карпа с потенциально повышенной плодовитостью – 16,87 %. Эти показатели несколько ниже, чем средний уровень у чистопородных коллекционных групп различной породной принадлежности.

7. Самое высокое содержание минеральных веществ (зола) установлено у карпа с потенциально повышенной плодовитостью (1,42 %), а низкое – у селекционного зеркального карпа (0,68 %).

8. Химический состав мышц двухлетков селекционных групп карпа соответствует нормативным требованиям.

### **Список использованных источников**

1. Fauconreau, B. External morphology of comon carp at commercial size and relationship with dressing gilled / B. Fauconreau, J. Bobe, V. Pereiza // Abstr. 5<sup>th</sup> Int. Congr. Vertebrate Morphol., Bristol, July 12–7, 1997. ICYM–5. J. Marphol. – 1997. – N 3. – С. 232– 253.

2. Артамонова, Т. И. Количественная характеристика мышц и некоторых морфологических структур тела двухлетков карпа в условиях высоко-

интенсивной технологии выращивания / Т. И. Артамонова // Актуал. вопр. пресновод. аквакультуры: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 2000. – Вып. 75. – С. 125–131.

3. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич. – Минск, 2008. – 224 с.

4. Породы карпа Республики Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] // Каталог пород карпа (*Cyprinus carpio L.*) стран Центральной и Восточной Европы. – М., 2008. – С. 5–13.

5. Рыбоводно-биологические и биохимико-генетические особенности карпов, разводимых в Республике Беларусь / А. И. Чутаева [и др.] // Вопр. рыб. хоз-ва Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 1997. – Вып. 15. – С. 11–33.

6. Лиманский, В. В. Временные рекомендации по определению физиологического состояния рыб по физиолого-биохимическим данным / В. В. Лиманский. – М., 1981.

7. Артамонова, Т. И. Некоторые особенности формирования морфологических структур тела двухлетков карпа в связи с ростом / Т. И. Артамонова, В. Э. Панов, В. Э. Есавкин // Вопр. физиологии и кормления рыб : сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 1999. – Вып. 74. – С. 169–176.

8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. шк., 1973. – С. 24–53.

9. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Изв. ГосНИОРХ. – Л., 1978. – Т. 134. – С. 3–132.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕЛА ДВУХЛЕТКОВ  
ДВУХПОРОДНЫХ КРОССОВ**

Я. И. ШЕЙКО, С. В. КРАЛЬКО, Ю. М. РУДЫЙ,  
М. В. КНИГА, Т. Ф. ВОЙТЮК, Д. А. ЖМОЙДЯК,  
В. В. КОРНЕЕВ, Д. Д. КОСТЮКОВИЧ

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

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS  
OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE BODY  
OF TWO-GRIPPERS OF TWO-BREED CROSS**

Y. SHEIKO, S. KRALKO, Y. RUDYI, M. KNIGA, T. VOYTUK,  
D. ZHMOJDIK, V. KARNEYEV, D. KOSTYUKOVICH

*RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** В статье приведены результаты сравнения биохимического состава мышц двухлетков двухпородных кроссов с породами и линиями карпа разного происхождения и амурским сазаном. Установлены сочетания, характеризующиеся повышенными уровнями содержания сухого вещества, жира, протеина по сравнению со среднепопуляционным значением, средним уровнем коллекционных белорусских линий, импортных пород и амурским сазаном, выращенных в одинаковых условиях.

**Ключевые слова:** карп, сазан, порода, линия, кросс, поколение, двухлетки, биохимический состав мышц

**Abstract.** The article presents the results of a comparison of the biochemical composition of the muscles of two-year-old dvuhporodnyh cross with breeds and lines of carp of different origin and Amur carp. Combinations characterized by elevated levels of dry matter, fat, protein compared with the average population value, the average level of collection Belarusian lines, imported breeds and Amur carp, grown under the same conditions were established.

**Keywords:** carp, breed, line, cross, generation, two year old, biochemical composition of muscles

**Введение.** Традиционным объектом культуры прудового рыбоводства в Республике Беларусь служит карп (*Cyprinus carpio L.*). Происхождение карпов, разводимых в республике, различно. В рыбоводстве, как и в других отраслях сельского хозяйства, находит все более широкое применение явление гетерозиса, благодаря которому происходит значительное увеличение выхода конечного продукта без вложения дополнительных затрат [1]. В ряде работ детально рассматриваются физиолого-биохимические особенности карпа на этапе товарного выращивания [2, 3, 4]. Например, у гибрида при выращивании на естественной кормовой базе отмечается более высокий уровень содержания белков и липидов [5, 6]. Более сходен с ним по этим показателям сазан, также отличающийся от карпов высоким содержанием белков и липидов. Подбор компонентов скрещиваний дает возможность получать гибриды с заданными свойствами.

**Материал и методы исследований.** Формирование коллекционного генофонда пород карпа белорусской и зарубежной селекции проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» в Молодечненском районе Минской области.

В настоящее время в Республике Беларусь выведено три собственные породы карпа, включающие 8 различных линий. Кроме того, имеется коллекционный генофонд, где в небольших количествах представлены импортные породы карпа европейской селекции: югославский, немецкий, сарбоянский, фресинет, которые были завезены в виде трехсуточных заводских личинок из сопредельных республик, а также амурский сазан ханкайской популяции [7]. Имеющийся генофонд позволяет проводить исследования проявления эффекта гетерозиса у двухпородных кроссов по различным показателям, в том числе определяющим пищевую ценность товарной рыбы [8].

Объектами исследований являлись двухлетки двухпородных кроссов, а также чистопородных форм (импортных пород карпа пятого поколения, линий белорусской селекции восьмого – деся-

того поколений, входящих в коллекционное стадо и восьмого поколения амурского сазана ханкайской популяции, выращенных в условиях Беларуси). Двухлетков каждого происхождения после серийного механического мечения выращивали совместно. Для исследования биохимического состава мышц двухлетков разной породной принадлежности были отобраны по 5 экз. модального по массе тела класса. Анализы каждого показателя проводили в трехкратной повторности. Химический состав соматических мышц определяли по общепринятой методике А. П. Иванова: содержание сухого вещества – методом высушивания до постоянного веса при температуре 100–105 °С, содержание золы – путем сжигания в муфельной печи, жир – по способу Рушковского в аппарате Сокслета [9]. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам, достоверность различий определяли с помощью нормированного отклонения (t) [10, 11].

**Обсуждение результатов исследований.** Химический состав мышц двухлетков двухпородных кроссов, полученных от скрещивания производителей четвертого поколения коллекционных импортных пород с породами и линиями белорусской селекции, представлен в табл. 1.

Средняя масса отобранных для исследования двухлетков составила 531,3 г, с колебаниями от 370,2 до 645,0 г, в основном с низкой и средней степенью изменчивости. Средний уровень содержания сухого вещества у всех опытных кроссов составил 25,85 %, максимальное значение этого показателя отмечено у сочетания немецкий × три прим (27,92 %), минимальное у немецкий × лахвинский чешуйчатый (24,08 %). Низкие значения коэффициента вариации (1,0–9,8 %) указывают на незначительную изменчивость данного показателя у различных межпородных кроссов. Вероятно, это обусловило незначительные в основном статистически недостоверные различия между уровнем содержания сухого вещества у отдельных кроссов по сравнению со средним популяционным значением данного показателя (табл. 2).



Т а б л и ц а 1. Биохимический состав тела (%) двухлетков межпородных кроссов

Породная принадлежность	Масса, г		Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv
Три прим × югославский	474,0±3,45	2,3	24,94±1,09	9,8	75,06±1,07	3,2	4,08±0,34	18,9	19,87±1,00	11,2	1,00±0,11	25,5
Тремлянский чешуйчатый × югославский	490,0±7,28	4,7	25,54±0,99	8,7	74,45±0,76	2,3	5,87±0,46	17,5	18,70±0,63	7,5	0,97±0,09	20,7
$\bar{x}$ (югославский самцы)	<b>482,0±3,77</b>	<b>3,5</b>	<b>25,24±0,73</b>	<b>9,2</b>	<b>74,75±0,64</b>	<b>2,7</b>	<b>4,97±0,29</b>	<b>18,2</b>	<b>19,28±0,57</b>	<b>9,3</b>	<b>0,98±0,07</b>	<b>23,1</b>
Югославский × три прим	527,5±9,17	5,5	25,74±0,32	2,8	74,08±0,53	1,6	6,84±0,59	19,2	17,96±0,32	4,0	0,98±0,07	16,8
Югославский × лахвинский чешуйчатый	515,2±7,33	4,5	26,15±0,37	3,2	73,85±0,36	1,1	7,67±0,67	19,6	17,53±0,30	3,8	0,95±0,07	16,0
$\bar{x}$ (югославский самки)	<b>521,3±5,83</b>	<b>5,0</b>	<b>25,94±0,25</b>	<b>3,0</b>	<b>73,96±0,30</b>	<b>1,3</b>	<b>7,25±0,45</b>	<b>19,4</b>	<b>17,74±0,22</b>	<b>3,9</b>	<b>0,96±0,05</b>	<b>16,4</b>
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	488,0±8,80	5,7	26,13±0,21	1,8	73,87±2,93	8,4	7,66±0,67	19,7	17,58±0,46	5,9	0,89±0,08	21,0
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	557,0±38,00	21,5	24,93±0,28	2,5	75,07±0,27	0,8	7,00±0,90	28,9	17,93±0,68	8,5	0,83±0,10	28,1
Три прим × фресинет	430,7±14,16	10,4	26,52±0,13	1,1	73,48±1,97	6,0	8,32±0,39	10,6	17,24±0,25	3,3	0,96±0,06	14,0
$\bar{x}$ (фресинет самцы)	<b>491,9±11,23</b>	<b>12,5</b>	<b>25,86±0,12</b>	<b>1,8</b>	<b>74,14±0,97</b>	<b>5,1</b>	<b>7,66±0,39</b>	<b>19,7</b>	<b>17,58±0,27</b>	<b>5,9</b>	<b>0,89±0,05</b>	<b>21,0</b>
Фресинет × три прим	561,0±18,63	10,5	25,42±0,81	7,1	74,58±0,80	2,4	8,08±0,52	14,4	16,10±0,81	11,3	1,22±0,01	2,4
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	645,0±26,10	12,8	26,53±0,21	1,8	73,53±0,20	0,6	7,79±0,55	15,8	16,94±0,59	7,8	1,74±0,14	17,8
Фресинет × тремлянский зеркальный	638,3±38,35	19,0	25,92±0,64	5,5	74,08±0,63	1,9	6,93±1,02	33,1	17,73±0,75	9,5	1,22±0,05	9,6

Окончание табл. 1

Породная принадлежность	Масса, г		Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv
<b><math>\bar{x}</math> (фреснет самки)</b>	<b>614,8±15,83</b>	<b>14,1</b>	<b>25,96±0,32</b>	<b>4,8</b>	<b>74,06±0,31</b>	<b>1,6</b>	<b>7,60±0,41</b>	<b>21,1</b>	<b>16,92±0,42</b>	<b>9,5</b>	<b>1,39±0,04</b>	<b>9,9</b>
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	370,2±12,41	10,6	24,08±0,21	2,0	75,92±0,20	0,6	5,07±0,37	16,3	18,33±0,33	4,0	0,73±0,05	14,1
Немецкий × три прим	567,0±19,72	11,0	27,92±0,12	1,0	76,08±0,14	0,4	7,28±0,41	12,6	19,74±0,41	4,6	0,87±0,05	11,9
Немецкий × тремлянский зеркальный	522,6±50,73	30,7	26,53±0,47	4,0	73,47±0,49	1,5	7,73±0,57	16,4	18,07±0,30	3,7	0,71±0,06	20,5
$\bar{x}$ (немецкий самки)	486,6±15,46	17,4	26,18±0,16	2,3	75,16±0,15	0,8	6,70±0,26	15,1	18,71±0,20	4,1	0,77±0,03	15,5
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	591,2±21,12	11,3	25,52±0,30	2,6	74,41±0,30	0,9	5,90±0,33	12,7	18,59±0,34	4,1	1,05±0,10	21,5
<b><math>\bar{x}</math> все кроссы:</b>	<b>531,3±4,76</b>	<b>10,6</b>	<b>29,67±0,14</b>	<b>3,9</b>	<b>75,06±0,23</b>	<b>2,6</b>	<b>6,68±0,14</b>	<b>17,7</b>	<b>18,14±0,13</b>	<b>6,1</b>	<b>1,01±0,02</b>	<b>17,9</b>

Т а б л и ц а 2. Сравнительная оценка двухпородных кроссов карпа по содержанию сухого вещества в мышцах двухлетков

Кросс	Достоверность различий									
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана			
	t	P	t	P	t	P	t	P		
Три прим × югославский	0,83	0,1	2,98	0,05	0,57	0,1	6,30	0,01		
Тремлянский чешуйчатый × югославский	0,04	0,1	2,67	0,05	0,04	0,1	6,24	0,01		
$\bar{x}$	<b>0,82</b>	0,1	<b>3,86</b>	0,02	<b>0,43</b>	0,1	<b>7,83</b>	0,001		
Югославский × три прим	0,32	0,1	5,63	0,01	0,38	0,1	9,78	0,001		
Югославский × лахвинский чешуйчатый	0,77	0,1	4,40	0,01	1,23	0,1	8,95	0,001		
$\bar{x}$	<b>1,44</b>	0,1	<b>5,77</b>	0,01	<b>0,96</b>	0,1	<b>9,87</b>	0,001		
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	1,16	0,1	5,63	0,01	1,57	0,1	9,79	0,001		
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	3,02	0,05	7,97	0,001	0,70	0,1	11,12	0,001		
Три прим × фресинет	3,78	0,02	5,10	0,01	3,04	0,05	9,50	0,001		
$\bar{x}$	<b>0,06</b>	0,1	<b>7,04</b>	0,001	<b>0,92</b>	0,1	<b>10,50</b>	0,001		
Фресинет × три прим	0,52	0,1	3,33	0,05	0,19	0,1	7,21	0,001		
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	2,81	0,05	4,60	0,01	2,71	0,05	9,21	0,001		
Фресинет × тремлянский зеркальный	0,11	0,1	3,35	0,02	0,49	0,1	7,64	0,001		
$\bar{x}$	<b>0,32</b>	0,1	<b>5,15</b>	0,01	<b>0,89</b>	0,1	<b>9,48</b>	0,001		
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	7,31	0,001	10,86	0,001	4,28	0,01	12,70	0,001		
Немецкий × три прим	12,20	0,001	1,17	0,1	7,68	0,001	7,46	0,001		
Немецкий × тремлянский зеркальный	0,19	0,1	3,13	0,05	1,74	0,1	7,90	0,001		
$\bar{x}$	<b>1,64</b>	0,1	<b>5,86</b>	0,01	<b>1,86</b>	0,1	<b>9,90</b>	0,001		
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	1,02	0,1	6,30	0,01	0,15	0,1	10,19	0,001		

Статистически достоверные отличия в сторону увеличения содержания сухого вещества наблюдаются у кроссов три прим × фресинет, фресинет × лахвинский чешуйчатый, немецкий × три прим, а в сторону уменьшения – у кроссов лахвинский чешуйчатый × фресинет, немецкий × лахвинский чешуйчатый. У всех рассмотренных комбинаций скрещиваний содержание сухого вещества в мышцах двухлетков ниже, чем в среднем у белорусских линий, выращенных одновременно с опытными кроссами. Установленные различия статистически достоверны, за исключением сочетания немецкий × три прим. Средние показатели содержания сухого вещества у кроссов и импортных пород различаются незначительно (25,85 и 25,58 %). Поэтому отличие отдельных кроссов по содержанию сухого вещества от среднего уровня импортных коллекционных пород в основном статистически недостоверно. Лишь у сочетаний три прим × фресинет и немецкий × три прим установлены статистически значимые отличия в сторону увеличения, а у фресинет × лахвинский чешуйчатый и немецкий × лахвинский чешуйчатый – в сторону уменьшения. Статистически достоверная разница по содержанию сухого вещества установлена между кроссами карпа и амурским сазаном, у которого наблюдаются значительные преимущества по сравнению с помесными карпами.

Содержание влаги в мышцах двухлетков обратно пропорционально содержанию сухого вещества. Поэтому при сравнении уровня содержания влаги у кроссов со средним популяционным показателем и средними показателями чистопородных групп получены сходные результаты (табл. 3). Статистически достоверные отклонения содержания влаги от средней популяционной величины и среднего уровня данного показателя у импортных коллекционных пород установлены только для комбинаций скрещивания фресинет × лахвинский чешуйчатый (в сторону уменьшения), а также немецкий × лахвинский чешуйчатый и немецкий × три прим (в сторону увеличения). У всех кроссов содержание влаги выше, чем у белорусских пород. Установленные различия статистически достоверны, за исключением кроссов тремлянский чешуйчатый × фресинет, три прим × фресинет. Содержание

влаги в мышцах двухлетков двухпородных кроссов карпа выше, чем у амурского сазана. Для всех вариантов сравнения разница статистически достоверна, за исключением комбинации тремлянский чешуйчатый × фресинет.

Т а б л и ц а 3. Сравнительная оценка двухпородных кроссов карпа по содержанию влаги в мышцах двухлетков

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	0,58	0,1	3,11	0,05	0,58	0,1	6,30	0,01
Тремлянский чешуйчатый × югославский	0,05	0,1	3,54	0,02	0,04	0,1	7,22	0,001
$\bar{x}$	<b>0,49</b>	<b>0,1</b>	<b>4,59</b>	<b>0,01</b>	<b>0,48</b>	<b>0,1</b>	<b>8,19</b>	<b>0,001</b>
Югославский × три прим	0,60	0,1	4,25	0,01	0,57	0,1	8,09	0,001
Югославский × лахвинский чешуйчатый	1,38	0,1	5,29	0,01	1,27	0,1	8,75	0,001
$\bar{x}$	<b>1,28</b>	<b>0,1</b>	<b>6,35</b>	<b>0,01</b>	<b>1,14</b>	<b>0,1</b>	<b>9,20</b>	<b>0,001</b>
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	0,18	0,1	1,28	0,1	0,55	0,1	2,27	0,1
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	1,93	0,1	7,97	0,001	1,70	0,1	10,85	0,001
Три прим × фресинет	0,47	0,1	0,91	0,1	0,47	0,1	3,08	0,05
$\bar{x}$	<b>0,38</b>	<b>0,1</b>	<b>2,41</b>	<b>0,1</b>	<b>0,28</b>	<b>0,1</b>	<b>5,96</b>	<b>0,01</b>
Фресинет × три прим	0,19	0,1	3,53	0,02	0,19	0,1	7,14	0,001
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	3,92	0,02	6,58	0,01	2,65	0,05	9,03	0,001
Фресинет × тремлянский зеркальный	0,51	0,1	3,65	0,02	0,50	0,1	7,53	0,001
$\bar{x}$	<b>0,98</b>	<b>0,1</b>	<b>6,48</b>	<b>0,01</b>	<b>0,87</b>	<b>0,1</b>	<b>9,28</b>	<b>0,001</b>
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	3,86	0,02	15,03	0,001	4,46	0,01	12,36	0,001
Немецкий × три прим	6,84	0,01	18,06	0,001	5,46	0,01	12,84	0,001
Немецкий × тремлянский зеркальный	1,60	0,1	3,52	0,02	1,75	0,1	7,70	0,001
$\bar{x}$	<b>2,96</b>	<b>0,02</b>	<b>13,96</b>	<b>0,001</b>	<b>2,39</b>	<b>0,1</b>	<b>11,50</b>	<b>0,001</b>
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	0,35	0,1	7,60	0,001	0,02	0,1	9,79	0,001

Содержание жира в мышцах двухлетков помесного происхождения составило в среднем 6,68 %, с колебаниями от 4,08 % (три прим × югославский) до 8,32 % (три прим × фресинет). Содержание жира в мышцах двухлетков относится к признакам с сильной степенью изменчивости с коэффициентами вариации 12,6–33,1 %. Статистически значимые отклонения этого признака от средней популяционной величины достоверны у реципрокных комбинаций между отводкой изобелинского карпа три прим и карпом породы фресинет – в сторону увеличения, а у сочетаний три прим × югославский и немецкий × лахвинский чешуйчатый – в сторону уменьшения (табл. 4). У изученных кроссов проявляется тенденция к уменьшению содержания жира в мышцах двухлетков по сравнению с чистопородными карпами и амурским сазаном. Однако в вариантах сравнения кроссов со средними значениями карпа белорусской селекции и импортными породами статистически значимые различия установлены лишь для отдельных комбинаций (три прим × югославский, тремлянский чешуйчатый × югославский, немецкий × лахвинский чешуйчатый, смесь зеркальная × баттерфляй). У двухлетков всех кроссов содержание жира ниже, чем средний уровень этого показателя у амурского сазана. Установленные различия статистически достоверны.

У двухпородных кроссов содержание протеина в мышцах двухлетков составило в среднем 18,14 %, с колебаниями от 16,10 до 19,87 %. Повышенным содержанием протеина характеризовались кроссы, у которых отцовским компонентом скрещиваний являлся югославский карп, а пониженным – кроссы, полученные от самок породы фресинет. Данный показатель в основном относится к признакам с низким коэффициентом вариации, величина которого в основном составляет 6,1 %.

Статистически значимые отклонения от средней популяционной величины установлены для реципрокных сочетаний отводки изобелинского карпа три прим и породы фресинет – в сторону уменьшения, а также для комбинации немецкий × три прим – в сторону увеличения (табл. 5).

Т а б л и ц а 4. Сравнительная оценка двухпородных кроссов карпа по содержанию жира в мышцах двухлетков

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	7,07	0,001	9,76	0,001	7,01	0,001	13,60	0,001
Тремлянский чешуйчатый × югославский	1,68	0,1	4,66	0,01	2,70	0,05	7,46	0,001
$\bar{x}$	<b>5,31</b>	<b>0,01</b>	<b>8,46</b>	<b>0,001</b>	<b>5,53</b>	<b>0,01</b>	<b>12,67</b>	<b>0,001</b>
Югославский × три прим	0,26	0,1	2,36	0,1	0,83	0,1	4,55	0,01
Югославский × лахвинский чешуйчатый	1,45	0,1	0,98	0,1	0,36	0,1	2,91	0,05
$\bar{x}$	<b>1,21</b>	<b>0,1</b>	<b>2,13</b>	<b>0,1</b>	<b>0,27</b>	<b>0,1</b>	<b>4,88</b>	<b>0,01</b>
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	1,43	0,1	0,99	0,1	0,35	0,1	2,92	0,05
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	0,35	0,1	1,46	0,1	0,42	0,1	2,94	0,05
Три прим × фресинет	3,96	0,02	0,12	0,1	1,80	0,1	3,10	0,05
$\bar{x}$	<b>2,36</b>	<b>0,1</b>	<b>1,50</b>	<b>0,1</b>	<b>0,51</b>	<b>0,1</b>	<b>4,54</b>	<b>0,01</b>
Фресинет × три прим	2,60	0,05	0,51	0,1	1,10	0,1	2,90	0,05
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	1,95	0,1	0,96	0,1	0,61	0,1	3,25	0,05
Фресинет × тремлянский зеркальный	0,24	0,1	1,37	0,1	0,44	0,1	2,68	0,05
$\bar{x}$	<b>2,12</b>	<b>0,1</b>	<b>1,57</b>	<b>0,1</b>	<b>0,38</b>	<b>0,1</b>	<b>4,50</b>	<b>0,01</b>
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	4,07	0,01	7,13	0,001	4,70	0,01	0,59	0,001
Немецкий × три прим	1,38	0,1	2,21	0,1	0,23	0,1	5,18	0,01
Немецкий × тремлянский зеркальный	1,79	0,1	1,02	0,1	0,50	0,1	3,25	0,01
$\bar{x}$	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>4,40</b>	<b>0,01</b>	<b>1,67</b>	<b>0,1</b>	<b>8,59</b>	<b>0,001</b>
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	2,17	0,1	5,73	0,01	3,21	0,02	9,41	0,001

У всех изученных кроссов содержание протеина оказалось ниже, чем в среднем у карпа белорусской селекции. Статистически значимые отклонения установлены у семи комбинаций скрещиваний. Четыре кросса статистически достоверно характеризовались повышенным содержанием протеина по сравнению

со средним уровнем данного показателя у импортных пород. У всех опытных сочетаний уровень протеина оказался ниже, чем среднее значение этого показателя у амурского сазана. Установленные различия статистически достоверны, за исключением кросса три прим × югославский.

Т а б л и ц а 5. Сравнительная оценка различий двухпородных кроссов карпа по содержанию протеина в мышцах двухлетков

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	1,72	0,1	0,59	0,1	2,61	0,05	1,97	0,1
Тремлянский чешуйчатый × югославский	0,87	0,1	0,83	0,1	2,26	0,1	4,01	0,001
$\bar{x}$	<b>1,95</b>	<b>0,1</b>	<b>0,03</b>	<b>0,1</b>	<b>3,42</b>	<b>0,02</b>	<b>3,52</b>	<b>0,02</b>
Югославский × три прим	0,52	0,1	3,25	0,05	1,98	0,1	6,26	0,01
югославский × лахвинский чешуйчатый	1,86	0,1	4,50	0,01	0,90	0,1	7,00	0,001
$\bar{x}$	<b>1,56</b>	<b>0,1</b>	<b>4,67</b>	<b>0,01</b>	<b>1,77</b>	<b>0,1</b>	<b>7,02</b>	<b>0,001</b>
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	1,17	0,1	3,24	0,05	0,75	0,1	6,12	0,01
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	0,30	0,1	1,84	0,1	1,02	0,1	4,70	0,01
Три прим × фресинет	3,19	0,05	5,83	0,01	0,12	0,1	7,68	0,001
$\bar{x}$	<b>1,87</b>	<b>0,1</b>	<b>4,65</b>	<b>0,01</b>	<b>1,11</b>	<b>0,1</b>	<b>7,06</b>	<b>0,001</b>
Фресинет × три прим	2,49	0,05	3,74	0,02	1,31	0,1	6,05	0,01
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	1,98	0,1	3,64	0,02	0,41	0,1	6,26	0,01
Фресинет × тремлянский зеркальный	0,54	0,1	1,94	0,1	0,68	0,1	4,64	0,01
$\bar{x}$	<b>2,77</b>	<b>0,05</b>	<b>4,84</b>	<b>0,01</b>	<b>0,59</b>	<b>0,1</b>	<b>7,23</b>	<b>0,01</b>
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	0,53	0,1	2,28	0,1	2,89	0,05	5,66	0,001
Немецкий × три прим	3,72	0,02	1,01	0,1	5,51	0,01	3,37	0,02
Немецкий × тремлянский зеркальный	0,21	0,1	3,10	0,05	2,37	0,1	6,18	0,01
$\bar{x}$	<b>2,39</b>	<b>0,05</b>	<b>1,76</b>	<b>0,1</b>	<b>5,21</b>	<b>0,01</b>	<b>5,54</b>	<b>0,01</b>
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	1,24	0,1	1,61	0,1	3,48	0,02	5,24	0,01



Содержание минеральных веществ (зола) у кроссов составляет в среднем 1,01 %. Максимальный уровень данного показателя отмечен у комбинации фресинет × лахвинский чешуйчатый (1,74 %), минимальный – у сочетания немецкий × тремлянский зеркальный (0,71 %). Данный показатель характеризуется в основном высокими коэффициентами вариации. При сравнении содержания минеральных веществ в мышцах двухлетков кроссов со средним популяционным уровнем и средними показателями чистопородных групп установлено преимущество группы, полученной от скрещивания самок карпа породы фресинет с линиями белорусской селекции, причем во всех вариантах сравнения установлены статистически значимые преимущества (табл. 6).

**Т а б л и ц а 6. Сравнительная оценка статистической достоверности различий двухпородных кроссов карпа по содержанию золы в мышцах двухлетков**

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	0,09	0,1	2,31	0,1	0,00	0,1	0,51	0,1
Тремлянский чешуйчатый × югославский	0,43	0,1	2,40	0,1	0,30	0,1	0,91	0,1
$\bar{x}$	<b>0,41</b>	<b>0,1</b>	<b>2,93</b>	<b>0,05</b>	<b>0,25</b>	<b>0,1</b>	<b>0,99</b>	<b>0,1</b>
Югославский × три прим	0,41	0,1	2,93	0,05	0,25	0,1	0,99	0,1
Югославский × лахвинский чешуйчатый	0,82	0,1	2,60	≈0,05	0,62	0,1	1,36	0,1
$\bar{x}$	<b>0,93</b>	<b>0,1</b>	<b>3,20</b>	<b>0,02</b>	<b>0,62</b>	<b>0,1</b>	<b>1,56</b>	<b>0,1</b>
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	1,45	0,1	1,80	0,1	1,23	0,1	1,90	0,1
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	1,70	0,1	1,03	0,1	1,58	0,1	2,13	0,1
Три прим × фресинет	0,79	0,1	2,95	0,05	0,55	0,1	1,39	0,1
$\bar{x}$	<b>2,23</b>	<b>0,1</b>	<b>2,30</b>	<b>0,1</b>	<b>1,72</b>	<b>0,1</b>	<b>2,65</b>	<b>0,05</b>
Фресинет × три прим	9,39	0,001	8,38	0,001	5,33	0,01	3,88	0,02
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	5,16	0,01	6,76	0,01	5,08	0,01	4,67	0,01

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Фресинет × тремлянский зеркальный	3,90	0,02	6,53	0,01	3,43	0,02	2,50	0,05
$\bar{x}$	<b>8,50</b>	<b>0,001</b>	<b>9,43</b>	<b>0,001</b>	<b>6,89</b>	<b>0,001</b>	<b>5,83</b>	<b>0,01</b>
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	5,20	0,01	0,26	0,1	4,22	0,01	5,15	0,01
Немецкий × три прим	2,60	0,05	2,05	≈0,1	2,03	0,1	2,97	0,05
Немецкий × тремлянский зеркальный	4,74	0,01	0,00	0,1	4,02	0,01	4,85	0,01
$\bar{x}$	<b>6,65</b>	<b>0,01</b>	<b>0,89</b>	<b>0,1</b>	<b>4,60</b>	<b>0,01</b>	<b>5,80</b>	<b>0,01</b>
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	0,39	0,1	2,91	0,05	0,46	0,1	0,09	0,1

Двухлетки из группы кроссов, полученных от самок немецкого карпа, наоборот, характеризовались пониженным содержанием минеральных веществ по сравнению со средним популяционным уровнем, средними показателями импортных пород и амурским сазаном. Статистически значимые отклонения содержания минеральных веществ в сторону увеличения установлены у кроссов, полученных от самок югославского карпа, комбинаций три прим × фресинет, смесь зеркальная × баттерфляй, при сравнении их со средним уровнем данного показателя у двухлетков белорусских линий. С целью определения относительной ценности кроссов по биохимическому составу мышц двухлетков проведено их ранжирование (табл. 7).

Т а б л и ц а 7. Комплексная оценка биохимического состава мышц двухлетков межпородных кроссов

Кросс	Ранги по показателям					Сумма рангов	Средний ранг
	сухое вещество	влага	жир	протеин	зола		
Три прим × югославский	11	10	14	1	4	40	0,57
Тремлянский чешуйчатый × югославский	8	8	12	3	6	37	0,53

Кросс	Ранги по показателям					Сумма рангов	Средний ранг
	сухое вещество	влага	жир	протеин	зола		
Югославский × три прим	7	6	10	7	5	35	0,50
Югославский × лахвинский чешуйчатый	4	5	5	11	8	33	0,47
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	5	4	6	10	9	34	0,48
<i>Ляхвинский чешуйчатый × фресинет</i>	<i>12</i>	<i>11</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>11</i>	<i>50</i>	<i>0,71</i>
<b>три прим × фресинет</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	<b>0,34</b>
Фресинет × три прим	10	9	2	14	2	37	0,53
<b>Фресинет × лахвинский чешуйчатый</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>0,31</b>
Фресинет × тремлянский зеркальный	6	5	9	9	2	31	0,44
<i>Немецкий × лахвинский чешуйчатый</i>	<i>13</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>5</i>	<i>12</i>	<i>55</i>	<i>0,79</i>
Немецкий × три прим	1	13	7	2	10	33	0,47
Немецкий × тремлянский зеркальный	2	2	4	6	13	27	0,39
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	9	7	11	4	3	34	0,48

Судя по результатам ранжирования относительно большей ценностью с точки зрения биохимического состава мышц двухлетков обладают кроссы три прим × фресинет, фресинет × лахвинский чешуйчатый со средними рангами 0,34 и 0,31 соответственно. Менее ценными – кроссы лахвинский чешуйчатый × фресинет и немецкий × лахвинский чешуйчатый со средними рангами 0,71 и 0,79 соответственно.

### Выводы

1. Средний уровень содержания сухого вещества в мышцах двухлетков опытных кроссов составил 25,85 %, максимальное значение этого показателя отмечено у сочетания немецкий × три прим (27,92 %), минимальное – у немецкий × лахвинский чешуйчатый (24,08 %). Статистически достоверные отличия в сторону

увеличения содержания сухого вещества наблюдаются у кроссов три прим × фресинет, фресинет × лахвинский чешуйчатый, немецкий × три прим, а в сторону уменьшения – у кроссов лахвинский чешуйчатый × фресинет, немецкий × лахвинский чешуйчатый. Средние показатели содержания сухого вещества у кроссов и импортных пород различаются незначительно (25,85 и 25,58 %). Лишь у сочетаний три прим × фресинет и немецкий × три прим установлены статистически значимые отличия в сторону увеличения, а у кроссов фресинет × лахвинский чешуйчатый и немецкий × лахвинский чешуйчатый – в сторону уменьшения данного показателя.

2. Содержание жира в мышцах двухлетков помесного происхождения составило в среднем 6,68 % с колебаниями от 4,08 % (три прим × югославский) до 8,32 % (три прим × фресинет). Статистически значимые отклонения этого признака в сторону увеличения от средней популяционной величины установлены у реципрокных комбинаций между отводкой изобелинского карпа три прим и карпом породы фресинет. У изученных кроссов проявляется тенденция к уменьшению содержания жира в мышцах двухлетков по сравнению с чистопородными карпами и амурским сазаном. У двухлетков всех кроссов содержания жира ниже, чем средний уровень этого показателя у амурского сазана. Установленные различия статистически достоверны.

3. У двухпородных кроссов содержание протеина в мышцах двухлетков составило в среднем 18,14 % с колебаниями от 16,10 до 19,87 %. Повышенным содержанием протеина характеризовались кроссы, у которых отцовским компонентом скрещиваний являлся югославский карп, а пониженным – кроссы, полученные от самок породы фресинет. Статистически значимые отклонения от средней популяционной величины в сторону увеличения установлены для комбинации немецкий × три прим. У изученных кроссов проявляется тенденция к снижению содержания протеина по сравнению со средним уровнем данного показателя у карпа белорусской селекции и повышение содержания по сравнению с импортными породами. У всех опытных сочетаний

уровень протеина оказался ниже, чем среднее значение этого показателя у амурского сазана.

4. Содержание минеральных веществ (зола) у кроссов составляет в среднем 1,01 %. Максимальный уровень данного показателя отмечен у комбинации фресинет × лахвинский чешуйчатый (1,74 %), минимальный – у сочетания немецкий × тремлянский зеркальный (0,71 %). При сравнении содержания минеральных веществ в мышцах двухлетков кроссов со средним популяционным уровнем и средними показателями чистопородных групп установлено преимущество комбинаций, полученных от скрещивания самок карпа породы фресинет с линиями белорусской селекции.

5. В результате комплексной оценки биохимического состава мышц двухлетков двухпородных кроссов методом ранжирования установлено, что относительно большей пищевой ценностью с точки зрения состава съедобной части тела характеризуются кроссы три прим × фресинет, фресинет × лахвинский чешуйчатый. Менее ценными оказались кроссы лахвинский чешуйчатый × фресинет и немецкий × лахвинский чешуйчатый.

### Список использованных источников

1. Кончиц, В. В. Современные проблемы развития аквакультуры Беларуси и пути их разрешения / В. В. Кончиц // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., п. Рыбное, 3–6 сент. 2002 г. – М., 2002 – С. 43–46.

2. Профирьев, И. А. Обмен веществ и продуктивность / И. А. Профирьев // Сельскохозяйств. биология. – 2001. – № 2. – С. 27–41.

3. Томиленко, В. Г. Пищевая ценность помесных и гибридных карпов / В. Г. Томиленко, А. И. Гречковская // Рыб. хоз-во : сб. – Киев, 1967. – Вып. 4. – С. 62–64.

4. Elliot, J. The Energetics of Feeding metabolism and growth of brown trout / J. Elliot // Animal ecology. – 1976. – V. 10. – N 1. – P. 273–289.

5. Строганов, Н. С. Роль среды в пластическом обмене у рыб / Н. С. Строганов // Обмен веществ и биохимия рыб / Н. С. Строганов. – М., 1967. – С. 23–30.

6. Артамонова, Т. И. Количественная характеристика мышц и некоторых морфологических структур тела двухлетков карпа в условиях высокоинтенсивной технологии выращивания / Т. И. Артамонова // Актуал. вопр. пресновод. аквакультуры : сб. тр. ВНИИПРХ. – 2000. – Вып. 75. – С. 125–131.

7. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 9–10 окт. 2008 г. – 2008. – С. 118–119.

8. Сравнительная характеристика пищевой ценности групп кроссов с тремлянским карпом / Е. В. Таразевич [и др.] // Докл. междунар. науч.-практ. конф., Москва, ВВЦ, 5–6 февраля 2013 г. – С. 473–477.

9. Иванов, А. П. Химический анализ рыб и кормов / А. П. Иванов. – М., 1963. – 36 с.

10. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. шк., 1973. – С. 24–53.

11. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Изв. ГосНИОРХ. – 1978. – Т. 134. – С. 3–132.

**СООТНОШЕНИЯ ЧАСТЕЙ ТЕЛА ДВУХЛЕТКОВ  
ДВУХПОРОДНЫХ КРОССОВ КАРПА РАЗНОЙ  
ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И АМУРСКОГО САЗАНА**

Я. И. ШЕЙКО, Ю. М. РУДЫЙ, С. В. КРАЛЬКО, Д. А. ЖМОЙДЯК,  
М. В. КНИГА, Т. Ф. ВОЙТЮК, В. В. КОРНЕЕВ, Д. Д. КОСТЮКОВИЧ

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

**RELATIONSHIPS OF THE PARTS OF THE BODY  
OF CARP'S TWO-POLLS AND TWO BREED CROSSES  
OF DIFFERENT BREEDNESS AND AMUR SAZAN**

Y. SHEIKO, S. KRALKO, Y. RUDYI, M. KNIGA, T. VOYTUK,  
D. ZHMOJDIK, V. KARNEYEV, D. KOSTYUKOVICH

*RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** В результате исследования соотношения частей тела двухлетков двухпородных кроссов, полученных от скрещивания адаптированных импортных пород четвертого поколения, выращенных в условиях Беларуси, с линиями карпа белорусской селекции. Проведена сравнительная оценка соотношения съедобных и несъедобных частей тела двухлетков кроссов карпа.

**Ключевые слова:** карп, порода, линия, кросс, двухлетки, съедобные и несъедобные части тела

**Abstract.** As a result of the study of the ratio of body parts of two-year-old double-breed crosses obtained from the crossing of adapted fourth-generation imported breeds grown in Belarus with carp lines of Belarusian breeding. A comparative assessment of the ratio of edible and inedible body parts of two-year cross carp.

**Keywords:** carp, breed, line, cross, two year old, edible and inedible body parts

**Введение.** Важным показателем оценки продуктивности карпа является его пищевая ценность, которая зависит от соотношения съедобных и несъедобных частей тела рыбы. Чем выше выход съедобной части тела (тушки), тем больше пищевая цен-

ность [1, 2]. Соотношение съедобных и несъедобных частей тела является одним из основных интерьерных показателей, характеризующих потребительские качества породы [3, 4]. Поэтому представляется важным оценить с точки зрения пищевой ценности различные породы и линии, составляющие коллекционный генофонд.

**Материалы и методы исследований.** Работы по исследованию соотношения съедобных и несъедобных частей тела двухлетков двухпородных кроссов карпа, полученных от скрещивания импортных коллекционных пород четвертого поколения, адаптированных к условиям II зоны рыбоводства, с линиями белорусской селекции разной породной принадлежности проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» в Молодечненском районе Минской области.

Объектами исследований являлись двухлетки двухпородных кроссов, а также чистопородных форм (импортных пород карпа пятого поколения, линий белорусской селекции восьмого–десятого поколений, входящих в коллекционное стадо, и восьмого поколения амурского сазана ханкайской популяции, выращенных в условиях Беларуси) [5, 6].

Исследования проводили общепринятыми методами, разработанными и рекомендованными РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства» [2, 7, 8]. Выращивание опытного материала разного происхождения после серийного мечения проходило совместно в условиях одного пруда. Изучение соотношения съедобных и несъедобных частей тела проводили на товарном двухлетке, по возможности для опытов подбирали рыбу со сходной массой тела. Объем выборки по каждому кроссу, линии составил по 5 экз. Статистическую обработку проводили с использованием общепринятых методик [8, 9, 10, 11].

**Обсуждение результатов исследований.** Одновременно с чистопородными формами карпа разной породной принадлежности были получены и выращены двухпородные кроссы, у которых также исследовали соотношение съедобных и несъедобных частей тела (табл. 1)



Т а б л и ц а 1. Относительная масса частей тела двухлетков межпородных кроссов

Породная принадлежность	Масса, г		Относительная масса, %											
	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	тушка		чешуя		голова		плавники		внутренние органы		гонады, ♀ ♂	
			$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv
Три прим × югославский	474,0±3,45	2,3	62,7±0,40	2,0	6,0±0,24	12,6	19,1±0,37	6,2	2,8±0,11	13,0	8,4±0,20	7,1	0,05±0,004	25,2
Тремлянский × чешуйчатый × югославский	490,0±7,28	4,7	61,5±0,74	3,8	6,0±0,11	5,6	19,3±0,36	5,9	2,9±0,10	10,1	10,2±0,23	7,2	0,10±0,007	22,4
Итого (югославский × самцы)	482,0±3,77	3,5	62,1±0,40	2,9	6,0±0,12	9,1	19,2±0,26	6,0	2,8±0,07	11,5	9,3±0,15	7,1	0,07±0,004	23,8
Югославский × три прим	527,5±9,17	5,5	64,8±0,60	2,9	4,5±0,07	5,0	18,7±0,35	6,0	2,6±0,07	8,2	9,3±0,22	7,5	0,10±0,01	41,6
Югославский × лахвинский чешуйчатый	515,2±7,33	4,5	64,5±0,28	1,4	5,5±0,10	5,2	17,8±0,24	4,2	2,5±0,06	8,0	8,1±0,18	7,0	0,30±0,04	42,8
<b>Итого (югославский самки)</b>	<b>521,3±5,83</b>	<b>5,0</b>	<b>64,6±0,31</b>	<b>2,1</b>	<b>5,0±0,06</b>	<b>5,1</b>	<b>18,2±0,21</b>	<b>5,1</b>	<b>2,5±0,04</b>	<b>8,1</b>	<b>8,7±0,14</b>	<b>7,2</b>	<b>0,20±0,02</b>	<b>42,2</b>
Тремлянский × чешуйчатый × фреснет	488,0±8,80	5,7	63,7±0,26	1,3	5,6±0,10	5,0	17,0±0,43	8,0	2,3±0,07	9,2	9,2±0,33	11,5	0,20±0,03	46,4
Ляхвинский × чешуйчатый × фреснет	557±38,00	21,5	63,2±0,16	0,8	5,1±0,13	8,1	18,0±0,31	5,4	2,2±0,05	7,0	9,2±0,33	11,4	0,07±0,008	35,4
Три прим × фреснет	430,7±14,16	10,4	60,7±0,44	2,3	6,0±0,55	29,2	20,4±0,15	2,4	2,0±0,03	5,0	9,1±0,09	3,3	0,06±0,007	40,8
<b>Итого (фреснет самцы)</b>	<b>491,9±11,23</b>	<b>12,5</b>	<b>62,5±0,17</b>	<b>1,5</b>	<b>5,6±0,14</b>	<b>14,1</b>	<b>18,5±0,18</b>	<b>5,3</b>	<b>2,2±0,03</b>	<b>7,1</b>	<b>9,2±0,15</b>	<b>8,7</b>	<b>0,11±0,008</b>	<b>40,9</b>

Окончание табл. 1

Породная принадлежность	Масса, г		Относительная масса, %										гонады, ♀ ♂	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	тушка		чешуя		голова		плавники		внутренние органы		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv
			$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv
Фресинет × три прим	561,0±18,63	10,5	64,0±0,71	3,5	5,6±0,22	12,6	18,8±0,44	7,4	2,2±0,04	6,6	8,7±0,19	7,1	0,04±0,004	30,6
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	645,0±26,10	12,8	62,1±0,10	5,0	5,3±0,18	11,0	18,4±0,40	6,7	2,2±0,10	13,0	9,2±0,32	11,0	0,10±0,01	48,6
Фресинет × тремлянский зеркальный	638,3±38,35	19,0	62,7±0,90	4,4	5,0±0,46	29,2	19,2±0,42	7,0	2,4±0,10	13,4	8,4±0,22	8,5	0,50±0,05	33,2
<b>Итого (фресинет самки)</b>	<b>614,8±15,83</b>	<b>14,1</b>	<b>63,0±0,50</b>	<b>4,3</b>	<b>5,3±0,17</b>	<b>17,6</b>	<b>18,8±0,24</b>	<b>7,0</b>	<b>2,7±0,04</b>	<b>11,0</b>	<b>8,7±0,14</b>	<b>8,8</b>	<b>0,21±0,01</b>	<b>37,5</b>
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	370,2±12,41	10,6	66,7±0,55	2,6	5,4±0,33	19,5	17,3±0,35	6,5	2,4±0,16	21,5	8,0±0,15	5,8	0,02±0,002	29,1
Немецкий × три прим	567,0±19,72	11,0	66,0±0,50	2,4	1,5±0,11	24,0	20,0±0,50	8,0	2,2±0,08	12,0	8,3±0,33	12,7	0,70±0,09	39,7
Немецкий × тремлянский зеркальный	522,6±50,73	30,7	65,8±0,50	2,4	2,2±0,42	61,0	19,4±0,26	4,3	2,1±0,15	22,6	8,4±0,21	8,1	0,20±0,02	37,3
<b>Итого (немецкий самки)</b>	<b>486,6±15,46</b>	<b>17,4</b>	<b>66,2±0,30</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0±0,33</b>	<b>34,8</b>	<b>18,9±0,38</b>	<b>6,3</b>	<b>2,2±0,07</b>	<b>18,7</b>	<b>8,2±0,13</b>	<b>8,8</b>	<b>0,30±0,02</b>	<b>35,4</b>
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (мо-локи из России)	591,2±21,12	11,3	65,6±0,85	4,1	1,7±0,11	20,2	19,6±0,30	3,2	2,2±0,11	15,3	8,2±0,24	9,2	0,20±0,03	44,2
<b>Всего кроссы:</b>	<b>531,3±4,76</b>	<b>10,6</b>	<b>64,0±0,16</b>	<b>2,9</b>	<b>4,4±0,06</b>	<b>16,8</b>	<b>18,9±0,08</b>	<b>5,5</b>	<b>2,4±0,02</b>	<b>12,0</b>	<b>8,7±0,06</b>	<b>8,3</b>	<b>0,2±0,006</b>	<b>37,3</b>

Основным показателем, определяющим пищевую ценность товарной рыбы, является выход тушки. У изученных двухпородных кроссов величина данного показателя колебалась в пределах от 60,7 % (три прим × фресинет) до 66,7 % (немецкий × лахвинский чешуйчатый), составляя в среднем 64,0 %. По сравнению со средним популяционным выходом тушки у двухпородных кроссов статистически значимые преимущества установлены у комбинаций скрещивания с немецким карпом (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Сравнительная оценка выхода съедобной части тела (тушки, %) у двухпородных кроссов

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	3,01	<0,05	5,47	<0,01	6,03	<0,01	7,15	<0,001
Тремлянский чешуйчатый × югославский	3,30	<0,05	4,72	<0,01	5,08	<0,01	5,80	<0,01
$\bar{x}$	4,41	<0,01	6,93	<0,001	7,37	<0,001	8,45	<0,001
Югославский × три прим	1,28	>0,1	0,47	>0,1	0,84	>0,1	1,86	>0,1
Югославский × лахвинский чешуйчатый	1,55	>0,1	1,80	>0,1	2,61	<0,05	4,13	<0,01
$\bar{x}$	1,71	>0,1	1,39	>0,1	2,16	<0,1	3,62	<0,01
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	0,98	>0,1	4,42	<0,01	5,18	<0,01	6,62	<0,01
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	3,53	≈0,05	7,88	<0,001	8,58	<0,001	9,99	<0,001
Три прим × фресинет	7,04	<0,001	9,25	<0,001	9,72	<0,001	10,67	<0,001
$\bar{x}$	6,42	<0,001	10,5	<0,001	11,04	<0,001	12,23	<0,001
Фресинет × три прим	0,00	>0,1	1,50	>0,1	1,89	>0,1	2,67	<0,05
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	10,05	<0,001	14,56	<0,001	14,75	<0,001	15,55	<0,001
Фресинет × тремлянский зеркальный	1,42	>0,1	2,61	<0,05	2,92	<0,05	3,55	<0,02
$\bar{x}$	1,90	<0,1	3,95	<0,01	4,45	<0,001	5,45	<0,001
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	4,71	<0,01	2,76	<0,05	2,22	<0,1	1,17	>0,1

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Немецкий × три прим	3,80	<0,02	1,69	>0,1	1,11	>0,1	0,00	>0,1
Немецкий × тремлян-ский зеркальный	3,42	<0,02	1,31	>0,1	0,74	>0,1	0,36	>0,1
$\bar{x}$	6,47	<0,001	3,14	<0,01	2,21	<0,05	-0,52	>0,1
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	1,84	<0,1	0,57	>0,1	0,22	>0,1	0,45	>0,1

Из отобранных для исследования кроссов максимальной средней массой тела характеризовалось сочетание фресинет × лахвинский чешуйчатый (645,0 г), минимальной – немецкий × лахвинский чешуйчатый (370,2 г). Масса тела у отобранной для исследования рыбы характеризуется средним и низким уровнем изменчивости [10], за исключением кроссов немецкий × тремлянский зеркальный и лахвинский чешуйчатый × фресинет.

Некоторое преимущество наблюдается и у сочетаний с югославским карпом, где он использован в качестве материнского компонента скрещиваний, и у комбинации, полученной от скрещивания отводки смесь зеркальная изобелинского карпа с завезенными молоками карпа породы баттерфляй. Однако установленные отличия этих комбинаций скрещивания от среднепопуляционного уровня статистически недостоверны. Для сравнения пищевой ценности полученных кроссов с чистопородными карпами использованы высокопродуктивные линии изобелинского карпа и импортные породы, выращенные совместно в одинаковых условиях. Некоторыми преимуществами по сравнению с белорусскими линиями характеризовались кроссы, полученные от немецкого карпа, но статистически значимые отличия установлены лишь для комбинации немецкий × лахвинский чешуйчатый. У этих же кроссов наблюдается и незначительное преимущество по сравнению с импортными породами, однако установленные различия статистически недостоверны. У опыт-

ных групп сазана средний выход тушки оказался на уровне лучших кроссов, незначительные преимущества, установленные у сочетаний с немецким карпом, статистически недостоверны.

Относительная масса чешуи у двухпородных кроссов составила в среднем 4,4 %, с колебаниями от 1,5 % до 6,0 %.

Более ценными в пищевом отношении являются зеркальные формы с меньшим количеством чешуи на поверхности тела. Поэтому кроссы немецкий × три прим, немецкий × смесь зеркальная и смесь зеркальная × баттерфляй имеют статистически значимые преимущества по сравнению со средним популяционным уровнем, импортными (в основном чешуйчатые породы) и сазаном (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Сравнительная оценка относительной массы чешуи (%) у двухпородных кроссов

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	6,46	<0,01	0,14	>0,1	8,19	<0,001	0,80	>0,1
Тремлянский чешуйчатый × югославский	12,76	<0,001	0,14	>0,1	10,27	<0,001	1,53	>0,1
$\bar{x}$	<b>11,92</b>	<0,001	<b>0,14</b>	>0,1	<b>10,12</b>	<0,001	<b>1,43</b>	>0,1
Югославский × три прим	1,08	>0,1	0,04	>0,1	5,19	<0,01	13,13	<0,001
Югославский × лахвинский чешуйчатый	9,43	<0,001	0,10	>0,1	8,61	<0,001	2,45	<0,1
$\bar{x}$	<b>7,07</b>	<0,001	<b>0,07</b>	>0,1	<b>7,21</b>	<0,001	<b>8,67</b>	<0,001
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	10,28	<0,001	0,11	>0,1	8,97	<0,001	1,63	>0,1
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	4,88	<0,01	0,08	>0,1	6,88	<0,001	4,74	<0,01
Три прим × фресинет	2,88	<0,05	0,14	>0,1	4,76	<0,01	0,36	>0,1
$\bar{x}$	<b>7,87</b>	<0,001	<b>0,11</b>	>0,1	<b>8,46</b>	<0,001	<b>1,27</b>	>0,1
Фресинет × три прим	5,26	<0,01	0,11	>0,1	7,34	<0,001	0,86	>0,1
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	4,74	<0,01	0,09	>0,1	6,95	<0,001	2,58	≈0,05

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Фресинет × тремлянский зеркальный	1,94	>0,1	0,09	>0,1	4,16	<0,01	1,07	>0,1
$\bar{x}$	<b>3,32</b>	<0,01	<b>0,07</b>	>0,1	<b>6,11</b>	<0,001	<b>4,35</b>	<0,001
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	2,68	<0,05	0,09	>0,1	5,23	<0,01	1,48	>0,1
Немецкий × три прим	7,98	<0,001	0,10	>0,1	8,14	<0,001	3,06	<0,05
Немецкий × тремлянский зеркальный	6,83	<0,01	0,16	>0,1	3,23	<0,05	10,09	<0,001
$\bar{x}$	<b>6,55</b>	<0,001	<b>0,11</b>	>0,1	<b>2,14</b>	≈0,05	<b>10,67</b>	<0,001
Смесь зеркальная (изобеллинский) × баттерфляй (молоки из России)	11,17	<0,001	0,06	>0,1	0,35	>0,1	21,47	<0,001

Средняя относительная масса головы у изученных кроссов составила 18,9 % с колебаниями от 17,0 % (тремлянский чешуйчатый × фресинет) до 20,4 % (три прим × фресинет). Несмотря на то, что часто голова также используется в пищу, считают, что преимуществами обладают рыбы с относительно низкими показателями относительной массы этой части тела. По сравнению со средним популяционным уровнем меньшей относительной массой головы характеризуются сочетания с югославским карпом (материнский компонент скрещивания) и карпом породы фресинет (отцовский компонент скрещивания). Различия статистически достоверны (табл. 4).

Средний уровень относительной массы головы у чистопородных карпов разного происхождения оказался несколько ниже, чем у кроссов. Отличия у 7 кроссов из 14 статистически достоверны по сравнению с белорусскими линиями и у 3 кроссов – по сравнению с импортными породами. Относительная масса головы сазана с высокой степенью достоверности оказалась ниже, чем у помесных групп карпа.

Т а б л и ц а 4. Сравнительная оценка относительной массы головы (%) у двухпородных кроссов

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	0,52	>0,1	3,64	<0,02	2,49	<0,1	10,66	<0,001
Тремлянский чешуйчатый × югославский	1,08	>0,1	4,22	<0,01	2,73	<0,05	11,42	<0,001
$\bar{x}$	<b>1,10</b>	>0,1	<b>5,05</b>	<0,001	<b>2,73</b>	<0,02	<b>14,41</b>	<0,001
Югославский × три прим	0,55	>0,1	2,79	<0,05	2,06	<0,1	10,13	<0,001
Югославский × лахвинский чешуйчатый	4,34	<0,01	0,66	>0,1	1,07	>0,1	10,40	<0,001
$\bar{x}$	<b>3,11</b>	<0,02	<b>2,16</b>	<0,05	<b>1,57</b>	>0,1	<b>12,87</b>	<0,001
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	4,34	<0,01	1,28	>0,1	0,11	>0,1	4,78	<0,01
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	2,81	<0,05	1,11	>0,1	1,28	>0,1	9,17	<0,001
Три прим × фресинет	8,82	<0,001	11,05	<0,001	4,30	<0,01	25,53	<0,001
$\bar{x}$	<b>2,03</b>	<0,1	<b>3,53</b>	<0,01	<b>1,59</b>	>0,1	<b>15,36</b>	<0,001
Фресинет × три прим	0,22	>0,1	2,52	<0,1	2,08	<0,1	8,54	<0,001
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	1,22	>0,1	1,82	>0,1	1,67	>0,1	8,35	<0,001
Фресинет × тремлянский зеркальный	1,16	>0,1	1,75	>0,1	1,66	>0,1	8,00	<0,001
$\bar{x}$	<b>1,18</b>	>0,1	<b>5,33</b>	<0,001	<b>2,75</b>	<0,02	<b>15,25</b>	<0,001
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	0,27	>0,1	3,04	<0,05	2,17	<0,1	10,39	<0,001
Немецкий × три прим	3,15	<0,05	0,56	>0,1	0,42	>0,1	4,76	<0,01
Немецкий × тремлянский зеркальный	4,04	≈0,01	7,58	<0,001	3,68	<0,02	17,03	<0,001
$\bar{x}$	<b>1,28</b>	>0,1	<b>4,28</b>	<0,001	<b>2,82</b>	<0,02	<b>11,15</b>	<0,001
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	0,00	>0,1	3,71	<0,02	2,34	<0,1	12,05	<0,001

Средняя масса внутренних органов у кроссов составила 8,7 % с колебаниями от 8,0 % (немецкий × лахвинский чешуйчатый) до 10,2 % (тремлянский чешуйчатый × югославский). Статистически значимые преимущества по данному показателю по сравне-

нию со средней популяционной величиной, то есть относительно более низкий выход внутренних органов, установлен только у кросса югославский × лахвинский чешуйчатый (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Сравнительная оценка относительной массы внутренних органов (%) у двухпородных кроссов

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа бело-русской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	1,43	>0,1	3,04	<0,05	5,33	<0,01	4,29	<0,01
Тремлянский чешуйчатый × югославский	6,31	<0,01	2,30	<0,1	1,39	>0,1	2,49	≈0,05
$\bar{x}$	<b>3,71</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,33</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>2,20</b>	<b>≈0,05</b>	<b>0,91</b>	<b>&gt;0,1</b>
Югославский × три прим	2,63	<0,05	0,29	>0,1	1,79	>0,1	0,73	>0,1
Югославский × лахвинский чешуйчатый	3,16	<0,05	4,11	<0,01	6,86	=0,001	5,81	<0,01
$\bar{x}$	<b>0,00</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>2,37</b>	<b>&lt;0,05</b>	<b>4,99</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>3,76</b>	<b>&lt;0,01</b>
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	1,49	>0,1	0,47	>0,1	1,61	>0,1	0,81	>0,1
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	1,49	>0,1	0,47	>0,1	1,61	>0,1	0,81	>0,1
Три прим × фресинет	3,69	<0,02	1,09	>0,1	3,63	<0,02	2,17	<0,1
$\bar{x}$	<b>3,09</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,66</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>5,64</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>1,36</b>	<b>&gt;0,1</b>
Фресинет × три прим	0,00	>0,1	2,17	<0,1	4,31	<0,01	3,22	<0,05
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	1,53	>0,1	0,48	>0,1	1,65	>0,1	0,83	>0,1
Фресинет × тремлянский зеркальный	2,19	<0,1	0,58	>0,1	2,15	<0,1	1,10	>0,1
$\bar{x}$	<b>1,96</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>3,38</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>6,35</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>5,17</b>	<b>&lt;0,001</b>
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	0,00	>0,1	2,33	<0,1	4,85	<0,01	3,64	<0,02
Немецкий × три прим	2,08	<0,1	3,33	<0,05	4,84	<0,01	4,09	<0,01
Немецкий × тремлянский зеркальный	1,83	>0,1	3,29	<0,05	5,55	<0,01	4,54	<0,01
$\bar{x}$	<b>2,09</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>3,44</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>6,54</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>5,33</b>	<b>&lt;0,001</b>
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	2,02	=0,1	3,39	<0,02	5,44	<0,01	4,50	<0,01



По сравнению с карпом белорусской селекции статистически значимыми преимуществами обладают реципрокные кроссы отводки три прим с югославским карпом, сочетания немецкий × лахвинский чешуйчатый, немецкий × три прим и смесь зеркальная × баттерфляй.

По сравнению с импортными породами у кроссов три прим × югославский, югославский × лахвинский чешуйчатый, смесь зеркальная × баттерфляй, три прим × фресинет и фресинет × три прим, а также комбинаций с немецким карпом относительная масса внутренних органов ниже, чем в среднем у импортных пород.

У кроссов по сравнению с относительной массой внутренних органов амурского сазана наблюдаются преимущества у комбинаций с югославским карпом, где он использован в качестве отцовского компонента скрещиваний, с немецким карпом (материнский компонент скрещиваний), а также у сочетания фресинет × три прим (различия статистически достоверны).

По относительной массе гонад можно судить о скорости созревания карпа разной породной принадлежности. У двухлетков гонады представлены в виде гонадотропной ткани с плохо выраженными половыми признаками. Средняя относительная масса гонад у кроссов составляет 0,2 %.

Размах колебаний по данному показателю очень высокий как между отдельными опытными группами (0,04–0,70), так и внутри групп. О чем свидетельствуют высокие значения коэффициента вариации данного показателя (22,4–48,6 %).

Статистически значимые отличия в сторону увеличения от среднего уровня данного показателя у кроссов установлены для сочетаний фресинет × тремлянский зеркальный и немецкий × три прим (табл. 6). У этих же кроссов наблюдается статистически достоверное преимущество по сравнению со средним уровнем относительной массы гонад импортных коллекционных пород. По сравнению с белорусскими линиями статистически достоверные различия в сторону увеличения средней массы гонад наблюдаются только у кросса немецкий × три прим.

**Т а б л и ц а 6. Сравнительная оценка относительной массы гонад (%) у двухпородных кроссов**

Кросс	Достоверность различий							
	от среднего значения кроссов		от пород карпа белорусской селекции		от импортных пород		от сазана	
	t	P	t	P	t	P	t	P
Три прим × югославский	20,80	<0,001	55,81	<0,001	54,66	<0,001	114,90	<0,001
Тремлянский чешуйчатый × югославский	10,84	<0,001	40,40	<0,001	34,87	<0,001	74,42	<0,001
$\bar{x}$	<b>69,33</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>24,80</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>46,85</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,00</b>	<b>&gt;0,1</b>
Югославский × три прим	8,57	<0,001	32,76	<0,001	26,83	<0,001	55,70	<0,001
Югославский × лахвинский чешуйчатый	2,47	<0,1	4,92	<0,01	2,48	<0,1	9,85	<0,001
$\bar{x}$	<b>0,00</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>14,15</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>9,70</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>24,51</b>	<b>&lt;0,001</b>
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	0,00	>0,1	9,73	<0,001	6,57	<0,01	16,52	<0,001
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	13,00	<0,001	40,45	<0,001	34,97	<0,001	70,43	<0,001
Три прим × фресинет	15,18	<0,001	44,44	<0,001	39,52	<0,001	79,38	<0,001
$\bar{x}$	<b>9,00</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>36,68</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>30,73</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>65,96</b>	<b>&lt;0,001</b>
Фресинет × три прим	22,18	<0,001	57,05	<0,001	56,22	<0,001	116,67	<0,001
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	8,57	<0,001	32,76	<0,001	26,83	<0,001	55,70	<0,001
Фресинет × тремлянский зеркальный	5,95	<0,01	7,92	<0,001	5,97	<0,01	11,96	<0,001
$\bar{x}$	<b>0,00</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>0,00</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>8,94</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>18,56</b>	<b>&lt;0,001</b>
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	28,46	<0,001	41,20	<0,001	37,13	<0,001	111,80	<0,001
Немецкий × три прим	5,54	<0,01	5,31	<0,01	4,21	<0,01	0,00	>0,1
Немецкий × тремлянский зеркальный	0,00	>0,1	9,43	<0,001	14,35	<0,001	7,54	<0,001
$\bar{x}$	<b>4,78</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>14,15</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>9,70</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>24,51</b>	<b>&lt;0,001</b>
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	0,00	>0,1	6,49	<0,01	3,28	<0,05	13,21	<0,001

В целом карп в условиях II зоны рыбоводства созревает медленнее, чем сазан, что подтверждается полученными результатами исследования. Все кроссы со статистически значимыми отклонениями уступают сазану по скорости созревания, за исключением комбинации немецкий × три прим.

С целью проведения комплексной оценки интерьерных показателей определяющих пищевую ценность исследованных двухпородных кроссов проведено их ранжирование в соответствии с ценностью изученных показателей (табл. 7).

**Т а б л и ц а 7. Комплексная характеристика двухпородных кроссов по морфологическим показателям**

Кросс	Ранги по показателям							Сумма рангов	Средний ранг
	масса	тушка	чешуя	голова	плавники	внутренние органы	гонады		
Три прим × югославский	12	10	12	8	8	5	8	51	0,61
Тремлянский чешуйчатый × югославский	10	12	12	10	9	10	5	58	0,69
Югославский × три прим	7	5	4	6	7	9	5	36	0,43
Югославский × лахвинский чешуйчатый	8	6	9	3	6	2	3	29	0,34
Тремлянский чешуйчатый × фресинет	11	8	11	1	4	8	4	36	0,43
Ляхвинский чешуйчатый × фресинет	6	9	6	4	3	8	6	36	0,43
Три прим × фресинет	13	13	12	14	1	7	7	54	0,64
Фресинет × три прим	5	7	10	7	3	6	9	42	0,50
Фресинет × лахвинский чешуйчатый	1	11	7	5	3	8	5	41	0,49
Фресинет × тремлянский зеркальный	2	10	5	8	5	5	2	35	0,42
Немецкий × лахвинский чешуйчатый	14	1	8	2	5	1	10	27	0,32
Немецкий × три прим	4	2	1	13	3	4	1	24	0,29
Немецкий × тремлянский зеркальный	8	3	3	11	2	5	4	28	0,33
Смесь зеркальная (изобелинский) × баттерфляй (молоки из России)	3	4	2	12	3	3	4	28	0,33

Меньшее значение суммы рангов и средний ранг отмечен у кросса немецкий × три прим (0,29), следовательно, данная комбинация обладает максимальной пищевой ценностью. Другие кроссы с немецким карпом (немецкий × лахвинский чешуйчатый), а также комбинации смесь зеркальная × баттерфляй и югославский × лахвинский чешуйчатый также характеризуются повышенной пищевой ценностью. Средние ранги у них составляют 0,32–0,34.

## Выводы

1. Одновременно с чистопородными формами карпа разной породной принадлежности были получены и выращены в одинаковых условиях двухпородные кроссы, у двухлетков которых исследовали соотношение съедобных и несъедобных частей тела.

2. У изученных двухпородных кроссов величина выхода съедобной части тела колебалась в пределах от 60,7 % (три прим × фресинет) до 66,7 % (немецкий × лахвинский чешуйчатый), составляя в среднем 64,0 %. По сравнению со средним популяционным выходом тушки у двухпородных кроссов статистически значимые преимущества установлены у комбинаций скрещивания с немецким карпом. Некоторое преимущество наблюдается и у сочетаний с югославским карпом, где он использован в качестве материнского компонента скрещиваний, и у комбинации, полученной от скрещивания отводки смесь зеркальная изобелинского карпа с завезенными молоками карпа породы баттерфляй. У опытных групп сазана средний выход тушки оказался на уровне лучших кроссов, незначительные преимущества, установленные у сочетаний с немецким карпом, статистически недостоверны.

3. Средняя относительная масса головы у изученных кроссов составила 18,9 % с колебаниями от 17,0 % (тремлянский чешуйчатый × фресинет) до 20,4 % (три прим × фресинет).

4. Комплексная оценка интерьерных показателей, определяющих пищевую ценность исследованных двухпородных кроссов, проведена методом ранжирования в соответствии с ценно-

стью изученных показателей. Меньшее значение суммы рангов и средний ранг отмечен у кросса немецкий × три прим, следовательно, данная комбинация обладает максимальной пищевой ценностью. Другие кроссы с немецким карпом (немецкий × лахвинский чешуйчатый), а также комбинации смесь зеркальная × баттерфляй и югославский × лахвинский чешуйчатый также характеризуются повышенной пищевой ценностью.

### Список использованных источников

1. Fauconreau, B. External morphology of comon carp at commercial size and relationship with dressing gilled / B. Fauconreau, J. Bobe, V. Pereiza // Abstr. 5<sup>th</sup> Int. Congr. Vertebrate Morphol., Bristol, July 12–7, 1997. ICYM – 5. J. Marphol. – 1997. – N 3. – С. 232–253.
2. Леоненко, Е. П. Морфологические показатели карпа, обыкновенного толстолобика и белого амура в условиях Белоруссии : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. П. Леоненко. – Калининград, 1968. – 21 с.
3. Бех, В. В. Выход съедобной части тела помесных и чистопородных карпов при товарном выращивании / В. В. Бех // Вісн. аграрн. науки. – Киев, 1998. – № 1. – С. 72–74.
4. Томиленко, В. Г. Пищевая ценность помесных и гибридных карпов / В. Г. Томиленко, А. И. Гречковская // Рыб. хоз-во : сб. – Киев, 1967. – Вып. 4. – С. 62–64.
5. Породы карпа Республики Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] // Каталог пород карпа (*Cyprinus carpio L.*) стран Центральной и Восточной Европы. – М., 2008. – С. 5–13.
6. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич. – Минск, 2008. – 224 с.
7. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М., 1966. – 375 с.
8. Артамонова, Т. И. Количественная характеристика мышц и некоторых морфологических структур тела двухлетков карпа в условиях высокоинтенсивной технологии выращивания / Т. И. Артамонова // Актуал. вопр. пресновод. аквакультуры: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 2000. – Вып. 75. – С. 125–131.
9. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. шк., 1973. – С. 24–53.
10. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Изв. ГосНИОРХ. – 1978. – Т. 134. – С. 3–132.
11. К методике определения рыбохозяйственной ценности отдельных групп рыб методом ранжирования / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопр. рыб. хоз-ва Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 45–52.

## СООТНОШЕНИЯ ЧАСТЕЙ ТЕЛА ДВУХЛЕТКОВ КАРПА РАЗНОЙ ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И АМУРСКОГО САЗАНА

Ю. М. РУДЫЙ, С. В. КРАЛЬКО

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

## RELATIONSHIPS OF THE PARTS OF THE BODY OF CARP'S TWO-POLLS OF DIFFERENT BREEDNESS AND AMUR SAZAN

Y. RUDYI, S. KRALKO

*RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования соотношения частей тела двухлетков коллекционных пород карпа белорусской, зарубежной селекции и амурского сазана ханкайской популяции. Проведена сравнительная оценка соотношения съедобных и несъедобных частей тела двухлетков карпа разной породной принадлежности двух поколений.

**Ключевые слова:** карп, сазан, порода, линия, двухлетки, съедобные и несъедобные части тела

**Abstract.** The article presents the results of a study of the ratio of body parts of two-year-olds of collection carp breeds of the Belarusian, foreign breeding and Amur sazan of the Khanka population. A comparative assessment of the ratio of edible and inedible body parts of two-year-old carp of different pedigree belonging to two generations has been carried out.

**Keywords:** carp, sazan, breed, line, two-year-olds, edible and inedible parts of the body

**Введение.** Основной задачей селекции практически всех объектов сельскохозяйственного производства является повышение продуктивных качеств существующих и вновь создаваемых пород. Однако наряду с повышением продуктивности немаловажное значение приобретает товарное качество выращенной рыбы, которое определяет в конечном счете ее конкурентоспособность.

Соотношение съедобных и несъедобных частей тела является одним из основных интерьерных признаков, характеризующих потребительские качества породы.

Пищевая ценность зависит от соотношения съедобных и несъедобных частей тела рыбы и его химического состава [1]. Чем выше выход съедобной части тела (тушки), тем больше пищевая ценность. Рыба разного возраста, выращенная в различных условиях, отличается по показателям, характеризующим их пищевую ценность [2–4]. Карпы разной породной принадлежности могут различаться по данным признакам [5–8].

Поэтому представляется важным оценить с точки зрения пищевой ценности разные породы карпа и амурского сазана ханкайской популяции, составляющих белорусский коллекционный генофонд.

**Материалы и методы исследований.** Работы по формированию коллекционного ремонтно-маточного стада карпа разной породной принадлежности проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» в Молодечненском районе Минской области.

Объектами исследований являлись двухлетки четвертого и пятого поколений импортных пород карпа и восьмого поколения амурского сазана ханкайской популяции, выращенных в условиях Беларуси, а также линий белорусской селекции восьмого–десятого поколений, входящих в коллекционное стадо [5].

Техника постановки и проведения экспериментов базировалась на использовании общепринятых методов, разработанных и рекомендованных РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства» [1, 9].

Выращивание ремонтного разного происхождения после серийного мечения проходило совместно в условиях одного пруда в каждом из вариантов исследования. Изучение соотношения съедобных и несъедобных частей тела проводили на товарном двухлетке, по возможности для опытов подбирали рыбу со сходной массой тела. Объем выборки по каждому кроссу, линии составил по 5 экз. Статистическую обработку проводили по общепринятым методикам [10, 11].

**Обсуждение результатов исследований.** У импортных пород четвертого поколения средняя масса двухлетков, отобранных для исследования пищевой ценности, составила 708,7 г с колебаниями от 681 (фресинет) до 762,0 г (немецкий карп) (табл. 1). Коэффициент вариации по массе тела у отобранной для исследования рыбы в среднем составил 18,7 % (15,0–21,0 %), что в соответствии с классификацией Слуцкого соответствует среднему уровню изменчивости. У чистопородных линий белорусской селекции средняя масса тела в опытной группе составила 845,7 г с колебаниями от 521,5 г у отводки изобелинского карпа смесь чешуйчатая до 1120,0 г у отводки три прим (девятое поколение). Уровень изменчивости по массе тела у белорусских линий несколько ниже, чем у импортных пород и составляет 7,1–11,8 %, что соответствует низкому и среднему уровню изменчивости.

Основная съедобная часть тела рыбы – тушка (мышцы с костями без головы, чешуи, плавников, внутренних органов). У импортных пород выход тушки составил в среднем 64,0 %, а у белорусских, полученных и выращенных одновременно, – 64,8 %. То есть в целом различия по данному показателю между белорусскими и импортными породами незначительны. Среди импортных пород повышенной пищевой ценностью характеризуется немецкий карп (зеркальный) с выходом тушки 66,4 %, а среди белорусских линий – зеркальная отводка изобелинского карпа три прим (66,5 %). Коэффициент вариации по данному показателю в среднем составляет 2,1 и 2,2 %, что указывает на низкий уровень вариации.

Голову рыбы также можно считать съедобной частью тела рыбы. Практически каждый потребитель использует ее для приготовления пищи. Поэтому нельзя утверждать, что рыба с относительно большим размером головы проигрывает с точки зрения конкурентоспособности на рынке. Хотя, конечно, большим преимуществом пользуются рыбы с относительно меньшим размером головы. В группе импортных пород средняя масса головы составляет 17,4 % от массы тела, у белорусских линий – 16,8 %. Относительно меньшей массой головы характеризуются югославский карп (16,5 %) и лахвинский чешуйчатый (15,1 %). В целом данный показатель характеризуется низким уровнем вариации.



Т а б л и ц а 1. Относительная масса частей тела карпов разной породной принадлежности

Породная принадлежность	Масса, г		Относительная масса, %											
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Sv	тушка		чешуя		голова		плавники		внутренние органы		гонады, ♂♂	
			$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Sv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Sv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Sv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Sv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Sv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Sv
<b>Вариант I</b> <b>Импортные</b> <b>породы F4:</b>														
фрешнет	681,0±43,10	20,0	63,2±1,00	2,0	3,3±0,07	6,3	17,9±0,62	11,0	2,3±0,08	11,2	9,7±0,26	8,4	0,7±0,08	35,4
немецкий	762,0±50,60	21,0	66,4±0,38	1,8	1,0±0,01	4,3	17,8±0,25	4,5	2,3±0,09	12,7	9,1±0,15	5,1	0,2±0,02	37,0
югославский	710,0±34,10	15,2	62,4±0,51	2,6	5,0±0,13	8,2	16,5±0,36	7,0	2,1±0,07	10,7	9,7±0,39	12,8	1,8±0,16	29,1
$\bar{x}$ (3 импортные породы)	717,7±34,65	18,7	64,0±0,17	2,1	3,1±0,05	6,3	17,4±0,34	7,5	2,2±0,06	11,5	0,5±0,21	8,8	0,9±0,08	33,8
сарбоянский	682,0±32,30	15,0	65,6±0,35	1,7	1,0±0,01	21,4	17,7±0,25	4,5	2,2±0,04	6,6	10,2±0,09	2,7	0,1±0,01	25,9
$\bar{x}$ (4 импортные породы)	<b>708,7±19,90</b>	<b>17,8</b>	<b>64,4±0,21</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5±0,04</b>	<b>10,0</b>	<b>17,5±0,18</b>	<b>6,7</b>	<b>2,2±0,04</b>	<b>10,3</b>	<b>9,7±0,11</b>	<b>7,2</b>	<b>0,7±0,03</b>	<b>31,8</b>
<b>Линии белорусской селекции:</b>														
изобелинский F <sub>9</sub> : три прим	1120,0±27,27	7,7	66,5±0,63	3,0	1,1±0,06	17,8	15,6±0,19	3,8	2,0±0,10	16,0	11,0±0,56	16,0	1,7±0,21	38,5
смесь чешуйчатая	521,5±19,16	11,8	63,1±0,28	1,4	5,2±0,13	7,7	18±0,43	7,5	2,2±0,13	18,2	8,4±0,10	3,9	0,1±0,01	25,0
$\bar{x}$	<b>845,7±25,94</b>	<b>9,7</b>	<b>64,8±0,45</b>	<b>2,2</b>	<b>3,1±0,12</b>	<b>12,7</b>	<b>16,8±0,30</b>	<b>5,6</b>	<b>2,1±0,11</b>	<b>17,1</b>	<b>9,7±0,30</b>	<b>9,9</b>	<b>0,9±0,09</b>	<b>31,7</b>
лахвинский чешуйчатый (F <sub>9</sub> )	527,2±11,77	7,1	63,7±0,52	2,6	5,1±0,13	7,8	16,8±0,56	10,6	2,2±0,10	15,1	8,6±0,09	3,4	0,8±0,07	29,6
трелянский чешуйчатый (F <sub>8</sub> )	849,4±31,43	11,7	65,0±0,55	2,7	5,2±0,24	14,6	15,1±0,45	9,5	2,2±0,07	10,1	8,7±0,10	3,8	0,7±0,10	45,0
$\bar{x}$	<b>754,5±11,40</b>	<b>9,6</b>	<b>64,6±0,25</b>	<b>2,4</b>	<b>4,1±0,08</b>	<b>12,0</b>	<b>16,4±0,14</b>	<b>5,5</b>	<b>2,1±0,09</b>	<b>14,8</b>	<b>9,2±0,10</b>	<b>6,8</b>	<b>0,8±0,04</b>	<b>34,5</b>

Породная принадлежность	Масса, г		Относительная масса, %											
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	тушка	чешуя		голова		плавники		внутренние органы		гонады, ♂♂		
				$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	
<b>Вариант II</b>														
<b>Импортные породы F5:</b>														
фреснет	558,2±15,50	8,8	64,1±0,48	2,4	3,4±0,41	27,2	18,0±0,30	5,1	2,3±0,13	18,4	9,3±0,37	12,6	0,20±0,01	45,3
немецкий	572,0±20,00	11,0	65,6±0,30	1,4	0,8±0,06	17,7	17,5±0,35	6,3	2,3±0,12	17,1	10,6±0,26	7,8	0,90±0,03	35,0
югославский	509,0±7,10	4,4	66,6±0,50	2,5	5,1±0,20	12,7	15,1±0,30	6,4	2,0±0,03	4,8	9,4±0,24	8,0	0,10±0,003	30,1
$\bar{x}$	546,4±8,10	8,1	65,4±0,20	2,1	3,1±0,1	19,2	16,9±0,80	6,0	2,2±0,05	13,4	9,8±0,17	9,5	0,40±0,005	36,8
<b>Линии белорусской селекции:</b>														
изобелинский F10:	525,7±8,31	5,0	62,7±0,14	0,7	5,4±0,11	6,4	17,8±0,33	5,8	2,5±0,10	13,3	9,5±0,36	12,1	0,70±0,02	32,4
столин XVIII														
смесь зеркальная	477,0±19,36	13,7	67,6±0,38	1,8	2,4±0,18	23,4	17,5±0,20	3,7	2,1±0,03	4,0	9,4±0,37	12,6	0,30±0,01	25,1
$\bar{x}$	<b>501,3±10,42</b>	<b>9,3</b>	<b>65,1±0,18</b>	<b>1,2</b>	<b>3,9±0,13</b>	<b>14,9</b>	<b>17,6±0,18</b>	<b>4,7</b>	<b>2,3±0,04</b>	<b>8,6</b>	<b>9,4±0,26</b>	<b>12,3</b>	<b>0,50±0,007</b>	<b>28,7</b>
Сазан (I) (молоки из России)	532,0±6,22	3,7	66,3±0,63	3,0	5,7±0,05	2,8	15,0±0,44	9,4	2,2±0,08	11,7	9,5±0,43	14,2	0,10±0,004	42,2
Сазан (II) (молоки из России)	476,0±9,78	6,5	66,1±0,23	1,1	6,0±0,12	6,4	15,2±0,23	4,8	2,1±0,09	14,1	8,7±0,14	5,2	0,10±0,003	39,6
Сазан (III) (белорусский)	575,5±8,55	4,7	65,6±0,35	1,7	5,8±0,22	11,8	14,3±0,15	3,3	2,4±0,07	10,0	10,4±0,28	8,6	0,03±0,001	29,6
$\bar{x}$	<b>527,8±4,80</b>	<b>4,9</b>	<b>66,0±0,23</b>	<b>1,9</b>	<b>5,8±0,07</b>	<b>7,0</b>	<b>14,8±0,16</b>	<b>5,8</b>	<b>2,2±0,05</b>	<b>12,0</b>	<b>9,5±0,16</b>	<b>9,3</b>	<b>0,07±0,004</b>	<b>37,1</b>

Остальные части тела товарного карпа (чешуя, плавники, внутренние органы, гонады) несъедобны. Следовательно, чем ниже их выход, тем большей пищевой ценностью обладает порода или линия. Относительная масса чешуи, прежде всего, зависит от типа чешуйного покрова. У малочешуйных форм с расположением чешуи по рамчатому типу относительная масса чешуи невысока и составляет 1,0 % для импортных пород немецкого и сарбоянского карпа и 1,1 % у отводки белорусского изобелинского карпа три прим. У чешуйчатых пород, представленных югославским карпом и линиями белорусской селекции, относительная масса чешуи составляет 5,0 % (югославский) и 5,1–5,2 % (белорусские линии). У фресинета наблюдается расщепление по чешуйному покрову, соответственно выход чешуй имеет средний уровень и составляет 3,3 %. Данный показатель характеризуется низким и средним уровнем изменчивости. Самым высоким коэффициентом вариации отличается сарбоянский карп (21,4 %), что свидетельствует о значительной вариабельности этого признака у данной породы. Сколько-нибудь значимых различий по относительной массе плавников у карпа разного происхождения не установлено, колебания этого показателя составляют 2,0–2,3 % по всем опытным группам. Средний уровень изменчивости для импортных пород составляет 11,5 %, белорусских 17,1 %. Относительная масса внутренних органов импортных пород составляет 9,5 % с колебаниями от 9,1 % у немецкого карпа до 10,2 % у сарбоянского карпа. Средний выход внутренних органов у белорусских линий составляет 9,2 %. Максимальной величиной характеризуется отводка изобелинского карпа три прим (11,0 %), минимальной – (8,4 %) отводка смесь чешуйчатая.

Этот показатель, как правило, отличается низким уровнем вариабельности (2,7–8,4 %), за исключением сарбоянского карпа и отводки три прим. Относительная масса гонад, характеризующая развитие генеративной системы, является очень вариабельным показателем: у импортных пород относительная масса гонад колеблется в пределах от 0,1 (сарбоянский карп) до 1,8 % (югославский карп), у белорусских линий – от 0,1 (отводка смесь чешуйчатая) до 1,7 % (отводка три прим). Вероятно, югославский

карп и отводка три прим отличаются ускоренным темпом созревания генеративных органов. В соответствии с классификацией Слуцкого этот показатель характеризуется сильным и высоким уровнем вариабельности (коэффициент вариации составляет 25,0–45,0%).

Исследование соотношения массы различных частей тела карпа разной породной принадлежности продолжено при формировании пятого поколения импортных пород, адаптированных к условиям Беларуси и последующих поколений линий белорусской селекции.

Пятое поколение представлено первой генерацией пород карпа фресинет, немецкий, югославский. Из белорусских пород одновременно с ними получены и выращены две отводки изобелинского карпа столин XVIII (чешуйчатая) и смесь зеркальная. Средняя масса двухлетков импортных пород, отобранных для исследования пищевой ценности, составила 546,4 г, белорусских линий – 501,3 г. Отобранный материал характеризуется в основном низким уровнем изменчивости с коэффициентами вариации ( $C_v$ , %) 4,4–13,7 %. По выходу съедобной части тела (тушки) значительных различий между группами карпа разного происхождения не установлено. Средняя величина относительной массы тушки импортных пород составила 65,4 %, белорусских линий – 65,1 %. Максимальной величиной данного показателя среди импортных пород отличается югославский карп (66,6 %), среди белорусских линий отводка смесь зеркальная – 67,6 %. Вариабельность данного показателя низкая ( $C_v = 0,7–2,5$  %).

Самой маленькой головой из всех рассмотренных пород и линий характеризуется югославский карп (15,1 %). Из выращенных одновременно двухлетков импортных пород зеркальным чешуйным покровом характеризуется немецкий карп, из белорусских – отводка изобелинского карпа смесь зеркальная. Относительная масса чешуи у этих групп незначительна и составляет 0,8 % у немецкого карпа и 2,4 % у отводки смесь зеркальная. У чешуйчатых чистопородных двухлетков средняя масса чешуи составляет 5,1 % (югославский карп) и 5,4 % (отводка столин XVIII).

При расщеплении по чешуйному покрову масса чешуи имеет среднее значение и составляет 3,4 % (фресинет). Данный пока-

затель характеризуется повышенной вариабельностью. Величины коэффициента вариации в соответствии с классификацией Е. С. Слуцкого [11] соответствует среднему и сильному уровню изменчивости. Средняя относительная масса плавников колеблется незначительно и составляет у импортных пород 2,2 %, у белорусских линий – 2,3 %.

Относительная масса внутренних органов в основном составляет 9,3–9,5 %, только у немецкого карпа этот показатель несколько выше (10,6 %). Относительная масса гонад колеблется в очень широких пределах у импортных пород – от 0,10 % у югославского карпа до 0,90 % у немецкого карпа. У чешуйчатой отводки изобелинского карпа стотин XVIII относительная масса гонад оказалась значительно выше, чем у зеркальной (0,70 % против 0,30 %). Данный показатель характеризуется сильной степенью вариабельности.

Полученные данные по двум вариантам выращивания карпа разной породной принадлежности позволяют сравнить относительную массу частей тела двухлетков некоторых импортных пород четвертого и пятого поколений, выращенных в условиях Беларуси. Племенные двухлетки четвертого поколения отличались большей массой тела по сравнению с двухлетками пятого поколения. Установленные различия статистически достоверны (табл. 2).

Двухлетки пятого поколения югославского карпа отличаются статистически достоверным ( $P < 0,05–0,01$ ) повышенным выходом тушки (66,6 % против 62,4 %), а также меньшей относительной массой головы (15,1 % против 16,5 %) с уровнем значимости  $< 0,05$ .

Относительная масса внутренних органов двухлетков немецкого карпа в пятом поколении оказалась выше, чем в четвертом (10,6 % против 9,1 %), различия статистически достоверны. По относительной массе гонад статистически значимые различия между поколениями наблюдаются у немецкого и югославского карпов, причем у немецкого карпа произошло увеличение, а у югославского, наоборот, снижение уровня данного показателя. Поскольку вариабельность данного показателя высока, для более точного анализа динамики развития гонад необходимо увеличить объем выборки.

**Т а б л и ц а 2. Оценка достоверности различий относительной массы частей тела  
племенного ремонтa двух поколений**

Породная принадлежность	Масса, г		Относительная масса, %														
	t	P	тушка		чешуя		голова		плавники		Внутренние органы		гонады, ♂♂				
			t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P			
<b>Импортные породы F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub>:</b>																	
фресинет	2,68	<0,05	0,81	>0,1	0,16	>0,1	0,14	>0,1	0,00	>0,1	0,00	>0,1	0,88	>0,1	0,62	>0,1	
немецкий	3,49	<0,02	1,65	>0,1	1,11	>0,1	0,70	>0,1	0,00	>0,1	0,00	>0,1	5,00	<0,01	19,41	<0,001	
югославский	5,77	<0,01	5,88	<0,01	0,42	>0,1	2,99	<0,05	1,31	>0,1	0,65	>0,1	1,11	>0,1	10,62	<0,001	
$\bar{x}$	4,82	<0,001	5,33	<0,01	0,00	>0,1	0,57	>0,1	0,00	>0,1	1,11	>0,1	1,11	>0,1	6,24	>0,1	
<b>Изоблиинский F<sub>9</sub>-F<sub>10</sub></b>	12,32	<0,001	0,62	>0,1	4,52	<0,01	2,29	<0,05	1,71	>0,1	0,76	>0,1	35,08	<0,001			

Таким образом, максимальные отличия между четвертым и пятым поколениями импортных пород карпа установлены у породы югославский – в сторону увеличения относительной массы тушки и уменьшения относительной массы головы. У немецкого карпа наблюдалось увеличение относительной массы внутренних органов и гонад. То есть снижение потребительских качеств в пятом поколении импортных пород карпа, выращенных в условиях Беларуси, не наблюдается.

В варианте совместного выращивания амурского сазана с импортными породами пятого поколения исследовали соотношение частей тела у амурского сазана из белорусской популяции и двух групп сазана, полученных от скрещивания самок из белорусской популяции с генотипами по локусу трансферрина AA (I) и AU (II) с завезенными молоками. То есть племенной материал амурского сазана представлен тремя вариантами: варианты I и II получены от скрещивания самок из белорусской популяции, отличающихся по генотипу (Tf), и III вариант – потомство белорусской популяции (табл. 1).

Средняя масса тела у двухлетков, отобранных для исследования интерьерных признаков, составляла 527,8 г, с колебаниями от 476,0 г (I) до 575,5 г (II). Относительные массы тушки, головы, чешуи и плавников колеблются незначительно. Сазан из белорусской популяции характеризуется несколько большим выходом внутренних органов и меньшим гонад.

Сравнение средних значений относительной массы частей тела амурского сазана с карпом разной породной принадлежности представлены в табл. 3.

Значимых статистических различий по массе тела двухлетков разного происхождения, отобранных для исследования пищевой ценности, не установлено. По выходу тушки карп породы фресинет и отводки столин XVIII уступают среднему уровню этого показателя у сазана ( $P < 0,02$  и  $0,001$ ), а у отводки смесь зеркальной выход тушки несколько выше, чем в среднем у сазана. Средняя относительная масса головы у сазана оказалась значительно ниже, чем у чистопородных карпов разной породной принадлежности, установленные различия статистически

Т а б л и ц а 3. Достоверность различий относительной массы частей тела двухлетков карна разной породной принадлежности от средних значений амурского сазана, 2017 г.

Породная принадлежность	Масса, г		Относительная масса, %														
	t	P	тушка		чешуя		голова		плавники		внутренние органы		гонады, ♂♂				
			t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P			
<b>Импортные породы</b>																	
фресинет	1,87	>0,1	3,57	<0,02	3,91	<0,02	9,41	<0,001	0,72	>0,1	0,50	>0,1	12,07	<0,001			
немецкий	2,15	>0,1	1,06	>0,1	25,89	<0,001	7,02	<0,001	0,77	>0,1	3,60	<0,02	27,42	<0,001			
югославский	-2,19	>0,1	1,06	>0,1	3,30	<0,05	0,88	>0,1	3,43	<0,02	0,35	>0,1	6,00	<0,01			
<b>Итого:</b>	<b>1,97</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>1,97</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>10,03</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>2,57</b>	<b>&lt;0,05</b>	<b>0,00</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>1,28</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>51,54</b>	<b>&lt;0,001</b>			
<b>Линии белорусской селекции:</b>																	
изобелинский:	-0,22	>0,1	12,26	<0,001	3,07	<0,05	8,18	<0,001	2,68	<0,05	0,00	>0,1	30,89	<0,001			
столин XVIII	-2,55	≈0,05	3,60	<0,02	17,60	<0,001	10,54	<0,001	1,72	>0,1	0,25	>0,1	21,35	<0,001			
смесь зеркальная	-2,31	<0,05	<b>3,08</b>	<0,02	<b>12,87</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>11,63</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>1,56</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>0,33</b>	<b>&gt;0,1</b>	<b>53,33</b>	<b>&lt;0,001</b>			



достоверны за исключением югославского карпа ( $P < 0,001$ ). У двухлетков сазана относительная масса чешуи выше, чем у всех опытных групп карпа, установленная разница статистически достоверна ( $P < 0,05-0,001$ ). Различия по относительной массе плавников между амурским сазаном и отводкой столин XVIII статистически достоверны.

По уровню относительной массы внутренних органов значимые различия наблюдаются только между сазаном и немецким карпом, у которого выход внутренних органов несколько выше. В отобранных для исследования чистопородных группах двухлетков наблюдается значительное статистически значимое преимущество по относительной массе гонад ( $P < 0,01-0,001$ ).

При сравнении относительного выхода различных частей тела амурского сазана из первой опытной группы со средними показателями импортных пород выявлены статистически значимые различия только по относительной массе чешуи (в сторону увеличения) и относительной массе гонад (в сторону уменьшения, см. табл. 4).

При сравнении первой группы сазана с белорусскими породами, кроме ранее названных, наблюдается статистически достоверное различие по относительной массе головы (в сторону уменьшения). Относительные массы частей тела амурского сазана из опытной группы (I) и из белорусской популяции (III) практически не отличаются (статистически значимых различий не установлено, за исключением относительной массы гонад). При сравнении второй опытной группы сазана со средними показателями импортных пород статистически достоверные отличия установлены по массе тела, относительной массе головы, внутренних органов и гонад (в сторону уменьшения у сазана), по выходу тушки (в сторону увеличения). По сравнению с белорусскими породами сазан из второй группы отличается повышенной относительной массой тушки и чешуи, отличия статистически достоверны ( $P < 0,01-0,001$ ).

Относительная масса головы, внутренних органов и гонад у сазана из второй группы статистически достоверно ниже, чем у отводок изобелинского карпа ( $P < 0,05-0,001$ ). У сазана из второй

Таблица 4. Достоверность различий относительной массы частей тела двухлетков амурского сазана разного происхождения, 2017 г.

Сравниваемые группы	Масса, г		Относительная масса, %											
	t	P	тушка		чешуя		голова		плавники		внутренние органы		гонады, ♀ ♂	
			t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
<b>Сазан (I) – импортные</b> породы F <sub>5</sub>	-1,41	>0,1	1,36	>0,1	9,82	<0,001	2,08	<0,1	0,00	>0,1	0,65	>0,1	46,85	<0,001
Сазан (I) – белорусские породы	2,53	<0,05	1,83	>0,1	12,92	<0,001	5,47	<0,001	1,12	>0,1	0,20	>0,1	79,61	<0,001
Сазан (I) – сазан (белорусский)	-4,11	<0,01	0,97	>0,1	0,44	>0,1	1,50	>0,1	1,88	>0,1	1,75	>0,1	16,98	<0,001
<b>Сазан (II) – импортные</b> породы F <sub>5</sub>	-5,54	<0,001	2,30	<0,05	10,13	<0,001	2,04	<0,1	0,97	>0,1	5,00	<0,001	51,45	<0,001
Сазан (II) – белорусские породы	-1,77	>0,1	3,42	<0,01	11,87	<0,001	8,22	<0,001	2,03	<0,1	2,37	<0,05	52,52	<0,001
Сазан (II) – сазан (белорусский)	-5,54	<0,001	1,19	>0,1	0,80	>0,1	3,28	<0,02	2,63	<0,05	5,43	<0,001	22,14	<0,001

группы относительная масса головы статистически достоверно выше, чем у белорусской популяции, но ниже, чем плавников, внутренних органов и гонад. То есть по основному показателю, определяющему товарную ценность рыбы, (выходу тушки) амурский сазан сходной с карпом массы тела не уступает чистопородным карпам как белорусской, так и зарубежной селекции и даже в отдельных случаях имеет некоторые статистически значимые преимущества.

### **Выводы**

1. Среди импортных пород четвертого поколения повышенной пищевой ценностью характеризуется немецкий карп (зеркальный) с выходом тушки 66,4 %, а среди белорусских линий, выращенных одновременно с коллекционными импортными породами, зеркальная отводка изобелинского карпа три прим (66,5 %). Средняя величина относительной массы тушки импортных пород пятого поколения составила 65,4 %, белорусских линий – 65,1 %. Максимальной пищевой ценностью среди импортных пород отличается югославский карп (66,6 %), среди белорусских линий – отводка смесь зеркальная (67,6 %).

2. В группе импортных пород четвертого поколения средняя масса головы составляет 17,4 % от массы тела, у белорусских линий – 16,8 %. Относительно меньшей массой головы характеризуются югославский карп (16,5 %) и лахвинский чешуйчатый (15,1 %). Самой маленькой головой из всех групп карпа разной породной принадлежности (пятого поколения импортных пород) характеризуется югославский карп (15,1 %).

3. Максимальные отличия между четвертым и пятым поколениями импортных пород карпа установлены у породы югославский в сторону увеличения относительной массы тушки и уменьшения относительной массы головы. У немецкого карпа наблюдалось увеличение относительной массы внутренних органов и гонад. То есть снижение потребительских качеств в пятом поколении импортных пород карпа, выращенных в условиях Беларуси, не наблюдается.

4. В варианте совместного выращивания амурского сазана с импортными породами пятого поколения исследовали соотношение частей тела у амурского сазана из белорусской популяции и двух групп сазана, полученных от скрещивания самок из белорусской популяции с генотипами по локусу трансферрина AA (I) и AU (II) с завезенными молоками. Относительные массы тушки, головы, чешуи и плавников у опытных групп сазана колеблются незначительно. Сазан из белорусской популяции характеризуется несколько большим выходом внутренних органов и меньшим гонад.

5. Сравнение средних значений относительной массы частей тела амурского сазана с карпом разной породной принадлежности показывает, что по основному показателю, определяющему товарную ценность рыбы, (выходу тушки) амурский сазан сходной с карпом массы тела не уступает чистопородным карпам как белорусской, так и зарубежной селекции и даже в отдельных случаях имеет некоторые статистически значимые преимущества.

### Список использованных источников

1. Леоненко, Е. П. Морфологические показатели карпа, обыкновенного толстолобика и белого амура в условиях Белоруссии : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. П. Леоненко. – Калининград, 1968. – 21 с.

2. Fauconreau, B. External morphology of comon carp at commercial size and relationship with dressing gilled / B. Fauconreau, J. Bobe, V. Pereiza // Abstr. 5<sup>th</sup> Int. Congr. Vertebrate Morphol., Bristol, July 12–7, 1997. ICYM – 5. J. Marphol. – 1997. – N 3. – С. 232–253.

3. Артамонова, Т. И. Количественная характеристика мышц и некоторых морфологических структур тела двухлетков карпа в условиях высокоинтенсивной технологии выращивания / Т. И. Артамонова // Актуал. вопр. пресновод. аквакультуры : сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 2000. – Вып. 75. – С. 125–131.

4. Артамонова, Т. И. Некоторые особенности формирования морфологических структур тела двухлетков карпа в связи с ростом / Т. И. Артамонова, В. Э. Панов, В. Э. Есавкин // Вопр. физиологии и кормления рыб : сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 1999. – Вып. 74. – С. 169–176.

5. Породы карпа Республики Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] // Каталог пород карпа (*Cyprinus carpio L.*) стран Центральной и Восточной Европы. – М., 2008. – С. 5–13.

6. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич. – Минск, 2008. – 224 с.

7. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 9–10 окт. 2008 г. – 2008. – С. 118–119.

8. Эффективность использования селекционных достижений в карповодстве / Е. В. Таразевич [и др.] // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы и перспективы : материалы 3-й междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 23–25 апр. 2009 г. – Пинск, 2009. – Ч. 2. – С. 67–68.

9. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М., 1966. – 375 с.

10. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. шк., 1973. – С. 24–53.

11. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект) / Е. С. Слуцкий // Изв. ГосНИОРХ. – 1978. – Т. 134. – С. 3–132.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕЛА  
ДВУХЛЕТКОВ РАЗНОЙ  
ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ**

С. В. КРАЛЬКО, Ю. М. РУДЫЙ

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

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS  
OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BODIES  
OF DIFFERENT TUBES BREED ACCESSORIES**

S. KRALKO, Y. RUDYI

*RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** В статье приведены результаты сравнительной комплексной оценки биохимического состава мышц двухлетков разной породной принадлежности и амурского сазана двух поколений. Установлены статистически значимые отличия между породами и линиями карпа, а также амурским сазаном по содержанию сухого вещества, влаги, жира, протеина, минеральных веществ в мышцах двухлетков.

**Ключевые слова:** карп, сазан, порода, линия, поколение, двухлетки, биохимический состав мышц

**Abstract.** The article presents the results of a comparative comprehensive assessment of the biochemical composition of the muscles of two-year-olds of different pedigree affiliation and Amur carp of two generations. Statistically significant differences between breeds and lines of carp, as well as Amur carp on the content of dry matter, moisture, fat, protein, mineral substances in the muscles of two-year-olds were established.

**Keywords:** carp, breed, line, generation, two year old, biochemical composition of muscles

**Введение.** Аквакультура является одной из важнейших отраслей народного хозяйства, которая связана с удовлетворением населения продуктами животного происхождения [1]. Разведение рыб и других водных организмов начинает соперничать с их добычей в естественных водоемах.

Повсеместно нарастающий интерес к исследованию биохимии рыб определяется их огромным хозяйственным значением в качестве источника пищевого белка и для человека, и для сельскохозяйственных животных. Известно, что из общего количества белка, потребляемого человечеством, наземные системы дают 98 %, а водные 2 %, то есть почти в 50 раз меньше. При этом, однако, необходимо иметь в виду, что удельный вес животного белка «наземного» происхождения составляет только 5 % (остальные 93 % приходятся на растительный белок), а животного белка «водного» происхождения 1,9 %, то есть 30 % потребляемого человечеством животного белка [2]. По мере увеличения численности населения планеты потребности в животном белке постоянно возрастают.

Возрастающий дефицит пищевого белка диктует необходимость увеличения объемов вылова рыбы в мировом океане. Однако основной прирост добычи рыбы может быть получен только за счет развития мари- и аквакультуры, что также невозможно без разносторонних биохимических исследований различных групп рыб на разных этапах индивидуального развития.

**Материалы и методы исследований.** Формирование коллекционного генофонда пород карпа белорусской и зарубежной селекции проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» в Молодечненском районе Минской области.

Исследования биохимического состава мышц проводили у двухлетков четвертого и пятого поколений импортных пород карпа, выращенных в условиях второй зоны рыбоводства, линий белорусской селекции (восьмого–десятого поколений) и восьмого и девятого поколений амурского сазана ханкайской популяции, выращенных в Беларуси [3]. То есть исследования двухлетков разного происхождения в два этапа, охватывающих два поколения (I вариант и II вариант). Двухлетков каждого происхождения

после серийного механического мечения выращивали совместно. Для исследования биохимического состава мышц двухлетков разной породной принадлежности были отобраны по 5 экз. модального по массе тела класса. Анализы каждого показателя проводили в трехкратной повторности. Химический состав соматических мышц определяли по общепринятой методике А. П. Иванова: содержание сухого вещества – методом высушивания до постоянного веса при температуре 100–105 °С, содержание золы – путем сжигания в муфельной печи, жир – по способу Рушковского в аппарате Сокслета [4, 5, 6]. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [7, 8]. Достоверность различий определяли с помощью нормированного отклонения (t). При определении достоверности различий использованы критерии значимости:  $P \leq 0,05$ ;  $P \leq 0,01$ ;  $P \leq 0,001$  [7, 8].

**Обсуждение результатов исследований.** Двухлетки импортных пород четвертого и пятого поколений, выращенных в условиях Беларуси, представлены немецким, сарбоянским, югославским карпом и фресинетом (I вариант и II вариант).

Количество сухого вещества в сырой пробе у двухлетков импортных пород четвертого поколения в среднем составило 26,49 %, а у двухлетков импортных пород пятого поколения 25,58 % (табл. 1). Минимальное количество сухого вещества составило 24,70 % у югославского карпа (I вариант), максимальное – 27,14 у немецкого карпа (II вариант). У линий белорусской селекции среднее значение содержания сухого вещества в мышцах двухлетков составило 26,67 % (I вариант) и 28,33 % (II вариант).

Минимальное количество сухого вещества составило 23,88 % у отводки смесь зеркальная изобелинского карпа (I вариант), максимальное – 30,74 % во II варианте выращивания у этой же отводки. У исследованных групп амурского сазана содержание сухого вещества выше, чем у карпа разной породной принадлежности, и составляет 28,50 % (I вариант) и 33,00 % (II вариант). У отобранных для исследования особей изменчивость данного показателя низкая.



Т а б л и ц а 1. Химический состав тела (%) двухлетков карпа разной породной принадлежности и амурского сазана (n – по 5 экз. каждого происхождения)

Породная принадлежность	Масса, г		Сухое вещество		Влага		Жир		Белок		Зола	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %
<b>Линии белорусской селекции I вариант:</b>												
столин XVIII (F <sub>8</sub> )	693,1±39,37	12,7	29,20±0,22	1,8	70,80±0,22	0,7	10,39±0,38	8,9	17,74±0,28	3,5	1,06±0,06	12,3
смесь зеркальная (F <sub>9</sub> )	684,1±33,96	11,1	23,88±0,48	4,9	76,12±0,48	1,5	5,44±0,43	17,7	17,31±0,37	5,2	1,12±0,03	7,1
лахвинский чешуйчатый (F <sub>9</sub> )	679,1±28,55	9,4	27,32±0,34	28	72,68±0,68	2,1	7,36±0,51	15,4	18,56±0,69	8,3	1,40±0,10	16,4
тремлянский зер. (F <sub>8</sub> )	619,1±29,07	10,5	26,18±0,24	2,2	73,82±0,24	0,8	8,96±0,69	18,8	15,87±0,60	9,3	1,35±0,08	15,0
$\bar{x}$ (белорусские линии)	668,2±16,29	10,9	<b>26,67±0,17</b>	<b>2,9</b>	<b>73,35±0,21</b>	<b>1,3</b>	<b>8,04±0,27</b>	<b>15,2</b>	17,37±0,25	6,6	1,23±0,03	12,7
<b>Линии белорусской селекции II вариант:</b>												
изобелинский:												
столин XVIII (F <sub>9</sub> )	525,7±8,31	5,0	25,92±0,44	3,8	74,08±0,43	1,3	7,22±0,45	13,9	17,94±0,11	1,4	0,78±0,10	29,1
смесь зеркальная (F <sub>10</sub> )	477,0±19,36	13,7	30,74±0,51	3,7	69,26±0,50	1,6	9,54±0,31	7,3	20,58±0,60	6,5	0,64±0,06	21,0
$\bar{x}$ (белорусские линии)	501,3±10,42	9,3	<b>28,33±0,33</b>	<b>3,7</b>	<b>71,67±0,20</b>	<b>0,9</b>	<b>8,38±0,28</b>	<b>10,6</b>	19,26±0,24	3,9	0,71±0,06	25,0
<b>Импортные породы F<sub>4</sub> I – вариант:</b>												
югославский	595,4±34,62	13,0	25,38±0,28	2,5	74,62±0,50	1,5	9,35±0,44	10,5	14,71±0,44	6,7	1,31±0,07	10,9
немецкий	578,0±26,62	10,3	27,14±0,16	1,5	72,86±0,16	0,5	8,56±0,49	13,9	17,31±0,39	5,6	1,27±0,06	10,7
фресинет	613,0±26,86	9,8	26,94±0,32	2,7	73,06±0,62	1,9	8,84±0,48	12,1	16,81±0,59	7,8	1,29±0,07	12,0
$\bar{x}$ (импортные породы F <sub>4</sub> )	612,5±13,97	10,2	<b>26,49±0,15</b>	<b>2,2</b>	<b>73,51±0,25</b>	<b>1,3</b>	<b>8,92±0,28</b>	<b>12,2</b>	<b>16,28±0,28</b>	<b>6,7</b>	<b>1,25±0,04</b>	<b>11,2</b>

Породная принадлежность	Масса, г		Сухое вещество		Влага		Жир		Белок		Зола	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$
<b>Импортные породы F<sub>5</sub> II – вариант:</b>												
фресинет	558,2±15,50	8,8	26,28±0,50	4,3	73,72±0,49	1,5	7,38±0,74	22,3	17,64±0,52	6,6	1,28±0,09	16,2
немецкий	572,0±20,00	11,0	25,75±0,32	2,8	74,25±0,33	1,0	8,38±0,31	8,2	16,52±0,32	4,4	0,88±0,07	16,7
югославский	509,0±7,10	4,4	24,70±0,69	5,7	75,30±0,61	1,8	6,43±0,59	20,7	17,45±0,25	3,2	0,85±0,06	15,2
<b><math>\bar{x}</math> (импортные породы F<sub>4</sub>)</b>	546,4±8,10	8,1	<b>25,58±0,28</b>	<b>4,3</b>	<b>74,42±0,27</b>	<b>1,4</b>	<b>7,40±0,33</b>	<b>17,1</b>	<b>17,20±0,21</b>	<b>4,7</b>	<b>1,00±0,04</b>	<b>16,0</b>
сазан F <sub>8</sub>	450,0±9,46	4,7	<b>28,50±0,19</b>	<b>1,6</b>	<b>71,50±0,19</b>	<b>0,6</b>	11,96±0,27	5,4	15,39±0,25	4,0	1,15±0,11	22,9
Сазан F <sub>9</sub> (I) (молоки из России)	532,0±6,22	3,7	36,17±1,73	10,7	63,83±1,71	6,0	13,36±0,91	15,3	21,81±1,19	12,2	0,98±0,04	10,0
Сазан (II) (молоки из России)	476,0±9,78	6,5	30,10±0,69	5,1	69,90±0,69	2,2	8,90±0,25	6,2	20,17±0,73	8,14	1,05±0,08	16,7
Сазан (белорусский)	575,5±8,55	4,7	32,60±1,14	7,8	67,40±1,14	3,8	6,96±0,24	7,6	24,51±1,15	10,5	1,15±0,12	23,2
$\bar{x}$ сазан (F <sub>9</sub> )	527,8±4,80	4,9	<b>33,00±0,67</b>	<b>7,9</b>	<b>67,04±0,69</b>	<b>4,0</b>	<b>9,74±0,24</b>	<b>9,7</b>	<b>22,16±0,59</b>	<b>10,3</b>	<b>1,06±0,04</b>	16,6

Коэффициент вариации составляет 1,5–5,7 %. Содержание влаги в мышцах – обратно пропорциональная величина содержания сухого вещества.

Следовательно, у карпа разного происхождения из двух поколений различия по содержанию влаги незначительные, а у амурского сазана величина этого показателя ниже, чем у карпа. Вариабельность содержания влаги в мышцах двухлетков низкая.

Среднее содержание жира у импортных пород составило 8,92 % (I вариант) и 7,40 % (II вариант). Повышенным содержанием жира среди импортных пород отличался югославский карп в I варианте опытного выращивания (четвертое поколение). Колебания величин данного показателя по двум вариантам составили 6,43–9,35 %. Среднее содержание жира у белорусских пород составило 8,04 % (I вариант) и 8,38 % (II вариант). Среди белорусских линий отмечено существенное колебание данного показателя у различных линий, особенно в первом варианте опытного выращивания (5,44–10,39 %). Содержание жира в мышцах двухлетков сазана выше, чем у карпа, и в среднем составляет 11,96 % (I вариант) и 9,74 % (II вариант). Данный показатель в основном характеризуется средним уровнем изменчивости [8].

Среднее содержание протеина у линий белорусской селекции составило 17,37 % в I варианте выращивания и 19,26 % во втором. Данный показатель характеризуется значительным диапазоном колебаний от 15,87 % у зеркальной линии тремлянского карпа ( $F_8$ , I вариант) до 20,58 % ( $F_{10}$ , II вариант).

Среднее содержание протеина у импортных пород четвертого поколения составило 16,28 %, а в пятом поколении 17,20 %. Колебания данного показателя у импортных пород менее значительны, чем у белорусских линий, и составляют от 14,71 % у югославского карпа ( $F_4$ , I вариант) до 17,64 % ( $F_5$ , II вариант).

У каждой из исследованных групп карпа степень изменчивости низкая (менее 10,0 %). Амурский сазан девятого поколения характеризовался низким содержанием протеина в мышцах двухлетков (15,39 %) и низкой вариабельностью данного показателя.

Исследования девятого поколения белорусской популяции амурского сазана указывают на значительный рост содержания белка в соматических мышцах двухлетков (24,51 %).

В группах сазана, полученных от скрещивания с завезенными молоками, содержание протеина несколько ниже, чем в белорусской популяции, и в основном выше, чем у карпа разной породной принадлежности.

Двухлетки белорусских и импортных карпов, а также сазана в первом варианте исследования отличались повышенным содержанием минеральных веществ (золы) по сравнению с двухлетками разного происхождения во втором варианте. В целом данный показатель характеризовался средней и сильной вариабельностью.

Проведенные исследования биохимического состава мышц двухлетков разного породного происхождения двух поколений позволяет проследить динамику изменения исследованных показателей (табл. 2).

**Т а б л и ц а 2. Оценка достоверности различий химического состава тела двух поколений карпа разной породной принадлежности и амурского сазана**

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Столин XVIII F <sub>8</sub> -F <sub>9</sub>	6,67	0,001	6,79	0,001	5,38	0,001	0,66	0,1	2,40	0,05
Смесь зеркальная F <sub>9</sub> -F <sub>10</sub>	9,79	0,001	9,90	0,001	7,73	0,001	4,64	0,01	7,15	0,001
Фресинет F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	1,11	0,1	0,83	0,1	1,65	0,1	1,05	0,1	0,09	0,1
Немецкий F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	3,88	0,02	3,79	0,02	0,31	0,1	1,57	0,1	4,23	0,01
Югославский F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	0,91	0,1	0,86	0,1	3,97	0,02	5,41	0,001	4,99	0,01
Сазан F <sub>8</sub> -F <sub>9</sub>	6,46	0,001	6,23	0,001	6,14	0,001	10,56	0,001	0,77	0,1

У отводки изобелинского карпа столин XVIII наблюдается снижение содержания сухого вещества в девятом поколении по сравнению с восьмым поколением от 29,20 % до 25,92 %.

У отводки смесь зеркальная, наоборот, наблюдается значительное увеличение содержания сухого вещества от 23,88 %

до 30,74 %. Указанные различия между поколениями статистически достоверны. Соответственно наблюдается увеличение содержания влаги у стоелин XVIII и уменьшение у смеси зеркальной в ряду поколений. Различия статистически достоверны. Содержание жира снижается у стоелин XVIII в девятом поколении по сравнению с восьмым (7,22 против 10,39 %). У смеси зеркальной, наоборот, содержание жира в мышцах увеличивается в десятом поколении по сравнению с девятым (9,54 против 5,44 %).

Выявленные различия статистически достоверны. По содержанию протеина два поколения отводки стоелин XVIII различаются незначительно, разница статистически недостоверна. В десятом поколении отводки смесь зеркальная произошло увеличение содержания протеина по сравнению с девятым поколением (от 17,31 до 20,58 %). Различия статистически достоверны.

У отводок изобелинского карпа наблюдается снижение содержания минеральных веществ в мышцах двухлетков в ряду поколений. Выявленные различия статистически достоверны.

Проведенные исследования позволили сравнить результаты химического анализа состава мышц двухлетков коллекционных импортных пород четвертого и пятого поколений, выращенных в условиях Беларуси. По содержанию сухого вещества статистически значимые изменения в сторону уменьшения обнаружены у немецкого карпа (от 27,14 % до 25,75 %), по содержанию влаги соответственно произошло статистически значимое увеличение содержания – от 72,86 % до 74,25 %.

У югославского карпа и породы карпа фресинет статистически значимых отличий между поколениями не установлено. В пятом поколении югославского карпа произошло значительное уменьшение содержания жира по сравнению с четвертым поколением (от 9,35 до 6,43 %). Различия статистически достоверны.

У фресинета и немецкого карпа также наблюдается тенденция к уменьшению содержания жира в пятом поколении, но выявленные различия статистически не достоверны. У югославского карпа также наблюдается рост содержания протеина в пятом поколении от 14,71 до 17,45 %. Различия статистически достоверны. Разница между поколениями остальных импорт-

ных пород статистически недостоверна. У импортных пород наблюдается снижение содержания минеральных веществ (зола) в пятом поколении. Достоверные различия установлены у немецкого и югославского карпа.

Между двумя поколениями амурского сазана наблюдаются существенные статистически значимые различия по содержанию сухого вещества и влаги. В девятом поколении сазана содержание сухого вещества увеличилось по сравнению с восьмым поколением от 28,50 до 33,00 %, а влаги соответственно уменьшилось от 71,50 до 67,04 %. Содержание жира у сазана снизилось от 11,96 до 9,74 %, а протеина выросло от 15,39 до 22,16 %. Установленные различия по данным показателям между поколениями амурского сазана статистически достоверны.

Различия между поколениями по содержанию минеральных веществ у сазана статистически недостоверны.

Сравнение химического состава мышц двухлетков амурского сазана с чистопородным карпом разной породной принадлежности указывает на значительные статистически достоверные различия по рассмотренным показателям (табл. 3, 4).

**Т а б л и ц а 3. Сравнительная оценка  
химического состава мышц двухлетков амурского сазана  
с коллекционными линиями разной породной принадлежности**

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага	
	t	P	t	P
<b>I вариант:</b>				
<b>сазан F<sub>8</sub></b> – столин XVIII	2,41	<0,1	2,41	<0,1
-//- смесь зеркальная	8,95	<0,001	8,95	<0,001
-//- лахвинский чешуйчатый	3,03	<0,05	1,67	>0,1
-//- тремлянский зер.	7,58	<0,001	7,58	<0,001
-//- $\bar{x}$ <b>белорусские линии:</b>	<b>7,18</b>	<0,001	<b>6,53</b>	<0,01
-//- югославский	9,22	<0,001	5,83	<0,01
-//- немецкий	5,47	<0,01	5,47	<0,01
-//- фресинет	4,19	<0,01	2,40	<0,1
-//- сарбоянский	9,30	<0,001	8,32	<0,001
-//- $\bar{x}$ <b>импортные породы F<sub>4</sub></b>	<b>14,74</b>	<0,001	<b>14,70</b>	<0,001

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага	
	t	P	t	P
<b>II вариант:</b>				
<b>сазан F<sub>9</sub></b> – стотин XVIII	8,83	0,001	8,66	0,001
-//- смесь зеркальная	2,68	0,05	2,60	0,05
-//- $\bar{x}$ <b>белорусские линии:</b>	6,25	0,001	6,44	0,001
-//- фресинет	8,04	0,001	7,89	0,001
-//- немецкий	9,76	0,001	9,43	0,001
-//- югославский	8,63	0,001	8,97	0,001
-//- $\bar{x}$ <b>импортные породы F<sub>5</sub></b>	10,22	0,001	9,96	0,001

В первом и втором варианте опытного выращивания сазан характеризовался повышенным содержанием сухого вещества по сравнению с чистопородными группами разного происхождения. ( $P < 0,05-0,001$ ). Только в первом варианте содержание сухого вещества у отводки изобелинского карпа стотин XVIII установленные различия по данному показателю статистически недостоверны ( $P > 0,1$ ). Соответственно содержание влаги в мышцах сазана ниже, чем у карпа. Установленные различия в основном статистически достоверны, за исключением вариантов сравнения сазана восьмого поколения со стотин XVIII, лахвинским чешуйчатым карпом и фресинетом. Содержание жира в мышцах сазана восьмого и девятого поколений оказалось ниже, чем у пород и линий карпа, выращенных совместно в одинаковых условиях. Установленные различия статистически достоверны, за исключением варианта сравнения сазана девятого поколения с отводкой изобелинского карпа смесь зеркальная (табл. 4).

**Таблица 4. Сравнительная оценка химического состава мышц двухлетков амурского сазана с коллекционными линиями разной породной принадлежности**

Сравниваемые группы	Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P
<b>I вариант:</b>						
<b>сазан F<sub>8</sub></b> стотин XVIII	3,37	=0,02	6,26	<0,001	0,72	>0,1
-//- смесь зеркальная	12,84	<0,001	4,30	<0,01	0,26	>0,1
-//- лахвинский чешуйчатый	7,97	<0,001	4,32	<0,01	1,69	>0,1

Сравниваемые группы	Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P
-//- тремлянский зер.	4,05	≈0,01	0,74	>0,1	1,47	>0,1
-//- $\bar{x}$ белорусские линии:	<b>10,27</b>	<0,001	<b>5,60</b>	<0,01	<b>0,70</b>	>0,1
-//- югославский	5,05	<0,01	1,34	>0,1	1,23	>0,1
-//- немецкий	6,08	<0,001	4,14	<0,01	0,06	>0,1
-//- фресинет	5,66	<0,01	2,22	<0,1	1,07	>0,1
-//- сарбоянский	10,15	<0,001	5,08	<0,01	3,70	>0,1
-//- $\bar{x}$ импортные породы F <sub>4</sub>	<b>16,28</b>	<0,001	<b>5,11</b>	<0,01	<b>4,78</b>	<0,01
II вариант:						
сазан F <sub>9</sub> – столин XVIII	4,94	0,01	7,03	0,001	2,60	0,05
-//- смесь зеркальная	0,51	0,1	1,88	0,1	5,82	0,001
-//- $\bar{x}$ белорусские линии:	<b>3,69</b>	<b>0,02</b>	<b>4,55</b>	<b>0,01</b>	<b>4,85</b>	<b>0,01</b>
-//- фресинет	3,03	0,05	5,75	0,001	2,23	0,05
-//- немецкий	3,47	0,02	8,40	0,001	2,23	0,05
-//- югославский	5,20	0,01	7,35	0,001	2,91	0,05
-//- $\bar{x}$ импортные породы F <sub>5</sub>	<b>5,73</b>	<b>0,001</b>	<b>7,92</b>	<b>0,001</b>	<b>1,06</b>	<b>0,1</b>

В первом варианте опыта содержание белка у сазана восьмого поколения, как правило, ниже, чем у чистопородных карпов. Отличия недостоверны при сравнении данного показателя сазана с зеркальной линией тремлянского карпа, югославским карпом и фресинетом. Во втором варианте при сравнении содержания белка в мышцах сазана девятого поколения установлено статистически достоверное преимущество сазана по отношению ко всем импортным породам и к отводке столин XVIII. Хотя содержание белка у отводки смесь зеркальная несколько ниже, чем у сазана, но выявленные различия статистически недостоверны. По содержанию минеральных веществ статистически значимые различия между сазаном и карпом разной породной принадлежности установлены только во втором варианте.

Одновременно с девятым поколением сазана, выращенного в условиях Беларуси, были получены две опытные группы от скрещивания самок из местной популяции с завезенными молоками. Средний уровень содержания сухого вещества у опытных



групп сазана статистически достоверно выше, чем у белорусских линий и коллекционных импортных пород (табл. 5). При сравнении опытных групп сазана с двухлетками из белорусской популяции по данному признаку статистически достоверных различий не установлено.

Т а б л и ц а 5. **Достоверность различий химического состава тела (%) двухлетков амурского сазана разного происхождения**

Сравниваемые группы	Сухое вещество		Влага		Жир		Протеин		Зола	
	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
<b>Сазан (I) – импортные породы F<sub>5</sub></b>	6,04	0,001	6,12	0,001	6,16	0,001	3,81	0,02	0,35	0,1
Сазан (I) – белорусские породы	4,45	0,01	4,55	0,01	5,24	0,001	2,10	0,1	3,74	0,02
Сазан (I) – сазан (белорусский)	1,72	0,1	1,74	0,1	6,81	0,001	1,63	0,1	1,34	0,1
<b>Сазан (II) – импортные породы F<sub>5</sub></b>	6,07	0,001	6,10	0,001	3,62	0,02	3,91	0,01	0,56	0,1
Сазан (II) – белорусские породы	2,31	0,05	2,46	0,05	1,38	0,1	1,18	0,1	3,40	0,02
Сазан (II) – сазан (белорусский)	1,88	0,1	1,88	0,1	5,60	0,001	3,19	0,02	0,69	0,1

Обратно пропорциональные связи установлены при сравнении содержания влаги у опытных групп сазана. По содержанию жира в мышцах двухлетков наблюдается преимущество первой опытной группы сазана по сравнению с чистопородными карпами разной породной принадлежности и двухлетками из белорусской популяции.

Статистически значимые преимущества по содержанию жира второй опытной группы установлены при сравнении со средним уровнем данного показателя импортных коллекционных пород и белорусской популяцией. Достоверных различий при сравнении со средним уровнем содержания жира у белорусских линий не установлено. Первая и вторая группы сазана обладают статистически значимыми преимуществами по сравнению с импортными породами по содержанию протеина в мышцах двухлет-

ков. При их сравнении со средним уровнем содержания белка у белорусских линий статистически достоверных различий не установлено. У сазана из белорусской популяции содержание протеина выше, чем у групп, полученных от скрещивания, однако достоверные различия установлены лишь при сравнении со второй группой.

## Выводы

1. В результате исследования биохимического состава мышц карпа разной породной принадлежности установлено, что количество сухого вещества в сырой пробе у двухлетков импортных пород четвертого поколения в среднем составило 26,49 %, а у двухлетков импортных пород пятого поколения – 25,58 %. Минимальное количество сухого вещества (24,70 %) наблюдалось у югославского карпа (четвертое поколение), максимальное (27,14 %) у немецкого карпа (пятое поколение).

У исследованных групп амурского сазана содержание сухого вещества выше, чем у карпа разной породной принадлежности, и составляет 28,50 % и 33,00 %.

2. Содержание влаги в мышцах – обратно пропорциональная величина содержанию сухого вещества. Следовательно, у карпа разного происхождения из двух поколений различия по содержанию влаги незначительные, а у амурского сазана величина этого показателя ниже, чем у карпа. Вариабельность содержания влаги в мышцах двухлетков низкая.

3. Среднее содержание жира у импортных пород составило 8,92 % (четвертое поколение) и 7,40 % (пятое поколение). Повышенным содержанием жира среди импортных пород отличался югославский карп четвертого поколения. Колебания величин данного показателя составили 6,43–9,35 %. Содержание жира в мышцах двухлетков сазана выше, чем у карпа, и в среднем составляет 11,96 % и 9,74 % (I и II вариант соответственно).

4. Проведенные исследования позволили сравнить результаты химического анализа состава мышц двухлетков коллекционных импортных пород четвертого и пятого поколений, вы-

ращенных в условиях Беларуси. По содержанию сухого вещества статистически значимые изменения в сторону уменьшения обнаружены у немецкого карпа (от 27,14 % до 25,75 %), по содержанию влаги соответственно произошло статистически значимое увеличение содержания от 72,86 % до 74,25 %. В пятом поколении югославского карпа произошло значительное уменьшение содержания жира по сравнению с четвертым поколением (от 9,35 до 6,43 %). У югославского карпа также наблюдается рост содержания протеина в пятом поколении от 14,71 до 17,45 % (различия статистически достоверны). У импортных пород наблюдается снижение содержания минеральных веществ (золы) в пятом поколении.

5. Между двумя поколениями амурского сазана наблюдаются существенные статистически значимые различия по содержанию сухого вещества и влаги. В девятом поколении сазана содержание сухого вещества увеличилось по сравнению с восьмым поколением от 28,50 до 33,00 %, а влаги соответственно уменьшилось от 71,50 до 67,04 %. Содержание жира у сазана снизилось от 11,96 до 9,74 %, а протеина выросло от 15,39 до 22,16 %. Установленные различия по данным показателям между поколениями амурского сазана статистически достоверны.

Сравнение химического состава мышц двухлетков амурского сазана с чистопородным карпом разной породной принадлежности указывает на значительные статистически достоверные преимущества по содержанию сухого вещества. Содержание жира в мышцах сазана восьмого и девятого поколения оказалось ниже, чем у пород и линий карпа, выращенных совместно в одинаковых условиях.

6. Амурский сазан ханкайской популяции девятого поколения, выращенный в условиях Беларуси, и опытные группы, полученные от скрещивания с завезенными молоками, по химическому составу мышц двухлетков не уступают коллекционным породам и линиям карпа, выращенным в одинаковых условиях, а по содержанию сухого вещества и жира обладают преимуществами.

## Список использованных источников

1. Шульгин, Ю. П. Рыбные продукты в питании населения России и состоянии общественного здоровья / Ю. П. Шульгин, Л. В. Шульгина // Рыб. хоз-во. – 2006. – № 3. – С. 22–24.
2. Богерук, А. К. Особенности пороодообразования в аквакультуре России / А. К. Богерук // Рыбоводство и рыб. хоз-во. – 2006. – № 11. – С. 2–7.
3. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь / Е. В. Таразевич [и др.] // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 9–10 окт. 2008 г. – 2008. – С. 118–119.
4. Иванов, А. П. Химический анализ рыб и кормов / А. П. Иванов. – М., 1963. – 36 с.
5. Лиманский, В. В. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы / В. В. Лиманский. – М., 1984.
6. Клейменов, И. Я. Химический и весовой состав рыб в водоемах СССР и зарубежных стран / И. Я. Клейменов. – М., 1962. – 141 с.
7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. шк., 1973. – С. 24–53.
8. Слуцкий, Е. С. Фенотипическая изменчивость рыб (селекционный аспект). / Е. С. Слуцкий // Изв. ГосНИОРХ. – 1978. – Т. 134. – С. 3–132.

**ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ПОПУЛЯЦИЙ  
ДЛИННОПАЛОГО РАКА (*ASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCH.)  
В ОЗЕРАХ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

М. А. САСИНОВИЧ<sup>1</sup>, А. М. СЛУКВИН<sup>2</sup>, А. В. АЛЕХНОВИЧ<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,  
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь,  
e-mail: marina.sasinovich@yandex.ru; A.Slukvin@jgc.by;*

*<sup>2</sup>Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам,  
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь,  
e-mail: alekhnovichav@gmail.com*

**GENETIC POLYMORPHISM OF POPULATIONS  
OF NARROW-CLAWED CRAYFISH (*ASTACUS  
LEPTODACTYLUS* ESCH.) IN THE LAKES OF BREST REGION**

M. A. SASINOVICH<sup>1</sup>, A. M. SLUKVIN<sup>2</sup>, A. V. ALEKHNOVICH<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Institute of Genetics and Cytology of the National Academy  
of Sciences of Belarus,  
27 Academicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: marina.sasinovich@yandex.ru; A.Slukvin@jgc.by;*

*<sup>2</sup>Scientific and Practical Centre of the National Academy  
of Sciences of Belarus for Bioresources,  
27 Academicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus,  
e-mail: alekhnovichav@gmail.com*

**Аннотация.** В статье рассматриваются результаты исследования генетического полиморфизма в популяциях длиннопалого рака в озерах Соминское и Олтуш Брестской области по двум митохондриальным генам. Показано, что в целом ген COI характеризуется достаточно низкой внутривидовой генетической вариативностью. Установлено, что у раков из озера Олтуш, она была в 1,4 раза ниже, чем у раков из озера Соминское (1,42 % и 2,04 % соответственно). Относительно гена 16s rRNA был установлен очень высокий уровень полиморфизма в популяциях раков для обоих озер (25,6 % для озера Соминское и 60,1 % для озера Олтуш).

**Ключевые слова:** длиннопалый рак, генетический полиморфизм, ген COI, ген 16s rRNA

**Abstract.** The article deals with the results of a study of genetic polymorphism in populations of narrow-clawed crayfish in the lakes of Sominsky and Oltush of Brest region for two mitochondrial genes. It is shown that, in general, the COI gene is characterized by a fairly low intraspecific genetic variability. It was found that in

crayfish population from Lake Oltush, it was 1.4 times lower than that of crayfish population from Lake Sominskoe (1.42 % and 2.04 %, respectively). Concerning the 16s rRNA gene, a very high level of polymorphism in the populations of crayfish was established for both lakes (25.6 % for Lake Sominskoe and 60.1 % for Lake Oltush).

**Keywords:** narrow-clawed crayfish, genetic polymorphism, COI gene, 16s rRNA gene

**Введение.** Изучение генетического полиморфизма у десятиногих раков имеет важное теоретическое и практическое значение, как для оценки биологического разнообразия в популяциях десятиногих раков, определения видового состава, обнаружения гибридных особей, оценки устойчивости раков к болезням, так и для разработки мероприятий по сохранению вида и увеличению промысловых запасов длиннопалого рака в водоемах Беларуси [1].

Анализ литературы по генетическим исследованиям длиннопалых раков показал, что при проведении работ, основанных на электрофорезе белков, были установлены низкие уровни вариаций в популяциях пресноводных раков [2, 3]. Ранее для проведения генетических исследований у десятиногих использовался RAPD-PCR анализ, однако результаты такого анализа оказались малоинформативными при оценке генетической гетерогенности в популяциях раков [4–6]. В течение последнего десятилетия были разработаны новые молекулярные методы, которые позволили обнаружить более высокую степень генетической изменчивости в популяциях пресноводных раков. В большинстве работ генетическая дифференциация популяций раков была оценена с использованием митохондриальной ДНК. Преимущества мтДНК как инструмента в генетических исследованиях популяций широко рассмотрены в литературе [7]. Так было установлено, что в связи с материнским режимом наследования мтДНК ее широко используют для исследования генетических различий и эволюционной истории между видами и внутри видов. Важным также является тот факт, что мтДНК способна сохранять историю прошлых изоляций даже в случае современного привнесения чужеродных групп.

Доказано, что мтДНК оказалась превосходным инструментом для изучения популяционной генетики животных выше или ниже видового уровня [8]. Ряд исследователей считают, что в будущем мтДНК может помочь в определении таксономического своеобразия отдельных групп раков, выбрать приоритеты для

реализации программ по сохранению видового разнообразия [9]. В последнее время мтДНК стали использовать как генетический маркер, способный идентифицировать видовую и популяционную принадлежность изучаемых гидробионтов [10–17]. Польскими коллегами было установлено, что для изучения генетической структуры в популяциях десятиногих раков наиболее информативными являются фрагменты генов мтДНК COI (680 п.н.) и 16S рРНК (530 п.н.) [18, 19].




Таким образом, для изучения генетического полиморфизма в популяциях длиннопалого рака в водоемах Брестской области были выбраны последовательности митохондриальной ДНК, а именно, фрагменты гена мтДНК COI (680 п.н.) и 16S рРНК (530 п.н.), которые являются наиболее информативными при проведении таких исследований.

Цель работы – оценить возможности использования двух митохондриальных генов (COI и 16S rRNA) для проведения работ по видовой идентификации и изучению генетического полиморфизма в популяциях длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.), обитающих в водоемах Брестской области.

**Материалы и методы.** Для генетических исследований прижизненным способом отобраны пробы у длиннопалого рака из наиболее ракопродуктивных озер Брестской области: Олтуш (Малоритский район) – 16 проб; Соминское (Ивацевичский район) – 15 проб. Биологический материал отбирался у взрослых особей, помещался с помощью стерильного пинцета в небольшие по объему (на 1,5 мл) пробирки типа Эппендорф и заливался 96 % этанолом. Для выделения ДНК использовался стандартный фенол-хлороформный метод выделения ДНК у десятиногих раков [7, 19]. Концентрацию и чистоту выделенной ДНК определяли на спектрофотометре IMPLEN spectrophotometer Nanogram (Germany). Качество выделенной ДНК проверяли электрофоретически в 2 % агарозном геле.

Все праймеры были синтезированы в ОДО «Праймтех» (Минск). ПЦР осуществляли с использованием амплификатора C1000™ ThermalCycler (Bio-Rad, США). Для получения целевых фрагментов митохондриального гена цитохромоксидазы 1 субъединицы (COI) и гена 16S rRNA были использованы следующие пары праймеров и программы амплификации (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Отобранные для анализа праймеры и протоколы ПЦР

Название	Последовательность	Программа амплификации
LCO1490 forward	GGTCAACAATCATAAAGATATTGG	Иниц. денатурация 95 °С 90 сек.
		Денатурация 95 °С 30 сек. Отжиг 45 °С 60 сек.  5 циклов Элонгация 72 °С 90 сек.
HCO2198 reverse	TAAACTTCAGGGTGACSSAAAALATCA	Денатурация 95 °С 30 сек. Отжиг 55 °С 45 сек.  27 циклов Элонгация 72 °С 60 сек.
		Финальная элонгация 72 °С 7 мин.
16S-F	CCTGTTTANCAAAAACAT	Иниц. денатурация 95 °С 3 мин. Денатурация 95 °С 40 сек.  30 циклов Отжиг 53 °С 50 сек. Элонгация 72 °С 60 сек.
16S-R	AGATAGAAAACCAACCTGG	Финальная элонгация 72 °С 5 мин.



Реакционная смесь для ПЦР составляла 10 мкл: 5 мкл буфера DreamTaq PCR Master Mix (2X), 0,2 мкл каждого праймера, 3,6 мкл MiliQ и 1 мкл ДНК-матрицы. Электрофоретическое разделение фрагментов ДНК проводили в 2 % агарозном геле с добавлением флуоресцентного красителя Ethidium bromide. Длины, получаемых в ходе реакции ампликонов (ПЦР-фрагментов), составили 680 п.н. и 530 п.н. для COI и 16s rRNA соответственно (рис. 1 и 2).

Продукты ПЦР сразу после амплификации очищали ферментами, добавляя в каждый образец по 0,3 мкл экзонуклеазы (Exo1) и по 0,9 мкл фосфатазы (FastAP) и инкубировали при 37 °С 30 минут. Для остановки реакции нагревали смесь до 80 °С 15 минут.

Для подготовки образцов к секвенированию, проводилась терминальная ПЦР. Реакционная смесь для ПЦР составляла 8 мкл: 1,6 мкл буфера BrightDye Terminator (Nimagen, Netherlands), 0,8 мкл терминатора BrightDye Terminator (Nimagen, Netherlands), 3,6 мкл MiliQ, 0,5 мкл прямого праймера и 1,5 мкл продуктов предыдущей ПЦР. Программа амплификации представлена в табл. 2.

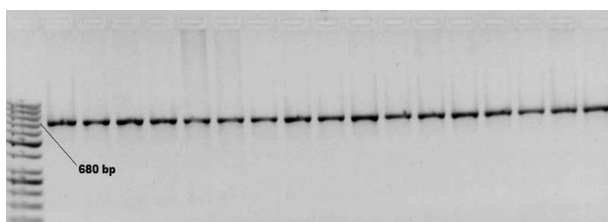


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов амплификации гена COI

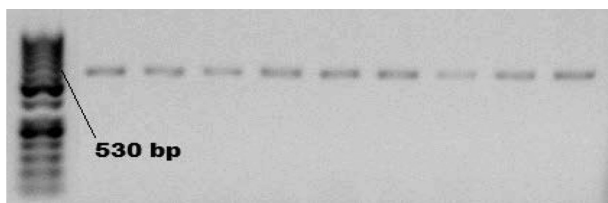



Рис. 2. Электрофореграмма продуктов амплификации гена 16s rRNA

Т а б л и ц а 2. Программа амплификации терминальной ПЦР

Иниц. денатурация 96 °С 1 мин. Денатурация 96 °С 10 сек. Отжиг 55 °С 5 сек. Элонгация 60 °С 4 мин.		40 циклов
---	---	-----------

Заключительным этапом при подготовки образцов для секвенирования являлась очистка терминатора после ПЦР по следующему протоколу:

- 1) по 30 мкл 96 % спирта в каждую пробирку;
- 2) по 2 мкл 5М уксусной кислоты, смесь перемешивалась на вортексе;
- 3) 30 минут смесь выдерживалась в морозильной камере;
- 4) центрифугирование 10 минут, супернатант сливался;
- 5) по 130 мкл 70 % спирта;
- 6) центрифугирование 10 минут, супернатант отбирался дозатором;
- 7) открытые пробирки ставились в термостат на 45 °С до полного высыхания осадка.

Проведение капиллярного электрофореза осуществлялось в Республиканском центре геномных биотехнологий.

Результаты секвенирования анализировались с помощью программы MEGA7.

**Результаты исследований и обсуждение. Сравнение популяций озера Олтуш и Соминское по гену COI.** Первым этапом в анализе последовательностей было их сравнение с уже известной, имеющейся последовательностью гена COI, размещенной в GenBank. Все образцы (31) были с 99 % вероятностью отнесены к нашему исследуемому виду *Astacus leptodactylus* Esch.

Следующим этапом в анализе последовательностей было их выравнивание с помощью программы MEGA7 (рис. 3).

После выравнивания размер последовательности гена COI составил 639 нуклеотидов у популяции озера Соминское, а у озера Олтуш 632 нуклеотида. После выравнивания последовательностей были рассчитаны парные генетические дистанции для каждой популяции. При расчете внутривидовых гене-

Species/Abbrv	Group Name	
1.94		CRATGATTTGGTSAACWTSAGSCKTRAAATAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGYCAAC
2.95		AWGTTGATTTGGGNCYTGAGCKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
3.96		EWWSTTTTKGGACYTGARCGRATAAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACACCA
4.97		TGCATCCCTGGTCRCACWBARKTSKTASTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACACCA
5.98		AWKTTGATTTGGGMITGAGCGGAATAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACACCA
6.99		WTVWCTTTKGRMICYTARSCKTRWAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGYCAACC
7.100		AKTWTGATTTGGGNCYTGAGSCKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
8.101		CTTTGGKTTTTTTKGGMMYTGACCGGGAAWTAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
9.102		TTTTKTTTTTTTGGGMITGACCGGGAATAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
10.103		CTTTGGTTTTTTGGGACTGAGCCGRRATAAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
11.104		ATGTTGTTTTGGGACTGAGCCGRRATAAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
12.105		WTVGAWKTTTTKGRMICYTARSCKTKAATAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
13.106		AAGTTKTTTTKGRMICYTARSCKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
14.107		GATGWATKTTTTKGRMICYTARSCKTKAATAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC
15.108		GAGTTGTTTTGGGACCCGAAAGTCCCTAGTGGGAACCTCTTTAAGAAATAATATTCCGGTTGACCTAGGTCACAC

До выравнивания

Species/Abbrv	Group Name	
1.94		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
2.95		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
3.96		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
4.97		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
5.98		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
6.99		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
7.100		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
8.101		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
9.102		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
10.103		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
11.104		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
12.105		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
13.106		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
14.107		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT
15.108		CCCCTTTTCGTTT - GATCTGTATTTATTACGGCAGTTCCTTTTACTCTTATCTTTA - CCGGTTGACAGGTCCTAT

После выравнивания

Рис. 3. Выравнивание последовательностей гена COI популяции *Astacus leptodactylus* озера Соминское

тических дистанций оказалось, что средние значения парных генетических дистанций в обеих популяциях, рассчитанные по белок-кодирующим областям гена COI, имеют невысокие значения и различаются несущественно (оз. Соминское – 0,003, Олтуш – 0,002). Также не наблюдалось зависимости значения генетической дистанции от числа анализируемых последовательностей. Затем был проведен расчет процентного содержания переменных сайтов нуклеотидов, а также расчет процентного содержания синонимичных и несинонимичных замен нуклеотидов. Все расчеты также производились в программе MEGA7. Как

Name	G	C	G	G	T	A	A	A	T	T	T	T	A	T
1. 94	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2. 95	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3. 96	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4. 97	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5. 98	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6. 99	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7. 100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8. 101	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9. 102	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10. 103	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11. 104	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12. 105	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13. 106	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14. 107	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15. 108	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.

Рис. 4. Вариабельные сайты нуклеотидов (справа) и аминокислот (слева) в гене COI популяции озера Соминское

видно на рис. 4 в анализируемых последовательностях популяции озера Соминское было обнаружено 13 вариабельных сайтов нуктеотидов из 639.

Процентное содержание вариабельных сайтов рассчитывалось по формуле:

$$I = V \times 100 \% / D,$$

где I – процент вариабельных сайтов; V – число вариабельных сайтов; D – общая длина последовательности.

Таким образом, процент вариабельных сайтов нуклеотидов у раков по озеру Соминское составил 2,04 %.

Расчет процентного содержания несинонимичных замен осуществляется по той же формуле:

$$N = V_n \times 100 \% / D,$$

где N – процент несинонимичных замен нуклеотидов; V<sub>n</sub> – число несинонимичных замен нуклеотидов; D – общая длина последовательности.

Число синонимичных замен рассчитывается по формуле:

$$S = I - N,$$

где S – процент синонимичных замен нуклеотидов; I – процент переменных сайтов; N – процент несинонимичных замен нуклеотидов.

Таким образом, процент несинонимичных замен составил 0,47 %, а число синонимичных – 1,57 %.

При анализе данных, полученных для раков из популяции озера Олтуш, было установлено, что число переменных сайтов нуклеотидов было 9 из 632 нуклеотидов и 6 аминокислот из 210. Таким образом, процент переменных нуклеотидов составил 1,42 %, из которых несинонимичных замен 0,95 %, а синонимичных – 0,47 %. На основании полученных результатов, можно заключить, что ген COI у *Astacus leptodactylus* характеризуется низкой внутривидовой переменностью. Внутривидовые генетические дистанции по отдельным участкам гена COI существенно не различаются. Нуклеотидные последовательности отдельных участков гена обладают высоким, иногда 100 % сходством. В то же время наличие внутривидовой переменности, обеспеченное нуклеотидными заменами, подтверждает применимость этого гена для диагностики не только видов, но внутривидовых форм.

Число переменных сайтов нуклеотидов в последовательностях гена COI популяции раков озера Соминское в 1,44 раза выше, чем озера Олтуш, однако процентное содержание несинонимичных замен было в 2 раза выше в популяции рака в озере Олтуш, чем в озере Соминское. При оценке видовой принадлежности раков по гену COI было установлено (с вероятностью 99 %), что в обоих озерах обитает вид десятиногих раков – длинопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.).

**Сравнение популяций озера Олтуш и Соминское по гену 16s rRNA.** Также, как и для гена COI, первым этапом в анализе последовательностей было их сравнение с уже известной, имеющейся последовательностью гена 16s rRNA, размещенной в GenBank. Все 31 экз. образцов были с 83–95 % вероятностью

отнесены к исследуемому виду длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.), однако имелось также и большое сходство с близкородственным видом *Astacus astacus*. Следующим этапом в анализе последовательностей было их выравнивание с помощью программы MEGA7. Следует отметить, что уже на этом этапе было заметно большое количество нуклеотидных замен и вставок в последовательностях обеих популяций раков (рис. 5).

После выравнивания размер последовательности гена 16s rRNA составил 500 нуклеотидов у популяции озера Соминское, а у озера Олтуш – 487 нуклеотидов. После того как последовательности были подготовлены, были рассчитаны парные генетические дистанции для каждой популяции. При расчете внутривидовых генетических дистанций оказалось, что средние значения парных генетических дистанций в обеих популяциях, рассчитанные по белок-кодирующим областям гена, имеют более высокие значения, чем рассчитанные для гена COI, и сильно

Species/Al Group Name	
1. 94	T T A T G A C C S T G C T A A G G T A S C R T A A T C A T T A G C T C T T T T A A T T S A A G S C T G G W A T R A A T T
2. 95	C C S S T A T T A T G A C C S T G C T A A S S T A G C S T A A T C A T T A S C C T T T T A A T T S A A S C T G G A
3. 96	G C Y G T A S C S T A A T C A T A G A C A A S T A A T T G A A S C T S S A A T A A A T S T T G G A C A A S A
4. 97	G G T A T A T A G C C S T C A T A G S T A S C S T A A T C A T T A A A A A A A A K G A A G G C T G S A A A
5. 98	A A S S T A S C S T A A T C A T T A S R C A A T A A T T A A S S C T G S A A T A A A T G T T G A C A S A A A
6. 99	G C T C S G S T A S C S T A A T T A T T A G S S C A A G A A T T A A S S C T G S A A T A A A T G T T G S C A A A
7. 100	C S G S T A T T A T G A C C S T G C T A A S S T A G C S T A A T C M T T A S T C T T T T A A T T S A A S S C T G G A
8. 101	Y A T T A T G A C C S T G S T A A S S T A S C S T A A T R G A A S C C C C T T W A S S C T G S A A T A A A T C S T
9. 102	A T T A T G A C C S T G C S T A A S S T A S C S T A C C T A C T A T T C T T T T A A T T G A A S S C T G G A C C A T
10. 103	G C C C S G S T A T T A T A S C S T G C T A A S S T A S C S T A A T T G A A A A G A C S T T T T A A T T G A A S S C T
11. 104	A T G A C C S T G C T A A S S T A S C S T A A T C A T T A G C T T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T S S
12. 105	T T A T G A C C S T G C T A A S S T A S C R T A A T C M T T A S T C T T T T A A T T G A A S S C T G G W A T R A A T
13. 106	A T G A C C S T G C T A A S S T A S C R T A A T C M T T A K T C T T T T A A T T G A A S S C T G S A A T R A A T T G
14. 107	T A T G A C C S T G C T A A S S T A S C G C A A E C A T T A G C T T T T A A T T G A A S S C T G G A A A A T T G
15. 108	T T A T G A C C S T G C T A A S S T A S C R T A A T C A T T A G C T C T T T T A A T T G A A S S C T G G W A T R A A T

До выравнивания

Species/Abbrv Group Name	
1. 94	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
2. 95	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
3. 96	A A G T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
4. 97	A A A A A T T G A A S S C T G G A A A A A A T G G T T G G A C A A S A A C C A A S C T T C T T A A A T A A A A
5. 98	A A T A A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S T T G T C T T A A A T A A A A
6. 99	A A G T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C S G C T T A A A T A A A A
7. 100	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
8. 101	A S C C C C T T A A S S C T G G A A T A A A T G G T G G A C A A A S A A T A A A A G S S A A A A T A A A A
9. 102	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A C C A A T G G T C G G A C A A C A A C T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
10. 103	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
11. 104	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
12. 105	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
13. 106	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
14. 107	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A
15. 108	T T T T A A T T G A A S S C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A S A A A T A A S C T G T C T T A A A T A A A A

После выравнивания

Рис. 5. Выравнивание последовательностей гена 16s rRNA популяции *Astacus leptodactylus* озера Соминское

различаются между двумя популяциями (оз. Соминское – 0,052, оз. Олтуш – 0,269).

Следующим этапом анализа был расчет процентного содержания переменных сайтов нуклеотидов, а также расчет процентного содержания синонимичных и несинонимичных замен нуклеотидов. Все расчеты также производились в программе MEGA7.

Процентное содержание переменных сайтов рассчитывалось по той же формуле, что и для гена COI.

Таким образом, процент переменных сайтов нуклеотидов ДНК раков оказался высоким для обоих озер (25,6 % и 60,1 % для озер Соминское и Олтуш соответственно), что согласно последним литературным данным является характерным для генов митохондриального генома среди гидробионтов при отборе на адаптацию к экстремальным условиям среды обитания [20].

Дальнейшее вычисление синонимичных и несинонимичных замен оказалось уже невозможным, так как процент переменности нуклеотидных сайтов оказался слишком высок для этого гена. Наибольшую переменность по гену 16s rRNA показала популяция длиннопалого рака в озере Олтуш.

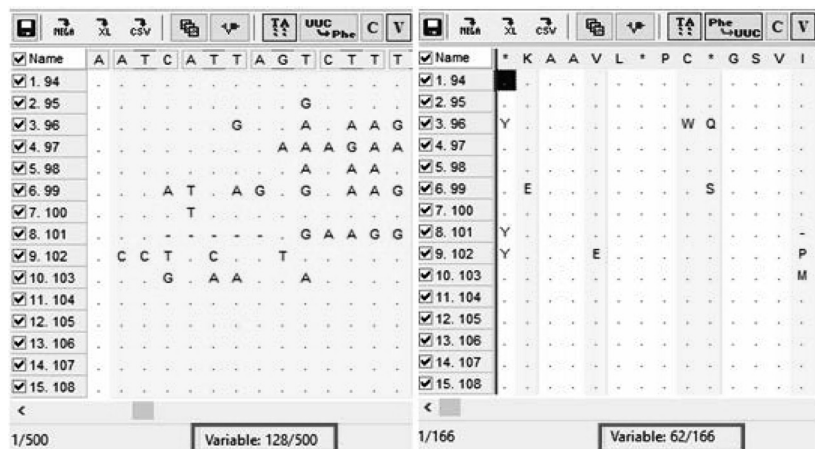


Рис. 6. Вариабельные сайты нуклеотидов (справа) и аминокислот (слева) в гене 16s rRNA популяции озера Соминское



<input type="checkbox"/> Name    C A A A G G G G C C G C C <input checked="" type="checkbox"/> Name    Q S G R R I M T V L S * R N																							
<input checked="" type="checkbox"/> 1. 109	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 109	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 2. 110	.	T	.	.	A	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 2. 110	L	K	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 3. 111	A	.	.	.	.	C	C	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 3. 111	K	.	P	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 4. 112	.	T	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 4. 112	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 5. 113	T	T	.	.	A	.	.	T	.	.	A	.	<input checked="" type="checkbox"/> 5. 113	L	K	.	.	K	N	P	L	.	* Y L L
<input checked="" type="checkbox"/> 6. 114	.	T	.	G	.	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 6. 114	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 7. 115	.	T	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 7. 115	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 8. 116	.	T	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 8. 116	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 9. 117	.	T	.	.	A	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 9. 117	L	K	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 10. 118	.	T	.	.	A	.	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 10. 118	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 11. 119	.	T	.	.	A	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 11. 119	L	K	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 12. 120	T	T	.	.	A	.	.	T	.	.	A	.	<input checked="" type="checkbox"/> 12. 120	L	K	.	.	.	I	.	L	.	* Y L L
<input checked="" type="checkbox"/> 13. 121	.	T	.	.	A	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 13. 121	L	K	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 14. 122	.	T	.	.	A	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 14. 122	L	K	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 15. 123	.	T	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 15. 123	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<input checked="" type="checkbox"/> 16. 124	.	T	.	.	A	A	.	.	.	.	.	.	<input checked="" type="checkbox"/> 16. 124	L	K	.	.	.	.	.	.	.	.

1/487      Variable: 293/487      1/162      Variable: 127/162

Рис. 7. Вариабельные сайты нуклеотидов (справа) и аминокислот (слева) в гене 16s rRNA популяции озера Олтуш

**Выводы.** При оценке видовой принадлежности раков по гену COI мтДНК было установлено (с вероятностью 99 %), что в обоих озерах обитает вид десятиногих раков – длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.). Продемонстрировано также, что в целом ген COI характеризуется достаточно низкой внутривидовой генетической вариабельностью.

Установлено, что у раков из озера Олтуш она была в 1,4 раза ниже, чем у раков из озера Соминское (1,42 % и 2,04 % соответственно).

Относительно генетической вариабельности гена 16s rRNA был установлен очень высокий уровень полиморфизма в популяциях раков для обоих озер (25,6 % и 60,1 % для озер Соминское и Олтуш соответственно), что является характерным для генов митохондриального генома среди гидробионтов при отборе на адаптацию к экстремальным условиям среды обитания.

Высокие уровни полиморфизма по гену 16s rRNA у длиннопалых раков из озер Соминское и Олтуш (при дополнительном исследовании раков из этих озер на наличие возбудителя рачьей



чумы, других возбудителей инфекционной и паразитарной природы) дают нам основание полагать, что маточные стада из этих озер обладают высокой степенью генетического полиморфизма и могут быть пригодны для интродукцирования в другие озера Брестской области, соответствующие оптимальным условиям для обитания длиннопалых раков.

В ходе исследований была адаптирована методика прижизненного отбора биологического материала у длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.), а также усовершенствована методика выделения ДНК из мышечной ткани длиннопалого рака. Впервые в стране был создан банк ДНК и биологических образцов длиннопалого рака (акты от 21.11.2016 г. о передаче биологического материала и ДНК в Республиканский банк ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов).

Работа выполнена в рамках задания 2.11 «Изучение генетического разнообразия водных и околководных беспозвоночных» государственной программы научных исследований «Биотехнологии» 2016–2020 гг., подпрограммы «Структурная и функциональная геномика».

### Список использованных источников

1. Алехнович, А. В. Рациональное использование и охрана ресурсов речных раков Беларуси / А. В. Алехнович, В. Ф. Кулеш // Природ. ресурсы : межведомств. бюл. – 2005. – № 1. – С. 34–43.
2. Agerberg, A. Genetic variation in three species of freshwater crayfish, *Astacus astacus* L., *Astacus leptodactylus* Esch and *Pacifastacus leniusculus* (Dana), revealed by isozyme electrophoresis / A. Agerberg // Hereditas. – 1990. – Vol. 113. – P. 101–108.
3. Fevolden, S. E. Allozymic variation among populations of noble crayfish, *Astacus astacus* L., in southern Norway: implications for management / S. E. Fevolden, T. Taugbol, J. Skurdal // Aquat. Fish. Manag. – 1994. – Vol. 25. – P. 927–935.
4. Азизов, А. П. Популяционно-генетическая характеристика длиннопалых раков *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) Каспийского моря с применением RAPD техники / А. Азизов // Докл. НАН Азербайджана. – 2014. – № 1. – С. 1–7.
5. Macaranas, J. M. Assessment of genetic variation in wild populations of the redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*, von Martens 1868) by means of allozyme and RAPD-PCR markers / J. M. Macaranas [et al.] // Mar. Freshwater Res. – 1995. – Vol. 46. – P. 1217–1228.
6. Gouin, N. Population genetic structure of the endangered freshwater crayfish *Austroprotopotambius pallipes*, assessed using RAPD markers / N. Gouin [et al.] // Hereditas. – 2001. – Vol. 87. – P. 80–87.

7. Schulz, R. Status of the noble crayfish *Astacus astacus* (L.) in Germany: monitoring protocol and the use of RAPD markers to assess the genetic structure of populations / R. Schulz // Bull. Fr. Pêche Piscic. – 2000. – No. 356. – P. 123–138.
8. Avise, J. C. Molecular Markers, Natural History, and Evolution. – New York, NY: Chapman and Hall, 1994. – 511 p.
9. Moritz, C. Animal mitochondrial DNA: relevance for population biology and systematic / C. Moritz, T. E. Dowling, W. M. Brown // Annu. Rev. Eco. System. – 1987. – Vol. 18. – P. 269–292.
10. Слуквин, А. М. Генетическая идентификация стерляди (*Acipenser ruthenus* L.), выращенной в ОАО «Рыбхоз «Полесье» Пинского района Брестской области по микросателлитным маркерам / А. М. Слуквин, О. Ю. Конева, М. И. Лесюк // Молекуляр. и приклад. генетика. – 2009. – Т. 9. – С. 146–152.
11. Billington, N. Mitochondrial DNA diversity in fishes and its implications for introductions / N. Billington, D. N. Hebert // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1991. – Vol. 48. – P. 80–94.
12. Largiader, C. R. Assessment of natural and artificial propagation of the white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes* species complex) in the Alpine region with nuclear and mitochondrial markers / C. R. Largiader [et al.] // Mol. Eco. – 2000. – Vol. 9. – P. 25–37.
13. Liua, Z. J. DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics / Z. J. Liua, J. F. Cordes // Aquaculture. – 2004. – Vol. 238. – P. 1–37.
14. Fopp-Bayat, D. Microsatellite DNA analysis of starlet (*Acipenser ruthenus* Brandt) from the five European river drainage areas / D. Fopp-Bayat [et al.] // Aktualny stan i aktywna ochrona naturalnych populacji ryb jesiotrowatych zagrozonych wyginaniem: Olsztyn. – 2008. – P. 223–234.
15. Барминцева, А. Е. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (Acipenseridae) и выявления особей гибридного происхождения / А. Е. Барминцева, Н. С. Мюге // Генетика животных. – 2013. – Т. 49, № 9. – С. 1093–1105.
16. Мюге, Н. С. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов / Н. Мюге [и др.] // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 7. – С. 913–919.
17. Слуквин, А. М. Эффективный способ видовой идентификации и обнаружения гибридов у стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) / А. М. Слуквин // Вопр. рыб. хоз-ва Беларуси. – 2015. – № 31. – С. 168–177.
18. Soroka, M. Application of mitochondrial DNA in the identification of diverse crayfish species / M. Soroka // Polish J. Nat. Sci. – 2008. – Vol. 23, No. 3. – P. 624–634.
19. Skuza, L. Molecular characterization of the noble crayfish (*Astacus astacus* L.) population from Pomeranian lakes (north-western Poland) based on mitochondrial DNA / L. Skuza // Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems. – 2016. – № 13. – P. 417–422.
20. Consuegra, S. Patterns of natural selection acting on the mitochondrial genome of a locally adapted fish species / S. Consuegra, J. Elgan, E. Verspoor // Genetics Selection Evolution. – 2015. – P. 47–58.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА**

УДК 639.3

### **СОВМЕСТНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ КЛАРИЕВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) И КЛУБНИКИ РЕМОНТАНТНОЙ В ТЕПЛИЧНОЙ АКВАПОННОЙ УСТАНОВКЕ**

Н. М. ОМИРЖАНОВА, К. Ш. НУРГАЗЫ, Т. Т. БАРАКБАЕВ

*НАО «Казахский национальный аграрный университет»,  
пр. Абая, 8, 050010, г. Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: nakan81@mail.ru*

### **JOINT FARMING CLEAVAGE SOMA (*CLARIAS GARIEPINUS*) AND STRAWBERRIES EVERBEARING GREENHOUSE AQUAPONIC INSTALLATION**

N. M. OMIRZHANOVA, K. Sh. NURQAZY, T. T. BARAKBAYEV

*Non-commercial joint-stock company “Kazakh National Agrarian University”,  
8 Abai avenue, 050010, Medeu district, Almaty, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: nakan81@mail.ru*

**Аннотация.** В статье приведены данные по результатам экспериментального выращивания товарной продукции клариевого сома и клубники ремонтантной в условиях тепличной аквапонной системы на основе УЗВ. Проведенные исследования показали, что выращивание товарной продукции клариевого сома в тепличной аквапонной системе УЗВ возможно в краткие сроки. Собранный система аквапоники на основе УЗВ показала высокие результаты, выражающиеся в простоте сборки и эксплуатации, малозатратности (что касается расхода электроэнергии, воды и человеческих ресурсов) и эффективной работе. Выращивание клубники ремонтантной в тепличной системе аквапоники возможно.

**Ключевые слова:** клариевый сом, клубника ремонтантная, выращивание, корм, кормовой коэффициент, прирост, зеленая масса, аквапоника, УЗВ

**Abstract.** The article presents data on the results of the experimental cultivation of marketable products cleavage soma and everbearing strawberry in greenhouse conditions aquaponic system on the basis of RAS. Studies have shown that the cultivation of commercial products of Clary catfish in the greenhouse valve system of RAS is possible in a short time, the assembled system of aquaponics based on RAS showed good results, expressed in the ease of Assembly and operation, low cost (in terms of electricity, water and human resources) and efficient operation, the cultivation of strawberries in the greenhouse repair aquaponics system is possible, however, there are both advantages and disadvantages: the growth of green mass was very intense.

**Keywords:** *Clarias gariepinus*, strawberry repair, cultivation, forage, feed ratio, growth, green mass, aquaponics, RAS

**Введение.** В сложившихся условиях в нашей стране все большей популярностью пользуются методы совместного содержания и выращивания рыбы и культур растений в системе с замкнутым водоснабжением, называемой аквапоникой. Такие системы предназначены для промышленного разведения рыбы в относительно небольшом объеме воды благодаря ее последующей очистке и подаче в рыбоводные емкости. В ходе многократного оборотного использования воды накапливаются нетоксичные органические вещества, которые могут использоваться для выращивания растений. В аквапонной системе эти побочные продукты обмена веществ не требуется утилизировать в отходы, потому что они направляются на выращивание культур растений, представляющих дополнительный источник доходов и способствующих очищению воды в системах УЗВ. Растения быстро растут в присутствии растворенных в воде питательных веществ, выделяемых рыбами в воду или образующимися в результате микробиологического разложения продуктов жизнедеятельности рыб [1].

Целью данного исследования было установить возможность выращивания товарной продукции клариевого сома и клубники ремонтантной в одной системе УЗВ, собранной в теплице.

**Материалы и методы.** Объекты исследования – молодь и товарная продукция клариевого сома (*Clarias gariepinus*), выращенные в условиях теплицы (аквапонной установки), культура ремонтантной клубники.

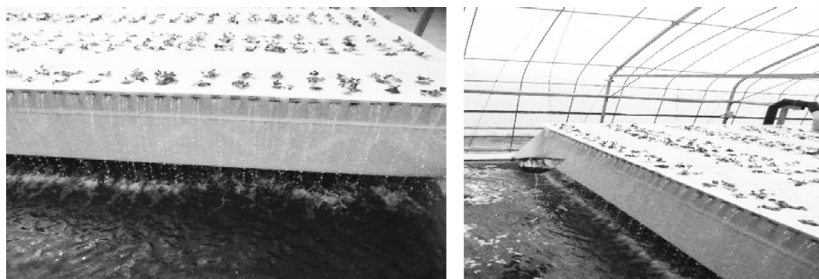


Рис. 1. Внешний вид тепличной аквапонной установки

Эксперименты по выращиванию молоди клариевого сома длились 60 суток и проводились следующим образом: молодь клариевого сома средним весом 120 г была рассажена в 2 бассейна, входящие в систему аквапоники (рис. 1).

Помимо клариевого сома в системе аквапоники выращивается клубника ремонтантная. Система обеспечена механическим барабанным фильтром, биофильтром и подпиткой свежей водой из родника [2]. Нагрев воды – от солнца. Ежедневно проводился мониторинг термического режима (5 раз в день: 04:00, 08:00, 13:00, 18:00, 23:00.), еженедельно проводился отбор проб для мониторинга биогенных элементов в системе. Кормление проводили вручную 6 раз в сутки, кормление осуществлялось производственными кормами импортного производства фирмы «AllerAqua» для карпа (Aller Primo Float, 4 мм). Состав корма и гарантированные характеристики представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Гарантированные характеристики корма  
Aller Primo Float, 4 мм

Показатели	Ед. измер.	Гранулы 3–4, 5–6–9 мм
Сырой протеин	%	37
Сырой жир	%	12
Углеводы	%	31,1
Зола	%	7
Клетчатка	%	4
Азот в сухом веществе	%	6,5
Фосфор в сухом веществе	%	1,2
Общая энергия	Ккал/МДж	4660/19,5
Переваримая энергия	Ккал/МДж	3655/15,3

Перед каждым кормлением убирали остатки несъеденного корма и фекалии рыб. Ежедневно проводились контрольные обловы, снимались рыбоводно-биологические показатели: длина и масса сомов, в конце эксперимента были собраны и взвешены все кустики клубники (включая корневую систему, стебли и листья, цветы и плоды).

**Результаты исследований и обсуждения.** Гидрохимический режим в бассейнах при проведении экспериментов был стабильным и соответствовал нормативным значениям для выращивания клариевого сома и клубники. Содержание растворенного в воде кислорода колебалось в пределах 5,9–6,8 мг/л, показатель рН был стабильным – 7,3 единицы, температура колебалась от 23,1 до 28,8 °С, содержание основных биогенов также соответствовало нормативным показателям [5, 6]. В целом динамика термического режима бассейнов представлена на рис. 2.

Температура воды за весь период проведения экспериментов колебалась в нормативных пределах, что обеспечило хороший прирост клариевого сома. Для культуры клубники данная температура также считается нормативной [3, 4]. Динамика биогенных элементов представлена на рис. 3.



Рис. 2. Температурный режим в бассейнах тепличной аквапонной установки

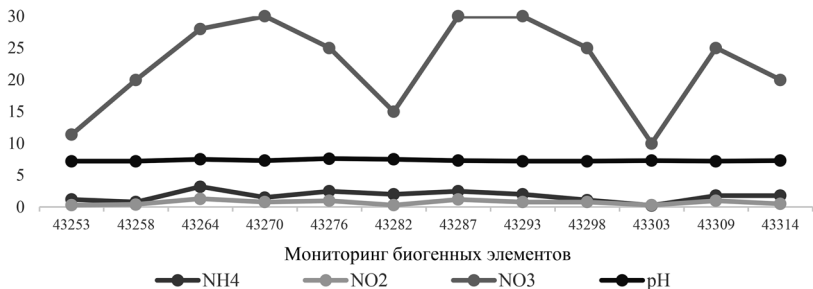


Рис. 3. Динамика биогенных элементов

Т а б л и ц а 2. Накопление и утилизация биогенных элементов

Дата	Биогены			
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	pH
2 июня	1,2	0,3	11,4	7,2
7 июня	0,8	0,4	20	7,2
13 июня	3,2	1,3	28	7,5
19 июня	1,5	0,8	30	7,3
25 июня	2,5	1	25	7,6
1 июля	2	0,3	15	7,5
6 июля	2,5	1,2	30	7,3
12 июля	2	0,8	30	7,2
17 июля	1,1	0,8	25	7,2
22 июля	0,25	0,3	10	7,3
28 июля	1,8	1	25	7,2
2 августа	1,8	0,5	30	7,3

Как видно из табл. 2, накопление и утилизация биогенных элементов в системе подвергались колебаниям, связанным с работой биологического фильтра. При запуске системы содержание всех соединений находилось на минимальных величинах. Пик накопления приходился на 13 июня, когда биофильтр еще не разогнался (не набрал нужную массу бактерий), в течение суток провели частичную подмену воды (25 %) для остановки роста накопления NH<sub>4</sub>. Далее биофильтр разогнался, и вмешательство в работу системы было минимальным: оно заключалось только

в 10 %-ной подмене воды 1 раз в 3 дня и контроле за температурой воды. Помутнения воды не наблюдалось, рост рыб и растений в системе был равномерным.

Рыбоводно-биологические показатели клариевого сома, собранные при выращивании в тепличной аквапонной системе на импортных кормах представлены ниже в табл. 3.

**Т а б л и ц а 3. Рыбоводно-биологические показатели клариевого сома при выращивании в тепличной аквапонной системе на импортных кормах**

Показатели	Значения
Период выращивания, сут.	60
Начальная масса, г ( $x \pm m$ )	120,2 $\pm$ 2,1
Конечная масса, г ( $x \pm m$ )	448,7 $\pm$ 5,7
Упитанность по Фульгону (начальная), ( $x \pm m$ )	1,8 $\pm$ 0,17
Упитанность по Фульгону (конечная), ( $x \pm m$ )	1,91 $\pm$ 0,35
Абсолютный прирост, г	328,5
Среднесуточный прирост, г	5,5
Кормовой коэффициент, ед.	1,4
Выживаемость, %	98,4
Рыбопродуктивность, кг/м <sup>3</sup>	56,73

Прирост клариевого сома составил 328,5 г за 2 месяца выращивания в тепличной аквапонике, что соответствует российским литературным данным [1]. Относительно результатов исследований зарубежных авторов темп весового роста является медленным, что объясняется тем, что выращиваемая рыба не сортировалась по полу и для выращивания использовались клариевые сомы, а не их гибриды, обладающие лучшим ростом [3]. Рост клариевого сома характеризовался равномерностью, отстающих в росте и сильно крупных рыб не наблюдалось, разброс составил не более 10,4 % и колебался в пределах 6 г в обе стороны.

Выживаемость составила 98,4 %, кормовой коэффициент составил 1,4 единицы, что соответствует нормативам [4–6].

В целом выращивание клариевого сома до товарной навески в тепличной аквапонной системе УЗВ прошло отлично, собранная система УЗВ также показала высокие результаты, выража-



ющиеся в простоте сборки и эксплуатации, малозатратности (что касается расхода электроэнергии, воды и человеческих ресурсов) и эффективной работе. Большая часть рыбы была реализована на местном рынке, оставшаяся – (10 %) оставлена в качестве ремонтного стада для дальнейшего воспроизводства в условиях тепличной УЗВ.

Помимо рыбной продукции в системе УЗВ проводилось выращивание культуры клубники ремонтантной. Посадочный материал (кустики в количестве 50 шт.) был куплен на местном рынке, кустики были рассажены по одному в пластиковые стаканчики, установленные в отверстия на специальной платформе, располагающейся над бассейнами с рыбой.

Далее были установлены пустые стаканчики куда потом высаживались новые кустики, появляющиеся из усиков. Уход за клубникой заключался лишь в ежедневном удалении засохших листьев и рассадке новых кустика.

Собранные данные по росту культуры клубники ремонтантной представлен в табл. 4.

**Т а б л и ц а 4. Временные нормативы выращивания клубники ремонтантной в тепличной аквапонной системе**

Показатели	Значения
Период выращивания, сут.	60
Конечная биомасса, кг	79,2
Количество цветущих растений, %	48,3
Количество плодоносящих растений, %	21
Продуктивность зеленой массы, кг/м <sup>3</sup>	2,26

Цветение клубники в системе УЗВ наблюдалось только на 10-е сутки выращивания, плоды завязались только лишь у 45 % всех цветов. Созревание ягод наблюдалось лишь у 5 %. Стоит отметить, что накопление зеленой массы шло очень интенсивно, прирост новых кустика происходил ежедневно. В итоге выращивание клубники ремонтантной в тепличной системе аквапонии прошло хорошо: прирост зеленой массы шел интенсивно, однако плоды завязывались не у всех цветов, окрашивание и со-

зревание плодов за 2 месяца составило лишь 5 % от всех цветущих растений, что связано, скорее всего, с нехваткой микроэлементов, отвечающих за созревание и окрашивание плодов.

**Заключение.** Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– выращивание товарной продукции клариевого сома в тепличной аквапонной системе УЗВ возможно в краткие сроки;

– собранная система аквапоники на основе УЗВ показала высокие результаты, выражающиеся в простоте сборки и эксплуатации, малозатратности (что касается расхода электроэнергии, воды и человеческих ресурсов) и эффективной работе;

– выращивание клубники ремонтантной в тепличной системе аквапоники возможно, однако имеются как свои плюсы, так и свои минусы: прирост зеленой массы шел очень интенсивно, однако плоды завязывались не у всех цветов, окрашивание и созревание плодов за 2 месяца составило лишь 5 % от всех цветущих растений. В итоге было принято решение использовать в данной системе культуры растений, у которых для пищевых целей используются зеленые части, то есть листья и стебли, а не ягоды и плоды, так как прирост зеленой массы был очень хорошим. В итоге выбор был остановлен на салате, имеющим все необходимые характеристики и высокую цену на рынке.

### **Список использованных источников**

1. Аквапоника – технология сельского хозяйства будущего : сб. информ. материалов. – Белгород, 2015. – 44 с.

2. Брайнбалле, Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы / Я. Брайнбалле. – Копенгаген, 2010. – С. 10.

3. Peteri, A., Moth-Poulsen T., Kovacs E. African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) production with special reference to temperate zones / A. Peteri, T. Moth-Poulsen, E. Kovacs. – Budapest: FAO, 2015. – 86 p.

4. Rakocy, James. Ten Guidelines for Aquaponic Systems / James Rakocy // Aquaponics Journal. – 2007. – Iss. 4. – P. 14–17.

5. Козлов, В. И. Справочник фермера-рыбовода / В. И. Козлов. – М. : ВНИРО, 1998. – С. 9.

6. Стикни, Р. Принципы тепловодной аквакультуры / Р. Стикни : пер. с англ. – М. : Агропромиздат, 1986. – 288 с.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ СИГОВЫХ РЫБ В КАЗАХСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПАСТБИЩНОГО РЫБОВОДСТВА

Е. В. ФЕДОРОВ

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства»,  
пр. Суюнбая, 89А, 050016, г. Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: osztas@mail.ru

## ECONOMICAL EFFECTIVELY OF BREEDING THE WHITE FISHES IN KAZAKHSTAN WITH USING THE METHODS OF PASTURE AQUACULTURE

E. V. FEDOROV

“Kazakh Scientific and Research Institute of Fishery”, LLP,  
89A Suyunbay avenue, 050016, Almaty, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: osztas@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены технологические схемы выращивания товарной продукции сиговых рыб в крупных рыбохозяйственных водоемах с использованием методов пастбищной аквакультуры с зарыблением личинками и сеголетками, выращенными в прудах. В качестве модельных объектов использованы рипус, пелядь и сиг. Представлены расчеты заводской себестоимости товарной продукции модельных объектов при зарыблении рыбохозяйственных водоемов личинками и сеголетками сиговых, выращенными в прудах. Предварительно рассчитана стоимость сеголетков модельных объектов как рыбопосадочного материала. Определено, что в целом искусственное воспроизводство запасов рипуса, пеляди и сига в крупных водоемах Казахстана является рентабельным.

**Ключевые слова:** сиговые рыбы, рыбохозяйственные водоемы, пастбищное рыбоводство, экономическая эффективность

**Abstract.** The technological schemes of breeding the good production of white fishes in large fishing water-basins with using the methods of pasture aquaculture with putting in by larvae and by one-years bred in ponds are presented in the article. The *Coregonus albula*, *Coregonus peled* and *Coregonus lavaretus* are using as the model objects. The calculations of factorial cost of the model objects by the putting in by larvae and by one-years bred in ponds are presented. The cost of one-years

of the model objects like a fish-putting material was calculated in advance. The fact that hand-made reproduction of reserves of the *Coregonus albula*, *Coregonus peled* and *Coregonus lavaretus* in large fishing water-basins of Kazakhstan is profitability, is defined.

**Keywords:** white fishes, fishing water-basins, pasture aquaculture, economical effectively

**Введение.** Сиговые рыбы – перспективные объекты товарного рыбоводства Республики Казахстан. Высокие вкусовые качества, большие возможности технологической обработки, экспорта пищевой продукции делают их желанными объектами промыслового лова, искусственного воспроизводства и выращивания в искусственных условиях.

В условиях современной рыночной экономики особо актуальным становится вопрос экономической эффективности биотехнических мероприятий сиговодства.

Данные экономической эффективности технологий аквакультуры необходимо использовать также при разработке программы развития товарного рыбоводства в Казахстане.

Цель исследований – анализ экономической эффективности наиболее распространенных технологических схем выращивания товарной продукции сиговых рыб в крупных рыбохозяйственных водоемах.

**Материалы и методы.** Материалом для исследований служили цифровые данные, полученные при анализе наиболее распространенных технологических схем выращивания товарной продукции сиговых рыб в крупных рыбохозяйственных водоемах Казахстана. Схемы приведены на рис. 1 и 2. В качестве модельных объектов использованы рипус, пелядь и сиг. Обработка цифрового материала производилась по оригинальной методике, разработанной ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» по аналогии с методами, применяемыми на предприятиях бывшего СССР, а также малого и среднего бизнеса США [1–4].

Все расчеты произведены в национальной валюте Республики Казахстан – тенге (по состоянию на 14.07.2018 г. 1,0 \$ = 343,45 тенге).

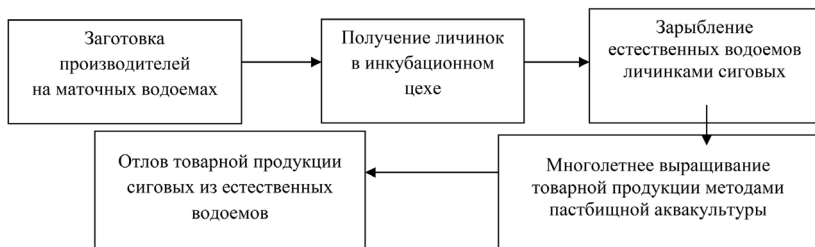


Рис. 1. Технологическая схема выращивания товарной продукции сиговых рыб при зарыблении естественных водоемов



Рис. 2. Технологическая схема выращивания товарной продукции сиговых рыб при зарыблении естественных водоемов сеголетками

**Результаты исследований и обсуждение.** По данным литературных источников, промысловый возврат от зарыбления личинками сиговых рыб незаморных озер и водохранилищ составляет от 0,01 % до 0,2125 % [5, 6].

При зарыблении в естественный водоем 1,0 млн. шт. личинок рипуса, планируемом вылове рыбы 10 000 шт.  $\times$  0,25 кг = 2,5 т, планируемой закупочной цене товарной продукции рипуса 700 тенге/кг выручка от реализации должна составить  $2,5 \text{ т} \times 700 \text{ тенге/кг} = 1\,750 \text{ тыс. тенге}$ . Затраты рыбопосадочного материала (личинок) составят –  $1,0 \text{ млн. шт.} \times 0,68 \text{ тенге/шт.} = 680 \text{ тыс. тенге}$ , или  $680\,000 \text{ тенге}/2500 \text{ кг товарной продукции} = 272 \text{ тенге/кг}$  [7].

Издержки производства 1 кг товарной продукции рипуса в естественных водоемах по статьям приведены в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Затраты на производство 1 кг товарной продукции рипуса в естественных водоемах**

Наименование	Единица измерения	Значения
<i>I. Стоимость использования ставных орудий лова</i>		
Исходные данные	–	1 рейс моторной лодки – 400 м ставных сетей высотой полотна 2,5 м, работа на сетях – 1 час; средний вылов за 1 рейс – 30 кг товарной продукции рипуса
Расчетное количество товарной продукции рипуса	кг	2500
Количество рейсов в течение года (рыбоводного сезона).	рейс	$2500/30 = 80$
Количество дней работы ставных сетей	дней в год	80
Количество рейсов моторной лодки в день	рейс в день	1
Стоимость капроновых сетей	тенге	150 000,00
Срок службы капроновых сетей	лет	8
Амортизационные отчисления	тенге/год	18 750,00
Расходы на ремонт	тенге/год	9 375,00
Налог на имущество	тенге/год	675,00
Удельные производственные затраты на использование ставных орудий лова	тенге/год	$18\ 750,00 + 9\ 375,00 + 675,00 = 28\ 800,00$
Стоимость использования ставных орудий лова	тенге/рейс	$28\ 800,00/80 = 360,00$
<i>II. Стоимость использования плавсредств и судовых силовых установок</i>		
Исходные данные	–	1 рейс моторной лодки – 2 часа работы двигателя 15 л.с., 2 часа работы лодки «Quick Silver».
Стоимость лодки с двигателем мощностью 15 л.с.	тенге	1 500 000
Норма амортизационных отчислений	%	7
Амортизационные отчисления	тенге/год	105 000,00
Расходы на ремонт	тенге/год	52 500,00

Наименование	Единица измерения	Значения
Налог на имущество	тенге/год	6 750,00
Удельные производственные затраты на использование плавсредств	тенге/год	$105\,000,00 + 52\,500,00 + 6\,750,00 = 164\,250,00$
Количество дней работы ставных сетей	дней в год	80
Количество рейсов моторной лодки в день	рейс в день	1
Использование лодки и двигателя	выезд	80
Стоимость использования плавсредств и судовых силовых установок	тенге/рейс	$164\,250,00/80 = 2\,053,13$
<b>III. Стоимость использования ГСМ</b>		
Исходные данные	–	1 рейс моторной лодки – 2 часа работы лодочного мотора × 7,5 л/час; норма расхода машинного масла – 1 л/50 л бензина
Стоимость бензина	тенге/л	106,00
Расход бензина	тенге/рейс	$2 \times 7,5 \times 106,00 = 1\,590,00$
Стоимость машинного масла	тенге/л	2 000,00
Расход машинного масла	тенге/рейс	$(2 \times 7,5)/50 \times 1 = 0,3$ л масла. $0,3 \times 2000$ тенге/л = 600,00
Стоимость использования ГСМ	тенге/рейс	$1\,590,00 + 600,00 = 2\,190,00$
<i>IV. Фонд оплаты труда с учетом накладных расходов и оплатой труда ИТР и МОП</i>		
Исходные данные	–	1 рейс моторной лодки – 2 часа работы 2-х рыбаков. Тарифная ставка рыбаков – 50000 тенге/месяц : 22 дня : 8 часов = 300 тенге/час.
Собственно фонд оплаты труда	тенге/рейс	$300 \times 8 \times 2 = 2400,00$
Фонд оплаты труда с учетом накладных расходов и оплатой труда ИТР и МОП	тенге/рейс	$2400,00 \times 1,2 \times 1,66 = 4\,780,80$
Сумма затрат: 360,00 + 2 053,13 + 2 190,00 + 4 780,80 = 9 383,93 тенге/рейс		

Таким образом, общие затраты на производство 1 кг товарной продукции рипуса в естественных водоемах должны составить  $272,00 + 9\,383,93/30 = 584,80$  тенге/кг, рентабельность производства товарной продукции рипуса от зарыбления личинками –  $(700 - 584,80)/584,80 = 19,70\%$ . При зарыблении сеголетками промысловый возврат от сеголетков сиговых средней массой 15 г составляет 20 % [5, 6]. Располагая полученными данными, рассчитаем стоимость сеголетков рипуса, рентабельность их производства для нужд рыбоводства в естественных водоемах (табл. 2).

**Т а б л и ц а 2. Расчет стоимости сеголетков рипуса для нужд рыбоводства в естественных водоемах**

Наименование	Технологические карты для прудовых хозяйств	
	одамбированные	одамбированные
Тип конструкции прудов	механическое	самотечное
Водоснабжение	механическое	самотечное
Исходная продукция (сырье) для выращивания сеголетков	личинки, полученные в инкубационном цехе рыбопитомника	
Используемая категория прудов	выростные для сиговых	
Посадка личинок, шт./га:	60000	60000
Необходимые мероприятия	мониторинг гидрохимических и гидробиологических параметров водной среды, обеспечение водоснабжения и герметичности донных водоспусков прудов. Обеспечение необходимых значений содержания растворенного в воде кислорода.	
Площадь выростных прудов, обслуживаемая 1 рабочим, га	50	50
Затраты:		
удельные производственные затраты, тенге/га	433 913,00	266 750,00
стоимость личинок, тенге/га	$60\,000 \times 0,68 = 40\,800,00$	$60\,000 \times 0,68 = 40\,800,00$
фонд оплаты труда с отчислениями на социальное страхование, тенге/га	$50127 \times 6 \times 1,16 \times 1,66/50 = 11\,583,00$	$50127 \times 6 \times 1,16 \times 1,66/50 = 11\,583,00$
Итого затрат, тенге/га	486 296,00	319 133,00
Штучный выход сеголетков с единицы площади выростных прудов, шт./га:	13500	13500



Наименование	Технологические карты для прудовых хозяйств	
Средняя навеска сеголетков, г:	15	15
Фабрично-заводская себестоимость сеголетков, тенге/шт.	36,02	23,64
	среднее значение – 29,83	
Продолжительность выращивания, мес.	6	6

Ввиду сходства биотехники производства рыбопосадочного материала рипуса и пеляди стоимость личинок и сеголетков этих видов рыб принимается равной.

Для производства 2500 кг товарной продукции (вылове 10000 шт.) рипуса необходимо зарыбление  $10000/0,20 = 50000$  шт. сеголетков. При фабрично-заводской себестоимости сеголетков 29,83 тенге/шт. (как наиболее вероятный вариант) стоимость рыбопосадочного материала составит  $50000 \times 29,83 = 1\,491\,500$  тенге, что в пересчете на конечную продукцию будет равно  $1491500/2500 = 596,6$  тенге/кг. В этом случае общие затраты на производство 1 кг товарной продукции рипуса в естественных водоемах должны составить  $596,6 + 9\,383,93/30 = 909,40$  тенге/кг, данный вид производства является убыточным.

Аналогичные значения получены и для пеляди, выращиваемой в естественных водоемах. Однако если планировать многолетний оборот выращивания товарной пеляди, следует в качестве основы использовать среднюю массу товарной пеляди 400 г. В этом случае при зарыблении в естественный водоем 1,0 млн. шт. личинок пеляди планируемый вылов рыбы составит  $10000 \text{ шт.} \times 0,4 \text{ кг} = 4,0$  тонны, при планируемой закупочной цене товарной пеляди 700 тенге/кг выручка от реализации должна составить  $4,0 \text{ т} \times 700 \text{ тенге/кг} = 2800$  тыс. тенге. Затраты рыбопосадочного материала (личинок) составят –  $1,0 \text{ млн. шт.} \times 0,68 \text{ тенге/шт.} = 680$  тыс. тенге, или  $680\,000 \text{ тенге}/4000 \text{ кг товарной продукции} = 170$  тенге/кг.

Общие затраты на производство 1 кг товарной продукции пеляди в естественных водоемах в этом случае должны составить

$170 + 9\,383,93/30 = 482,80$  тенге/кг, рентабельность производства товарной продукции пеляди от зарыбления личинками –  $(700 - 482,80)/482,80 = 44,99\%$ .

Для производства 2500 кг товарной продукции (вылове 6 250 шт.) пеляди необходимо зарыбление  $6250/0,20 = 31\,250$  шт. сеголетков. При фабрично-заводской себестоимости сеголетков 29,83 тенге/шт. (как наиболее вероятный вариант) стоимость рыбопосадочного материала составит  $31250 \times 29,83 = 932\,187,50$  тенге, что в пересчете на конечную продукцию будет равно  $932\,187,50/2500 = 372,88$  тенге/кг. В этом случае общие затраты на производство 1 кг товарной продукции рипуса в естественных водоемах должны составить  $372,88 + 9\,383,93/30 = 685,68$  тенге/кг, рентабельность производства товарной продукции пеляди от зарыбления сеголетками –  $(700 - 685,68)/685,68 = 2,09\%$ . Располагая полученными данными, рассчитаем стоимость сеголетков сига, рентабельность их производства для нужд рыбоводства в естественных водоемах (табл. 3).

**Т а б л и ц а 3. Расчет стоимости сеголетков сига для нужд рыбоводства в естественных водоемах**

Наименование	Технологические карты для прудовых хозяйств	
Исходная продукция (сырье) для выращивания сеголетков	личинки, полученные в инкубационном цехе рыбопитомника	
Используемая категория прудов	выростные для сиговых	
Посадка личинок, шт./га:	60000	60000
Необходимые мероприятия	мониторинг гидрохимических и гидробиологических параметров водной среды, обеспечение водоснабжения и герметичности донных водоспусков прудов. Обеспечение необходимых значений содержания растворенного в воде кислорода.	
Площадь выростных прудов, обслуживаемая 1 рабочим, га	50	50
Затраты:		
удельные производственные затраты, тенге/га	433 913,00	266 750,00
стоимость личинок, тенге/га	$60\,000 \times 1,30 = 78\,000,00$	$60\,000 \times 1,30 = 78\,000,00$

Наименование	Технологические карты для прудовых хозяйств	
фонд оплаты труда с отчислениями на социальное страхование, тенге/га	$50127 \times 6 \times 1,16 \times 1,66/50 = 11\,583,00$	$50127 \times 6 \times 1,16 \times 1,66/50 = 11\,583,00$
Итого затрат, тенге/га	523 496,00	356 333,00
Штучный выход сеголетков с единицы площади выростных прудов, шт./га:	13500	13500
Средняя навеска сеголетков, г:	15	15
Фабрично-заводская себестоимость сеголетков, тенге/шт.	38,78	26,40
	среднее значение – 32,59	
Продолжительность выращивания, мес.	6	6

При зарыблении в естественный водоем 1,0 млн. шт. личинок сига, планируемом вылове рыбы  $10000 \text{ шт.} \times 0,5 \text{ кг} = 5,0$  тонн, планируемой закупочной цене товарной продукции сига 700 тенге/кг выручка от реализации должна составить  $5,0 \text{ т} \times 700 \text{ тенге/кг} = 3500$  тыс. тенге. Затраты рыбопосадочного материала (личинок) составят –  $1,0 \text{ млн. шт.} \times 1,30 \text{ тенге/шт.} = 1\,300$  тыс. тенге, или  $1\,300\,000 \text{ тенге}/5000 \text{ кг товарной продукции} = 260 \text{ тенге/кг}$ .

Расходы на вылов товарной продукции сига в естественных водоемах аналогичны таковым по товарной продукции рипуса или пеляди и составляют  $9383,93/30 = 312,80$  тенге/кг. Тогда общие затраты на производство 1 кг товарной продукции сига в естественных водоемах должны составить  $260 + 312,80 = 572,80$  тенге/кг, рентабельность производства товарной продукции сига от зарыбления личинками –  $(700 - 572,80)/572,80 = 22,21\%$ .

Для производства 5000 кг товарной продукции сига необходимо зарыбление  $10000/0,2 = 50000$  шт. сеголетков. При фабрично-заводской себестоимости сеголетков 32,59 тенге/шт. (как наиболее вероятный вариант) стоимость рыбопосадочного материала составит  $50000 \times 32,59 = 1\,629\,500$  тенге, что в пересчете на конечную продукцию будет равно  $1629500/5000 = 325,90$  тенге/кг. В этом случае общие затраты на производство 1 кг товарной продукции сига в естественных водоемах долж-

ны составить  $325,90 + 312,80 = 638,70$  тенге/кг, рентабельность производства товарной продукции от зарыбления сеголетками –  $(700 - 638,70)/638,70 = 9,59\%$ .

Так как работы по освоению биотехнических приемов подращивания молоди и выращивания сеголетков сиговых рыб в садках и бассейнах в широких масштабах не проводились, делать расчеты экономической эффективности индустриальной технологии выращивания рыбопосадочного материала сиговых преждевременно.

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать, что наиболее экономически выгодным является зарыбление естественных водоемов не сеголетками, а личинками сиговых рыб, перешедшими на смешанное питание. Это подтверждается и практикой выращивания сиговых рыб в Казахстане.

Используя полученные значения, можно сделать предварительное заключение о том, что искусственное воспроизводство запасов сиговых в крупных водоемах является рентабельным.

Из сиговых видов рыб (объектов рыбоводства Казахстана) наибольшую рентабельность имеют выращивание пеляди и сига.

Однако выращивание рипуса в крупных водоемах Казахстана является также обоснованным ввиду его более раннего полового созревания и возможности формирования самовоспроизводящихся популяций в некоторых водоемах страны, в частности, Бухтарминском и Шульбинском водохранилищах Восточно-Казахстанской области. Немаловажным аргументом является также более широкий спектр питания рипуса по сравнению с пелядью и сигом [8].

**Заключение.** Согласно результатам проведенных исследований, выращивание товарной продукции сиговых в крупных рыбохозяйственных водоемах Казахстана с применением методов пастбищной аквакультуры является рентабельным. Наиболее экономически эффективным является зарыбление крупных рыбохозяйственных водоемов нашей страны личинками сиговых.

Из сиговых видов рыб (объектов рыбоводства Казахстана) наибольшую рентабельность имеют выращивание пеляди и сига. Однако выращивание рипуса в крупных водоемах Казахстана

является также обоснованным ввиду его более раннего полового созревания и возможности формирования самовоспроизводящихся популяций в некоторых водоемах страны, в частности, Бухтарминском и Шульбинском водохранилищах Восточно-Казахстанской области. Немаловажным аргументом является также более широкий спектр питания рипуса по сравнению с пелядью и сигом.

### Список использованных источников

1. Федоров, Е. В. Характеристика производственных затрат прудовых хозяйств с механическим водоснабжением для расчета эффективности их работы / Е. В. Федоров, Н. С. Бадрызлова, Т. А. Диденко // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 2013. – № 3. – С. 74–79.
2. Оценка экономической и социальной эффективности технологий выращивания ценных видов рыб : отчет о НИР (промежут.). – Алматы, 2016. – 241 с.
3. Характеристика прямых производственных затрат полносистемных прудовых рыбоводных хозяйств для оценки экономической эффективности их работы / Е. В. Федоров [и др.] // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 2015. – № 1. – С. 56–65.
4. Федоров, Е. В. Структурные составляющие цены бизнеса при выращивании карпа и растительноядных рыб в прудовых хозяйствах юга Казахстана / Е. В. Федоров, С. Ж. Асылбекова, Т. А. Диденко // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 2016. – № 9–10. – С. 61–71.
5. Мухачев, И. С. Озерное рыбоводство / И. С. Мухачев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 161 с.
6. Справочник по озерному и садковому рыбоводству / под ред. Г. П. Руденко. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 312 с.
7. Федоров, Е. В. Экономическая эффективность формирования и эксплуатации маточных стад сиговых рыб – планктофагов в озерах Северного Казахстана / Е. В. Федоров, Д. К. Жаркенов // Новости науки Казахстана. – 2017. – № 2. – С. 160–174.
8. Биологическое обоснование. Оценка состояния рыбных ресурсов и других водных животных на резервном фонде рыбохозяйственных водоемов международного, республиканского и местного значения Зайсан-Иртышского бассейна. – Усть-Каменогорск, 2011. – Ч. 1. – 160 с.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТРЕХЛЕТКОВ СУДАКА  
В ПРУДАХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ  
АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Г. М. АБЛАЙСАНОВА<sup>1</sup>, А. А. САМБЕТБАЕВ<sup>1</sup>,  
Д. К. ЖАРКЕНОВ<sup>2</sup>, С. Ж. АСЫЛБЕКОВА<sup>2</sup>,  
С. К. КОЙШЫБАЕВА<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный университет,  
пр. Абая, 8, 050010, г. Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: ablai\_gulmira@mail.ru*

*<sup>2</sup>ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства»,  
пр. Суюнбая, 89А, 050016, г. Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: zharkenov80@mail.ru*

**RESULTS OF CULTIVATION OF THREE-YEAR-OLDS  
OF THE PIKE PERCH IN PONDS OF FISH-BREEDING FARMS  
IN ALMATY REGION**

G. M. ABLAISANOVA<sup>1</sup>, A. A. SAMBETBAEV<sup>1</sup>, D. K. ZHARKENOV<sup>2</sup>,  
S. ZH. ASSYLBEKOVA<sup>2</sup>, S. K. KOISHYBAYEVA<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Kazakh National Agrarian University,  
8 Abai avenue, 050010, Almaty, Republic of Kazakhstan  
e-mail: ablai\_gulmira@mail.ru*

*<sup>2</sup>“Kazakh Scientific and Research Institute of Fishery”, LLP,  
89A Suyunbay avenue, 050016, Almaty, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: zharkenov80@mail.ru*

**Аннотация.** В статье приводятся данные по технологии выращивания трехлетков судака в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами в прудах рыбоводных хозяйств Алматинской области. Представлена реальная возможность выращивания качественной товарной продукции судака в условиях рыбоводных хозяйств юга Казахстана. Полученные результаты могут быть применены в рыбоводных хозяйствах Казахстана для выращивания товарной продукции судака.

**Ключевые слова:** аквакультура, поликультура, пруд, технология, рыбоводно-биологические показатели рыб, судак, товарная продукция

**Abstract.** In the article, data is provided through the technologies, such as a cultivation of three-year-old pike perches in polyculture with a carp and the herbivorous in ponds of fish-breeding farms in the territory of Almaty region. There has been presented the real possibility of qualitative products' cultivation in the condition of fish-breeding farms in South Kazakhstan region. The received results can be applied in fish-breeding farms of Kazakhstan for the cultivation of a pike perch products.

**Keyword:** aquaculture, polyculture, pond, technology, fish-breeding and biological indicators of fishes, pike perch, products

**Введение.** Одним из путей решения проблемы снабжения населения полноценными продуктами питания, богатыми белками, является продукция рыбного хозяйства, в частности, развитие товарного рыбоводства. Казахстан обладает большим количеством разнообразных экологически чистых водоемов, в которых можно производить экологически чистую рыбную продукцию. Необходимо отметить, что в Республике Казахстан экспорт рыбной продукции среди сельскохозяйственных культур занимает третье место после экспорта зерновых культур.

Однако объемы вылова рыбы в водоемах рыбохозяйственного значения имеют свои пределы, ограниченные естественной рыбопродуктивностью водоемов и способностью промысловых видов рыб к воспроизводству. Эти пределы в настоящее время достигнуты, увеличение промысловой нагрузки и других антропогенных факторов на водоемы не приводит к увеличению объемов добываемых рыбных ресурсов. Единственным решением в данном случае является развитие товарного рыбоводства [1].

Одним из факторов обеспечения качества производимой рыбной продукции является применение экологически чистых технологий, что нашло отражение в Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». В государственной программе развития АПК Республики Казахстан на период до 2021 года указано на необходимость качественного и количественного увеличения продукции аквакультуры. Потенциал развития товарного рыбоводства к 2021 г. оценивается на уровне 5000 тонн товарной рыбы, предусмотрено увеличение производства товарной продукции за счет развития озерно-товарного,

прудового, садкового и бассейнового рыбоводства, выращивания рыбы в рыбоводных модулях с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). Для реализации указанных задач необходимо ускоренно развивать все направления товарного рыбоводства – озерно-товарное, прудовое, промышленное – путем внедрения эффективных научно обоснованных технологий [2, 3].

В этой связи разработка и внедрение технологически и экономически эффективных технологических приемов производства товарной продукции рыб (в т. ч. судака) позволит также обеспечить рентабельность товарного рыбоводства в регионах Казахстана.

**Материалы и методы.** Научно-экспериментальные работы проводились в производственных прудах ТОО «Рыболовная база «Чиликский карп» площадью 1 га. Зарыбление было произведено двухгодовиками судака средней массой 200 г с плотностью посадки 75 шт./га. Выращивание судака производилось в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами: карп средней массой 50 г и плотностью посадки 1000 шт./га, белого амура средней массой 200 г и плотностью посадки 100 шт./га и белого толстолобика средней массой 30 г и плотностью посадки 400 шт./га.

**Результаты исследования и обсуждения.** Судак в поликультуре используется в качестве добавочной рыбы. Для беспрепятственного попадания сорной (кормовой для судака) рыбы в пруды на водоподаче сороуловители не были установлены.

В период выращивания на основании контрольных обловов проводили наблюдения за динамикой темпа роста и рыбоводно-биологических показателей судака и других объектов поликультуры (карпа и белого амура), визуально определяли текущее состояние выращиваемых рыб. Суточный рацион кормления карпа рассчитывали по результатам контрольных обловов с использованием метода табличного нормирования по разработанным нормативам [4]. Кормление карпа проводилось 2 раза в день ежедневно искусственным продукционным кормом. Данные рыбоводно-биологических показателей трехлетков судака, выращенных в прудах ТОО «Рыболовная база «Чиликский карп» в 2017 г. представлены в табл. 1.



**Т а б л и ц а 1. Рыбоводно-биологические показатели трехлетков судака, выращенных в прудах**

Показатели	Ед. изм	Значения
Период выращивания	сутки	130
Плотность посадки	шт./га	75
Начальная масса	г	200±16,4
Конечная масса	г	750±49,8
Выживаемость	шт./га	74
	%	98,2
Абсолютный прирост	г	550
Среднесуточный прирост	г	4,2
Рыбопродуктивность	кг/га	40,7

Как видно из данных таблицы, была получена высокая выживаемость трехлетков судака, превышающая нормативную на 18,2 %. Двухлетки судака хорошо набирали массу и достигли нормативных навесок, в конце эксперимента конечная масса трехлетков судака составила в среднем 750 г (рис. 1). По результатам показатели трехлетков судака имели оптимальные значения конечной массы, среднесуточного прироста и рыбопродуктивности.

В результате можно сделать вывод, что трехлетки судака в предложенных условиях показали высокие рыбоводно-биологические показатели. Данные рыбоводно-биологических показателей карпа, белого амура, белого толстолобика, выращенных в поликультуре с судаком представлены в табл. 2.



Рис. 1. Трехлетки судака, выращенные в условиях пруда в Алматинской области

Т а б л и ц а 2. Рыбоводно-биологические показатели рыб в поликультуре

Показатели	Ед. изм.	Значения		
		Карп	Белый амур	Белый толстолобик
Вид рыб		Карп	Белый амур	Белый толстолобик
Период выращивания	сутки	130	130	130
Плотность посадки	шт./га	1000	100	400
Начальная масса	г	50±	200±	30±
Конечная масса	г	630±34,7	890±51,6	770±46,9
Выживаемость	шт./га	981	96	382
	%	98,1	96,4	95,7
Абсолютный прирост	г	580	690	740
Среднесуточный прирост	г	4,4	5,3	5,6
Рыбопродуктивность	кг/га	568,9	66,2	282,7
Рыбопродуктивность по двухлеткам	кг/га	917,9		
Рыбопродуктивность по судаку*	кг/га	40,7		
Рыбопродуктивность по пруду	кг/га	1105,7		

\* П р и м е ч а н и е: рыбопродуктивность по судаку см. в табл. 1.

Как видно из табл. 2, нагрузка на пруд объектов поликультуры, состоящей из двухлетков карпа и растительноядных рыб, не снижает рыбоводно-биологических показателей трехлетков судака.

В прудах были созданы удовлетворительные условия для выращивания судака и рыб в поликультуре. Это подтверждается показателем высокой выживаемости объектов поликультуры – карпа, белого амура и белого толстолобика, которая превышала у карпа на 13,1 %, у белого амура на 11,4 % и у белого толстолобика на 10,7 %. За сезон двухлетки карпа, белого амура и белого толстолобика набрали массу, которая превышала нормативную у карпа на 130 г, у белого амура на 90 г.

**Заключение.** В результате выращивания была получена рыбопродуктивность по судаку в прудах, которая соответствует данным литературных источников [5]. Рыбы, входящие в состав поликультуры (карп и белый амур) в период рыбоводного сезона достигли товарной массы.

Результаты проведенных исследований в ТОО «Рыболовная база «Чиликский карп» свидетельствуют, что созданные усло-

вия жизнеобеспечения были оптимальными, на что указывают полученные высокие рыбоводно-биологические показатели. Показана реальная возможность выращивания качественной товарной продукции судака в условиях рыбоводных хозяйств юга Казахстана. За счет использования поликультуры карпа и растительноядных рыб возможно получение в прудах дополнительной рыбопродуктивности до 917,9 кг/га. В Казахстане товарное выращивание судака пока не практикуется, но проведенные исследования демонстрируют определенный интерес к данной технологии, разработанной для прудовых хозяйств юга Казахстана. Полученные результаты могут быть применены в рыбоводных хозяйствах Казахстана для выращивания товарной продукции судака.

### **Список использованных источников**

1. Исбеков, К. Б. Рыбное хозяйство Казахстана: современное состояние и перспективы развития / К. Б. Исбеков, Ш. А. Альпейсов // «Балық шаруашылықтарының басымдықтары мен даму болашағы»: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2014. – С. 5–7.
2. Разработка биотехнических приемов выращивания новых объектов аквакультуры в условиях рыбоводных хозяйств Казахстана : отчет о НИР/ ТОО «КазНИИРХ». – Алматы, 2014. – 204 с.
3. Выращивание товарного судака в рыбоводных хозяйствах Казахстана : метод. рекомендации / С. Ж. Асылбекова [и др.] – Алматы, 2014. – 22 с.
4. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. – М.: Агрпромиздат, 1986. – Т. 1. – 261 с.
5. Радько, М. М. Биологические основы выращивания судака в условиях прудовых хозяйств Беларуси / М. М. Радько, В. В. Кончиц, О. В. Минаев. – Минск : Ин-т рыб. хоз-ва, 2011. – 168 с.

## ГРАНИЦЫ ВОЗМОЖНОГО РОСТА СИБИРСКОГО ОСЕТРА

С. Б. КУПИНСКИЙ<sup>1</sup>,  
Е. А. МЕЛЬЧЕНКОВ<sup>2</sup>, (Т. Г. ПЕТРОВА)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Астраханский государственный  
технический университет» ((ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»))*

<sup>2</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного  
рыбного хозяйства (ВНИИПРХ)*

## BORDERS OF POSSIBLE GROWTH OF SIBERIAN PURPLE

S. B. KUPINSKY<sup>1</sup>, E. A. MELCHENKOV<sup>2</sup>, (T. G. PETROVA)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Dmitrovsky Fisheries Technological Institute of the Federal State  
Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“Astrakhan State Technical University” ((DRTI FGBOU VO “ASTU”))*  
<sup>2</sup>*All-Russian Scientific Research Institute of Freshwater Fisheries (VNIIPRH)*

**Аннотация.** Рассматриваются возможные параметры стандартной модели массонакопления сибирского осетра, а именно – значение генетического коэффициента и функция продуктивного действия температуры. Обсуждаются расчетные траектории роста сибирского осетра при различных сочетаниях внешних факторов. Особое внимание уделено лимитирующему влиянию температуры и плотности посадки.

**Ключевые слова:** Сибирский осетр, массонакопление, стандартная модель, траектории роста, лимитирующие факторы, температура, плотность посадки

**Abstract.** The possible parameters of the standard mass accumulation model of the Siberian sturgeon are considered, namely, the value of the genetic coefficient and the function of the productive effect of temperature. The calculated growth trajectories of the Siberian sturgeon with different combinations of external factors are discussed. Particular attention is paid to the limiting effect of temperature and density of landing.

**Keywords:** Siberian sturgeon, mass accumulation, standard model, growth trajectories, limiting factors, temperature, planting density

**Введение.** Сибирский осетр (*Acipenser baeri Brandt*) является одним из основных видов осетровых рыб, культивируемых в условиях искусственного содержания (бассейны, садки, УЗВ и т.д.). При этом интерес к его выращиванию продолжает расти. Проектируются и открываются новые предприятия, увеличивается количество дополнительных производственных площадок по его выращиванию. Все это сопровождается расширением спектра условий, в которых осуществляется выращивание сибирского осетра. В этой связи требуется очевидное упорядочивание представлений о ростовых возможностях данного объекта.

Иными словами – общие рассуждения о высокой «потенции роста» в искусственных условиях и весьма различающийся опыт практического выращивания сибирского осетра следует перевести в область количественной стандартизации. При этом главным элементом этой стандартизации должно стать указание диапазона реально возможных скоростей массонакопления данного вида, вплоть до максимально возможных видовых характеристик, а также указание степени лимитирующего влияния на предельно возможную скорость массонакопления внешних факторов, в первую очередь температуры. В настоящей работе представлен спектр наблюдаемых на практике значений скорости массонакопления сибирского осетра, дан сравнительный анализ расчетных траекторий его роста на различных уровнях этого спектра, проведен анализ возможного влияния на рост осетра температуры и плотности посадки.

**Материалы и методы.** В качестве фактического материала использовались данные производственного выращивания сибирского осетра на Конаковском рыбоводном заводе промышленного осетроводства. Данные получены на рыбах первых трех лет выращивания в период с 1988 по 1993 г. и представлены Т. Г. Петровой. Общее количество элементарных измерений роста осетра – 519. Каждое из них включает среднюю массу группы рыб на начальном и конечном этапе выращивания (в граммах), а также время выращивания рыбы (в сутках) Для каждого из этих элементарных измерений в рамках стандартной модели массона-

копления (Резников и др., 1978) по формуле 1 рассчитывалось значение общего продукционного коэффициента скорости массонакопления –  $K_m$ :

$$K_m = (M_k^{0,333} - M_o^{0,333}) \times 3 / t, \quad (1)$$

где  $M_k$  и  $M_o$  – масса конечная и начальная (г),  $t$  – время выращивания (сутки).

Полученные значения анализировались на предмет степени их надежности по совокупности дополнительной производственной информации.

При расчете возможных траекторий роста, т. е. последовательности значений массы тела, полученной при пошаговом расчете конечной массы по заранее заданной динамике скорости массонакопления от известной (или ранее полученной) начальной массы и длительности отрезков выращивания, использовался видоизмененный вариант формулы 1 (формула 2).

$$M_k = (M_o^{0,333} + K_m \times t / 3)^3 \quad (2)$$

Количественная характеристика зависимости скорости массонакопления сибирского осетра от температуры предложена на основе экспертной оценки совокупности опубликованной в литературе информации, данных практического выращивания, а также общих теоретических представлений о связи предельной скорости массонакопления с необходимой для этого температурой (Купинский, Баранов, 1988).

**Результаты исследований и обсуждения.** В природных условиях темп роста сибирского осетра трудно назвать высоким. Так, например, в реке Лене он обычно достигает размеров 4,4 кг в возрасте 20 лет (Соколов и др., 1986) и даже меньше – 3,7 кг в возрасте 28 лет (Пирожников, 1955); в реке Алдан – 5,92 кг в возрасте 20 лет (Соколов и др., 1986), в Обской губе – 12,5 кг в возрасте 22+ (Дрягин, 1949), в реке Енисей – от 5 до 16 кг в возрасте 25+ и 9–33 кг в возрасте более 40 лет (Дрягин, 1949; Подлесный, 1958), в реке Колыма – 2,28 кг в возрасте 25 лет и 9 кг в возрасте 46 лет, в озере Байкал – 2,2 кг в возрасте 11 лет, 13 кг в возрасте

22 года и 60 кг в возрасте 44 года (Егоров А. Г. по Дрягину, 1949). Из приводимых в литературе данных наибольшие размеры в относительно раннем возрасте отмечаются в реке Иртыш – 7,1 кг в возрасте 11+ и 25,8 кг в возрасте 26+ (Башмакова Л. Я, по Дрягину, 1949).

Среднегодовое значение  $K_m$  (обозначаемое в данном случае как  $UK_m$ ) для разных популяций сибирского осетра колеблется в достаточно широком диапазоне. В Обь-Иртышском бассейне: в Нарынской Оби  $UK_m = 0,00124$ , в Иртыше  $UK_m = 0,00566$ , в Обской губе  $UK_m = 0,00691$ ; в реке Енисей  $UK_m$  колеблется от 0,00387 до 0,00639, в реке Лена – от 0,00356 до 0,00511, в озере Байкал находятся на уровне – 0,00668–0,00670, в реке Алдан – 0,00601, в реке Колыма – 0,00316 (Дрягин, 1949; Пирожников, 1955; Подлесный, 1958; Соколов и др., 1986). Средневзвешенная величина  $UK_m$  для всех популяций – 0,00503.

В условиях искусственного выращивания сибирский осетр растет значительно быстрее. Размеры аналогичные природным, а часто значительно больше, чем природные, удается получать в значительно более раннем возрасте. Так, например, в условиях Конаковского РЗ масса ленского осетра в возрасте 4+, 5+ и 9+ достигала 3,8–4,1 кг, 5,5 кг и 10,5 кг соответственно (Петрова, Козовкова, Смольянов, 1990). Еще большие значения массы для ленского осетра в довольно «юном» возрасте указываются в литературе по японским данным – 4,45 кг в возрасте 2 года (Выращивание..., 1968) и 7–16 кг в возрасте 5+ (Бердичевский, Малютин, Соколов, 1976). По «документально подтвержденной личной информации куратора Аквариума Эношима» (Гербильский, 1970), сеголетки ленского осетра, доставленные в Йокогаму в октябре 1964 г., за один год выросли с 9 г до 2095 г. Общий продукционный коэффициент скорости массонакопления ( $K_m$ ), рассчитываемый по формуле 1, для данных значений составляет  $K_m = 0,088$ .

Все вышеуказанные значения массы тела сибирского осетра как в естественных водоемах, так при искусственном выращивании далеки от указываемых в литературе максимальных видовых размеров – 100 кг для популяции озера Байкал и 200 кг

в некоторых других частях ареала (Анисимова, Лавровский, 1983). В каком возрасте могут быть достигнуты подобные значения массы – не указывается, однако сам факт наличия подобных сведений имеет серьезные последствия. Дело в том, что в сочетании с естественным желанием рыбовода быстрее получить результат, а также в связи с очень высоким уровнем дифференциации одновозрастных осетров по массе (Бердичевский, Малютин, Соколов, 1968), в ряде случаев имеют место иллюзии относительно еще не раскрытых «потенциальных свойств» данного объекта в области роста (массонакопления).

В этой связи полезным является знакомство с реально наблюдаемыми в производственных условиях скоростями массонакопления ( $K_m$ ) сибирского осетра. На Конаковском заводе промышленного осетроводства они изменяются от небольших отрицательных значений  $K_m$  ( $-0,015$ ) до значений  $K_m$  в пределах от  $0,276$  до  $0,279$  (рис. 1).

На рис. 1 представлено распределение значений  $K_m$  по уровням наблюдаемой скорости массонакопления. Из рисунка вид-

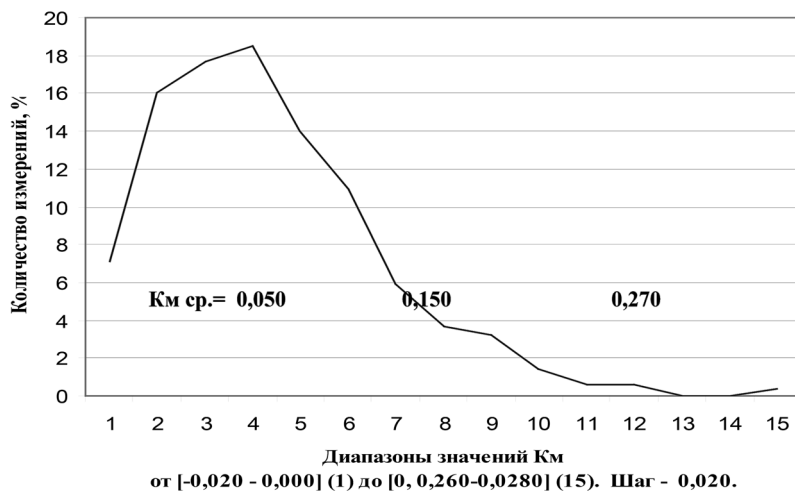


Рис. 1. Распределение значений скорости массонакопления ( $K_m$ ) сибирского осетра при его выращивании на КЗРП в 1988–1993 гг.



но, что скорость массонакопления сибирского осетра в условиях теплых вод и постоянного поиска оптимального сочетания иных факторов (плотность посадки, режим кормления и т.д.) в ряде случаев достигает очень высоких величин, но очевидно не является бесконечной. Отчетливо видно постоянно и закономерно уменьшающееся количество все более высоких значений  $K_m$ . Одно из них характеризует предельно возможную видовую скорость массонакопления сибирского осетра и в рамках стандартной модели может получить статус генетического коэффициента, т. е. ориентировочного значения предельной скорости массонакопления для данного вида.

В условиях Конаковского завода сибирский осетр чаще всего демонстрирует скорость массонакопления в диапазоне  $K_m$  от 0,040 до 0,060 (среднее значение  $K_m = 0,056$ ). Оно на порядок выше тех, что сибирский осетр различных популяций демонстрирует на уровне среднегодовых значений  $K_m$  ( $UK_m = 0,00503$ ). Сколь серьезно это различие показывает расчет возраста рыбы, при котором она может достичь своих видовых пределов массы – 100 и 200 кг/шт. Для  $UK_m = 0,00503$  это 74 и 94 года соответственно, для  $K_m = 0,056$  – 6,7 и 8,5 лет соответственно.

Попытаемся разобраться, насколько реально достижение этих (а возможно и более высоких) показателей роста сибирского осетра и какие трудности могут встретиться на этом пути.

При выращивании рыб, в том числе осетровых, решаются две взаимосвязанные задачи. Первая касается определения необходимого для решения производственных задач и, одновременно, реально возможного значения скорости массонакопления рыб, включая четкие указания на перечень требуемых для ее обеспечения условий, а также создание этих условий. Относится эта задача к научно-информационному обеспечению технологического процесса. Вторая задача связана с поддержанием заданной скорости массонакопления на тот или иной период выращивания и в большей степени связана с организационными усилиями персонала по реализации принятой программы действий.

Для решения первой задачи важно определение границы диапазона реально возможных скоростей массонакопления сибир-

ского осетра, в первую очередь – предельно возможной скорости, т. е. генетического коэффициента ( $K_g$ ) и функции продуктивного действия температуры (ФПДт).

Максимальные значения  $K_m$ , зафиксированные в условиях КЗРП, а именно  $K_m = 0,276$  и  $K_m = 0,279$ , вряд ли могут претендовать на статус такой естественной константы. Оба получены в 1988 г. на двухлетках на отрезке времени 18 суток в рамках одного контрольного облова. В обоих случаях по данным предшествующих измерений фиксировалось заметное снижение массы тела рыб в смежных по времени выборках.

Это означает, что в обоих случаях с высокой степенью вероятности имела место погрешность, связанная с неточностью выборки, и данные значения должны быть отброшены.

Оставшиеся в анализируемом массиве данных максимальные значения  $K_m$  сибирского осетра находятся в диапазоне от 0,210 до 0,220. Число таких значений чрезвычайно мало (3 из 519, т. е. 0,6 %) и потому опираться на них, особенно при установлении видовой константы скорости массонакопления ( $K_g$ ), опасно. Более надежными для практического использования являются предельные значения  $K_m$ , получаемые с опорой на статистические оценки средних величин и отклонений от них. Так были получены два значения  $K_m$ , близкие к 0,150 и к 0,190.

В одном случае – это среднее значение  $K_m$  плюс две «сигмы» (подобный подход использовался при предварительном установлении практически используемых значений продукционно-технологических констант для целого ряда культивируемых видов рыб), в другом – среднее значение  $K_m$  плюс три «сигмы» (приемлемо для научных оценок). Если второе значение принять за предварительное значение  $K_g$  сибирского осетра ( $K_g = 0,190$ ), тогда, согласно (Купинский, Баранов, 1988), оптимальной температурой для его роста является температура 26 °С. Последнее означает, что сибирский осетр, несмотря на свое название и ареал, во многих случаях совпадающий с наиболее суровыми по климату регионами Российской Федерации, относится к числу достаточно теплолюбивых видов рыб. Именно это позволяет ему по терминологии А. Ф. Карпевич (1998) раскрывать свой «потен-

циал» роста в условиях, отличающихся от естественных. Обычным температурным диапазоном, в рамках которого с ним работают при выращивании, является диапазон в пределах от 13 до 26 °С.

Если принять, что оптимальной для максимального роста сибирского осетра является постоянная температура порядка 26 °С, а «нулевой» рост привязан к температурам 4 °С и 33 °С, тогда функция продуктивного действия (ФПД) температуры для данного вида по экспертным оценкам может выглядеть так, как это представлено в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Экспертные значения ФПД температуры для сибирского осетра**

Температура, °С	Температурный коэффициент, Кг	Температура, °С	Температурный коэффициент, Кг
4	0,00	20	0,60
6	0,05	22	0,75
8	0,10	24	0,90
10	0,15	26	1,00
12	0,21	28	0,90
14	0,30	30	0,60
16	0,39	32	0,20
18	0,49	33	0,00

Для количественной оценки работоспособности тех или иных параметров Кг и ФПДт сибирского осетра были проведены расчеты траекторий возможного роста его массы на протяжении первых трех лет жизни. В табл. 2 представлены результаты этих расчетов для различных значений Км. В качестве исходного постулата принимали возможность сохранения на весь период выращивания стабильных экологических условий и рост рыбы на исходно заданном (неизменном) уровне.

Расчеты показали, что в конце первого года выращивания при средних значениях скорости массонакопления ( $K_m = 0,056$ ) сибирский осетр от начальной массы в 1 г мог бы вырасти до навески в 477 г, на второй год – от 477 г до 3,12 кг, на третий – от 3,12 кг до 9,86 кг. Это заметно лучше, чем фактический рост

Т а б л и ц а 2. Динамика расчетной массы (г) сибирского оостра при различных значениях скорости массообразования от начальной массы 1 г (шаг отрезка – 30 дней)

Число дней от начала роста	Км = 0,056 (ср.)	Км = 0,100	Км = 0,150	Кг = 0,190 (max)	Число дней от начала роста	Км = 0,056 (ср.)	Км = 0,100	Км = 0,150	Кг = 0,190 (max)
0	1	1	1	<b>1</b>	390	568	2744	8615	<b>16975</b>
30	3,8	8	15,6	<b>24,3</b>	420	691	3375	10648	<b>21025</b>
60	9,5	27	64	<b>111</b>	450	831	4096	12978	<b>25672</b>
90	19	64	166	<b>301</b>	480	988	4913	15625	<b>30959</b>
120	34	125	343	<b>636</b>	510	1164	5832	18610	<b>36926</b>
150	55	216	614	<b>1158</b>	540	1360	6859	21952	<b>43614</b>
180	83	343	1000	<b>1906</b>	570	1577	8000	25672	<b>51065</b>
210	119	512	1521	<b>2924</b>	600	1816	9261	29791	<b>59319</b>
240	165	729	2197	<b>4252</b>	630	2078	10648	34328	<b>68418</b>
270	220	1000	3049	<b>5930</b>	660	2363	12167	39304	<b>78403</b>
300	287	1331	4096	<b>8000</b>	690	2674	13824	44739	<b>89315</b>
330	367	1728	5359	<b>10503</b>	720	3011	15625	50653	<b>101195</b>
360	460	2197	6859	<b>13481</b>	730	3120	16258	52734	<b>105377</b>
365	477				1095	9855			

осетра на Конаковском заводе. По рабочим материалам Петровой Т. Г в конце первого года выращивания размеры годовиков с учетом разного времени получения отдельных партий достигали величин от 26 до 315 г, в конце второго года – от 506 до 1206 г, в конце третьего – от 1304 до 2089 г.

При этом видно, что в первый год выращивания фактическая (максимальная) и расчетная конечные массы еще сопоставимы и разница составляет «всего лишь» 51 % в пользу расчетного роста. В дальнейшем разница стремительно возрастает. К концу второго года она достигает 159 %, к концу третьего – уже 369 % в пользу расчетного роста. Налицо кумулятивный эффект, когда эпизодическое, связанное с самыми разными причинами, ослабление усилий по обеспечению роста рыбы приводит с течением времени ко все возрастающему отставанию фактических значений массы тела осетра от возможной расчетной.

В условиях Конаковского завода к числу таких лимитирующих рост рыбы факторов можно отнести эпизодическое снижение температуры, неточное определение потребности рыб в кормах, опаздывание с уменьшением плотности посадки, стрессовые ситуации, связанные с рассадкой рыб, профилактическими обработками и другими операциями.

Что касается траекторий роста осетра на более высоких уровнях  $K_m$  (0,100; 0,150; 0,190), то они по итоговым результатам выглядят почти фантастически (16,3 кг; 52,7 кг и 105,4 кг). Однако при этом не следует забывать, что поддержание стабильной скорости роста на все более высоком уровне требует более значительных усилий, часто превышающих уровень достигаемых результатов (закон «убывающего плодородия»). Эпизодически такие условия создать можно и тогда рыба на коротком отрезке времени демонстрирует казалось бы «невозможное». Пример – расчетный рост осетра, представленный в табл. 2 для  $K_m = 0,190$  в диапазоне от 120 до 150 дней. Значения массы для этих условий выделены курсивом, и они очень близки к тем, которые были зафиксированы на практике для гибридных форм осетровых рыб, а именно – при индустриальном выращивании гибрида стерляди и белуги. В этих условиях было отмечено увеличение за один

месяц реальной массы рыб с 510 до 940 г (Матишов и др., 2008). Известны и другие примеры неожиданно высокого темпа весового роста осетровых рыб.

Тот факт, что подобные примеры встречаются весьма редко, говорит лишь о том, что обеспечение столь высокого уровня Км наталкивается на большие трудности и многочисленные лимитирующие факторы, в совокупности снижающие темп роста рыбы до вполне обычного уровня.

О степени уменьшения возможной массы рыбы на различных этапах ее выращивания в зависимости только от одного из многих лимитирующих факторов можно судить по расчетам возможных траекторий роста осетра на примере лимитирующего действия температуры (табл. 3).

Расчеты показывают, что при снижении уровня температуры от оптимальной на 10 градусов потенциальная конечная масса в конце второго года выращивания уменьшается на порядок (со 105 кг до 10,5 кг), а при снижении температуры до уровня 11–12 °С – на два порядка (до 930 г/шт).

При этом в некоторых вариантах расчетов, например, при 16–17 °С ( $K_m = 0,086$ ) рост сибирского осетра в первый год жизни, с учетом различия в начальной массе рыбы, очень близок к тому, что было отмечено для него в условиях японских аквариумов (Гербильский, 1970).

Если на тормозящий эффект «не оптимальных» температур наложить воздействие недостаточной кормовой обеспеченности, тогда реально возможный рост сибирского осетра снизится еще больше. Расчеты показывают, что при кормовой обеспеченности на уровне 50 % расчетные значения массы осетра в возрасте двух лет снижаются еще в 6–7 раз против условий 100 % кормовой обеспеченности. Это, в частности, означает, что при температурном фоне в 11–12 °С расчетная масса снизится с 930 до 155 г/шт, при 16–17 °С – с 10541 до 1500 г/шт. В этой связи интересными представляются данные различных авторов о росте молоди сибирского осетра в различных естественных водоемах (Гершанович, Пегасов, Шатуновский, 1987). Согласно этим данным, сибирский осетр в возрасте двух лет достигает размеров:

**Таблица 3. Расчетные траектории роста сибирского осетра (г) при различных температурах и идеальности других факторов внешней среды**

Число дней от начала роста	Температурные режимы				Число дней от начала роста	Температурные режимы			
	11-12 °С К <sub>М</sub> = 0,036	16-17 °С К <sub>М</sub> = 0,086	20-21 °С К <sub>М</sub> = 0,124	26 °С К <sub>М</sub> = 0,190		11-12 °С К <sub>М</sub> = 0,036	16-17 °С К <sub>М</sub> = 0,086	20-21 °С К <sub>М</sub> = 0,124	26 °С К <sub>М</sub> = 0,190
0	1	1	1	1	390	183	1807	5018	<b>16975</b>
30	2,5	6,4	11,2	<b>24,3</b>	420	220	2217	6189	<b>21025</b>
60	5	20	42	<b>111</b>	450	262	2685	7530	<b>25672</b>
90	9	46	105	<b>301</b>	480	309	3216	9051	<b>30959</b>
120	15	88	212	<b>636</b>	510	361	3811	10765	<b>36926</b>
150	22	149	373	<b>1158</b>	540	419	4476	12682	<b>43614</b>
180	32	234	601	<b>1906</b>	570	482	5214	14814	<b>51065</b>
210	44	346	907	<b>2924</b>	600	551	6029	17174	<b>59319</b>
240	58	489	1302	<b>4252</b>	630	627	6924	19771	<b>68418</b>
270	80	668	1798	<b>5930</b>	660	708	7904	22617	<b>78403</b>
300	97	885	2406	<b>8000</b>	690	799	8973	25725	<b>89315</b>
330	127	1144	3138	<b>10503</b>	720	896	10134	29104	<b>101195</b>
360	151	1451	4005	<b>13481</b>	730	930	10541	30294	<b>105377</b>
365	156	1506	4163	<b>14027</b>	1095	2827	33980	98996	348170

70 г – в реке Лена, 98–235 г – в различных участках Оби, 100–203 г в Иртыше, 229 г в озере Байкал, 1200 г – в Финском заливе Балтийского моря. Эти реальные значения массы тела весьма близки к соответствующим расчетным. Косвенным образом это может свидетельствовать, во-первых, о работоспособности стандартной модели роста сибирского осетра и предложенных значений  $K_g = 0,190$  и ФПДт и, во-вторых, об общем невысоком уровне кормовой обеспеченности сибирского осетра в водоемах обитания.

Кроме температуры и уровня кормовой обеспеченности на реальный рост сибирского осетра сильнейшее влияние оказывает плотность посадки. Сибирский осетр по морфологии и характеру питания – типичная донная рыба, требующая определенного пространства. Особенно в период питания. Величина этого пространства тесно связана с длиной рыбы и в первом приближении может быть определена как квадрат этой длины.

В случае нехватки выростной площади, более сильные (= крупные) особи будут вытеснять более слабых (= мелких) со дна в толщу воды. Неизбежным следствием такого вытеснения является снижение кормовой обеспеченности «лишних» рыб, торможение их роста в том числе из-за дополнительных затрат на движение в толще воды, и, как следствие, дифференциация рыб по размерам. Чем больше опоздание с рассадкой рыбы, тем сильнее различаются рыбы по размерам, тем больше появляется соответствующих групп – крупных, средних, мелких и т.д. Вплоть до ярко выраженного их разделения по этажам обитания: крупные – на дне, более мелкие – в средних, самые мелкие – в верхних слоях. В условиях индустриального выращивания сибирского осетра на первом году его жизни в некоторых случаях отмечалось до 5 слоев разных по размеру рыб. В каком темпе должно осуществляться уменьшение плотности посадки? Это зависит от нескольких факторов – от площади поверхности, необходимой одной рыбе в процессе кормления, степени ее активности, а также степени «социализации». Под «социализацией» мы понимаем готовность особи освободить (покинуть) кормовую зону после насыщения в пользу других, ожидающих



своей очереди, рыб. С учетом того, что площадь кормовой зоны может быть в первом приближении определена через длину рыбы, активность – через температуру, а степень «социализации» – через количество очередников («слоев»), допущенных на кормовую площадку и успевших насытиться до исчезновения корма, оптимальная плотность посадки сибирского осетра может быть обозначена следующими величинами (табл. 4).

**Т а б л и ц а 4. Расчетный оптимум плотности посадки сибирского осетра (шт/м<sup>2</sup>) в зависимости от его размеров (см), температуры и степени «социализации»**

Длина, см (~масса)	Степень «социализации» = 1		Степень «социализации» = 2	
	T °C = 12–14	T °C = 22–24	T °C = 12–14	T °C = 22–24
1 см (0,013 г)	20000	10000	40000	20000
2 (0,03 г)	5000	2500	10000	5000
3 (0,04 г)	2222	1111	4444	2222
4 (0,4 г)	1250	625	2500	1250
5	800	400	1600	800
6 (1,2 г)	556	278	1112	556
7	408	204	816	408
8	312	156	624	312
9	246	123	492	246
10 см (5 г)	<b>200</b>	<b>100</b>	400	200
15	88	44	176	88
20	50	25	100	50
25	32	16	64	32
30 (60-90 г)	22	11	44	22
35 (130–150 г)	16	8	32	16
40	12	6	24	12
45	10	5	<b>20</b>	10
50 см (400–500 г)	8	4	16	8

В литературе чаще всего рекомендуемая плотность посадки осетровых привязывается к массе тела рыбы без какого-либо учета ее активности и степени «социализации» и указывается, как правило, в очень широких границах.

Так, например, в нормативах для выращивания осетровых от 5 до 1500 г (Пономарев и др., 2002), рекомендуются следу-

ющие плотности посадки рыб при их индустриальном выращивании: при массе рыб от 5 до 300 г – 100–150 шт/м, при массе рыб от 300 до 1500 г – 30–80 шт/м<sup>2</sup>.

На начальном этапе выращивания, когда рыбы только посажены на выращивание и имеют небольшие размеры, эти значения плотности посадки отчасти близки к расчетным оптимальным (выделены в табл. 3 жирным шрифтом).

По мере роста рыбы, например, от 5 до 1500 г, рекомендуемые и расчетные плотности посадки заметно расходятся. В некоторых случаях – более чем на порядок. Это означает, что изначально в такой технологии выращивания заложена невозможность обеспечения максимального роста для всех посаженных на выращивание рыб и что для обеспечения интенсивного роста каждой рыбы (без исключений) данный элемент рыбоводной технологии должен быть скорректирован.

**Заключение.** Анализ расчетных траекторий показал, что предполагаемые базовые параметры стандартной модели ( $K_g = 0,190$  ФПДг – по табл. 2) могут оказаться полезными при объединении фактически наблюдаемых случаев роста сибирского осетра в рамках единой стандартной модели.

Для получения близких к реальным траекторий роста сибирского осетра необходимо учитывать реальную динамику температуры и кормовой обеспеченности.

На практике наиболее эффективным, в том числе с экономической точки зрения, является долгое сохранение средних по величине значений скорости массонакопления сибирского осетра.

Сибирский осетр обладает высоким потенциалом с точки зрения интенсификации его роста. Однако это целесообразно лишь на отдельных отрезках выращивания и сопряжено со значительными технологическими, экономическими, организационными и интеллектуальными усилиями.

Для интенсификации производства сибирского осетра по критерию выживаемости и реализации роста всех особей (в % от посаженных) на ранних этапах жизни важно обеспечивать своевременность его рассадки (= запас выростных площадей), а для взрослых особей – возможность индивидуального кормления, в том числе на принципах стойлового содержания отдельных особей.

## Список использованных источников

1. Анисимова, М. М. Ихтиология : учеб. пособие / М. М. Анисимова, В. В. Лавровский. – М.: Высш. шк., 1983. – 255 с.
2. Бердичевский, Л. С. Состояние и перспективы рыбоводно-акклиматизационных работ с сибирским осетром / Л. С. Бердичевский, В. С. Малютин, Л. И. Соколов // Рыб. хоз-во. – 1976. – № 11. – С. 9.
3. Выращивание сибирских осетров в Японии (по материалам Всеяпонской ассоциации рыбопромышленников) // Сб-к науч.-техн. информ. / ВНИРО. – М., 1968. – Вып.1. – С. 17–20.
4. Гербильский, Н. Л. Проблемы осетрового хозяйства в водах Северо-Западной части СССР / Н. Л. Гербильский // Тр. ЦНИОРХ. – 1970. – Т. II. – С. 180–187.
5. Дрягин, П. А. Биология сибирского осетра, его запасы и рациональное использование / П. А. Дрягин // Изв. ВНИОРХ. – 1949. – Т. 29. – С. 3–51.
6. Карпевич, А. Ф. Потенциальные свойства гидробионтов и их реализация в аквакультуре / А. Ф. Карпевич // Биологические основы марикультуры. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – С. 78–100.
7. Купинский, С. Б. Взаимосвязь температуры и роста рыб (взгляд с точки зрения прогнозирования) / С. Б. Купинский, С. А. Баранов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1988. – Вып. 51. – С. 105–112.
8. Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения для фермерских хозяйств / Г. Г. Матишов [и др.]. – Ростов н/Д : Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – 112 с.
9. Петрова, Т. Г. Воспроизводство ленского осетра в условиях Конаковского тепловодного хозяйства / Т. Г. Петрова, Н. А. Козовкова, И. И. Смольянов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1990. – Вып. 60. – С. 137–141.
10. Пирожников, П. Л. Материалы по биологии промысловых рыб р. Лены / П. Л. Пирожников // Изв. ВНИОРХ. – 1955. – Т. 35. – С. 61–128.
11. Подлесный, А. В. Рыбы Енисея, условия их обитания и использование / А. В. Подлесный // Изв. ВНИОРХ. – 1958. – Т. 44. – С. 97–178.
12. Технология выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России : справ. учеб. пособие / С. В. Пономарев [и др.]. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.
13. Стандартная модель массонакопления рыбы / В. Ф. Резников [и др.] // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1978. – Вып. 22. – С. 182–196.
14. Эколого-морфологическая характеристика сибирского осетра *Acipenser baeri* Brandt реки Алдан / Л. И. Соколов [и др.] // Вопр. ихтиологии. – 1986. – Т. 26, вып. 5. – С. 741–749.

**ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ БЕСТЕРА  
В ПРУДАХ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ  
С РАСТИТЕЛЬНОВАДНЫМИ РЫБАМИ**

Л. М. ВАСИЛЬЕВА, Н. В. СУДАКОВА,  
С. С. АСТАФЬЕВА, А. З. АНОХИНА, С. А. ГУЦУЛЯК

*Научно-образовательный центр «Осетроводство»,  
Астраханский государственный университет,  
ул. Татищева, 20 А, г. Астрахань, Россия,  
e-mail: bios94@mail.ru*

**FEATURES OF CULTIVATION BESTER IN PONDS  
IN POLY CULTURE WITH HERBIVOROUS FISH**

L. M. VASILIEVA, N. V. SUDAKOVA, S. S. ASTAFIEVA,  
A. Z. ANOKHINA, S. A. GUTSULYAK

*Scientific and educational center "Sturgeon Breeding",  
Astrakhan state University*

**Аннотация.** Прудовой метод выращивания ценных видов рыб, таких как осетровые, не получил широкого развития из-за малоэффективности, поэтому предложения по интенсификации биотехнологических процессов в прудах востребовано. Показано, что выращивание бестера в поликультуре с растительноядными рыбами способствует улучшению гидрохимического и гидробиологического режимов в прудах, что приводит к возрастанию рыбоводных показателей осетровых рыб. Так, при плотности посадки 2500 шт./га бестера и 800 шт./га растительноядных рыб увеличивается процент выхода, средняя масса и рыбопродуктивность осетровых рыб, и дополнительно получается товарная продукция белого, пестрого толстолобика и белого амура.

**Ключевые слова:** бестер, пруды, поликультура, растительноядные рыбы, комбикорма, плотность посадки, гидробиологические исследования, рыбопродуктивность

**Abstract.** The pond method of cultivation of valuable species of fish, such as sturgeon, has not been widely developed due to low efficiency, so proposals for the intensification of biotechnological processes in ponds are in demand. It is shown that the cultivation of Bester in polyculture with herbivorous fish contributes to the improvement of hydrochemical and hydrobiological regimes in ponds, which

leads to an increase in fish-breeding indicators of sturgeon. Thus, with a planting density of 2500 piece/ha of Bester and 800 piece/ha of herbivorous fish, the percentage of output, average weight and fish productivity of sturgeon fish increases, and in addition, commercial products of white, motley carp and grass carp are obtained.

**Keywords:** Bester, ponds, polyculture, herbivorous fish, feed, planting density, hydrobiological studies, fish productivity

**Введение.** Для интенсификации биотехнических процессов при выращивании осетровых рыб и более полного использования прудовых площадей возможно содержание бестера в поликультуре с растительноядными рыбами – белым, пестрым толстолобиком и белым амуром. Присутствие последних позволяет утилизировать значительную часть первичной продукции, образующейся в водоеме, и создавать чрезвычайно важную в биоэнергетическом и хозяйственном отношении экосистему, в которой товарная продукция растительноядных рыб получается уже на втором звене трофической цепи [2–6, 12]. При выращивании бестера в прудах с применением интенсивных методов кормления полнорационными гранулированными комбикормами частично остается корм и выделяемые экскременты, которые служат основой для образования естественной кормовой базы для растительноядных рыб. Для рационального использования этой кормовой базы, а также с целью улучшения гидрохимических показателей в прудах проводили исследования по совместному выращиванию бестера и растительноядных рыб.

**Материалы и методы исследований.** Работы проводились с апреля по сентябрь 2016 г. в прудовом хозяйстве Астраханской области, были задействованы три выростных пруда площадью по 0,8 га. Объектом исследований явились годовики бестера с начальной массой 320 г, белый толстолобик (БТ), пестрый толстолобик (ПТ) с начальной массой 30 г и белый амур (БА) – 40 г. Исследования проводились в двух вариантах: первый – пруд № 2 зарыблялся бестером с плотностью посадки 2500 шт./га, выращивался совместно с растительноядными рыбами с плотностью посадки 800 шт./га, в том числе белый амур – 50, белый толстолобик – 500 и пестрый толстолобик – 250 шт./га, второй – пруд № 3 зарыблялся бестером в том же количестве, плотность

растительных рыб была увеличена до 1200 шт./га, в том числе белый амур – 50, белый толстолобик – 750 и пестрый толстолобик – 400 шт./га. В качестве контроля было принят пруд № 1, в котором бестер выращивался в монокультуре, с плотностью посадки 2500 шт./га. Схема зарыбления прудов представлена в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Схема зарыбления прудов при выращивании бестера в поликультуре с растительными рыбами**

Варианты	Вид рыбы	Плотность посадки, шт./га	Средняя масса, г
Контроль (пруд № 1)	Бестер	2500	320
1-й вариант (пруд № 2)	Бестер	2500	320
	Растительные:	800, в том числе:	
	белый толстолобик	500	30
	пестрый толстолобик	250	30
	белый амур	50	40
2-й вариант (пруд № 3)	Бестер	2500	320
	Растительные:	1200, в том числе:	
	белый толстолобик	750	30
	пестрый толстолобик	400	30
	белый амур	50	40

В экспериментальных прудах регулярно осуществлялся контроль за температурой и гидрохимическим режимом. Температуру воды и содержание в ней кислорода измеряли термооксиметром MultiLine P4 (Германия), рН – с помощью прибора рН-метра или экспресс-методом с универсальным индикатором, окисляемость определяли по перманганатному методу (метод Кубеля) [6]. Гидробиологические исследования выполнялись согласно инструкции «Руководство по методам гидробиологического...», принятой в системе Госкомгидромета [7, 9]. Для качественной обработки проб фито-зоопланктона и зообентоса использовали определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части [8], определитель пресноводных беспозвоночных России. Сбор проб молоди растительных рыб и обработка пита-

ния проводились по общепринятой методике Степанова, Горянинова [10].

Кормление бестера в контрольном и опытных прудах осуществляли комбикормами фирмы «Провими» (Нидерланды), «Аквастарт» (Дания), «Крафт» (Германия).

**Результаты исследований и обсуждение.** Изменения температуры воды в прудах в период наблюдений характеризовалось ростом от мая к августу. Максимальный прогрев (30 °С) воды был отмечен в конце июля – в первой половине августа и сохранялся продолжительное время (2,5 недели), что было неблагоприятно для роста и развития рыб, но во второй половине августа начинался процесс постепенного снижения температуры воды и к концу месяца она опустилась до 23–25 °С. В первой половине сентября температура воды достигла значений (21–23 °С), что способствовало интенсивному развитию бестера, к концу месяца она опустилась до 15–17 °С.

Гидрохимический режим в прудах в период выращивания рыб изменялся в широком диапазоне (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Гидрохимический режим опытных прудов

Дата	Пруд № 1 (контроль)			Пруд № 2			Пруд № 3		
	O <sub>2</sub> мг/л	Окисляемость мгO <sub>2</sub> /л	pH	O <sub>2</sub> мг/л	Окисляемость мгO <sub>2</sub> /л	pH	O <sub>2</sub> мг/л	Окисляемость мгO <sub>2</sub> /л	pH
20.04	7,2	12,3	7,2	7,4	11,2	7,4	7,6	10,6	7,3
05.05	8,4	14,4	7,4	8,5	13,5	7,6	8,9	12,8	7,4
20.05	8,1	16,6	7,6	8,7	15,8	7,2	9,0	14,4	7,4
05.06	7,9	18,9	8,0	8,9	17,9	7,8	9,2	18,7	7,8
20.06	6,7	21,2	7,8	8,4	19,7	8,0	8,2	20,2	7,6
05.07	5,8	24,5	8,2	7,6	22,6	7,8	7,4	21,6	8,0
20.07	5,4	27,8	8,0	7,4	23,4	8,2	7,8	24,4	8,2
05.08	4,8	30,6	7,9	7,2	25,5	8,0	7,4	24,9	8,0
20.08	4,9	28,3	8,4	6,8	27,6	8,2	6,4	26,3	8,3
05.09	6,8	22,7	8,1	8,2	19,4	8,0	7,8	18,5	8,2
20.09	7,3	18,4	8,0	8,9	16,3	8,2	9,1	14,0	8,4
За сезон	6,7	21,4	7,9	8,0	19,3	7,8	8,1	18,8	7,9

Среднесезонное содержание кислорода в контрольном пруду № 1 было на 20 % ниже, чем в экспериментальных прудах № 2 и № 3, где выращивался бестер совместно с растительноядными рыбами, например, 20 июня 6,7 против 8,4 и 8,2 мг/л. Особо следует отметить, что в период неблагоприятных критических температур воды (июль–август) содержание кислорода в трех экспериментальных водоемах снижалось, но при этом в прудах с растительноядными рыбами было выше на 38,5 %, чем в пруде, где выращивался бестер в монокультуре, так 5 августа 4,8 против 7,2 и 7,4 мг/л.

Величина рН в контрольном и опытных прудах соответствовала рыбоводным требованиям и колебалась в пределах 7,2–8,4, минимальные значения отмечались весной в начале сезона и достигали максимума в конце рыбоводного сезона, осенью.

Перманганатная окисляемость воды, являющаяся показателем органической нагрузки на водоем, в экспериментальных прудах с начала рыбоводного сезона до конца мая была в пределах допустимых значений (15 мг  $O_2$ /л), а затем наблюдался ее рост до значений, превышающих нормы в 1,5–1,8 раза. Максимальные значения окисляемости также приходились на неблагоприятный период – июль и август, к концу вегетационного периода (сентябрь) происходило снижение органической нагрузки на водоем. Средние значения перманганатной окисляемости воды в экспериментальных прудах были выше допустимого и составили 19,3 и 18,8 мг  $O_2$ /л соответственно.

В контрольном водоеме показатель перманганатной окисляемости воды практически весь рыбоводный сезон превышал допустимые значения, особенно в критический период (конец июля – начало августа), его превышение было почти в 2 раза, так 5 августа этот показатель составил 30,6 мг  $O_2$ /л., и даже в конце вегетационного периода, в сентябре, был довольно высок – 18,4 мг  $O_2$ /л. Среднее значение окисляемости в контроле было выше нормы, чем в опытных прудах, и составило 21,4 мг  $O_2$ /л. Увеличение окисляемости в августе происходит за счет накопления органических веществ от вносимых комбикормов, концентрации метаболитов, повышения температуры воды.



Все это способствовало усилению окислительно-восстановительных процессов в воде [1]. Гидрохимические исследования показали повышенную минерализацию воды в контрольном и экспериментальных прудах. Общая жесткость находилась в пределах 5,5–11,7 мг-экв/л, понижаясь к концу сезона. Минерализация воды в прудах составляла 0,4–4,0 г/л, по составу основных ионов вода относится к хлоридно-сульфатному классу группы кальция.

Таким образом, выполненные исследования показали, что гидрохимический режим в прудах в период наблюдений имел существенные различия по показателям – содержание кислорода и перманганатная окисляемость, лучшие условия для роста и развития рыб были отмечены в экспериментальных прудах, где выращивались годовики бестера в поликультуре с растительными рыбами, чем в контроле – бестер в монокультуре.

Гидробиологические исследования выявили также различные значения состава планктонных и бентосных организмов в контрольном и экспериментальных прудах (табл. 3).

**Т а б л и ц а 3. Состав планктонных и бентосных организмов в контрольном и опытных прудах**

Дата	Пруд № 1(контроль)			Пруд № 2			Пруд № 3		
	Зоопл. мг/л	Фитопл. мг/л	Бентос г/м <sup>2</sup>	Зоопл. мг/л	Фитопл. мг/л	Бентос г/м <sup>2</sup>	Зоопл. мг/л	Фитопл. мг/л	Бентос г/м <sup>2</sup>
20.04	0,15	4,60	2,8	0,35	4,02	1,9	0,47	4,42	1,5
05.05	0,22	5,64	3,1	0,16	3,62	2,2	0,22	2,62	1,6
20.05	0,26	7,25	1,6	0,09	4,16	1,2	0,16	3,24	1,8
05.06	1,88	6,77	0,9	0,84	3,66	0,8	0,34	2,48	1,2
20.06	2,07	9,56	0,4	1,06	4,78	1,4	0,68	3,56	–
05.07	0,68	4,25	–	0,42	2,18	0,6	0,56	2,44	–
20.07	0,75	6,35	–	0,28	3,26	–	0,20	1,78	–
05.08	0,30	3,28	–	0,18	1,82	–	0,12	0,92	0,6
20.08	0,21	2,48	–	0,09	1,48	–	0,10	1,06	–
05.09	0,08	1,24	–	0,04	0,62	–	0,08	0,44	–
20.09	0,04	4,64	–	0,02	2,44	–	0,04	2,78	–
сезон	0,60	5,10	0,8	0,32	2,91	0,7	0,27	2,34	0,6

Естественная кормовая база в прудах специально не создавалась, а образовывалась и развивалась только за счет остатков корма и жизнедеятельности выращиваемого бестера, поэтому численность и биомасса фитопланктона в течение сезона были невысокими. Среднесезонная биомасса фитопланктона в контрольном пруду № 1 была почти в 2 раза выше, чем в прудах № 2 и № 3 (5,1 против 2,91 и 2,34 мг/л). Основная масса фитопланктона состояла из протококковых и диатомовых водорослей, на долю которых приходилось 80 % от средней биомассы за сезон.

Динамика развития фитопланктона характеризовалась ростом биомассы в мае–июне, затем снижением роста в летний период (июль–август) и некоторое увеличение в сентябре. Ведущими видами из диатомовых были *Cyclotellameneghinina*, *Melosirasp.*, *Nitzschiaacicularia*, из протококковых массовыми формами были *Scenedesmusarcuatis*, *Pediastrumduplex*, *Tetracoccusbotruoides*.

Среднесезонная биомасса зоопланктона в пруду № 1 была в два раза выше, чем в прудах № 2 и № 3 (0,6 против 0,32 и 0,27 мг/л). Максимальная биомасса отмечалась 20 июня, когда в пруду № 1 составила 2,07 мг/л. Это был период развития популяции *Daphniamagma*, на долю которой приходилось 96 % от общей биомассы. В дальнейшем происходит постоянное снижение биомассы зоопланктона, доля *Copepoda* и *Cladocera* сводится к минимуму и возрастает значение *Rotatoria*. В сентябре во всех прудах отмечаются наиболее низкие биомассы зоопланктона, не превышающие 0,2–0,4 мг/л. Преобладающими видами из *Cladocera* были *Daphniamagma* и *Moinaveberi*, *Copepoda* были представлены только циклопами и их науплиальными стадиями.

Содержание бентоса в прудах отмечалось весной и в начале лета, причем его численность была выше в контроле по сравнению с экспериментальными прудами. Среднесезонная масса бентоса в контроле составляла 0,8 г/м<sup>2</sup>, а в экспериментальных прудах № 1 и № 2 фиксировалась на уровне 0,7 и 0,6 г/м<sup>2</sup>. В период критических летних температур воды (5 августа) бентос был отмечен только в экспериментальном пруду № 3. В тече-

ние всего рыбоводного сезона биомасса фитопланктона была недостаточной для обеспечения пищевых потребностей белого толстолобика, его основной пищей были детрит и взвешенные частицы комбикорма (до 96,8 %) и лишь 3,2 % состава пищевого комка приходилось на фитопланктон, в котором до середины июля преобладали диатомовые и протококковые водоросли, а в дальнейшем – синезеленые.

Среднесезонный индекс наполнения желудка составлял  $303\%_{000}$ , максимальный – был отмечен в конце августа.

Основную роль в питании пестрого толстолобика играет детрит и остатки комбикорма. По мере роста пестрого толстолобика доля комбикорма в питании увеличивается, в августе–сентябре доля детрита снижается, на долю остатков комбикорма приходится 18 %. Это указывает на то, что пестрый толстолобик концентрировался, в основном, в придонном слое воды, что объясняет наличие в пище остатков комбикорма. Следует отметить, что в пищевом комке пестрого толстолобика постоянно встречались представители фитопланктона, в частности перифитонные диатомеи *Nitzschiaabtusa*, *Pleurosigmaasuminatus*, *Cyrosigmaclougatum*, составляя до 1 % от пищевого комка, в пище белого толстолобика они не встречались.

Результаты выполненных исследований, представленные в табл. 4, свидетельствуют, что выращивание годовиков бестера в поликультуре с растительными рыбами, положительно сказалось на его росте и развитии.

Т а б л и ц а 4. Результаты выращивания бестера в поликультуре с растительными рыбами

№ пруда	Вид рыбы	Посажено, шт./га	Начальная средняя масса, г	Выход рыбы, %	Конечная средняя масса, г	Рыбопродуктивность, ц/га
1	бестер	2500	320	91	1750±63,2	39,81
2	бестер	2500	320	94	1920±58,1*	45,12
	БТ	500	30	86	850±32,1	3,65
	ПТ	250	30	88	720±24,6	1,58
	БА	50	40	92	1100±42,1	0,5
	Итого				50,85	

№ пруда	Вид рыбы	Посажено, шт./га	Начальная средняя масса, г	Выход рыбы, %	Конечная средняя масса, г	Рыбопродуктивность, ц/га
3	бестер	2500	320	95	1890±48,6	44,89
	БГ	750	30	89	635±24,9	4,24
	ПТ	400	30	87	605±32,5	2,10
	БА	50	40	91	950±25,1	0,43
	Итого				51,66	

\* П р и м е ч а н и е: –  $p \leq 0,05$ .

Рыбопродуктивность по бестеру в прудах с растительноядными рыбами оказалась на 5,08–5,31 ц/га выше, чем при выращивании бестера в монокультуре. Это можно объяснить тем, что растительноядные рыбы из-за бедности кормовой базы питались в основном детритом и взвешенными остатками рыбного фарша, выполняя роль санитаров. Подтверждением этого могут служить результаты гидрохимических исследований в прудах. В прудах № 2 и № 3, где выращивались растительноядные рыбы, показатели по кислороду были выше, а перманганатной окисляемости – ниже, чем в контрольном пруду, особенно в критические летние дни. В этот период суточные нормы кормления бестера, выращиваемого в монокультуре, снижались на 50–60 %, а в экспериментальных прудах № 2 и № 3, из-за лучшего кислородного режима, снижение было в 2 раза меньше.

Выход количества бестера из контрольного пруда был меньше, и его средняя масса была почти на 10 % ниже, чем в экспериментальных прудах, и составила 1750 г по сравнению с 1920 г (пруд № 2) и 1890 г (пруд № 3). Причем различия по средней массе бестера между контрольным и экспериментальным прудом № 2 были достоверными ( $p \leq 0,05$ ).

Следует отметить и тот факт, что выращивание бестера в поликультуре дает дополнительную продукцию в объеме 5,7–6,7 ц/га растительноядных рыб. Плотность посадки растительноядных рыб 800 шт./га можно считать оптимальной, так как ее увеличение до 1200 шт./га приводит к снижению средней массы белого толстолобика на 25–35, а пестрого толстолобика

на 16 %, а такая рыба не пользуется большим спросом у населения. К тому же увеличение плотности посадки растительноядных рыб на 50 % приводит к незначительному увеличению рыбопродуктивности, всего на 18,1 %.

**Заключение.** Выполненные исследования показали, что выращивание годовиков бестера в выростных прудах с кормлением комбикормами в поликультуре с растительноядными рыбами весьма эффективно. Присутствие белого, пестрого толстолобика и белого амура в прудах способствует улучшению гидрохимического режима и создает благоприятные условия для роста и развития бестера, что подтверждается улучшением их основных рыбоводных показателей. К тому же появляется возможность дополнительного получения товарной продукции растительноядных рыб без затрат на корм. Эксперимент показал, что оптимальной плотностью посадки растительноядных рыб следует принимать 800 шт./га, что позволяет увеличить конечную среднюю массу бестера до 1920 г и ее рыбопродуктивность увеличить до 45,12 ц/га. Средняя конечная масса растительноядных рыб средней массой оказалась почти на 200 г больше при плотности посадки 800 шт/га, чем при – 1200 шт/га.

### **Список использованных источников**

1. Александрийская, А. В. К вопросу о накоплении органических веществ в ложе выростных прудов / А. В. Александрийская // Тр. ВНИИПР. – 1967. – Т. 15. – С. 240–244.
2. Боруцкий, Е. В. Питание белого и пестрого толстолобиков в естественных водоемах и прудах СССР / Е. В. Боруцкий // Трофология водных животных. – М., 1973. – С. 299–322.
3. Виноградов, В. К. Поликультура в товарном рыбоводстве / В. К. Виноградов. – М. : ЦНИИТЭИРХ, 1985. – 45 с.
4. Вовк, П. С. Биология дальневосточных растительноядных рыб и их хозяйственное использование в водоемах Украины / П. С. Вовк. – Киев, 1976. – 245 с.
5. Данченко, А. Д. Повышение уровня интенсификации рыбоводства в прудовых хозяйствах Краснодарского рыбопромышленного треста / А. Д. Данченко // Прудовое рыбоводство СССР : материалы Всесоюзн. совещ. по пруд. рыбоводству. – М., 1968. – С. 110–120.
6. Методические указания по гидрохимическим исследованиям проб из рыбохозяйственных водоемов. – Минсельхоз СССР, 1977.

7. Методическое пособие по сбору и обработке гидробиологических проб и материала по питанию молоди в прудах осетровых рыбоводных заводов Каспийского бассейна / Главрыбвод. – М., 1988. – С. 45.

8. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л. : Гидрометеоиздат, 1978. – С. 510.

9. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 239 с.

10. Савина, Р. А. Фильтрационное питание белого толстолобика / Р. А. Савина // Вопр. ихтиологии. – 1965. –Т. 5, вып. 1. – С. 135–140.

11. Степанов, В. Д. Элементы гидрохимического режима интенсивно эксплуатируемых нагульных прудов / В. Д. Степанов, Л. А. Эрман // Тр. ВНИИПРХ. – 1970. – Т. 3. – С. 113–130.

12. Суховерхов, Ф. М. Результаты опытов и перспективы использования белого амура, белого и пестрого толстолобиков в прудовом рыбоводстве Европейской части РСФСР / Ф. М. Суховерхов // Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР. – Ашхабад : АН ТССР, 1963. – С. 48–59.

**ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ УКСУСНОЙ УГРИЦЫ  
(*TURBATRIX ACETI*) КАК СТАРТОВОГО КОРМА  
ДЛЯ МОЛОДИ КЛАРИЕВОГО СОМА  
(*CLARIAS GARIEPINUS*)**

Н. Б. БУЛАВИНА, С. К. КОЙШЫБАЕВА, Е. В. ФЕДОРОВ

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства»,  
пр. Суюнбая, 89А, 050016, г. Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: bnb@bk.ru*

**EXPERIENCE OF CULTIVATION OF THE VINEGAR  
NEMATODE (*TURBATRIX ACETI*) AS A STARTING FEED  
FOR FRY NORTH AFRICAN CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS*)**

N. B. BULAVINA, S. K. KOISHYBAYEVA, E. V. FEDOROV

*“Kazakh Scientific and Research Institute of Fishery”, LLP,  
89A Suyunbay avenue, 050016, Almaty, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: bnb@bk.ru*

**Аннотация.** В статье приведены данные по культивации уксусной угрицы (*Turbatrix aceti*) на разных питательных средах и сравнительные данные по использованию уксусной угрицы в качестве стартового корма для молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus*). В результате исследований установлено, что использование уксусной угрицы в качестве стартового корма для клариевого сома возможно и экономически выгодно. Также была определена наиболее продуктивная питательная среда на основе овсяной каши с добавлением моркови и витаминного препарата «Ревит» в соотношении 10:3:0,1, определены кормовые коэффициенты для разных вариантов кормления – с добавлением уксусной угрицы и искусственного корма (2 ед.), добавлением декапсулированных яиц артемии и искусственного корма (2,45 ед.), и только искусственных кормов (2,3 ед.).

**Ключевые слова:** уксусная угрица, клариевый сом, кормление, питательная среда, культиватор, стартовый корм, прирост, выживаемость

**Abstract.** The data on the cultivation of vinegar nematode (*Turbatrix aceti*) on different nutrient media and comparative data on the use of vinegar nematode as a feed for the young of the North African catfish is presented in the article. As a result of the research, it has been established that the use of vinegar nematode

as a feed for the North African catfish (*Clarias gariepinus*) is also economically feasible. As a result of the research, it has been established that the use of vinegar nematode as a feed for the North African catfish is also economically feasible. The most productive nutrient medium based on oatmeal with the addition of carrot and vitamin preparation "Revit" was determined in the ratio of 10: 3: 0.1. Feed factors for different feeding options were determined with the addition of vinegar nematode and artificial food (value of feeding coefficient was 2,0 units), addition of decapsulated eggs of Artemia and artificial food (2,45 units), and only artificial food (2,3 units).

**Keywords:** vinegar nematode, North African catfish, feeding, nutrient medium, cultivator, starter feed, increment, survival rate

**Введение.** Проблема поиска и совершенствования эффективных технологий культивирования мелких беспозвоночных как стартового корма для подращивания личинок рыб, несмотря на определенные успехи, не теряет своей актуальности в связи с дальнейшим развитием рыбоводства, переходом на промышленные методы выращивания и расширением ассортимента выращиваемых видов рыб. Также разработка ресурсосберегающих технологий выращивания рыбопосадочного материала является актуальной проблемой современного рыбоводства Казахстана, особенно для небольших фермерских хозяйств. Традиционным живым стартовым кормом является артемия салина (науплии и декапсулированные яйца), однако в силу высокой рыночной цены на яйца артемии, была выбрана уксусная угрица (*Turbatrix aceti*).

Выбор объекта культивирования базировался на следующих параметрах:

1) высокая скорость прироста биомассы для обеспечения потребности ежедневного кормления личинок в необходимом количестве;

2) высокая питательность корма для обеспечения прироста личинок и выживаемости;

3) простота методов культивирования и сбора продукции, простота хранения собранной продукции, неприхотливость культуры, выход продукции с единицы площади при минимальной затрате человеческих ресурсов;

4) видимый экономический эффект в целях удешевления себестоимости выращиваемого рыбопосадочного материала клариевого сома.



Уксусная угрица (*Turbatrix aceti*), также известная как нематода, микрочервь – вид круглых червей из семейства угрицы (*Anguillulidae*), принадлежащего к классу круглых червей (*Nematoda*). Как все круглые черви, уксусная нематода имеет цилиндрическое узкое тело. Передний конец закруглен, а задний постепенно суживается. Кутикула, покрывающая ее тело, представляется гладкой. Ротовая полость отличается незначительной величиной. Длина пищевода равняется 1/9 длины всего тела у самки и 1/7 у самца. Половое отверстие самки находится позади середины тела. Spicula (щетинки самцов, играющие роль при копуляции) длинные, тонкие, изогнутые. Длина самок 2 мм, самцов – около 1 мм. Живут и размножаются нематоды в условиях уксусного брожения. Нематода является прекрасным кормом для рыб. Аквариумисты давно используют нематоду как корм для мальков многих рыб. Однако при промышленном выращивании рыб в Казахстане нематоду ранее не использовали, хотя все предпосылки для этого имеются.

Цель исследований: выявить пригодность использования уксусной угрицы (*Turbatrix aceti*) в качестве стартовых кормов для клариевого сома.

Задачи исследований:

- культивирование уксусной угрицы в различных условиях, подбор наиболее подходящей питательной среды;
- экспериментальное кормление клариевого сома уксусной угрицей и искусственными стартовыми кормами в сравнительном аспекте;
- определение экономической эффективности использования уксусной угрицы в качестве живого корма.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись разновозрастная культура червей уксусной угрицы (*Turbatrix aceti*), культивируемая в различных условиях, молодь клариевого сома (*Clarias gariepinus*) и специализированные искусственные корма для сомов польского производства бренда «AllerAqua».

Подращивание личинок клариевого сома проводили в бассейнах. В период проведения работ проводили мониторинг тер-

мического и кислородного режима бассейнов при помощи термооксиметра МАРК-302Э [1].

Контроль абиотических условий культивирования нематод проводили при помощи электронного гигрометра-термометра с выносным датчиком.

Определение рыбоводно-биологических показателей проводилось по общепринятым методикам [2–4]. Технология культивирования искусственной угрицы проводилась по специальной методике [5].

При выполнении работ были собраны данные по приросту биомассы червей в культиваторах, их питательности, определенной по рыбоводно-биологическим показателям молоди клариевого сома.

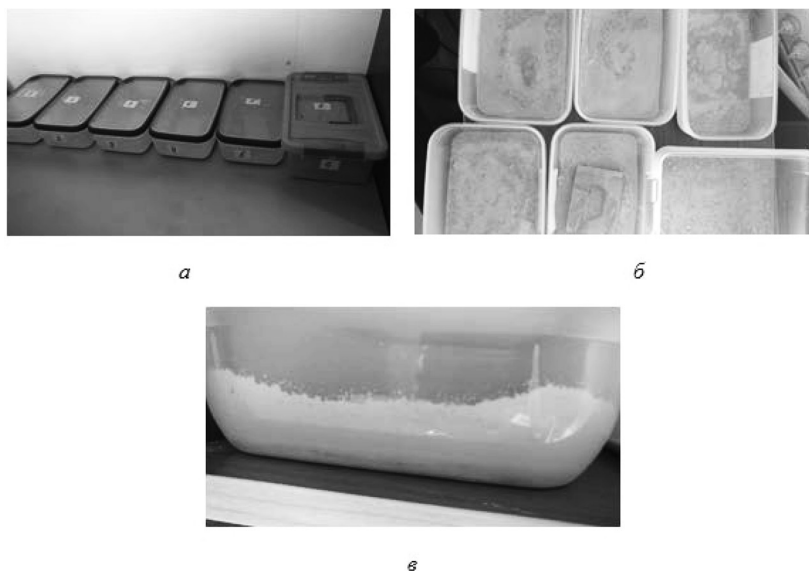


Рис. 1. Культивирование искусственной угрицы (*Turbatrix aceti*) на рыбоводном хозяйстве ИП «WildEco.Net» (а – внешний вид культиваторов для искусственной угрицы; б – питательная среда; в – особи искусственной угрицы на стенках культиватора)

Оценка экономической эффективности кормления молоди клариевого сома производилась по специальной методике, разработанной ТОО «КазНИИРХ» [6].

**Результаты исследований и их обсуждение.** При культивации нематоды поддерживались следующие параметры в помещении: температура воздуха – 23–26,7 °С, влажность – 56–79 %.

Для определения наилучшей питательной среды для культивации нематоды использовались следующие рекомендуемые питательны среды:

вариант № 1 – размолотая овсяная каша с добавлением тертой моркови и витаминного препарата «Ревит» в соотношении 10:3:0,1;

Вариант № 2 – хлебный мякиш с добавлением тертой моркови и витаминного препарата «Ревит», 10:5:0,1;

Вариант № 3 – сваренные и размолотые отруби с тертой морковью и витаминным препаратом «Ревит», 10:3:0,1.

Результаты культивирования уксусной угрицы с использованием различных питательных сред приведены в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Результаты культивирования уксусной угрицы в различных условиях**

Показатели	Варианты опыта		
	№ 1	№ 2	№ 3
Период культивации, сутки	25	25	25
Смена субстрата, раз	2	3	1
Начало вспышки размножения, сутки от начала эксперимента	2	5	5
Затухание культуры, сутки от начала эксперимента	15	10	23
Среднесуточный прирост (съем продукции), г	5,3–8,1	2,2–3,1	0,2–0,3
Всего снято продукции, г	138	62	1,1

Наиболее подходящей питательной средой оказалась овсяная каша с добавлением тертой моркови. На данном субстрате нематода дала вспышку размножения на второй день, максимальный прирост биомассы – 8,1 г/сут, с площади 0,37 м<sup>2</sup>. Всего с двух культиваторов было снято 138 г живой продукции.

Затухание культуры в питательной среде № 1 наблюдалось по причине высокой скорости роста культуры и переработке субстрата, на 14-й день от начала вспышки размножения наблюдалось сильное разжижение субстрата, что могло пагубно повлиять на культуру нематоды, и по этой причине заменили субстрат на новый, на котором вспышка размножения нематоды также произошла на вторые сутки. Расчеты стоимости единицы продукции уксусной угрицы приведены в табл. 2.

**Т а б л и ц а 2. Стоимость единицы продукции уксусной угрицы в различных условиях культивирования**

Показатели	Варианты опыта		
	№ 1	№ 2	№ 3
Стоимость субстрата на 0,37 м <sup>2</sup> площади культиватора, тенге	272,09	38,34	187,09
То же, с учетом кратности смены субстрата	544,18	115,02	187,09
Закупочная стоимость уксусной нематоды, тенге/г	55,00	55,00	55,00
То же, с учетом разовой порции внесения (90 г), тенге	4950,00	4950,00	4950,00
Общая стоимость затрат на начальной стадии производства, тенге	5494,18	5065,02	5137,09
Всего снято продукции, г	138	62	1,1
Расчетная стоимость единицы готовой продукции, тенге/г	39,81	81,69	4670,08
Кратность снижения стоимости единицы готовой продукции, крат	1,38	–	–

Из всех вариантов питательных сред наиболее эффективной с точки зрения экономики товарного рыбоводства оказалась среда, содержащая размолотую овсяную кашу с добавлением тертой моркови и витаминного препарата «Ревит».

При выращивании молоди клариевого сома использовали нематоду и декапсулированные яйца артемии в чистом виде до пятого дня перехода личинок на смешанное питание, далее чередовали кормление с искусственными кормами до достижения молоди клариевого сома 2,5 г (3,8 см).



Рис. 2. Молодь клариевого сома (*Clarias gariepinus*), выращенная при использовании уксусной угрицы в качестве стартового корма

Рыбоводно-биологические характеристики молоди клариевого сома при кормлении нематодой (вариант № 1), декапсулированными яйцами артемии (вариант № 2) и искусственными кормами (вариант № 3) в сравнительном аспекте представлены в табл. 3.

**Т а б л и ц а 3. Сравнительные рыбоводно-биологические характеристики молоди клариевого сома при различных вариантах кормления**

Показатели	Варианты опыта		
	№ 1	№ 2	№ 3
Бассейны	№ 1	№ 2	№ 3
Период подращивания, сутки	30	30	30
Плотность посадки, тыс. шт./м <sup>3</sup>	3	3	3
Начальная длина, см	0,51	0,54	0,52
Конечная длина, см	3,8	3,7	3,4
Начальная масса, г	0,76	0,81	0,78
Конечная масса, г	2,7	2,6	2,56
Выживаемость молоди, %	75	83	64

При кормлении вариантом № 1 с добавлением уксусной угрицы прирост был самым высоким (1,94 г за 30 дней), однако выживаемость была средней, но не выходила за пределы нормативных лимитов (75 %). При кормлении вариантом № 2 прирост был немного меньше – 1,79 г, выживаемость была выше в этом варианте кормления (83 %). При кормлении вариантом № 3 (только искусственные корма) показатели выживаемости и прироста были самыми низкими (64 % и 1,78 ед. соответственно).

Соотношение искусственного и живого корма при кормлении молоди клариевого сома по разным вариантам эксперимента представлено в табл. 4.

**Т а б л и ц а 4. Процентный состав живых и искусственных кормов и значения их кормовых коэффициентов**

Вариант кормления	Количество составляющих частей		Значение кормового коэффициента составляющих		
	Искусственный корм, %	Живой корм, %	Искусственный корм, ед.	Живой корм, ед.	Средний кормовой коэффициент
№ 1	50	50	1,6	2,4	2
№ 2	50	50	1,9	3,0	2,45
№ 3	100	–	2,3	–	2,3

Значения кормового коэффициента для уксусной угрицы и декапсулированных яиц артемии соответствуют нормативным [5, 7], средний кормовой коэффициент ниже в варианте кормления № 1. Расчет экономической эффективности кормления клариевого сома различными видами кормосмесей, представленными выше, приведен в табл. 5.

**Т а б л и ц а 5. Показатели экономической эффективности кормления клариевого сома при подращивании молоди**

Вариант кормления	Количество составляющих частей		Расчетная величина расходов по статье «Затраты кормов»		
	Искусственный корм, %	Живой корм, %	Искусственный корм, тенге/кг	Живой корм, тенге/кг	Общая стоимость кормления, тенге/кг веса прироста рыбы
№ 1	50	50	$580 \times 0,5 = 290,00$	$39810 \times 0,5 = 19905,00$	10097,50
№ 2	50	50	$580 \times 0,5 = 290,00$	$5000 \times 0,5 = 2500,00$	1138,78
№ 3	100	–	–	–	252,18

Наименьшая стоимость кормления определена в случае кормления искусственным кормом производства компании «Aller Aqua», наибольшая – при использовании укусной угрицы в качестве добавки живого корма.

Однако большой научный и практический интерес представляет многократное получение культуры укусной угрицы. В результате проведенных исследований отмечено снижение стоимости культуры данной нематоды после культивирования с использованием питательной смеси, содержащей овсяную кашу, тертую морковь и витамин «Ревит», в 1,38 раза. При многократном культивировании задача фермера сводится лишь к поддержанию культуры нематоды, стоимость корма при этом будет равна затратам питательной смеси (3,943 тенге/г = 3943 тенге/кг). В этом случае общая стоимость кормления будет равна 1130,75 тенге/кг весового прироста рыбы, т. е. по данному показателю укусная нематода как живой корм по экономической эффективности приблизится к декапсулированным яйцам артемии салина.

**Вывод.** В результате исследований установлено что использование укусной угрицы (*Turbatrix aceti*) в качестве стартового корма для клариевого сома возможно и экономически целесообразно. Наиболее оптимальной питательной средой является размолотая овсяная каша с добавлением тертой моркови и витаминного препарата «Ревит» в соотношении 10:3:0,1. Наилучший прирост молодь клариевого сома показала при варианте кормления с добавлением угрицы и искусственного корма в соотношении 50:50, кроме этого показатели кормового коэффициента также были самыми оптимальными (2 ед.) по сравнению с традиционными вариантами кормления, что говорит в пользу использования укусной угрицы в качестве стартового корма.

На данном этапе опыт производства живого корма на рыбководческих хозяйствах Республики Казахстан в настоящее время сводится к единичным случаям. Применение разработанной технологии культивирования укусной угрицы в качестве живого стартового корма необходимо продолжать для более детальной разработки технологических нормативов подращивания молоди клариевого сома в производственных условиях.

Большой научный и практический интерес представляет многократное получение культуры укусной угрицы. В результате проведенных исследований отмечено снижение стоимости культуры данной нематоды после культивирования с использованием питательной смеси, содержащей овсяную кашу, тертую морковь и витамин «Ревит», в 1,38 раза. При многократном культивировании задача фермера сводится лишь к поддержанию культуры нематоды, стоимость корма при этом будет существенно ниже, чем при однократном культивировании из закупаемой культуры.

### **Список использованных источников**

1. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л. : Гидрометеоздат, 1997. – 541 с.
2. Чугунова, Н. Н. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н. Н. Чугунова. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 163 с.
3. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
4. Козлов, В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров-Никишин, А. Л. Бородин. – М: КолосС, 2006. – 444 с.
5. Кияшко, В. В. Технология культивирования живых кормов : крат. курс лекций / В. В. Кияшко. – Саратов : Саратовский ГАУ, 2016. – 26 с.
6. Характеристика прямых производственных затрат полносистемных прудовых хозяйств для оценки эффективности их работы / Е. В. Федоров [и др.] // Вестн. с-х. науки Казахстана. – 2015. – № 1. – С. 56–65.
7. Живой корм для рыб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://abramov-2110.ru/kormlenie-karpov/zhivoj-korm-dlya-ryb>. – Дата доступа: 25.07.2018.



## КРУПЯНЫЕ МУЧКИ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СЫРЬЕВОЙ КОМПОНЕНТ В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ КАРПА

В. Ю. АГЕЕЦ, Ж. В. КОШАК,  
Г. В. СЛОБОДНИЦКАЯ, Н. В. ЗЕНОВИЧ

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

## FLOUR CEREALS – A PROMISING RAW MATERIAL COMPONENT IN THE COMPOUND FEED FOR CARP

U. AGEYETS, Z. KOSHAK, G. SLOBODNICKAJA, N. ZENOVICH

*RUE “Fish Industry Institute”,  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** В статье представлена информация о возможности использования в составе комбикормов для карпа крупяных мучек. Составлены четыре композитные смеси, изучен их химический и аминокислотный состав. Осуществлено экспериментальное кормление сеголетков карпа разработанными смесями, установлено их превосходство по сравнению с зерном пшеницы.

**Ключевые слова:** комбикорм, крупяные мучки, сеголетки, физиологическое состояние, темп роста

**Abstract.** The article presents information about the possibility of using in the feed for carp cereal flours. Four composite mixtures were composed, their chemical and amino acid composition was studied. Experimental feeding of fingerlings of carp by the developed mixes is carried out, their superiority in comparison with grain of wheat is established.

**Keywords:** compound feed, cereal flour, fingerlings, physiological state, growth rate

**Введение.** Для кормления сеголетков карпа в рыбхозах Республики Беларусь используют комбикорма К-110 и К-110-Л с содержанием сырого протеина 24–26 %, содержанием сырого жира 3–6 %, для двух- и трехлетков карпа обычно применяется комбикорм К-111 с содержанием сырого протеина 23 %. При полноценном кормлении карпа указанными комбикормами будет наблю-

даться полноценный рост и развитие карпа. Однако в настоящее время в рыбхозах снижают нормы потребления комбикормов, причем в лучшем случае это 75 % от требуемого количества, а в худшем – не более 25 %. Особенно остро стоит вопрос с кормлением сеголетка, т. к. для уменьшения затрат на покупку комбикормов его часто кормят комбикормом К-111, что снижает темпы роста и развития рыбы. Широко используется при кормлении карпа зерно и отходы его очистки.

Отходы очистки зерна – это кормовые отходы I, II категории, полученные с зерноочистительных сепараторов при приемке зерна с автомобильного транспорта. По сравнению с прошлым веком эффективность этого оборудования существенно увеличилась, и возросли требования к количеству и качеству получаемых отходов. В настоящее время наличие целого зерна в отходах недопустимо, в процессе сепарирования получают 98,4 % очищенного зерна, направляемого на производство, 0,3 % грубой примеси (остья, стебли, колосья), 0,4 % крупной примеси (комочки земли, галька, семена дикорастущих растений), 0,6 % мелкой примеси (песок, изъеденные, испорченные зерна, дробленое зерно, семена культурных растений) и 0,3 % легкой примеси (оболочки зерна и других растений). Очевидно, что отходы очистки зерна не имеют высокой кормовой ценности для карпа, а иногда из-за попадания в отходы вредных примесей (спорынья, головня, угрица (нематода), вязель разноцветный, горчак ползучий, термопсис ланцетный, плевел опьяняющий и др.) могут оказывать токсическое воздействие на организм рыб, вплоть до гибели.

Кормление зерном может частично заменить кормление комбикормом при условии присутствия в рационе естественной пищи. Как правило, при кормлении карпа используют фуражную пшеницу и ячмень. Использование зерна овса затруднено из-за высокой пленчатости и острых оболочек, способных травмировать кишечник карпа. На основании всего вышеизложенного очевиден вывод: необходимо более широко использовать при производстве комбикормов и в качестве дополнительного корма для карпа высокоценные отходы крупяного производства, а именно крупяные мучки.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Современный уровень развития пищевой и перерабатывающей промышленности и состояние их сырьевой базы требуют принципиально нового подхода к проблеме использования вторичных ресурсов.

Крупяное производство является источником вторичных сырьевых ресурсов, в частности крупяной мучки. Так при переработке ячменя в ячневую крупу в качестве побочного продукта получается 18 % мучки, при переработке ячменя в перловую крупу – 40 % мучки, при переработке пшеницы – 40 % кормовой мучки, при переработке овса – до 15,5 % мучки, при переработке гороха – 6,5 % мучки [1].

В настоящее время мучки в комбикормах для рыб у нас в стране не используются. За рубежом гороховая, ячменная, овсяная и пшеничная мучки используют в комбикормах для рыб как ценные источники протеина, жира и витаминов. Белковый комплекс крупяных мучек с точки зрения незаменимых аминокислот более полноценен, чем белки целого зерна.

Для научных исследований нами были отобраны образцы крупяных мучек с различных предприятий Республики Беларусь. Химический состав исследуемых крупяных мучек в сравнении с целым зерном представлен в табл. 1 [2].

Т а б л и ц а 1. **Химический состав зерна и мучек**

Сырье	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %
Пшеница	11,5	2,2	2,7	1,6
Мучка пшеничная	14,2	3,0	4,0	2,3
Ячмень	11,0	2,2	5,5	2,4
Мучка ячменная	14,0	3,0	5,0	6,2
Горох	20,4	1,5	5,4	2,6
Мучка гороховая	22,2	1,8	7,3	3,6
Овес	10,5	4,5	10,3	3,0
Мучка овсяная	11,6	4,2	10,2	4,0

На следующем этапе исследований были составлены четыре композитные смеси из крупяных мучек с разным процентом содержания каждой из них. Состав данных смесей представлен в табл. 2.

**Т а б л и ц а 2. Состав композитных смесей**

Наименование смеси	Процент ввода крупяных мучек, %			
	ячменная	пшеничная	гороховая	овсяная
Композитная смесь № 1	50	30	10	10
Композитная смесь № 2	30	50	10	10
Композитная смесь № 3	30	50	15	5
Композитная смесь № 4	40	40	15	5

При определении качества пищевой ценности и потребительских достоинств композитных смесей важным является химический состав. Именно от большего или меньшего содержания и физико-химических свойств веществ, находящихся в смеси, зависят наиболее важные показатели их питательности и качества: усвояемость, энергетическая и биологическая ценность, пригодность для хранения, а также технологические достоинства.

На рис. 1 представлен внешний вид исследуемых образцов композитных смесей.



Композитная смесь № 1



Композитная смесь № 2



Композитная смесь № 3



Композитная смесь № 4

Рис. 1. Внешний вид исследуемых образцов композитных смесей

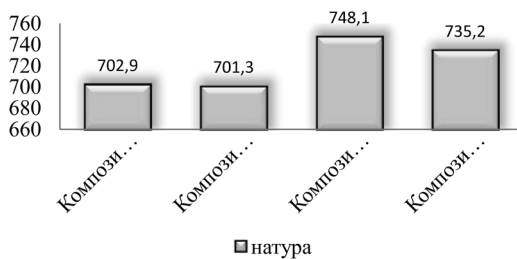


Рис. 2. Значение натуре образцов композитных смесей

Анализируя рис. 1 можно заметить, что цвет композитных смесей кремовый с оттенком серого, с видимыми вкраплениями частиц оболочек светло-коричневого цвета. Цвет композитных смесей напоминает цвет и структуру измельченного зерна.

В исследуемых образцах композитных смесей были определены физико-химические характеристики, такие как влажность, натура, содержание протеина, жира, клетчатки и содержание микро- и макроэлементов. Значение натуре образцов композитных смесей представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что наибольшим значением натуре обладает композитная смесь № 3 из-за высокого содержания в ней пшеничной и ячменной муки, на втором месте композитная смесь № 4. Значения натуре композитных смесей близко к натуре зерна пшеницы (750 г/л) и ячменя (710 г/л).

Химический состав композитных смесей представлен в табл. 3.

Таблица 3. Химический состав композитных смесей

Наименование образца	Влажность, %	Содержание жира, %	Содержание протеина, %	Содержание клетчатки, %
Композитная смесь № 1	9,25	3,9	13,0	4,41
Композитная смесь № 2	8,2	3,7	13,9	3,81
Композитная смесь № 3	9,26	3,46	14,9	3,86
Композитная смесь № 4	10,6	3,21	15,0	3,91

В табл. 3 обращает на себя внимание невысокое содержание клетчатки в смесях, содержание протеина на уровне зерна пшеницы, причем продовольственного назначения, а содержание сырого жира выше, чем у зерна пшеницы.

Проведены исследования по определению содержания микро- и макроэлементов в образцах композитных смесей. Данные представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Содержание микроэлементов в композитных смесях

Наименование образца	Микроэлементы, мг/кг				
	Zn	Mn	Cu	Co	I
Композитная смесь № 1	28,2	33,6	2,84	0,1	0,017
Композитная смесь № 2	40,8	38,2	2,84	0,096	0,021
Композитная смесь № 3	40,65	34,05	2,73	0,063	0,0026
Композитная смесь № 4	34,35	31,75	2,73	0,065	0,024

Потребность карпа в микроэлементах, таких как цинк, марганец, медь, кобальт и йод соответственно равны 15–30, 13–20,3, 0,1–1,2, 1,6 мг/кг. Из данных табл. 4 видно, что все композитные смеси полностью удовлетворяют потребность карпа в таких микроэлементах как цинк, марганец, медь. В табл. 5 представлено содержание макроэлементов в композитных смесях.

Т а б л и ц а 5. Содержание макроэлементов в композитных смесях

Наименование образца	Макроэлементы, %				
	K	Mg	Fe	S	Cl
Композитная смесь № 1	0,42	0,12	0,003	0,28	0,2
Композитная смесь № 2	0,44	0,12	0,003	0,29	0,2
Композитная смесь № 3	0,46	0,122	0,0025	0,28	0,17
Композитная смесь № 4	0,45	0,124	0,0025	0,28	0,17

Содержание макроэлементов в исследуемых смесях достаточно высокое и полностью удовлетворяет потребности карпа в этих элементах.

Белки являются одним из главных элементов клеток и тканей и выполняют широкий диапазон функций. Они входят в состав

клеточных мембран и обеспечивают структурную эластичность и жесткость мышц, эластичность скелета и тканей других органов. Внутри клеток, в межклеточных жидкостях и крови белки принимают участие в транспортных и каталитических процессах, входя в состав ферментов. Они обеспечивают защитную функцию, являясь основой антител, и принимают участие в процессах регуляции обмена веществ в составе гормонов. В процессе роста белки являются главной составной частью синтезируемого органического вещества. При организации кормления рыб количеству и качеству белка в корме как основному фактору, обеспечивающему рост, уделяется особое внимание [3, 4, 5].

В количественном отношении основная масса белка откладывается в белых мышцах. Кроме того, у рыб отложение протеина в белых мышцах идет быстрее и в большем количестве используется на рост. Белки не откладываются в запас, они являются структурным элементом тканей. Их расход в организме при недостаточном поступлении с пищей или голодании приводит к разрушению протоплазмы клеток и в первую очередь клеток мышц и печени. Поэтому количество и качество белка, степень его переваримости и усвоения в организме животного во многом определяют питательную ценность корма. Организм использует для питания не сам белок, а его структурные элементы – аминокислоты, поэтому полноценность пищевых белков во многом зависит от их химического состава, то есть набора и количественного соотношения аминокислот, а также их доступности для организма в процессах переваривания [6]. Поэтому биологическая ценность любого корма зависит от состава и содержания аминокислот.

Оптимальные соотношения протеина и энергии для большинства объектов аквакультуры находятся в пределах 12–30 мг переваримого протеина на 1 кДж переваримой энергии, а протеина и жира – 36:18 [7, 8, 9, 10, 11]. При недостатке незаменимых аминокислот в корме тормозится рост рыб, снижается усвояемость пищи, это негативно отражается на аппетите и жизнестойкости. Дефицит некоторых аминокислот вызывает патологические отклонения. Например, недостаток триптофана в раци-

оне радужной форели через 4 недели приводит к искривлению позвоночника (лордоза, сколиоза) более чем у половины особей; при недостатке метионина наблюдалась катаракта глаз и снижалась жизнестойкость рыб, недостаток метионина и цистина вызывает увеличение размеров печени [12, 13]. Недостаток лизина приводит к нарушению азотистого и минерального обмена, что нарушает формирование костей, наступает истощение мышц тела, уменьшается концентрация эритроцитов и гемоглобина.

Метионин способствует росту и размножению клеток, увеличивает синтез эритроцитов и гемоглобина, благоприятно влияет на работу печени и щитовидной железы, активно участвует в окислительно-восстановительных процессах обмена 25 веществ. Недостаток метионина приводит к нарушению азотистого обмена, снижению прироста массы, развитию анемии, снижению оплодотворяемости, ухудшению работы печени и почек. Триптофан способствует синтезу гемоглобина и образованию белков плазмы крови. При недостатке его нарушается синтез некоторых витаминов, например, РР (никотиновая кислота), понижается активность пищеварительных процессов, некоторых гормонов, нарушается деятельность половых органов рыб. Лейцин и изолейцин способствуют гормональной деятельности желез внутренней секреции, участвуют в синтезе белков и образовании каротиноидов. Фенилаланин и тирозин участвуют в образовании гормонов щитовидной железы, повышают активность ферментов пищеварительного тракта [13, 14].

Не менее значительна роль заменимых аминокислот. Главное внимание следует уделять глутаминовой кислоте, так как она принимает активное участие в качестве донора аминокрупп при биосинтезе большинства других заменимых аминокислот [15, 16]. Неоднократно отмечалось участие аминокислот, особенно заменимых, в энергетическом обмене рыб и использование их углеродных остатков в качестве субстратов для глюконеогенеза – образовании глюкозы из неуглеводных соединений [12, 17].

Отличаясь по видовому разнообразию, рыбы отличаются и по потребности в аминокислотах. Последние исследования в области нормирования комбикормов по аминокислотному со-



ставу были проведены в 1990-е гг., этими данными ученые пользуются до настоящего времени. В монографии W. Steffens (1985) отмечена роль аргинина и гистидина: в молодом возрасте для теплокровных 26 животных они незаменимы, по мере же затухания роста данные аминокислоты становятся заменимыми [18]. Для таких рыб, как лосось, форель, карп, канальный сом и другие, данные неизменны для всех возрастов. Постоянная незаменимость аргинина и гистидина в питании рыб объясняется их способностью к росту в течение всей жизни и является характерной чертой аминокислотного обмена среди других позвоночных животных. Наибольшее значение для рыб из незаменимых аминокислот по мнению зарубежных ученых К. Коуи и Дж. Сарджент (1983) имеют аргинин, лизин и валин [19]. При этом оптимальный уровень ряда аминокислот в рационе с возрастом снижается – это объясняют постепенным падением темпа роста в связи с накоплением биомассы и с факторами его определяющими. Есть мнение, что изменение с возрастом необходимого количества аминокислот в комбикормах связано с тем, что молодь более активна, в старшем возрасте увеличивается доля участия липидов и углеводов в энергетическом обмене и потребности в аминокислотах снижаются [12]. Аминокислотный состав разработанных комбинированных смесей представлен в табл. 6.

Т а б л и ц а 6. Аминокислотный состав комбинированных смесей

Аминокислота	Содержание АК, мг/100 г	мг АК/1 г белка	АК в идеальном белке (ФАО/ВОЗ)	Аминокислотный скор, %
<i>Комбинированная смесь № 1</i>				
Лизин	516	39,69	55	72,17
Треонин	1932,3	148,64	40	371,60
Метионин + Цистеин	20	1,54	35	4,40
Валин	606,7	46,67	50	93,34
Фенилаланин + тирозин	788,3	60,64	60	101,06
Лейцин	316,8	24,37	70	34,81
Изолейцин	681,6	52,43	40	131,08
<i>Комбинированная смесь № 2</i>				
Лизин	525,2	37,78	55	68,70
Треонин	1975,4	142,12	40	355,29

Аминокислота	Содержание АК, мг/100 г	мг АК/1 г белка	АК в идеальном белке (ФАО/ВОЗ)	Аминокислотный скор, %
Метионин + цистеин	20	1,44	35	4,11
Валин	649,1	46,70	50	93,40
Фенилаланин + тирозин	808,1	58,14	60	96,89
Лейцин	315,7	22,71	70	32,45
Изолейцин	680	48,92	40	122,30
<i>Композитная смесь № 3</i>				
Лизин	597,5	40,10	55	72,91
Треонин	1585,6	106,42	40	266,04
Метионин + цистеин	20	1,34	35	3,84
Валин	710,6	47,69	50	95,38
Фенилаланин + тирозин	897,8	60,26	60	100,43
Лейцин	337,2	22,63	70	32,33
Изолейцин	782,2	52,50	40	131,24
<i>Композитная смесь № 4</i>				
Лизин	597,4	39,83	55	72,41
Треонин	1625,4	108,36	40	270,90
Метионин + цистеин	20	1,33	35	3,81
Валин	721,4	48,09	50	96,19
Фенилаланин + тирозин	989,3	65,95	60	109,92
Лейцин	366,4	24,43	70	34,90
Изолейцин	882,8	58,85	40	147,13

Анализ табл. 9 показывает, что во всех композитных смесях лимитирующей аминокислотой является метионин совместно с цистеином, аминокислотный скор которых составляет от 3 до 5 %.

Поэтому для повышения биологической ценности композитной смеси было увеличено содержание гороховой мучки до 40 % за счет снижения процента ввода ячменной и пшеничной мучек, что сбалансировало композитную смесь по содержанию лизина и валина, а также аргинина.

Было проведено кормление сеголетков карпа разработанными композитными смесями в условиях аквариальной. Эксперимент показал, что при кормлении композитной смесью № 2 удельная скорость роста рыб была максимальной и соста-

вила 0,45 % в сутки. Кормовой коэффициент при этом был равен 6,2 ед., что ниже на 23 % по сравнению с зерном пшеницы.

**Заключение.** Для повышения эффективности кормления карпа при одновременном снижении стоимости кормов созданы варианты научно-обоснованных рецептов с использованием вторичных продуктов пищевых производств, в данном случае крупяных мучек. Были составлены четыре варианта композитных смесей из пшеничной, ячменной, гороховой и овсяной мучек.

Установлено, что данные смеси имеют более сбалансированный аминокислотный состав, нежели целое зерно пшеницы. По результатам лабораторного кормления сеголетка карпа установлено, что при использовании композитной смеси № 2 (ячменная мучка – 30 %, пшеничная мучка – 50 %, гороховая мучка – 10 %, овсяная мучка – 10 %) кормовой коэффициент составил 6,2 ед., удельная скорость роста – 0,45 %/сут., что превосходит зерно пшеницы на 16 % и 23 % соответственно. Остальные композитные смеси дали худшие результаты. Поэтому оптимальной композитной смесью из рассмотренных вариантов является смесь со следующим соотношением крупяных мучек: ячменная – 30 %, пшеничная – 50 %, гороховая – 10 % и овсяная – 10 %.

### Список использованных источников

1. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях ВНПО «Зернопродукт». – М. : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. – Ч. 1. – 78 с.
2. Петрухин, И. В. Корма и кормовые добавки : справ. / И. В. Петрухин – М.: Росагропромиздат, 1989. – 526 с.
3. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
4. Brummett, R. E. Aquaculture for African smallholding / R. E. Brummett, R. P. Noble. – ILARM Tech Rep 46, World Fish centre, Penang, Malaysia, 1995. – P. 143–154.
5. Brummett, R. E. African aquaculture: Realizing the potential. Food Policy / R. E. Brummett, J. Lazard, J. Moehl. – 2008. – P. 371–385.
6. Ketola, H. G. Amino acid nutrition of fishes: Requirements and supplementation of diets / H. G. Ketola // Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular, 1982. – P. 17–24.

7. Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et contre-jal des écloseries piscicoles / S. Kaushik // *Pisc. Franc.* – 1990. – № 101. – P. 14–23.
8. Kaushik, S. Protein nutrition and metabolism in fish / S. Kaushik // *Protein metabolism and Nutrition : Proc. of the 7<sup>th</sup> Intern. Symp., Vail de Santarow (PRT) /05/ – 1995.* – P. 47–56.
9. Threne, M. Energy consumption in the Danish fishery. Identification of key factors / M. Threne // *J. of Ind. Ecol.* – 2004. – P. 223–239.
10. Threne, M. LCA of Danish fish products. New methods and insight / M. Threne // *Int: J. LCA*, 2006. – P. 66–74.
11. Schau, E. M. Energy consumption in Norwegian fisheries / E. M. Schau [et al.] // *J. of Cleaner Production*, 2009. – P. 325–334.
12. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. – СПб., 2001. – 372 с.
13. Гусева, Ю. А. Инновационное выращивание ленского осетра в садках / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев. – Saarbrücken : LAP Lambert Academic publishing, 2013. – 128 с.
14. Желтов, Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Ю. А. Желтов. – Киев: «ИНКОС», 2006. – С. 191–192.
15. Макарец, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных / Н. Г. Макарец. – Калуга, 2007. – 608 с.
16. Comparative effect of sesamin and episesamin on the activity and gene expression of enzymes in fatty acid oxidation and synthesis in rat liver / M. Kushiro [et al.]. *J. Nutri Biochem*, 2002. – P. 289–295.
17. Ланинджер, А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функции клетки / А. Ланинджер. – Москва: Мир, 1974. – 957 с.
18. Steffens, W. Grundlagen der Fischernahrung / W. Steffens. – VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1985. – 226 p.
19. Коуи, К. Питание / К. Коуи, Дж. Сарджент // *Биоэнергетика и рост рыб.* – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – С. 8–69.

## **ЖМЫХ ИЗ СЕМЯН ГОЛОСЕМЯННОЙ ТЫКВЫ – НОВЫЙ ВИД СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ПРУДОВЫХ РЫБ**

Ж. В. КОШАК<sup>1</sup>, Л. В. РУКШАН<sup>2</sup>, Д. В. ДОЛГАЯ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*РУП «Институт рыбного хозяйства», г. Минск, Беларусь*

<sup>2</sup>*Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, Беларусь*

## **CUT OF SEEDS OF VOLUME-PUMPKIN PUMP – A NEW TYPE OF RAW MATERIALS FOR PRODUCTION OF COMBINE FOOD FOR POND FISH**

Z. KOSHAK<sup>1</sup>, L. RUKSAN<sup>2</sup>, D. DOLGAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*RUE “Fish Industry Institute”, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Education institution “Mogilev State University of Food”, Mogilev, Belarus*

Поиском дешевого комбикормового сырья для составления полноценных комбикормов для прудовой рыбы специалисты рыбного хозяйства занимаются постоянно во всех странах мира, в том числе и в Республике Беларусь.

В настоящее время при переработке столовой тыквы в качестве побочного продукта образуется жмых тыквенный. Этот жмых предлагается применять для приготовления прикормки для ловли рыбы из-за наличия сильного запаха, привлекательно-го для рыб, несмотря на то, что комочки быстро разваливаются в воде. В составе жмыха имеется много кожуры семечек, которая плохо размалывается. Из-за этого комбикорм, в составе которого имеется жмых тыквенный, рассыпается в воде, поэтому при производстве комбикормов для рыб этот жмых не используется.

В то же время в республике налажено производство тыквенного масла из семян голосемянной (голозерной) тыквы, при котором побочным продуктом получается также жмых, но уже без трудно размалываемой кожуры. В состав такого жмыха входят сахара, фитостерин, смолы, органические и аскорбиновая кисло-

ты, каротиноиды, тиамин, рибофлавин, соли фосфорной и кремневой кислот, калия, кальция, железа, магния. Он является протеиновой добавкой и средством, стимулирующим пищеварение и способствующим нормализации работы желудочно-кишечного тракта благодаря значительной доле клетчатки и масла.

В связи с изложенным выше нами предпринята попытка выявить возможность использования жмыха из семян голозерной тыквы в производстве комбикормов для прудовых рыб. При исследованиях использованы стандартные методы и методики.

Жмых из семян этой тыквы представляет собой темный порошок зелено-желтого цвета со свойственным вкусом и запахом. Определенные нами его основные показатели физико-химических свойств (объемная масса – 462 кг/м<sup>3</sup>, угол естественного откоса – 41 град., влажность – 6 %, кислотность – 12 град., адсорбционная способность – 132 %) свидетельствовали о том, что на комбикормовых предприятиях при использовании этого жмыха технологических проблем не будет (табл. 1).

**Т а б л и ц а 1. Показатели химических свойств жмыха из семян голозерной тыквы**

Наименование вещества	Количество
Сырой протеин, %	30,4±0,3
Сырой жир, %	28,3±0,3
Сырая клетчатка, %	16,7±0,3
Сырая зола, %	9,4±0,1
Зола, нерастворимая в 10%-соляной кислоте, %	2,1±0,1
Крахмал, %	1,8±0,2
Моно- и дисахара, %	9,3±0,2
Безазотистые экстрактивные вещества, %	15,2±0,2
Каротиноиды, мг%	1,3±0,1

Окраска является одним из важнейших атрибутов товарной привлекательности рыб и важной предпосылкой к возрастанию рыночных цен на эти гидробионты. За окраску мышц рыб ответственны каротиноиды. Данные пигменты не могут синтезироваться в организме, поэтому они должны поступать в составе

корма. Как видно из табл. 1, каротиноиды присутствуют в жмыхе из семян голосемянной тыквы и могут внести определенную лепту в интенсивность окраски рыб.

Выработаны комбикорма для карпа, в состав которых включали разное количество жмыха из семян голосемянной тыквы. В опытных комбикормах содержание сырого протеина было на уровне 26 %, сырой клетчатки – 5,56 %, что соответствовало рекомендациям республиканского стандарта для сеголетков карпа. Кормление рыб осуществлялось в РУП «Институт рыбного хозяйства».

Основными показателями, определяющими продуктивность рыбы, служат темп роста и ее выживаемость на разных этапах выращивания. Поэтому на последующем этапе исследований комбикорм скармливали сеголеткам карпа, находящимся в двух аквариумах (контрольный и опытный). Температура воды в аквариуме составляла 18,7–19,4 °С. Период кормления – 18 дней. Количество рыбы в каждом аквариуме – 10 шт.

Ростовые показатели карпа при кормлении комбикормом, в состав которого введен жмых из семян голосемянной тыквы в количестве 5 %, представлены в табл. 2.

**Т а б л и ц а 2. Ростовые показатели карпа при кормлении опытным комбикормом**

Номер рыбы	Среднештучная масса, г		Прирост карпа	
	начало опыта	конец опыта	среднештучный, г	% к первоначальной массе
1	14	17	3	121,4
2	25	25	0	0
3	35	36	1	102,8
4	36	36	0	0
5	36	38	2	105,5
6	39	39	0	0
7	39	42	3	107,7
8	48	50	2	104,2
9	56	61	5	108,9
10	57	61	4	107,0
Среднее ±Sx	38,5±4,15	40,5±4,44	2,0±0,56	105,75±2,03

В табл. 3 приведены результаты по удельной скорости роста карпа и кормовым затратам при использовании жмыха из семян голозерной тыквы в составе комбикорма в количестве 5 %.

**Т а б л и ц а 3. Удельная скорость роста карпа и кормовые затраты при использовании жмыха из семян голозерной тыквы в составе опытного комбикорма**

Общая масса при кормлении, г		Прирост массы, г	Удельная скорость роста, %/сутки	Затраты корма, г	Кормовой коэффициент, ед.
начало	конец				
385	405	20	0,0028	104,4	5,22

Отмечено, что жмых из семян голозерной тыквы целесообразно вводить в комбикорма для рыб, так как рыбы охотно поедали его. Установлено, что вводить жмых из семян голозерной тыквы необходимо в количестве 5 %, но при обязательном учете аминокислотного состава компонентов комбикорма. Это связано с тем, что организм рыб вынужден использовать значительную часть пластического материала и энергии на разложение белка, деструкцию и выведение избыточных количеств незаменимых аминокислот, а также с возможным образованием в питающемся организме больших количеств гистамина, так как это токсичное соединение синтезируется в почках и крови после декарбоксилирования избыточного гистидина в печени.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОВСА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ

Л. В. РУКШАН<sup>1</sup>, Ж. В. КОШАК<sup>2</sup>, Д. В. ДОЛГАЯ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,  
пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Беларусь,  
e-mail: mgup@mogilev.by  
<sup>2</sup>РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
ул. Стебенева, 22, 220024, г. Минск, Беларусь,  
e-mail: belniirh@tut.by

## RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LEGUMES AS RAW MATERIAL FOR PRODUCTION OF MIXED FODDERS FOR FISH

L. RUKSHAN<sup>1</sup>, Z. KOSHAK<sup>2</sup>, D. DOLGAJA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mogilev State University of Food Technologies,  
3 Shmidta ave., 212027Mogilev, Belarus,  
e-mail: mgup@mogilev.by  
<sup>2</sup>RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by

**Аннотация.** Дана сравнительная характеристика пленчатого и голозерного овса. В результате проведенных исследований установлена возможность использования исследованного овса при производстве комбикормов для рыб. При кормлении карпа предпочтение отдано комбикормам с добавлением пленчатого овса.

**Ключевые слова:** овес, пленки, голозерность, комбикорм, карп, качество

**Abstract.** The comparative characteristic of filmy and bare oats is given. As a result of the research, the possibility of using the studied oats in the production of animal feed for fish was established. When feeding carp, preference is given to animal feed with the addition of membranous oats.

**Key words:** oats, films, bare-grain, mixed feed, carp, quality

**Введение.** В Республике Беларусь выращивают овес пленчатый и голозерный. Овес пленчатый содержит довольно много протеина (11,1–13,2 %) высокого качества, но наличие большого количества клетчатки (12,3–34,6 %) ограничивает его ввод в комбикорма (норма ввода для карпа – до 10 %). Овес покрыт легко отделяющимися цветковыми пленками, которые составляют около 30 % массы зерна. В зерне овса содержится 0,5–11 % жира и 4–7,3 % золообразующих веществ. В 1 кг овса в среднем содержится также 0,73 г натрия, 3,98 калия, 1,43 кальция и 3,3 г фосфора. После удаления цветковых пленок содержание клетчатки снижается до 1,7–2,5 %, а белков, крахмала и жира возрастает [1].

Авторами [2] установлено, что голозерный овес превосходит пленчатый по сырому протеину на 3,7 %, жиру – на 3,8 %, в нем меньше в 7,5 раз содержание клетчатки. Аминокислотный состав его богаче: по лизину – на 0,22 %, метионину – на 0,16, цистину – на 0,16 %. Обменная энергия голозерного овса достигает 300 ккал против 255 ккал в пленчатом. Несмотря на это в комбикормах для прудовых рыб пленчатый и голозерный овес практически не используют. Поэтому исследования в этом направлении являются актуальными.

**Материал и методы исследования.** Исследования проводили на кафедре технологии хлебопродуктов в учреждении образования «Могилевский государственный университет продовольствия» и в лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» в 2017 г. Объектами исследования явились зерно пленчатого и голозерного овса, комбикорм, карп.

Физические, физико-химические и химические свойства зерна и комбикорма определяли в соответствии с требованиями действующих стандартов. Крупность размола определяли по ГОСТ 13496; влажность комбикормов – по ГОСТ 13496; качество гранулированных комбикормов – по ГОСТ 22834, кислотность – по ГОСТ 13496 и т.д.

Массовую долю сырой клетчатки, сырого жира, сырого протеина определяли по ГОСТ 13496; сырой золы – по ГОСТ 26226;

зола, не растворимой в соляной кислоте – по ГОСТ 32045; крахмала – по ГОСТ 10845.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Выбор оптимальных условий переработки зерна овса может быть сделан только на основе достоверной информации о его качественном потенциале, который включает физические, физико-химические и химические характеристики зерна.

Физические показатели качества зерна имеют большое значение для его хранения и переработки. Эти показатели лежат в основе методов определения качества, выбора приемов перемещения, очистки и переработки зерна. В числе этих показателей геометрическая характеристика зерна является одним из важнейших показателей и характеризуется его линейными размерами.

Отмечено, что толщина зерновок пленчатого и голозерного овса практически одинакова (0,2 см). Ширина зерновки голозерного овса также равна 0,2 см, что на 0,1 см меньше чем у пленчатого овса.

Длина зерновок голозерного овса равна 0,7 см, а пленчатого – 1,0 см, что обусловлено наличием у него пленок и воздушных полостей между зерновкой и цветочными пленками.

По величине объемной массы пленчатый овес занимает последнее место среди других злаков. Объемная масса зерна, очищенного от примесей, служит ориентировочным показателем кормовой оценки зерна.

При прочих равных условиях из зерна с большей объемной массой получается больший выход готовой продукции лучшего качества и с меньшими затратами энергии.

В табл. 1 приведены значения показателей физических свойств, исследуемых образцов пленчатого и голозерного овса.

Т а б л и ц а 1. **Физические свойства пленчатого и голозерного овса**

Вид овса	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	Объемная плотность, г/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса, град.
Пленчатый	515	1,167	28
Голозерный	643	1,181	24

Видно, что объемная масса и плотность пленчатого овса соответственно ниже на 128 кг/м<sup>3</sup> и 0,014 г/м<sup>3</sup> из-за наличия значительного количества пленок и, следовательно, меньшего содержания эндосперма.

Крупность определяли путем просеивания по остатку на ситах диаметром (Ø) 4,5 мм; 4; 3,5; 3; 2,5; 2 и 1 мм (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Крупность овса

Вид овса	Крупность, %							
	сход с сита диаметром (мм)							проход сита Ø 1,0
	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,0	
Пленчатый	11,58	35,12	34,35	16,60	2,27	0,02	0,01	0,05
Голозерный	0,41	17,18	36,21	34,18	10,62	0,74	0,003	–
Предел вариации	5,6±	26,1±	35,2±	25,4±	6,4±	0,4±	0,007±	0±
	5,5	8,9	0,9	8,8	4,2	0,3	0,004	0,025

Видно, что большая часть пленчатого овса представлена остатком на сите диаметром 4 мм, а голозерного овса – на сите диаметром 3,5 мм.

На последующем этапе изучали поведение овса при измельчении. С этой целью все исследуемые образцы овса измельчали в лабораторном измельчителе в течение одинакового времени. Гранулометрический состав продуктов измельчения овса приведен в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Гранулометрический состав продуктов измельчения овса

Вид овса	Крупность, %						
	сход с сита диаметром (мм)						проход сита Ø 0,63 мм
	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,63	
Пленчатый	9,96	4,65	11,34	27,07	43,71	0,26	3,01
Голозерный	1,42	0,70	1,88	54,26	36,43	0,93	4,38
Предел вариации	5,69±4,3	2,7±1,9	6,6±3,7	40,6±27,2	40,07±3,6	0,60±0,3	3,7±0,7

Видно, что основная часть измельченного пленчатого овса представлена остатком на сите диаметром 1 мм, в то время как овса голозерного – на сите с диаметром 1,5 мм. Известно, что переизмельчение частиц в комбикормовом производстве недопу-

стимо, поэтому в данном случае вариант с голозерным овсом для переработчиков считается оптимальным.

Проанализировав совокупность физических и физико-химических показателей пленчатого и голозерного овса, можно отметить ряд преимуществ, которыми обладает голозерный овес. Он отличается низкой пленчатостью, высокой объемной массой и плотностью, содержанием ядра и т.д. С этой точки зрения голозерный овес представляет большую технологическую ценность для переработчиков. Однако не следует забывать, что цветковые оболочки пленчатого овса жесткие и при измельчении дают частицы игольчатого типа. Поэтому при использовании пленчатого овса в производстве комбикормов для рыб его перед измельчением необходимо шелушить [3].

Химический состав кормовых продуктов является основой, определяющей их качество и кормовую ценность. Поэтому на последующем этапе исследований нами определены показатели химических свойств овса. В табл. 4 приведены значения показателей химических свойств овса в сравнении со значениями, представленными в ТНПА [4].

Т а б л и ц а 4. Химические свойства овса

Наименование показателя	Количество, %				Предел вариации, %
	овес пленчатый		овес голозерный		
	факт.	ТНПА	факт.	ТНПА	
Массовая доля:					
– сырой протеин	16,52	10,50	17,75	12,50	17,14±0,62
– сырой жир	4,72	4,50	5,59	5,50	5,12±0,44
– сырая клетчатка	12,60	10,30	5,70	3,70	9,20±3,50
– крахмал	38,49	35,19	41,58	37,58	40,04±1,55
– сахара	2,61	2,50	2,87	2,93	2,74±0,13
– БЭВ	63,98	59,12	68,81	67,61	66,40±2,42

Видно, что фактические значения массовой доли сырого протеина и сырой клетчатки в голозерном и пленчатом овсе в 1,42–1,57 и 1,22–1,54 раза соответственно выше рекомендуемых ТНПА. Это, вероятно, связано с климатическими условиями выращивания зерна (урожай 2017 г.).

Отмечено также, что содержание сырой золы в пленчатом и голозерном овсе соответственно равно 2,18 % и 2,15 %. При этом наибольшее количество золы, нерастворимой в соляной кислоте, в овсе голозерном равно 1,85 %, а в овсе пленчатом – 0,87 %.

Установлено, что голозерный овес по содержанию сырого протеина, крахмала и БЭВ (безазотистые экстрактивные вещества) превосходит пленчатый овес и является ценным сырьем для получения кормовых продуктов.

На последующем этапе исследований изготавливали комбикорма К-110 с добавлением пленчатого и голозерного овса в количестве 5 % и определяли их качество. При подготовке зерна пленчатого овса к измельчению его предварительно шелушили.

В табл. 5 приведены показатели качества комбикормов. Анализ результатов исследований в этом направлении показал, что данные виды комбикормов по всем показателям полностью соответствуют рекомендациям действующих ТУ РБ 100035627.018-2015.

Т а б л и ц а 5. Качественные показатели комбикормов

Наименование показателя	Характеристика комбикорма			
	стандарт	контроль	с добавлением овса	
			голозерный	пленчатый
Массовая доля:				
– влага, %, не более	13,5	7,2	7,4	9,3
– сырой протеин, %, не менее	26,0	29,97	27,15	26,89
– сырой жир, %, не менее	2,8	3,65	4,53	4,07
– сырая клетчатка, %, не более	9,0	7,88	4,53	5,12
Размер гранул, мм, не более				
– диаметр, Ø	3,8	3,7	3,8	3,8
– длина 2-х Ø		4,2	4,3	4,1
Крошимость гранул, % не более	5,0	3,2	4,0	3,9
Водостойкость гранул, мин, не менее	20,0	23	29	29

Кислотность контрольного комбикорма, комбикормов с голозерным и пленчатым овсом была одинаковой во всех случаях (9,2 град.).

Известно, что рыба с более высоким содержанием каратиноидов в меньшей степени подвержена бактериальным и грибковым заболеваниям.

Попытка использовать овес как частичный источник каротиноидов не дала должных результатов. Так, отмечено, что содержание каратиноидов в контрольном комбикорме, комбикормах с голозерным и пленчатым овсом было практически одинаковым и соответственно равно 0,94 мг %; 1,00 и 1,05 мг %.

На последующем этапе исследований кормили сеголетков карпа опытными комбикормами в течение 24 суток.

Выявлено, что использование овса в комбикормах не вызывает травмирования внутренних органов карпа лузгой овса. Выживаемость карпа в процессе опыта составила 100 %.

Пределы вариации ростовых показателей комбикорма при замене 5 % отрубей овсом пленчатым (аквариум № 1) и голозерным (аквариум № 2) при кормлении карпа в течение 15 дней при содержании сырого протеина в комбикорме соответственно 44,2 % и 45,1 % по сравнению с контрольным комбикормом (аквариум № 3 – содержание сырого протеина 26 %) приведены в табл. 6.

Видно, что имеется прирост массы во всех случаях кормления. Однако прирост массы при кормлении карпа комбикормом с пленчатым овсом в 2,7 и 4,3 раза выше, чем при кормлении комбикормом с голозерным овсом и контрольным комбикормом соответственно.

**Т а б л и ц а 6. Пределы вариации ростовых показателей при кормлении карпа комбикормами с пленчатым и голозерным овсом**

Номер аквариума	Среднештучная масса, г		Прирост карпа	
	начало опыта	конец опыта	среднештучный, г	% к первоначальной массе
1	49,44±1,25	50,78±1,71	1,33±0,53	102,5±1,08
2	62,8±1,08	63,3±1,15	0,5±0,31	100,78±0,49
3	80,4±1,98	80,7±2,479	0,3±0,7	100,24±0,88

На рис. 1 представлен прирост карпа, выраженный в процентах к его первоначальной массе. При оценке роста карпа по данному показателю видно, что также имеется прирост массы во всех случаях кормления. При этом более наглядно видно пре-

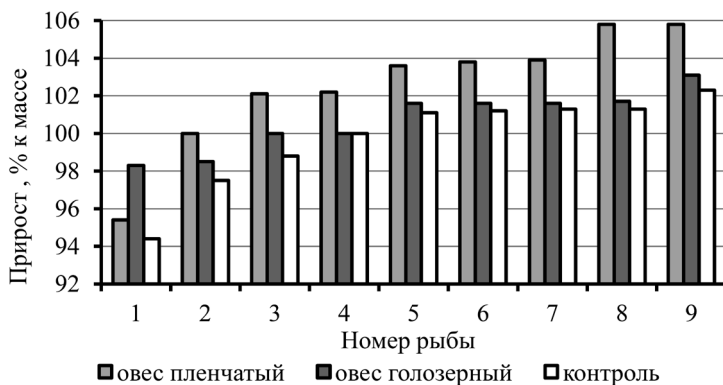


Рис. 1. Прирост карпа, выраженный в процентах к первоначальной массе рыбы

имущество комбикорма с добавлением пленчатого овса. Это, вероятно, связано с перераспределением химических веществ в пленчатом овсе после шелушения, а в голозерном овсе сохранилось некоторое количество пленок.

Удельная скорость роста и кормовые затраты при использовании опытных комбикормов с заменой 5 % пшеничных отрубей на пленчатый и голозерный овес (соответственно аквариумы № 1, 2) и контрольного комбикорма (аквариум № 3) приведены в табл. 7.

Т а б л и ц а 7. Удельная скорость роста и кормовые затраты

Номер аквариума	Общая масса, г		Прирост массы, г	Затраты корма, г	Кормовой коэффициент, ед.
	начало кормления	конец кормления			
1	442	457	15	125,7	8,4
2	628	633	5	166,6	33,3
3	804	807	3	212,0	70,6

Видно, что кормовые затраты при кормлении карпа любым комбикормом повышены (нормативное значение кормового коэффициента находится в пределах 4–6 ед.), что вызвано зимним периодом кормления карпа в условиях аквариальной. Однако в аквариуме № 1 для зимнего периода кормовой коэффициент равен 8,4, что ближе к норме.



Результаты кормления карпа комбикормом с голозерным овсом получились несколько ниже, чем с пленчатым овсом, так кормовой коэффициент выше минимум в 4 раза. При кормлении карпа контрольной группы кормовые коэффициенты намного выше (в 8,4 и 2,1) раза по сравнению с кормлением его комбикормом с пленчатым и голозерным овсом соответственно.

Таким образом, экспериментальные данные по кормлению карпа показали, что внесение в комбикорм пленчатого овса взамен пшеничных отрубей дают лучшие положительные результаты и предпочтительнее, чем использование зерна голозерного овса. Полноценность пищевого рациона отражается на картине крови рыб: неполноценность пищи наиболее сказывается на содержании гемоглобина, эритроцитов, а также белка в сыворотке крови. Поэтому в данном случае проводили анализ крови карпа.

В табл. 8 приведены пределы вариации основных гематологических показателей крови карпа при кормлении комбикормами с добавлением пленчатого и голозерного овса взамен 5 % пшеничных отрубей. При кормлении карпа использовали по два аквариума (1 повторность и 2 повторность) в каждом случае. Видно, что во всех вариантах опытов скорость оседания эритроцитов не превышает пределы нормы. Значение общего белка в сыворотке крови ниже нормы в опытных аквариумах, что ниже на 10 % для голозерного овса и на 32 % от нормы для пленчатого, в контроле значения общего белка оптимально ( $3,5 \pm 0,9$  г % и  $3,2 \pm 0,4$  г % соответственно).

**Т а б л и ц а 8. Пределы вариации гематологических показателей крови карпа после кормления**

Наименование показателей	Комбикорм						Норма
	с голозерным овсом		с пленчатым овсом		контрольный		
	1 повт.	2 повт.	1 повт.	2 повт.	1 повт.	2 повт.	
СОЭ, мм/ч	$0,2 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1$	–	0,1	0,6	$0,4 \pm 0,2$	до 4,0
Общий белок, г %	$2,6 \pm 1,4$	$2,8 \pm 0,9$	$2,3 \pm 0,6$	$1,8 \pm 0,4$	$3,5 \pm 0,9$	$3,2 \pm 0,4$	3,0–4,5
Гемоглобин, г/л	$78,7 \pm 37,8$	$71,0 \pm 12,4$	$65,3 \pm 9,9$	$75,8 \pm 38,4$	$80,7 \pm 37,5$	$61,2 \pm 20,5$	85–87
Эритроциты, млн/мкл	$0,65 \pm 0,22$	$0,40 \pm 0,35$	$0,31 \pm 0,28$	$0,62 \pm 0,58$	$0,74 \pm 0,59$	$0,34 \pm 0,26$	1,4–1,7

Многочисленными исследованиями установлено, что для нормального состояния сеголетков карпа содержание общего белка в сыворотке крови у него должно быть не менее 3,0 %. Видно, что во всех вариантах содержание гемоглобина и концентрация эритроцитов в крови понижена. При использовании зерна голозерного и пленчатого овса в составе комбикормов для карпа для повышения содержания белка, гемоглобина и содержания эритроцитов в крови карпа необходима дополнительная балансировка рецептов комбикормов.

**Заключение.** В данной статье приведена оценка физических, физико-химических и химических показателей качества зерна пленчатого и голозерного овса как сырья для производства комбикормов для рыб. Проведено опытное кормление карпа, устанавливающее преимущество комбикормов с вводом пленчатого овса.

На основании проведенных исследований установлено следующее:

- наилучшие физические и физико-химические показатели качества имеет зерно голозерного овса;
- лучший гранулометрический состав продуктов измельчения отмечается для голозерного ячменя;
- химический состав овса свидетельствует о том, что каждый из видов овса может быть источником питательных веществ в комбикормах для рыб;
- опытное кормление свидетельствует о том, что комбикорм с голозерным овсом предпочтительнее для карпа.

### **Список использованных источников**

1. Технология и оборудование для производства комбикормов : пособие : в 2 ч.; / В. А. Шаршунов [ и др.]. – Минск : Мисанта, 2014. – Ч. 1 : Технология комбикормов. – 978 с.
2. Ленкова, Т. Голозерный овес заслуживает особого внимания / Т. Ленкова, Т. Соколова // Комбикорма. – 2006. – № 2. – С. 54.
3. Правила организации и ведения технологического процесса производства продукции комбикормовой промышленности. – Минск : ГУ «НИПТИхлебопродукт», 2004. – 297 с.
4. Классификатор сырья и продукции комбикормового производства Республики Беларусь. – Минск : ПЧУП «Бизнесофсет», 2010. – 192 с.

**СЕМЕНА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР БЕЛОРУССКОЙ  
СЕЛЕКЦИИ И ПРОДУКТЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ  
В КОРМЛЕНИИ ПРУДОВЫХ РЫБ**

Л. В. РУКШАН, Т. В. ПРОХОРЦОВА

*УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,  
пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Беларусь,  
e-mail: mgup@mogilev.by*

**SEEDS OF OIL-FARMED CULTURES  
OF BELARUSIAN BREEDING AND PRODUCTS  
OF THEIR PROCESSING IN FEEDING OF POND FISH**

L. RUKSAN, T. PROKHORTSOVA

*Mogilev State University of Food Technologies,  
3 Shmidta ave., 212027 Mogilev, Belarus, e-mail: mgup@mogilev.by*

В условиях, когда рыба лишена естественной пищи, ее обмен веществ находится полностью под контролем человека и зависит от сбалансированности, качества и количества предоставляемых кормов. Дефицит белков, аминокислот и дисбаланс состава незаменимых жирных кислот приводит к нарушению обмена веществ у рыб, вызывая снижение сопротивляемости к негативным воздействиям среды, снижению скорости роста и развития.

В то же время известно, что высокая биологическая ценность белка семян некоторых масличных культур обусловлена благоприятным аминокислотным составом.

Белок семян рапса богат и такими незаменимыми аминокислотами, как лизин, метионин, цистин и триптофан, а из углеводов основную долю составляет сахароза. Биологическая ценность липидного комплекса из семян рапса обусловлена повышенным содержанием полиненасыщенных незаменимых жирных кислот – линолевой и линоленовой.

Они играют важную роль в росте, развитии и действии репродуктивной функции у животных и должны всегда быть в рационе,

так как организм их не синтезирует. Слизи льняного семени представляют особый практический интерес для комбикормовой промышленности, так как могут выступать в качестве вододерживающих и связующих агентов в производстве комбикормов для рыб, оказывая при этом протекторное действие на их пищеварительную систему.

Однако такие масличные культуры, как рапс и лен, как сырье для комбикормовой промышленности временно забыты. Внимание к ним возросло в последнее время в связи с проблемой дефицита белка и поиском путей для обеспечения потребностей сельскохозяйственных животных и рыбы в этом компоненте кормов. Поэтому исследования в этом плане актуальны. Кроме того, селекционерами предложены новые сорта рапса и льна масличного, которые адаптированы для почвенно-климатических условий республики, но не изучены с точки зрения кормового сырья.

Объектами исследования явились разные сорта рапса (Артист, Лидер, Зорный, Юра, Прамень) и льна (Солнечный, Опус, Салют, Илим, Визирь, Дар) белорусской селекции. При оценке качества семян и продуктов их переработки определяли показатели, оценивающие технологические свойства, использовали методы, общепринятые в отрасли.

Отмечено, что линейные размеры изучаемых семян отличались незначительно. Пределы вариации длины, ширины, толщины и интегрированного показателя крупности семян льна были соответственно равны  $4,56 \pm 0,39$  мм;  $2,14 \pm 0,03$ ;  $1,04 \pm 0,10$  и  $2,15 \pm 0,08$  мм, а эквивалентного диаметра семян рапса –  $1,96 \pm 0,14$  мм. Однако показатели свежести заметно изменялись. Так, пределы вариации кислотности семян рапса и льна были соответственно равны  $6,2 \pm 1,3$  и  $5,5 \pm 1,5$  град., кислотного числа –  $2,9 \pm 1,1$  и  $4,7 \pm 2,9$  мл КОН. Это, вероятно, связано со сроками уборки урожая, выбранными режимами сушки и хранения семян.

В табл. 1 представлены пределы вариации изучаемых показателей качества исследуемых образцов семян рапса и льна. Замечено, что рапс сорта Артист имел в 1,11 раза больше белка, крахмала и сахаров, чем рапс сорта Лидер. Отмечено также, что

содержание эруковой кислоты у сорта Лидер в 2 раза превышает значения, приводимые селекционерами республики в различных источниках, но в 2,2 раза ниже базисных норм. Подобная картина наблюдается и для сорта Артист.

**Т а б л и ц а 1. Пределы вариации изучаемых показателей качества исследуемых образцов**

Показатели	Пределы вариации	
	рапс	лен
Влажность, %	6,0±0,3	9,4±0,9
Угол естественного откоса, град.	19,5±1,5	16,5±3,5
Скважистость, %	41±3	38±7
Масса 1000 семян, г	5,1±1,2	5,8±0,5
Натура, г/л	665±20	693±4
Лузжистость, %	30,7±8,2	24,3±4,3
Объем семени, мм <sup>3</sup>	3,20±0,08	2,16±0,03
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,13±0,08	1,15±0,10
Массовая доля сырого жира	41,91±3,31	41,05±0,50
Массовая доля сырого протеина	12,68±2,76	21,13±0,12
Массовая доля сырой клетчатки	6,72±2,15	28,22±0,18
Массовая доля углеводов:	–	6,08±0,11
– крахмал	2,30±1,26	–
– сахара	0,96±0,05	–
Массовая доля эруковой кислоты	1,48±0,32	–
Массовая доля золы	4,51±0,53	4,20±0,15
Массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте	0,10±0,08	–

Все исследуемые сорта по количеству золы, нерастворимой в соляной кислоте, содержанию эруковой кислоты пригодны для производства масла и комбикормов. При выявлении наилучшего сорта льна проведен подобный анализ. Поэтому можно считать, что все исследуемые образцы рапса и льна пригодны для производства масла и комбикормов.

Установлено, что выход масла в основном зависит от масличности семян ( $R = 0,94$ ). При этом масличность семян тем выше, чем больше их натура ( $R = 0,61$ ), меньше содержание белка ( $R = 0,64$ ) и меньше лузжистость ( $R = 0,56$ ). Так, пределы вариации коэф-

фициентов уплотнения и прессования семян, например, рапса соответственно равны  $1,4 \pm 0,1$  и  $26,7 \pm 5,4$  при выходе масла  $28,7 \pm 9,7$  %.

Отмечено, что в процессе отжима масла более 60 % приходится на долю высокобелковых побочных продуктов – жмыхов, в белках которых содержатся незаменимые аминокислоты (лизин, валин, треонин, метионин, изолейцин, лейцин и фенилаланин), что свидетельствует об их высокой биологической ценности, качественно и количественно сравнимой с соевыми белковыми продуктами. Биохимический состав жмыхов зависит от способа получения масла. При этом следует учитывать, что льняной жмых обладает хорошими диетическими свойствами благодаря содержанию витаминов группы В и витамина Е, пантотеновой, фолиевой кислоты, биотина, омега-3 линоленовой кислоты, также он богат микроэлементами.

Таким образом, сортовые особенности семян рапса и льна белорусской селекции значительно влияют на размеры, крупность, массу 1000 семян, натуру и незначительно влияют на содержание ряда химических веществ. Наилучшими по всем изучаемым показателям среди исследуемых сортов являются рапс сорта Лидер и лен сорта Салют.

Присутствие в жмыхах токсических веществ ограничивает количество их ввода в корма рыб до 6–10 %, что не позволяет в полной мере реализовать заложенный в них потенциал нутрицевтиков. В связи с этим разработка способов эффективного использования льняных жмыхов в качестве источника растительного протеина и одновременно рациональной утилизации отходов производства рапсового и льняного масла является перспективным направлением.

## ВЛИЯНИЕ ТРЕПЕЛА НА ЗИМОВКУ СЕГОЛЕТКОВ КАРПА

И. А. ОРЛОВ

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

## INFLUENCE OF TRIPOLI ON THE WINTERING OF FINGERLINGS OF CARP

I. A. ORLOV

*RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** В статье приведены результаты зимовки сеголетков карпа, выращенного на комбикормах с введением природной минеральной добавки трепел. Установлено, что использование трепела в комбикорме способствует лучшему расходованию накопленных жировых запасов в течение зимовки.

**Ключевые слова:** комбикорм, трепел, сеголетки карпа, кровь

**Abstract:** Results of a wintering of fingerlings of the carp who is grown up on compound feeds with introduction of natural mineral additive trepel are given in article. It is established that use of trepel in compound feed promotes the best expenditure of the saved-up fatty stocks during a wintering.

**Keywords:** fodder, trepel, common carp, carp's fingerlings, blood

**Введение.** Наиболее тяжелый период для рыб, в условиях рыбного хозяйства, это период зимовки. В это время рыба не питается, жизненные процессы замедленны, а жизнедеятельность поддерживается за счет питательных веществ, накопленных в теле за время летнего нагула.

Успех зимовки сеголетков карпа зависит не только от уровня накопления резервных веществ, но и от характера их расходования в течение длительного зимнего периода. Основной целью исследований было определение влияния трепела на зимовку сеголетков карпа.

**Материал и методика исследования.** Объектом исследования был сеголеток карпа, выращенный в монокультуре на прудах СПУ «Изобелино». При выращивании рыбы были использованы по 2 пруда (В-12, В-13) в опытной группе площадью 0,12–0,15 га и 2 пруда (В-9, В-10) в контрольной группе площадью 0,08–0,09 га. Пруды были зарыблены личинкой полученной при заводском нересте. Плотность посадки была одинаковой во всех прудах участвующих в эксперименте и составляла 30,0 тыс. экз./га. Опытные пруды в течение всего сезона снабжали гранулированным комбикормом рецепта К-110 с вводом 1,5 % трепела, контрольные – комбикормом рецепта К-110 без добавки трепела. Кормление рыбы осуществлялось вручную на кормовые столики два раза в сутки по нормам кормления.

Материалом исследований служили мышцы и кровь сеголетков карпа.

На биохимический анализ одна проба (мышцы) отбиралась от 10 рыб из каждого пруда. В дальнейшем пробы из опытных прудов объединялись в одну пробу как опытная, из контрольных прудов как контрольная.

Кровь для гематологических исследований отбирали методом иссечения хвостового стебля у 10 рыб из каждого пруда. Содержание гемоглобина определяли методом Сали, количество эритроцитов, лейкоцитов, а также лейкоцитарную формулу крови по общепринятым в гематологической практике методам [1, 2], СОЭ – на аппарате Панченкова, общий белок крови – на рефрактометре ИРФ-22. Лейкоцитарную формулу определяли путем микроскопии окрашенных мазков [3]. Биохимические показатели мышц карпа и гидрохимический режим определяли по общепринятым методикам [4, 5].

**Результаты исследований.** Оценка физиологического состояния выращенных сеголетков проводилась по гематологическим показателям, поскольку у рыб, получающих искусственные корма, выделена группа показателей, наиболее чувствительных к неполноценности пищи [6]. Это содержание гемоглобина, эритроцитов, а также белка в сыворотке крови. Высокое содержание



белка в пределах установленных норм является благоприятным признаком высокой жизнестойкости.

Как показали результаты исследований (табл. 1), содержание гемоглобина и количество эритроцитов у сеголетков из опытных прудов находятся на высоком уровне, равно как содержание белка в сыворотке крови.

**Т а б л и ц а 1. 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	0,4–1,4
	сегментоядерные	0,8±0,25	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

Содержание общего белка крови в опытной группе было в 1,2 раза больше, чем в контрольной. По сравнению с контролем у опытных сеголетков было больше гемоглобина и количество эритроцитов на 10,3 % и 16,3 % соответственно. Эти показатели свидетельствуют о высокой жизнестойкости выращенной рыбы.

Лейкоцитарная формула крови у сеголетков обеих групп была схожей без значительных колебаний и находилась в пределах физиологической нормы.

Во время зимовки проводился мониторинг гидрохимического режима зимовального пруда, в котором находился сеголеток, по таким показателям, как концентрация растворенного в воде кислорода, pH среды и температура воды. Период наблюдения – с конца октября и до конца марта.

Исследования показали, что температура воды в ноябре колебалась от 1,2 до 3,4 °С, составляя в среднем за месяц 3,35 °С. В декабре отмечено незначительное понижение температуры в среднем до 2,05 °С, а в январе наблюдались самые низкие за зимний период температуры воды от 0,6 до 1,8 °С. В феврале температура воды начала повышаться и составила в среднем 1,58 °С. Март выдался по сравнению с предыдущими годами теплее. Минимальная температура воды составила 2,8 °С, максимальная достигала 6,0 °С, составив в среднем за месяц 3,9 °С.

Мониторинг гидрохимических показателей выявил следующее. Среднее содержание растворенного в воде кислорода за зимовку составило 6,6 мг/л, колеблясь в течение зимнего сезона от 5,7 до 7,6 мг/л. Значительных скачков в показателях растворенного в воде кислорода не зафиксировано. Перманганатная окисляемость находилась в пределах нормы 7,6–12,4 мгО<sub>2</sub>/л с небольшим увеличением в феврале месяце до 26,2 мгО<sub>2</sub>/л (допустимая норма 20,0 мгО<sub>2</sub>/л).

Исследования показали, что в целом в период зимовки гидрохимические показатели воды соответствовали нормативным требованиям. Несмотря на резкие колебания температуры воды, волнений рыбы в пруду не отмечено, благодаря постоянному водообмену, способствовавшему обогащению воды растворенным кислородом.

Перед и после зимовки у опытной и контрольной рыбы определяли биохимический состав мышц. Он представлен сухим веществом, сырым протеином и жиром. Содержание сухого вещества в теле карпа отражает, прежде всего, содержание жира и белка. При истощении вместе с падением жирности уменьшается также содержание белка в теле. Содержание сухого вещества меняется по мере роста рыбы, чем больше масса сеголетка, тем больше процент содержания в теле рыбы сухого вещества [7].

Содержание жира в теле рыбы определяется балансом питательных веществ и направлением метаболических процессов. Известно, что по мере роста рыба, как правило, становится жирнее, и норма жирности для нее меняется. Однако повышение жирно-

сти не всегда является показателем благополучия. Например, если в рационе карпа не хватает фосфора, то жирность его тела существенно превышает норму. Показатели жирности тела по сравнению с нормой понижаются в результате голодания [8, 9].

Содержание белка в теле рыбы может меняться в зависимости от целого ряда причин. При истощении количество белка в теле уменьшается, прежде всего из-за обводнения ткани. Но содержание белка может несколько уменьшаться и благодаря повышению жирности [10, 11]. Как показали исследования, расход резервных веществ у опытной и контрольной рыбы был различным (табл. 2). В мышцах опытных и контрольных рыб после зимовки увеличилось количество влаги, снизилось количество протеина и жира.

Т а б л и ц а 2. Биохимический состав мышц годовиков карпа

Наименование образца	Сухое вещество, %±Sx	Влажность, %±Sx	Протеин в сыром веществе, %±Sx	Жир в сыром веществе, %±Sx	Зола в сыром веществе, %±Sx	Коэффициент упитанности по Фультону
до зимовки (осень)						
Сеголеток опытный	25,10±0,38	74,92±0,38	16,61±0,17	5,6±0,29	2,91±0,25	3,42±0,05
Сеголеток контрольный	25,15±0,38	74,85±0,38	14,94±0,33	7,68±0,39	2,5±0,18	3,36±0,04
после зимовки (весна)						
Годовик опытный	20,25±0,21	79,75±0,21	15,91±0,03	2,60±0,04	1,68±0,12	3,26±0,14
Годовик контрольный	19,23±0,12	80,77±0,12	15,74±0,10	1,84±0,05	1,70±0,08	3,1±0,02

Установлено, что темп расходования энергетических ресурсов тела за период зимовки у контрольных сеголетков был выше, чем у опытных. Так, за период прохождения зимовки наибольшее снижение жирности (в 4,1 раза) было отмечено в тканях контрольных годовиков карпа. У опытных годовиков снижение содержания жира составило 53,6 % или в 2,1 раза. Подобная тенденция

отмечена также по упитанности и сухому веществу. Установлено, что у опытного годовика снизилось количество сухого вещества на 19,3 %, а у контрольного на 23,5 %, а влажность, наоборот, увеличилась на 6,1 % и 7,3 % соответственно. Упитанность снизилась в контрольной и опытной группе незначительно по сравнению с осенью на 7,7 % и 4,7 % соответственно. В целом, оценивая зимостойкость рыбы, получавшей трепел в составе рациона, можно отметить, что опытная рыба хорошо перенесла зимовку, выход из зимовки был нормативный (75 %). Таким образом, включение трепела в рацион сеголетков карпа положительно влияет на зимостойкость выращенной рыбы. Отложенные за время нагула резервные вещества у опытной рыбы расходуются более экономно, чем у рыбы, выращенной на основном рационе.

**Закключение.** Согласно приведенным исследованиям установлено, что включение в основной рацион трепела положительно сказывается на обмене веществ, который выражается в более экономном расходовании резервных веществ во время зимовки.

### **Список использованных источников**

1. Методические указания по проведению гематологического обследования у рыб. – М.: ВНИИПРХ, 1999. – 38 с.
2. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. – Л. : ГосНИОРХ, 1974. – 40 с.
3. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб / Т. Н. Иванова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – С. 64–73.
4. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. – М. : ВНИИПРХ, 1986. – 50 с.
5. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенова, Б. А. Скопинцев. – Л. : Гидрометиздат, 1973. – 260 с.
6. Остроумова, И. Н. Физиолого-биохимическая оценка состояния рыб при искусственном разведении / И. Н. Остроумова // Современные вопросы экологической физиологии рыб. – М. : Наука, 1979. – С. 59–67.
7. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. – М. : Изд-во Москов. ун-та, 1962. – Т. 1. – 444 с.
8. Ананьев, В. И. Влияние условий выращивания на качественный состав резервного жира однолетнего карпа / В. И. Ананьев // Обмен веществ и биохимия рыб. – М. : Наука, 1967. – С. 324–328.

9. Бекоев, А. Т. Зимовка рыбопосадочного материала карпа в условиях II зоны рыбоводства / А. Т. Бекоев // Тез. докл. III межвузов. конф. молодых ученых и специалистов. – Калининград, 1984. – С. 127–128.

10. Кирпичников, В. С. Значение естественного и искусственного корма при выращивании сеголетков карпа / В. С. Кирпичников // Биология и ихтиология внутренних водоемов Прибалтики. – Рига, 1963. – Т. 7. – С. 123–131.

11. Шульман, Г. Е. Соотношение между содержанием жира и воды в теле рыб и методика вычисления жирности рыб в полевых условиях / Г. Е. Шульман // Тр. АзЧерНИРО. – 1961. – Вып.19. – С. 79–84.

**ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ДОЗ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ  
«ЭКСТРА» В СОСТАВЕ КОРМА НА ТЕМП РОСТА  
РАЗНОВОЗРАСТНОГО КАРПА**

Н. Н. ГАДЛЕВСКАЯ, М. Н. ТЮТЮНОВА, И. А. ОРЛОВ

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

**THE INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES OF FEED ADDITIVE  
IN THE FODDER “EXTRA” ON THE GROWTH RATE  
OF CARP OF DIFFERENT AGE**

N. N. HADLEVSKAYA, M. N. TSIUTSIUNOVA, I. A. ORLOV

*RUE “Fish Industry Institute”,  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** В статье изложены результаты использования разных доз белковой добавки «Экстра» в рационе сеголетков, двух- и трехлетков карпа.

Установлено, что при использовании белковой добавки в дозах до 4 % в составе корма для сеголетков, до 8–9 % в составе корма для двух- и трехлетков карпа увеличивается темп роста рыбы. При этом в этих дозах отмечены минимальные кормовые затраты по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** кормовая белковая добавка, сеголетки, двухлетки, трехлетки, темп роста

**Abstract.** This article informs about the results of the use of different doses of protein additive “Extra” in the nutrition of fingerlings of two and three year old carp.

We found out that if we use protein additives in the doses up 4 % in the fodder for fingerlings and 8–9 % in the fodder for two-three year old carp, the growth rate increases. It should be mentioned that in these doses minimum fodder costs were found in comparison with monitoring.

**Key words:** fodder protein additive, fingerlings, two and three year old carp, growth rate

**Введение.** В силу физиологических особенностей рыба затрачивает большую часть протеина корма на энергетический обмен. Хорошо известно, что даже в сбалансированных диетах около 70 % протеина идет на энергетические нужды организма. Смеси протеинов разного происхождения усваиваются организмом животного лучше, чем каждый протеин в отдельности, следовательно, питательная ценность комбикорма тем выше, чем богаче набор компонентов.

Кормовая белковая добавки «Экстра» – новый белковый продукт, который можно использовать в комбикормах для рыбы.

Целью исследований было изучить влияние разных доз добавки в составе кормов на темп роста рыбы и кормовые затраты.

**Материал и методы исследований.** Материалом исследований служили белковая кормовая добавка, комбикорм, вода, сеголетки, двух – и трехлетки карпа. Анализ кормов проводили по ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 13496.2-91.

Экспериментальные работы проводили в лабораторных условиях в аквариумах объемом по 80 л, в каждом из которых содержалось по 7 экз. сеголетков, по 10 экз. двухлетков и по 5 экз. трехлетков карпа. В каждой серии опытов был свой контроль. Опыты проводились в двукратной повторности. Рыбу кормили по поедаемости в течение 12–14 суток 3 раза в сутки с интервалом в 4 часа: в 9<sup>00</sup>, 13<sup>00</sup> и 17<sup>00</sup> часов. Корм задавался из расчета 1,5–3 % от массы. Расход кормов устанавливали путем учета заданного корма и остатков корма. Темп роста живой массы определяли путем индивидуального взвешивания рыбы в начале и конце опыта. Гидрохимические показатели определяли по общепринятым методикам [1].

Среднесуточный прирост рассчитывали по Винбергу Г. Г. [2].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для определения оптимальной дозы ввода белковой добавки «Экстра» для сеголетков было изготовлено 6 равнозначных по составу вариантов экспериментального корма с добавлением от 1 до 6 % белковой добавки вместо аналогичного количества соевого шрота. За основу взят стандартный рецепт К-110. Состав и питательная ценность корма представлена в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Состав и питательная ценность корма  
для сеголетков карпа**

Наименование компонентов, %	К-110 контроль	варианты					
		1	2	3	4	5	6
Ячмень	22	22	22	22	22	22	22
Пшеница	24	24	24	24	24	24	24
Шрот подсолнечный	16	16	16	16	16	16	16
Мясокостная мука	7	7	7	7	7	7	7
Рыбная мука	3	3	3	3	3	3	3
Шрот рапсовый	10	10	10	10	10	10	10
Дрожжи кормовые	8	8	8	8	8	8	8
Премикс	1	1	1	1	1	1	1
Шрот соевый	9	8	7	6	5	4	3
Добавка «Экстра»	–	1	2	3	4	5	6
Всего	100	100	100	100	100	100	100
Сырой протеин	26,00	26,07	26,14	26,29	26,66	27,0	27,41
Сырая клетчатка	5,783	5,774	5,797	5,831	5,848	5,865	5,883
Сырой жир	3,39	3,392	3,3925	3,393	3,3935	3,394	3,3945

Поскольку содержание сырого протеина в соевом шроте ниже, чем в кормовой белковой добавке, то разница в содержании сырого протеина в комбикорме при вводе ее от 1 до 3 % находилась в пределах 1 % по сравнению с контрольным образцом. Увеличение количества добавки на 4–5–6 % привело к увеличению сырого протеина в комбикорме по сравнению с контролем на 2,5 % – 3,8 % и 5,2 % соответственно. Содержание сырой клетчатки и сырого жира в экспериментальных образцах по сравнению с контролем было незначительным и укладывалось в пределах 1 %.

Поскольку переваримость добавки рыбой старшего возраста выше, то для определения оптимальной дозы ввода белковой добавки для двух- и трехлетков карпа было изготовлено 7 равнозначных по составу вариантов опытного корма. За основу взят рецепт стандартного комбикорма К-111 предназначенного для кормления двух-, трехлетков с добавлением от 4 до 10 % белковой добавки вместо аналогичного количества соевого шрота и мясокостной муки. Состав и питательная ценность корма представлена в табл. 2.



**Т а б л и ц а 2. Состав корма для двух- и трехлетков карпа с вводом белковой добавки «Экстра» (модификация рецепта К-111)**

Наименование компонентов, %	К-111 контроль	варианты						
		1	2	3	4	5	6	7
Ячмень	22	27	27	27	27	33	34	35
Пшеница	25	25	25	25	25	25	25	25
Шрот подсолнечный	16	16	16	16	16	10	8	6
Мясокостная мука	8	4,0	3,0	2,0	1,0	–	–	–
Отруби ржаные	5	5	5	5	5	5	5	5
Шрот рапсовый	10	10	10	10	10	10	10	10
Дрожжи кормовые	8	8	8	8	8	8	8	8
Премикс	1	1	1	1	1	1	1	1
Шрот соевый	5	–	–	–	–	–	–	–
Добавка «Экстра»	–	4	5	6	7	8	9	10
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100
Сырой протеин	23,582	23,671	24,047	24,423	24,799	23,825	24,049	24,273
Сырая клетчатка	5,923	5,635	5,514	5,575	5,575	5,493	5,517	5,241
Сырой жир	3,463	2,857	2,691	2,525	2,359	2,223	2,230	2,231

Как показали исследования, содержание сырого протеина, сырой клетчатки и сырого жира в экспериментальных образцах отличалось незначительно – в пределах 1 % от контрольного корма.

При изучении темпов роста рыбы в течение экспериментальных работ в аквариумах контролировалась температура воды, рН и содержание в ней растворенного кислорода. Как показали исследования, температура воды в аквариумах была оптимальной с колебаниями 18 – 20 °С. Содержание растворенного в воде кислорода находилось на уровне 6,0–7,5 мг/л, рН среды не превышало 7,8. В результате исследований было установлено, что максимальный темп роста у сеголетков карпа отмечен при норме ввода добавки в количестве 2 и 3 % (вариант 2 и 3). Абсолютный среднештучный прирост массы сеголетков в этих вариантах составил 3,29 и 3,63 г соответственно. Размах колебаний среднештучного прироста в опыте других вариантов находился от 0,4 г

до 2,85 г. В результате анализа среднесуточного роста сеголетков и затрат корма было установлено, что максимальная удельная скорость роста отмечена во втором и третьем вариантах опыта. Так удельная скорость роста в этих вариантах составляла 0,020 г/сутки и 0,016 г/сутки (табл. 3).

**Т а б л и ц а 3. Влияние кормовой белковой добавки «Экстра» в составе кормов на рост сеголетков карпа**

Вариант	Наименование опыта	Среднештучная масса, г		Прирост карпа за декаду		Удельная скорость роста, г/сутки	Кормовой коэффициент, ед.
		начало опыта	конец опыта	среднештучный, г	% к первоначальной массе		
1	опыт	31,2±1,66	33,0±1,49	1,8±0,54	5,76±1,68	0,009±0,0	3,9±0,5
	контроль	27,4±2,09	30,14±1,91	2,74±0,50	10,0±1,31	0,015±0,0	2,4±0,8
2	опыт	33,07±1,89	36,7±1,90	3,63±0,31	10,97±0,80	0,020±0,0	1,5±0,1
	контроль	25,28±2,41	27,14±2,39	1,86±0,48	7,35±0,98	0,014±0,0	2,1±0,1
3	опыт	31,21±1,86	34,5±1,92	3,29±0,40	10,54±1,10	0,016±0,0	2,2±0,2
	контроль	21,86±2,14	23,4±2,10	1,54±0,73	7,04±0,99	0,011±0,0	2,9±0,3
4	опыт	15,63±1,73	16,6±1,77	0,97±0,67	6,2±0,65	0,005±0,0	1,5±0,6
	контроль	16,25±1,46	18,5±1,53	2,25±0,62	13,84±1,28	0,018±0,0	1,9±0,5
5	опыт	15,65±1,56	16,05±1,49	0,4±0,53	2,56±0,78	0,002±0,0	10,5±0,8
	контроль	13,57±1,70	14,17±1,72	0,6±0,48	4,42±0,83	0,004±0,0	4,3±1,0
6	опыт	21,43±2,32	24,28±2,90	2,85±0,59	13,29±0,91	0,013±0,0	7,7±0,9
	контроль	19,14±1,97	22,28±2,01	3,14±0,46	16,4±1,33	0,016±0,0	1,9±1,1

Анализ данных свидетельствует о том, что увеличение кормовой добавки более 4 % не способствует повышению темпов роста рыбы, хотя содержание сырого протеина в опытном корме было выше по сравнению с контрольным.

Кормовой коэффициент корма также показал минимальные величины в этих вариантах от 1,5 ед. (вариант 2) до 2,2 ед. (вариант 3). Увеличение дозы ввода добавки привело к увеличению кормового коэффициента используемого корма до 7,7–10,5 ед. Увеличение дозы ввода добавки более 4 % в корм для сеголетков карпа приводит к увеличению кормовых затрат и снижению темпов роста рыбы. Анализ данных темпа роста двухлетков карпа показал, что во всех вариантах опыта с вводом белковой добавки

«Экстра» он был ниже, чем в контроле. Выживаемость рыбы во всех вариантах опыта и контроля составила 100 %.

Абсолютный максимальный среднештучный прирост массы в опыте отмечен в варианте 5 (ввод 8 % белковой добавки «Экстра») и составил 3,67 г, что только на 20 % ниже, чем в контроле – 4,5 г. Размах колебаний среднештучного прироста в других вариантах опыта составил от 0,1 г до 3,6 г.

Проанализировав среднесуточный рост двухлетков карпа и затраты корма установили, что удельная скорость роста во всех вариантах опыта была ниже, а значение кормового коэффициента выше, чем в контроле. (табл. 4).

**Т а б л и ц а 4. Влияние кормовой белковой добавки «Экстра» в составе кормов на рост двухлетков карпа**

Вариант	Наименование опыта	Среднештучная масса, г		Прирост карпа		Удельная скорость роста, %/сутки	Кормовой коэффициент, ед.
		начало опыта	конец опыта	среднештучный, г	% к первоначальной массе		
1	опыт	47,7±2,97	49,1±2,76	1,40±0,70	3,49±1,82	0,26±0,0	6,9±0,3
	контроль	46,75±2,30	49,0±2,40	2,25±0,56	4,84±1,21	0,43±0,0	4,4±0,5
2	опыт	61,0±5,11	61,6±5,4	0,6±0,5	0,7±0,8	0,09±0,0	15,6±0,1
	контроль	45,8±3,73	46,9±3,87	1,1±0,31	2,32±0,76	0,21±0,0	7,2±0,2
3	опыт	46,9±1,91	47,0±2,18	0,1±0,50	0,04±1,18	0,02±0,0	73,0±0,7
	контроль	45,8±3,73	46,9±3,87	1,1±0,31	2,32±0,76	0,21±0,0	7,2±0,9
4	опыт	43,3±1,73	43,7±1,46	0,4±0,48	1,13±0,99	0,08±0,0	16,6±0,3
	контроль	45,8±3,73	46,9±3,87	1,1±0,31	2,32±0,76	0,21±0,0	7,2±0,4
5	опыт	40,33±2,76	44,0±2,62	3,67±0,67	9,7±1,89	0,73±0,0	2,5±0,2
	контроль	32,88±3,69	37,38±3,42	4,5±0,46	14,9±1,74	1,07±0,0	1,8±0,3
6	опыт	40,0±2,13	43,6±2,48	3,6±0,4	8,83±0,66	0,72±0,0	2,8±0,1
	контроль	32,88±3,69	37,38±3,42	4,5±0,46	14,9±1,74	1,07±0,0	1,8±0,1
7	опыт	47,1±3,18	49,6±3,23	2,5±0,56	05,55±1,38	0,43±0,0	3,7±0,6
	контроль	32,88±3,69	37,38±3,42	4,5±0,46	14,9±1,74	1,07±0,0	1,8±1,0

Темп роста у трехлетков карпа также во всех вариантах опыта с вводом белковой добавки был ниже, чем в контроле. Выживаемость рыбы в опыте составила 100 % за исключением варианта 7 (ввод 10 % добавки «Экстра»), в котором она оказалась 40%. При этом видимые причины заболеваний у карпа отсутствовали.

Абсолютный максимальный среднештучный темп роста в опыте отмечен в варианте 6 (ввод 9 % белковой добавки «Экстра») – 16,0 г, а минимальный в варианте 3 (ввод 6 %) – 1,2 г.

Размах колебаний среднештучного прироста в других вариантах опыта составил от 4,6 г до 15,5 г.

Анализ данных удельной скорости роста трехлетков карпа и затраты корма показали, что максимальная удельная скорость роста отмечена, как и в случае с двухлетком, в варианте 5 (ввод 8 % добавки «Экстра») (табл. 5) – 1,16 %/сутки, а кормовой коэффициент минимальный отмечен в варианте 6 (ввод 9 %) – 1,3 ед.

**Т а б л и ц а 5. Влияние кормовой белковой добавки «Экстра» в составе кормов на рост трехлетков карпа**

Вариант	Наименование опыта	Среднештучная масса, г		Прирост карпа		Удельная скорость роста, %/сутки	Кормовой коэффициент, ед.
		начало опыта	конец опыта	среднештучный, г	% к первоначальной массе		
1	опыт	186,2±6,51	190,8±4,12	4,6±3,01	2,68±1,68	0,27±0,0	2,4±0,4
	контроль	211,75±7,04	223,25±10,87	11,5±3,88	5,25±1,77	0,59±0,0	1,4±0,8
2	опыт	160,2±24,75	168,4±26,62	8,2±3,01	4,66±1,5	0,50±0,0	2,1±0,2
	контроль	138,2±16,48	144,6±15,02	5,2±1,39	4,04±1,12	0,45±0,0	3,1±0,3
3	опыт	147,4±21,69	148,6±22,0	1,2±0,49	0,76±0,27	0,08±0,0	10,6±0,9
	контроль	138,2±16,48	144,6±15,02	5,2±1,39	4,04±1,12	0,45±0,0	3,1±0,8
4	опыт	181,6±8,86	186,8±8,94	5,2±1,07	2,9±0,58	0,26±0,0	3,3±0,3
	контроль	111,75±3,82	121,0±4,51	9,25±1,03	8,22±0,81	0,72±0,0	2,3±0,7
5	опыт	62,25±2,72	71,5±2,72	9,25±0,25	14,95±0,78	1,16±0,0	1,7±0,1
	контроль	153,2±8,04	172,8±8,14	19,6±0,4	14,52±1,28	1,00±0,0	1,2±0,1
6	опыт	135,2±19,01	151,2±20,61	16,0±3,07	12,02±1,98	0,94±0,0	1,3±0,4
	контроль	153,2±8,04	172,8±8,14	19,6±0,4	14,52±1,28	1,00±0,0	1,2±0,7
7	опыт	112,5±8,5	128,0±11,0	15,5±2,5	13,65±1,15	1,08±0,0	2,8±0,8
	контроль	153,2±8,04	172,8±8,14	19,6±0,4	14,52±1,28	1,00±0,0	1,2±0,5

Размах колебаний кормовых коэффициентов в других вариантах опыта составил от 2,1 до 10,6 ед.

Таким образом, исследования показали, что наибольшая удельная скорость роста у рыб старшего возраста при минимальных кормовых затратах отмечена при норме ввода кормовой белковой добавки «Экстра» до 9 %. Увеличение дозы ввода добавки до 10 % приводит не только к увеличению кормовых затрат, но и к снижению темпов роста и выживаемости рыбы.

**Заключение.** В результате исследований было установлено, что для сеголетков в состав корма можно вводить до 4 % белковой добавки «Экстра», а для карпа старшего возраста до 9 %.

### **Список использованных источников**

1. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенова, Б. А. Скопинцев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1973. – 260 с.
2. Винберг, Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г. Г. Винберг. – Минск : Изд-во БГУ, 1956. – 236 с.

## РОЛЬ ФОСФОРА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЫБОВОДЧЕСКИХ ПРУДОВ РЫБХОЗОВ БЕЛАРУСИ

В. Ю. АГЕЕЦ, О. М. ТАВРЫКИНА, Г. П. ВОРОНОВА

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

## THE IMPORTANCE OF PHOSPHORUS IN THE SEDIMENTS OF THE FISHPONDES OF BELARUS

U. AHEYETS, O. TAVRYKINA, H. VORONOVA

*RUE "Fish Industry Institute",  
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** Изложены результаты исследований по определению содержания различных форм фосфора в донных отложениях выростных и нагульных рыбоводческих прудов Беларуси, рассчитаны запасы фосфора в рыбоводческих хозяйствах республики, выявлены корреляционные зависимости содержания фосфора и биогенных элементов в донных отложениях.

**Ключевые слова:** фосфор, донные отложения, рыбоводческие пруды, рыбхозы Беларуси

**Abstract.** The results of the content of various forms of phosphorus in the bottom sediments of nursery and feeding fish ponds in Belarus are presented, the phosphorus reserves in fish farms of the republic are calculated, correlation dependences of the phosphorus and biogenic elements in the sediments are found.

**Keywords:** phosphorus, bottom sediments, fishponds of Belarus

**Введение.** Фосфор является одним из наиболее важных и одновременно наиболее дефицитных элементов питания рыб. Он идет на построение скелета, расходуется в процессе мышечной и нервной деятельности, входит в состав плазмы крови. Кроме этого, он входит в состав сложных белков многих жироподобных веществ и углеводов [1–3]. Фосфор необходим также фитопланктону и бактериопланктону для построения их клеток, и его недостаток отрицательно влияет на их развитие [4]. Наряду с такими

элементами, как азот и кремний, фосфор определяет трофический статус водоемов и лимитирует развитие водной растительности и гидробионтов. Из-за высокой подвижности в прудовой воде фосфор содержится в очень малых концентрациях: в почве водоема площадью 1 га около 100 кг связанного фосфора, тогда как в воде его количество составляет менее 1 % от общего. После внесения фосфорного удобрения в пруды, с доведением концентрации до 0,5 мг/л, спустя сутки в воде остается только 1–2 % минерального фосфора [5].

Донные отложения занимают особое положение в цепи круговорота вещества и энергии в водоеме, являясь одновременно накопителем и внутренним источником химических веществ. В жизни гидробионтов огромное значение играет минеральный фосфор в составе донных отложений [6]. Растворенные в воде минеральные вещества поддерживают у гидробионтов постоянное осмотическое давление, обеспечивающее работу всех внутренних органов. От состава и количества растворенных в воде минеральных солей зависит естественная продуктивность рыбоводческих прудов. Содержание фосфора в пресноводных гидробионтах составляет 0,2–2,0 % на сухое вещество, а степень концентрирования фосфора в организмах достигает 104–105 раз, что приводит к ощутимым изменениям концентрации фосфора в водной толще при относительно небольших изменениях биомассы гидробионтов. Например, при исходной концентрации фосфора в воде 100 мкг P/л и содержании фосфора в планктоне 1 % образование биомассы в количестве 10 мг/л приводит к полному извлечению растворенных фосфатов [8]. В то же время в донных отложениях остается значительное количество связанного фосфора.

Фосфор в донных отложениях присутствует в различных формах: обменной, сорбированной на оксидах железа и алюминия, органической [8, 9]. Существовая в той или иной форме, фосфор обладает различной степенью активности или подвижности, что определяет его поведение в донных отложениях. Обменный фосфор трансформируется на границе донных отложений и толщи воды. Подвижность других форм фосфора в донных отложениях

обусловливается такими параметрами, как температура, рН, Eh, процессами минерализации органического вещества с участием биоты, реакциями комплексообразования [10].

Донные отложения рыбоводческих прудов Беларуси мало изучены [11, 12]. Отсутствие градации по содержанию фосфора для донных отложений рыбохозяйственных водоемов затрудняет оценку обеспеченности их фосфором, а литературные данные по содержанию этого элемента носят лишь сравнительный характер. В публикации представлены данные по содержанию различных форм фосфора в выростных и нагульных рыбоводческих прудах рыбоводств Беларуси, расположенных в отличающихся климатических зонах и на разных подстилающих породах.

**Материалы и методы.** Данные по содержанию фосфора в донных отложениях хозяйств республики были получены в рамках республиканского обследования рыбоводческих прудов по заказу Департамента по мелиорации и водному хозяйству Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Было обследовано 192 выростных и 169 нагульных прудов, определено содержание валового (общего) и обменного (водорастворимого) фосфора.

Определение содержания валового фосфора проводили по ГОСТ 26261-84 [13], обменного – по ГОСТ 27753.5-88 [14].

Стандартное отклонение (SD) и стандартная ошибка (SE) с уровнем надежности 95 % рассчитаны методом описательной статистики с использованием стандартного программного обеспечения (Microsoft® Excel 2003). Количество образцов (n), использованных для математической обработки, по каждому рыбоводству представлены в таблицах.

Запасы фосфора в верхнем 10-см слое донных отложений прудов рыбоводств были рассчитаны с учетом объемного веса.

**Результаты исследований и обсуждения.** Донные отложения рыбоводств Беларуси характеризуются разнообразием и пестротой подстилающих пород, обусловленными как естественно-историческими факторами почвообразования, так и хозяйственной деятельностью, которая является преобладающим фактором в их нынешнем состоянии (табл. 1).



**Т а б л и ц а 1. Характеристика донных отложений выростных и нагульных прудов рыбхозов Беларуси**

Область	Рыбхоз	Донные отложения в прудах	
		Выростные	Нагульные
Брестская	Рыбхоз «Соколово»	Песчаные	Супесчаные
	Опытный рыбхоз «Лахва»	Песчаные	Илистые, песчаные
	Рыбхоз «Локтыши»	Песчаные гумусированные, торфяные	Торфяные
Витебская	Рыбхоз «Новинки»	Песчаные и супесчаные	Песчаные с вкраплениями ила, торфа, торфяные
Гомельская	Рыбхоз «Тремля»	Гумусированный песок, торф	Пески, заторфованные пески, местами торфяные
	Рыбхоз «Белое»	Торфяные с примесью песка	Торфяные
Гродненская	Рыбхоз «Солы»	Песчаные, слабо заиленные	Слабозаиленный песок
Минская	Рыбхоз «Красная Слобода»	Торфяно-болотные	Торфяно-болотные
	Рыбхоз «Альба»	Песок, заиленный песок	Торфяно-болотные
	Рыбокомбинат «Любань»	Супесчаные с незначительным заилением	Супесчаные заиленные, песчано-глинистые, торфяно-илистые
	Рыбхоз «Волма»	Супесчаные, суглинистые	Торфяные
Могилевская	Рыбхоз «Свислочь»	Супесчаные, слегка заиленные	Торфяно-глеевые, торфяные

Как видно из таблицы, основной прудовой фонд республики представлен в основном торфяно-болотными, торфяными, песчаными почвами, в меньшей степени супесчаными и суглинистыми почвами.

В результате длительной эксплуатации прудов при внесении кормов и удобрений, отмирания растительных и животных остат-

ков происходит образование илистого осадка, который смешивается с подстилающей породой, образуя плодородный слой с высоким содержанием биогенных элементов, в том числе и фосфора.

Содержание валового фосфора в выростных прудах рыбоводческих хозяйств республики колебалось от 139 до 6695 мг/кг почвы и в среднем по республике составило 945 мг/кг (табл. 2). Наименьшим содержанием валового фосфора характеризовались выростные пруды Гродненской области – в среднем 482 мг/кг, наибольшим – 1177 мг/кг пруды Минской области. Содержание валового фосфора в рыбоводческих прудах Витебской области составило 1083 мг/кг, Могилевской – 879 мг/кг, Брестской – 806 мг/кг и Гомельской – 760 мг/кг.

В нагульных рыбоводческих прудах содержание валовой формы фосфора было ниже, чем в выростных прудах и составило от 92 до 2792 мг/кг, а в среднем по республике – 631 мг/кг (табл. 2). Это связано, прежде всего, с тем, что нагульные пруды менее удобряются, характеризуются повышенным потреблением питательных элементов из-за высокой плотности посадки рыбы. Наибольшее содержание валового фосфора в нагульных прудах отмечается в рыбоводах Брестской и Минской областей – 718 и 701 мг/кг соответственно, наименьшее – 284 мг/кг в Могилевской области.

**Т а б л и ц а 2. Среднее содержание валового фосфора в нагульных и выростных прудах рыбоводческих хозяйств республики по областям**

Показатель	Брест- ская обл.	Витеб- ская обл.	Гомель- ская обл.	Гроднен- ская обл.	Минская обл.	Могилевская обл.	Республика Беларусь
<i>Содержание валового фосфора в выростных прудах, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, мг/кг</i>							
<b>Среднее</b>	<b>806</b>	<b>1083</b>	<b>760</b>	<b>482</b>	<b>1177</b>	<b>879</b>	<b>945</b>
Минимум	139	149	143	368	186	320	139
Максимум	6695	2740	3667	654	5265	1548	6695
n	84	22	22	3	61	6	192
SE	94,2	139,3	151,2	87,4	117,1	192,5	61,4
SD	863,5	653,5	709,3	151,4	914,7	471,5	851,1

Показатель	Брест- ская обл.	Витеб- ская обл.	Гомель- ская обл.	Гроднен- ская обл.	Минская обл.	Могилевская обл.	Республика Беларусь
<b>Содержание валового фосфора в нагульных прудах, <math>P_2O_5</math>, мг/кг</b>							
<b>Среднее</b>	<b>718</b>	<b>528</b>	<b>424</b>	<b>562</b>	<b>701</b>	<b>284</b>	<b>631</b>
Минимум	92	390	166	357	151	232	92
Максимум	2792	696	1058	1021	2691	372	2792
n	64	7	32	5	56	5	169
SE	76,6	36,5	43,4	118,6	82,6	23,9	47,3
SD	612,7	96,7	245,4	265,1	618,3	53,5	502,5

В качестве сравнения полезно привести данные по содержанию фосфора в пахотных почвах. Так, содержание валового фосфора в разных типах пахотных почв колеблется от 100 до 3500 мг/кг, в низинных торфяно-болотных почвах – от 2900 до 6700 мг/кг, на дерново-подзолистых пылевато-, легко- и среднесуглинистых почвах – 1380–1600 мг/кг, легкосуглинистых, развивающихся на моренном суглинке – 900–1320 мг/кг, супесчаных, подстилаемых моренным суглинком – 640–1210 мг/кг, песчаных – 560–800 мг/кг [13].

Следует отметить, что рыбоводческие пруды характеризовались значительными различиями в содержании валового фосфора, которые в выростных прудах достигали 28–48 раз, в нагульных – до 30 раз, что, несомненно, не может не оказывать влияния на рыбопродуктивность прудов. Фосфор связан с развитием и жизнедеятельностью рыб и от его подвижности и способности перехода из донных отложений в воду в значительной мере зависит и биологическая продуктивность самого водоема.

Небольшая часть валовых запасов минерального фосфора переходит в доступную для гидробионтов водорастворимую форму. В результате анализа содержания обменного фосфора в донных отложениях было выявлено, что в выростных прудах среднее содержание составило соответственно по областям: Могилевская – 9,2, Минская – 5,7, Брестская – 5,0, Витебская – 3,8, Гродненская – 2,9 мг/кг. В среднем по республике – 5,1 мг/л (табл. 3).

**Т а б л и ц а 3. Среднее содержание водорастворимого фосфора  
в нагульных и выростных прудах рыбоводческих хозяйств  
республики по областям**

Показатель	Брест- ская обл.	Витеб- ская обл.	Гомель- ская обл.	Гроднен- ская обл.	Минская обл.	Могилев- ская обл.	Республика Беларусь
<i>Содержание водорастворимого фосфора в выростных прудах, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> мг/кг</i>							
<b>Среднее</b>	<b>5,0</b>	<b>3,8</b>	<b>5,1</b>	<b>2,9</b>	<b>5,7</b>	<b>9,2</b>	<b>5,1</b>
Минимум	0,77	0,9	1,6	1,8	1,2	5,2	0,77
Максимум	31,8	11,4	14,7	4,8	19,7	12,7	31,8
n	84	22	22	3	61	6	192
SE	0,51	0,61	0,60	0,96	0,54	1,21	0,30
SD	4,66	2,88	2,80	1,66	4,24	2,92	4,16
% к валовому	0,1–4,0	0,1–3,6	0,2–2,2	0,4–0,7	0,1–2,5	0,7–1,9	0,1–4,0
<i>Содержание водорастворимого фосфора в нагульных прудах, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> мг/кг</i>							
<b>Среднее</b>	<b>6,3</b>	<b>2,7</b>	<b>5,9</b>	<b>3,4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,4</b>	<b>5,2</b>
Минимум	0,83	1,7	2,0	2,2	1,6	3,5	0,83
Максимум	94,9	3,4	27,7	5,43	22,4	5,4	94,9
n	64	7	32	5	56	5	169
SE	1,51	0,27	0,83	0,71	0,43	0,40	0,88
SD	11,9	0,71	4,70	1,61	3,20	0,89	9,33
% к валовому	0,1–7,7	0,3–0,9	0,3–8,0	0,2–1,1	0,1–4,0	1,0–2,0	0,1–8,0

Результаты анализа показывают, что водорастворимых солей фосфора в донных отложениях содержится крайне незначительное количество, и они составили всего 0,1–4,0 % от валового фосфора.

В нагульных рыбоводческих прудах содержание водорастворимого фосфора составило: в Брестской области – 6,3 мг/кг, в Гомельской – 5,9, в Могилевской – 4,4, в Минской – 4,2, в Гродненской – 3,4, в Витебской – 2,7 мг/л, в среднем по республике – 5,2 мг/л (табл. 3). По отношению к содержанию общего фосфора они составили 0,1–8,0 %.

По данным Е. И. Третьяковой с соавторами [16], содержание обменного водорастворимого фосфора в донных отложениях также было незначительным и составило в среднем 1–2 % во все периоды наблюдения. Изменение величины рН в придонном слое

или непосредственно в донных отложениях может вызвать значительный поток фосфора в толщу воды. Наиболее мощный его выход будет наблюдаться в случае изменения рН в сторону щелочной среды, так как содержание фосфора в щелочнорастворимой форме самое высокое.

Содержание валового и водорастворимого фосфора существенно различается по хозяйствам республики (табл. 4). Наиболее высокие значения валового фосфора отмечены в выростных прудах РУП «Полоцкое ПМС «Участок рыбного хозяйства» – 1837 мг/кг, рыбхоза «Селец» – 1175 мг/кг, рыбокомбината «Любань» – 1409 мг/кг, рыбхоза «Альба» – 1267 мг/кг.

Т а б л и ц а 4. Содержание фосфора в донных отложениях выростных и нагульных прудов рыбоводческих хозяйств Беларуси

Область	Рыбхоз	Выростные		Нагульные	
		$P_2O_{5вал}^?$ мг/кг	$P_2O_{5водн}^?$ мг/кг	$P_2O_{5вал}^?$ мг/кг	$P_2O_{5водн}^?$ мг/кг
Брестская	Опытный рыбхоз «Селец»	1175	9,8	780	10,0
	Рыбхоз «Днепробугский»	342	4,1	330	6,0
	Рыбхоз «Соколово»	349	4,7	383	4,9
	Рыбхоз «Полесье»	727	3,9	588	3,1
	Опытный рыбхоз «Ляхва»	696	3,3	940	3,5
	Рыбхоз «Локтыши»	424	4,9	994	5,1
Витебская	Чашникская ПМК мелиоводхоз	1075	1,4	–	–
	РУП «Полоцкое ПМС «Участок рыбного хозяйства»	1837	6,4	–	–
	Рыбхоз «Новинки»	671	4,6	528	2,7
Гомельская	Рыбхоз «Тремля»	428	4,8	287	7,8
	Рыбхоз «Белое»	644	5,5	1073	5,2
Гродненская	Рыбхоз «Солы»	532	3,2	–	–
Минская	Рыбхоз «Красная Слобода»	932	5,9	399	3,6
	Рыбхоз «Альба»	1267	2,3	1899	2,7
	Рыбокомбинат «Любань»	1409	7,9	557	7,2
	Рыбхоз «Волма»	1112	2,0	612	3,3
	Рыбхоз «Грицево»	–	–	504	2,7
Могилевская	Рыбхоз «Свислочь»	879	9,4	284	4,4

Содержание фосфора в нагульных прудах отдельных рыбхозов также было высоким и составило в рыбхозе «Альба» – 1899 мг/кг, в рыбхозе «Белое» – 1073 мг/кг, в рыбхозе «Локтыши» – 994 мг/кг.

Наибольшее содержание водорастворимого фосфора в выростных прудах наблюдалось в рыбхозах «Селец» и «Свислочь» – 9,8 и 9,4 мг/кг соответственно, в нагульных – в рыбхозе «Селец» – 10,0, рыбхозе «Тремля» – 7,8, на рыбокомбинате «Любань» – 7,2 мг/кг.

По данным авторов [17], содержание общего фосфора в твердой фазе поверхностного слоя донных отложений составляло от 0,016 до 0,336 % (от веса сухого осадка), неорганического – от 0,013 до 0,252 %, а органического – от 0,003 до 0,089 %. Доля органического фосфора не превышало 44 %, составляя в среднем 20–35 %. Прослеживается четкая тенденция увеличения содержания форм фосфора от грубодисперсных осадков к тонкодисперсным. По данным других авторов, содержание общего фосфора в иловых прудовых отложениях может достигать от 0,33 до 1,79 % от сухого веса золы и носит ярко выраженный зональный характер [2].

Запасы фосфора по хозяйствам республики составили от 3,1 ц/га (рыбхоз «Локтыши») до 14,3 ц/га (рыбхоз «Альба») в выростных прудах и от 1,4 ц/га (рыбхоз «Красная Слобода») до 9,8 ц/га (рыбхоз «Белое») (рис. 1). Содержание общего фосфора в прудах большинства рыбхозов находилось в пределах для выростных – 5–7 ц/га, достигая в отдельных прудах 14 ц/га, для нагульных – 3–5 ц/га, достигая 9 ц/га.

По данным Т. Н. Кулаковской [18], валовый запас  $P_2O_5$  в торфяно-болотных почвах Беларуси составил 2,5–3,0 ц/га. Анализ результатов наших данных показал, что содержание фосфора в донных отложениях рыбоводческих прудов оказалось гораздо выше этих значений.

Различия между прудами по запасам фосфора в донных отложениях были значительными – до 4,5–7,0 раз. Рыбхозам республики необходимо учитывать эти данные при проведении интенсификационных мероприятий на прудах.

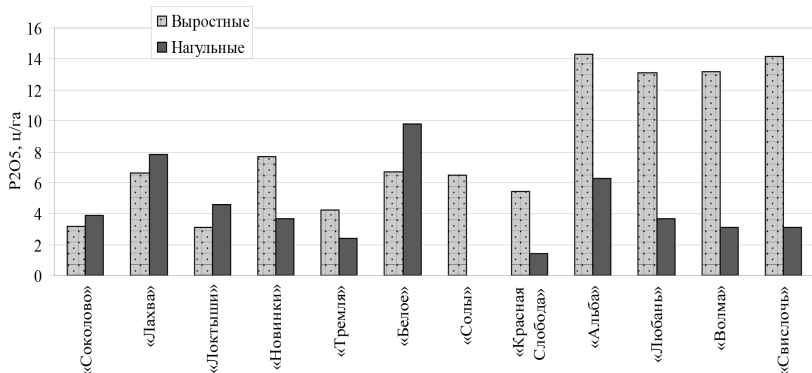


Рис. 1. Запасы фосфора в донных отложениях выростных и нагульных прудов рыбхозов Беларуси

Корреляционный анализ содержания валового фосфора в донных отложениях и биогенных элементов показал наличие тесной зависимости с содержанием в донных отложениях азота ( $r = 0,82$ ), гумуса ( $r = 0,80$ ), кальция ( $r = 0,76$ ), железа ( $r = 0,71$ ) и магния ( $r = 0,67$ ) (табл. 5).

Таблица 5. Корреляционная зависимость содержания валового фосфора от содержания биогенных элементов в донных отложениях рыбоводческих прудов Беларуси ( $n = 361$ )

Показатель	Коэффициент корреляции
1. N*	0,82
2. гумус	0,80
3. Ca*	0,76
4. Fe*	0,71
5. Mg*	0,67

\* – водорастворимые формы.

При достаточно большой величине первичной продукции в водоемах и, следовательно, высоком содержании органического вещества в поступающем на дно осадочном материале донные отложения с восстановительной реакцией могут быть мощным источником растворенного фосфора. Следствием этого является

прямая корреляция концентраций растворенного фосфора и содержания гумуса и азота [7]. Помимо деструкции органического вещества, важную роль играют реакции восстановления фосфатов и фосфорсодержащих гидроксидов железа (III), которые высвобождают фосфор при переходе железа в двухвалентное состояние [7].

Увеличение концентрации растворенных кальция и железа, в меньшей степени магния сопровождалось повышением содержания фосфора, что подтверждается наличием корреляционной зависимости и свидетельствует об общем характере миграции и осаждения соединений этих элементов.

Результаты наших исследований согласуются с результатами других авторов в том, что основными химическими формами нахождения фосфора в донных отложениях озер и водохранилищ, помимо органических веществ, являются фосфаты кальция, железа и алюминия [19–21].

**Заключение.** Таким образом, в донных отложениях рыбководческих прудов Беларуси находится значительная часть фосфора. В среднем по областям содержание валового фосфора в выростных прудах составило: Минская – 1177 мг/кг, Витебская – 1083 мг/кг, Могилевская – 879 мг/кг, Брестская – 806 мг/кг, Гомельская – 760 мг/кг, Гродненская – 482 мг/кг, по республике – 945 мг/кг; в нагульных прудах: Брестская – 718 мг/кг, Минская – 701 мг/кг, Гродненская – 562 мг/кг, Витебская – 528 мг/кг, Гомельская – 424 мг/кг, Могилевская – 284 мг/кг, по республике – 631 мг/кг. Содержание водорастворимой формы фосфора составляло 0,1–8,0 % от валовой. Различия между прудами по содержанию фосфора достигали в выростных системах 28–48 раз, в нагульных – до 30 раз.

Запасы фосфора в прудах большинства рыбхозов находились в пределах для выростных – 5–7 ц/га, достигая в отдельных прудах 14 ц/га, для нагульных – 3–5 ц/га, достигая 9 ц/га.

Были получены тесные корреляционные зависимости между содержанием общего фосфора и содержанием в донных отложениях азота ( $r = 0,82$ ), гумуса ( $r = 0,80$ ), кальция ( $r = 0,76$ ), железа ( $r = 0,71$ ) и магния ( $r = 0,67$ ).



Для формирования естественной рыбопродуктивности прудов требуется дальнейшее изучение фосфатного режима донных отложений, включающие другие формы фосфатов, изучение группового и фракционного состава, позволяющие определить степень обеспеченности этим элементом и доступности его для гидробионтов и водной растительности.

Выявление значительных различий в содержании фосфора в донных отложениях рыбоводческих прудов создают предпосылки в необходимости их дифференциации по этому элементу и дальнейшему картированию прудов рыбоводческих хозяйств республики.

### Список использованных источников

1. Мартышев, Ф. Г. Прудовое рыбоводство / Ф. Г. Мартышев. – М., 1973. – 428 с.
2. Привезенцев, Ю. А. Рыбоводство / Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов. – М. : Мир, 2004. – 456 с.
3. Чижик, А. К. Прудовое рыбоводство / А. К. Чижик, И. М. Шерман. – Симферополь : Таврия, 1985. – 207 с.
4. Ходоровская, Н. И. Исследование влияния концентраций кремния и фосфора на развитие диатомовой микрофлоры водоема / Н. И. Ходоровская, М. В. Стурова // Изв. Челябин. науч. центра. – 2002. – Т. 15, вып. 2. – С. 50.
5. Мамонтов, Ю. П. Методы повышения эффективности прудового рыбоводства : произв.-практ. издание / Ю. П. Мамонтов [и др.]. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 148 с.
6. Ларина, Н. С. Донные отложения как объект мониторинга состояния водоема / Н. С. Ларина, С. С. Масленникова, С. Г. Беспоместных // Экоаналитика – 2011 : тез. докл. VIII Всеросс. конф. по анализу объектов окружающей среды и Шк. молодых ученых, посвящ. 300-летию со дня рожд. М. В. Ломоносова, 26 июня – 2 июля 2011 г. – Архангельск, 2011. – С. 163.
7. Мужа, В. М. Азот и фосфор в донных отложениях озер и водохранилищ / В. М. Мужа, А. Г. Кочарян. – М. : Наука, 1984. – 158 с.
8. Karanen, G. Phosphorus fractionation in lake / G. Karanen // *Estonian Journal of Ecology*. – 2008. – Vol. 57, № 4. – P. 245.
9. Vertical distribution of phosphorus species and Библиографический список iron in sediment at open sea in the middle Adriatic region / S. Matijevic [et al.] // *Acta Adriat.* – 2008. – Vol. 49. – P. 166.
10. Lehtoranta, J. Benthic phosphorus release from sediment to water / J. Lehtoranta // *Research Program for the Protection of the Baltic Sea*. – Helsinki, Finland. – P. 4.

11. Цыганков, И. В. Почвенное обследование прудов и гидрохимического режима водоисточников рыбхозов БССР / И. В. Цыганков // Отчет по теме № 51; рукоп. фонды РУП «Институт рыбного хозяйства». – Минск, 1979. – 164 с.
12. Воронова, Г. П. Агрохимическая характеристика грунтов рыбоводческих прудов отдельных хозяйств Беларуси / Г. П. Воронова, Л. А. Куцко, В. В. Супранович // Вопр. рыб. хоз-ва Беларуси: сб. науч. тр. – Вып. 28. – Минск, 2012. – С. 59–66.
13. ГОСТ 26261-84. Почвы. Методы определения валового фосфора и валового калия. – Москва. – 11 с.
14. ГОСТ 27753.5-88. Грунты тепличные. Метод определения водорастворимого фосфора. – Москва. – 4 с.
15. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск : Ураджай, 1995. – 480 с.
16. Третьякова, Е. И. Фосфор в донных отложениях водных экосистем / Е. И. Третьякова, Е. Г. Ильина, Е. В. Бурлуцкая // Изв. Алтайск. гос. ун-та. – 2010. – С. 182–185.
17. Игнатьева, Н. В. Фосфор в донных отложениях и фосфорный обмен на границе раздела вода–дно в Ладожском озере: автореф. диссерт. ... канд. биол. наук / Н. В. Игнатьева. – СПб., 1997. – 25 с.
18. Кулаковская, Т. Н. Валовый запас питательных веществ в почвах Белорусской ССР / Т. Н. Кулаковская // Почвы Белорусской ССР. – Минск, 1974. – С. 272–275.
19. Третьякова, Е. И. Изучение факторов, влияющих на содержание фосфора в донных отложениях Новосибирского водохранилища / Е. И. Третьякова, Е. Г. Ильина, Е. В. Бурлуцкая // Изв. Алтайск. гос. ун-та. – 2012. – С. 168–173.
20. Акимов, В. А. Содержание различных форм азота и фосфора в воде нагульных прудов / В. А. Акимов // Сборник по прудовому рыбоводству. – М.: Изд-во ВНИРО, 1969. – С. 38–44.
21. Белкина, Н. А. Распределение форм фосфора в донных отложениях как показатель эвтрофирования экосистемы большого водоема (на примере Ладожского и Онежского озер) / Н. А. Белкина, О. Сандман, Н. В. Игнатьева // Экологическая химия. – 2006. – № 15 (3). – С. 174–185.

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ТЕХНОЛОГИИ  
РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОБЪЕКТОВ  
АКВАКУЛЬТУРЫ В РЫБОВОДНЫХ  
ИНДУСТРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ**

**Н. В. БАРУЛИН**

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
ул. Мичурина 5, 213407, г. Горки Могилевской области, Беларусь,  
e-mail: barulin@list.ru*

**SYSTEM APPROACH TO TECHNOLOGY OF REGULATION  
OF REPRODUCTION OF AQUACULTURE OBJECTS  
IN FISHERING INDUSTRIAL COMPLEXES**

**N. V. BARULIN**

*Belarusian State Agricultural Academy,  
5 Michurina Str. 5, 213407, Gorki, Mogilev region, Belarus,  
e-mail: barulin@list.ru*

**Аннотация.** В результате многолетних исследований, проведенных в рамках международных фундаментальных и инновационных научно-исследовательских проектов, нами разработана и научно обоснована система рыбо-водно-технологических и физико-биохимических методов регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах для решения проблемы обеспечения населения высококачественной ценной рыбной продукцией.

**Ключевые слова.** аквакультура, осетровые, лососевые, установки замкнутого водоснабжения, воспроизводство

**Abstract.** As a result many years of research conducted in the framework of international, fundamental and innovative scientific projects, we have developed system of fish-breeding and physical-biochemical methods of regulation of fish reproduction in recirculating aquaculture systems to address the problem of providing the people of high-quality fish.

**Keywords.** aquaculture, sturgeon, salmon, recirculating aquaculture systems, reproduction

**Введение.** Воспроизводство объектов аквакультуры является одним из наиболее важных и ответственных моментов в технологии современного рыбоводства, который в рамках развития рыбохозяйственной отрасли республики нуждается в системном подходе [5, 6].

Цель наших исследований заключалась в разработке и освоении научно обоснованной системы рыбоводно-технологических и физико-биохимических методов регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах для решения проблемы обеспечения населения высококачественной ценной рыбной продукцией [1–6].

**Материалы и методы.** Исследования были проведены в 2006–2018 гг. на базах кафедры ихтиологии и рыбоводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (БГСХА), кафедры биотехнологии и ветеринарной медицины БГСХА, кафедры крупного животноводства и переработки животноводческой продукции БГСХА, Института физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Национального института водных исследований Датского технического университета (Дания), Финского научно-исследовательского института охоты и рыболовства (Финляндия), а также в рыбоводных организациях Республики Беларусь.

**Результаты исследований и обсуждения.** В рамках проведенных исследований совместно с Датским техническим университетом и Финским научно-исследовательским институтом охоты и рыболовства были разработаны рекомендации по увеличению эффективности механической и биологической очистки воды, предназначенной для выращивания ценных объектов аквакультуры, в рыбоводных промышленных комплексах, функционирующих на основе технологий УЗВ. Были найдены оптимальные параметры плотности посадки, скорости воды, аэрации, оксигенации, биологической загрузки, которые позволили повысить уровень эксплуатации типовых форелевых проектов, построенных и строящихся в рамках Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы и других отраслевых и региональных программ.

В результате многолетних и фундаментальных исследований были научно обоснованы и успешно получены новые результаты, свидетельствующие о стимулирующем влиянии низкоинтенсивного оптического и лазерного излучения на рыбоводно-биологические и хозяйственно-полезные качества посадочного материала осетровых и лососевых. На основании проведенных исследований были научно обоснованы параметры и дозировки лазерно-оптического излучения, позволяющие осуществлять внедрение данного метода в производство.

На основании проведенных исследований совместно с Институтом физики НАН Беларуси было осуществлено создание новых приборов, позволяющих осуществлять массовое облучение икры рыб оптическим излучением в условиях производства. Нами был создан лазерно-оптический прибор «Стронга» для облучения икры рыб при инкубации икры, находящейся в неподвижном положении (преимущественно икры радужной форели), и лазерно-оптический прибор «Sturgeon» для облучения икры рыб, инкубирующихся в аппаратах Вейса (преимущественно икры осетровых рыб). Данные приборы позволили повысить эффективность инкубации икры ценных видов рыб и получать качественный рыбопосадочный материал.

На основании проведенных исследований нами были разработаны способы повышения воспроизводительной функции осетровых рыб при воздействии на них лазерно-оптическим излучением. В результате такого воздействия у самок повышался ответ на гормональное стимулирование, а также качество получаемых половых продуктов. У самцов наблюдалось повышение качества спермопродукции в виде повышения подвижности и сроков хранения. На основании проведенных исследований были разработаны принципиально новые технологические решения формирования ремонтно-маточных стад ценных видов рыб для икорно-товарной аквакультуры.

Так, нами был разработан атлас ультразвуковых снимков стадий зрелости гонад при разном уровне интенсификации и физиологического состояния. Также были выявлены основные биохими-

мические и гормональные маркеры, свидетельствующие о нарушении воспроизводительной функции и фертильности самок ценных видов рыб. Впервые в мировой практике аквакультуры нами разработан новый способ ранней диагностики пола стерляди и других осетровых, позволяющей повысить эффективность технологии икорной аквакультуры.

На основании проводимых исследований совместно с аспирантами кафедры ихтиологии и рыбоводства осуществляется разработка принципиально новых технологических решений повышения эффективности выращивания жизнестойкого посадочного материала ценных видов в рыбоводных промышленных комплексах Беларуси на основе использования методов фотопериодизации и регулирования интенсивности и качества освещения при выращивании молоди радужной форели.

**Заключение.** В результате многолетних исследований, проведенных в рамках международных, фундаментальных и инновационных научно-исследовательских проектов, нами разработана и научно обоснована система рыбоводно-технологических и физико-биохимических методов регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах для решения проблемы обеспечения населения высококачественной ценной рыбной продукцией.

*Исследования выполнялись при финансовой поддержке Белорусского фонда фундаментальных исследований (проекты Б11-058, Б12М-148, Б14М-101, Б18-148).*

### **Список использованных источников**

1. Барулин, Н. В. Лазерное излучение как важный элемент технологии аквакультуры / Н. В. Барулин, М. В. Шалак, В. Ю. Плавский // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2008. – № 3. – С. 82–85.
2. Плавский, В. Ю. Влияние лазерного излучения инфракрасной области спектра на устойчивость молоди осетровых рыб к дефициту кислорода / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // Биомед. технология и радиоэлектроника. – 2008. – № 8–9. – С. 65–74.
3. Плавский, В. Ю. Влияние модуляции низкоинтенсивного лазерного излучения на его биологическую активность / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // Лазерная медицина. – 2009. – Т. 13, № 1. – С. 4–10.

4. Плавский, В. Ю. Фотофизические процессы, определяющие биологическую активность оптического излучения низкой интенсивности / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // Биомед. радиоэлектроника. – 2009. – №. 6. – С. 23-40.

5. Barulin, N. V. Serum enzyme response of captive sturgeon brookstock *Acipenser baerii* Brandt 1869 females and two hybrids (beste $\times$  female *Huso huso* Linnaeus, 1758 $\times$  male *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758, and RsSs= *A. gueldenstaedtii* Brandt 1833 $\times$  *A. baerii* Brandt 1869) to hormonal stimulation for spawning induction / N. V. Barulin // *Journal of applied ichthyology*. – 2015. – Vol. 31. – P. 2–6.

6. Kostousov, V. G. Development of industrial fish culture in Belarus / V. G. Kostousov, N. V. Barulin // *Recirculation technologies in indoor and outdoor systems : Handbook*. – Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation–Szarvas. – 2013. – С. 44–48.

**ГЕНДЕРНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ  
МОДЕЛИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ В СТРОЕНИИ ЖУЧЕК  
СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* L., 1758)**

Н. В. БАРУЛИН

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
ул. Мичурина 5, 213407, г. Горки Могилевской области, Беларусь,  
e-mail: barulin@list.ru*

**GENDER AND AGE CLASSIFICATION MODELS  
AND REGULARITIES OF THE SCUTE STRUCTURE  
OF STERLET (*ACIPENSER RUTHENUS* L., 1758)**

N. V. BARULIN

*Belarusian State Agricultural Academy,  
5 Michurina Str. 5, 213407, Gorki, Mogilev region, Belarus,  
e-mail: barulin@list.ru*

**Аннотация.** Впервые установлено, что спинные жучки созревающей стерляди имеют достоверные морфологические отличия, зависящие от пола. Разработаны классификационные модели определения пола стерляди на основе алгоритмов машинного обучения. Полученные результаты перспективны для разработки способа прижизненной идентификации пола представителей *Acipenseridae*, на ранних стадиях гаметогенеза.

**Ключевые слова.** аквакультура, осетровые, жучки, пол

**Abstract.** For the first time it found that the dorsal scutes of maturing sterlet have significant morphological differences depending on sex. Classification models for sterlet sex determination based on machine learning algorithms have been developed. The obtained results are promising for the development of the method of intra-vital identification of the sex of representatives of *Acipenseridae*, in the early stages of gametogenesis.

**Keyword:** aquaculture, sturgeon, scutes, sex

**Введение.** В настоящее время многие исследователи принимают попытки разработать метод ранней идентификации пола осетровых. Однако универсальных методов еще не разработано. Методы биопсии и лапароскопии травмируют рыбу. Ультразвуковой (УЗИ) и эндоскопические методы используются при относительно позднем возрасте. Биохимические, гормональ-



ные и генетические методы, а также метод инфракрасной спектроскопии трудны и дороги.

Нами впервые обнаружено, что спинные жучки стерляди *Acipenser ruthenus* имеют особенности строения, связанные с полом, что дает возможность разработки метода прижизненной идентификации пола стерляди и других осетровых [2].

Цель работы заключалась в разработке классификационных моделей идентификации пола стерляди на базе выявленных закономерностей в строении производных кориума (жучек) в зависимости от пола и возраста.

**Материалы и методы.** Исследования выполнялись на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства и рыбоводного промышленного комплекса Белорусской государственной сельскохозяйственной академии в 2015–2018 гг. В исследованиях использовали стерлядь волжской популяции. Для статистической обработки результатов использовали программную среду R, включая пакеты R Commander, PMCMR, MASS, corplot и др. Статистическую достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента при условии соблюдения нормальности распределения данных (оценивалось тестом Шапиро-Уилка) и однородности групповых дисперсий (оценивалось тестом Ливина). При несоблюдении указанных условий использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни (для двух исследуемых групп). Для оценки качественных признаков использовали критерий  $\chi^2$  («хи-квадрат») [2].

**Результаты исследований и обсуждения.** У осетровых рыб из-за их темной окраски длительное время был незамечен внешний морфологический признак, строение которого и расположение зависит от пола и вида осетровых. Данная закономерность сохраняется не только у половозрелых особей, но и у рыб более раннего возраста (в т. ч. у сеголетков и мальков). В связи с этим возможно создание новой системы сверххранного определения пола у осетровых рыб Беларуси. Новизна научной идеи заключается в том, что впервые в практике ихтиологии и аквакультуры возможно будет разработать новые классификационные модели идентификации пола стерляди при формировании ремонтно-маточных стад в икорном осетроводстве, превосходящую известные аналоги в 2–2,5 раза и создающую методологические

основы для разработки новой системы сверххраней диагностики пола для всех представителей семейства *Acipenseridae*.

Нами в течении длительного времени разрабатываются новые и совершенствуются существующие методы искусственного воспроизводства ценных видов рыб, в т. ч. осетровых. Разработаны методы ранней ультразвуковой диагностики пола осетровых, комплексные методы управления ремонтно-маточным стадом осетровых рыб при помощи биохимических, гормональных, ультразвуковых и лазерно-оптических подходов. Разработаны технологические параметры выращивания производителей осетровых рыб. В ранее проведенных работах были исследованы рыбоводно-биологические и физиолого-репродуктивные показатели производителей осетровых рыб (в различные биологические циклы – нагул, преднерестовый и нерестовый периоды), выращенных в условиях аквакультуры. Была установлена связь между функциональным состоянием производителей и жизнестойкостью получаемого потомства. Были описаны различные аномалии в эмбриональном и постэмбриональном развитии осетровых, вызванные как условиями инкубации и выращивания, так и состоянием производителей. Ведутся исследования, направленные на повышение функционального состояния производителей.

В результате проведенных экспериментов нами были сформированы исследуемые группы; изучен международный опыт в области идентификации пола стерляди; выявлены закономерности в строении жучек стерляди в зависимости от типа и расположения, возраста и пола. Разработаны классификационные модели идентификации пола стерляди с использованием методов классификации, регрессии и других алгоритмов Data Mining с использованием языка программирования R [1–6].

**Заключение.** В результате проведенных исследований нами были выявлены полоспецифические закономерности в морфологическом строении жучек стерляди и разработаны классификационные модели определения пола стерляди на основе алгоритмов машинного обучения.

*Исследования выполнялись при финансовой поддержке Белорусского фонда фундаментальных исследований (проект Б18-148).*

## Список использованных источников

1. Барулин Н. В. Внешние полосспецифические признаки в строении спинных жучек личинок и молоди стерляди / Н. В. Барулин // Зоотехническая наука Беларуси. – 2017. – Ч. 2. – С. 89–99.
2. Барулин, Н. В. Идентификация пола осетровых рыб по костным пластинкам / Н. В. Барулин. – Горки : БГСХА, 2017. – 408 с.
3. Барулин, Н. В. Строение спинных костных пластинок взрослой стерляди в зависимости от пола / Н. В. Барулин // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2016. – № 4 (23). – С. 8–18.
4. Барулин, Н. В. Обнаружение внешних полосспецифических признаков в строении производных кориума личинок и молоди стерляди *Acipenser ruthenus* / Н. В. Барулин // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2017. – Т. 61, № 1. – С. 119–128.
5. Барулин, Н. В. Стратегия развития осетроводства в Республике Беларусь / Н. В. Барулин // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 2. – С. 82–90.
6. Barulin, N. V. External sexspecific signs in the structure of derivatives of starlet corium / N. V. Barulin // Recirculating Aquaculture System (RAS): Life Science and Technologies : 2<sup>nd</sup> Intern. Aquaculture Conference, 2017.05.04 ; Network of Aquaculture Centres in Central and Eastern Europe (NACEE) : 8<sup>th</sup> General Assembly Meeting, 2017.05.05. – Daugavpils: Daugavpils University Academic Press “Saule”, 2017. – P. 11–12.

**РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ  
ИНТЕНСИВНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ  
ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ  
*ONCORHYNCHUS MYKISS (SALMONIDAE)*  
В АКВАКУЛЬТУРЕ**

М. С. ЛИМАН<sup>1,2</sup>, Н. В. БАРУЛИН<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
ул. Мичурина 5, 213407, г. Горки Могилевской области, Беларусь,  
barulin@list.ru*

<sup>2</sup>*Национальный центр продовольствия, г. Абуджа, Нигерия*

**FISH-BIOLOGICAL RATIONALE FOR THE USE  
OF LOW-INTENSITY OPTICAL RADIATION  
IN THE TECHNOLOGY OF GROWING THE STOCKING  
MATERIAL OF RAINBOW TROUT *ONCORHYNCHUS MYKISS*  
(*SALMONIDAE*) IN AQUACULTURE**

M. S. LIMAN<sup>1,2</sup>, N. V. BARULIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Belarusian State Agricultural Academy,  
5 Michurina Str. 5, 213407, Gorki, Mogilev region, Belarus,  
e-mail: barulin@list.ru*

<sup>2</sup>*National Productivity Centre, Abuja, Nigeria*

**Аннотация.** Впервые установлено, что стимулирующий эффект оптического излучения низкой интенсивности на объекты аквакультуры (радужная форель) зависит от кратности воздействия и температурного режима, при которых осуществляется воздействие и инкубация эмбрионов. Доказано, что биологический эффект на эмбрионы и личинки радужной форели может оказывать поляризованное излучение как полупроводникового лазера, так и поляризованное излучение светодиодного источника, степень когерентности которого почти в 10 раз меньше. Разработаны новые параметры стимулирования рыбоводно-биологических показателей посадочного материала радужной форели, основанный на ежедневном воздействии оптическим излучением низкой интенсивности (красная область спектра  $\lambda = 630$  нм, длина когерентно-

сти  $L_{\text{ког}} \sim 26$  мкм) на эмбрионы рыб на стадии глазка при ежесуточном воздействии в течение 20 минут на протяжении 5 суток при плотности мощности оптического излучения  $3,0$  мВт/см<sup>2</sup> и при температуре инкубации  $8$  °С.

**Ключевые слова.** Аквакультура, радужная форель, эмбрионы, рыбопосадочный материал, жизнестойкость, низкоинтенсивное светодиодное и лазерное излучение

**Abstract.** It was established for the first time that the stimulating effect of low-intensity optical radiation on aquaculture objects (rainbow trout) depends on the multiplicity of the effect and the temperature regime at which the embryos are exposed and incubated. It is proved that the biological effect on embryos and larvae of rainbow trout can be provided by polarized radiation from both a semiconductor laser and the polarized radiation from an LED source whose coherence degree is almost 10 times smaller. New parameters for the regulation of fish-biological parameters of the rainbow trout stocking material based on daily exposure to low-intensity optical radiation (red spectral range  $\lambda = 630$  nm, coherence length  $L_{\text{co}} \sim 26$   $\mu\text{m}$ ) on fish embryos at the ocellus stage with daily exposure for 20 minutes for 5 days, at a power density of optical radiation of  $3.0$  mW/cm<sup>2</sup>, at an incubation temperature of  $8$  °C.

**Keywords.** Aquaculture, rainbow trout, embryos, fish stocking material, vitality, low-intensity LED and laser radiation

**Введение.** Оптическое излучение низкой интенсивности получило широкое распространение и применение в медицине и в различных направлениях сельского хозяйства [1–4]. В аквакультуре данный тип излучения носит экспериментальный характер. Однако радужная форель как удобный и популярный объект для аквакультуры, а также для сельскохозяйственных и биологических исследований представляет широкие возможности для изучения влияния оптического излучения низкой интенсивности на рост и развитие рыб. Кроме того, используемые в аквакультуре дозировки оптического излучения основываются на однократном воздействии, в то время как особенности инкубации радужной форели позволяют изучить влияние различных режимов кратности оптического излучения на эмбриональное и постэмбриональное развитие рыб в аквакультуре.

**Материалы и методы.** Исследования выполнялись на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства и рыбоводного промышленного комплекса УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в течении 2015–2018 гг.

**Результаты исследований и обсуждения.** Установлено, что время и кратность воздействия оптическим излучением способны регулировать стимулирующий эффект на радужную форель. При изучении влияния оптического излучения низкой интенсивности лазерно-оптического прибора «Стронга» на эмбриональное и постэмбриональное развитие радужной форели в условиях *in vitro* установлено, что при однократном воздействии оптическим излучением максимальный стимулирующий эффект на индивидуальное время жизни эмбрионов и личинок наблюдался при воздействии в течении 1 мин. и составил 13,5 %; при двукратном воздействии оптическим излучением максимальный стимулирующий эффект на индивидуальное время жизни наблюдался при воздействии в течении 20 мин. и составил 7,3 %; при трехкратном воздействии оптическим излучением максимальный стимулирующий эффект на индивидуальное время жизни наблюдался при воздействии в течении 20 мин. и составил 12,9 %; при четырехкратном воздействии оптическим излучением максимальный стимулирующий эффект на индивидуальное время жизни наблюдался при воздействии в течении 15 мин. и составил 18,8 %; при пятикратном воздействии оптическим излучением максимальный стимулирующий эффект на индивидуальное время жизни наблюдался при воздействии в течении 20 мин. и составил 24,6 %.

Установлено, что температурный режим инкубации эмбрионов радужной форели даже в пределах оптимальных значений способен оказывать эффект на величину стимулирующего эффекта оптического излучения. Так, при сравнении выживаемости в опытных группах, на эмбрионы которых воздействовали поляризованным излучением светодиодного источника, наблюдалось увеличение скорости нарастания эффекта (коэффициента угла наклона линейной зависимости гибели личинок) в 1,3–3,2 раза относительно контрольной группы при снижении температурного режима инкубации.

При сравнении результатов индивидуального времени жизни эмбрионов и личинок в опытных группах, на которых воздействовали поляризованным излучением светодиодного источника,

наблюдалось по пять достоверных различий в сравниваемых группах при различной температуре инкубации, а величина стимулирующего эффекта изменялась от 7,7 % (при температуре воды 12 °С) до 23,4 % (при температуре воды 8 °С).

Результаты, полученные в настоящей работе, свидетельствуют о том, что биологический эффект на эмбрионы и личинки радужной форели может оказывать поляризованное излучение как полупроводникового лазера, так и поляризованное излучение светодиодного источника, степень когерентности которого почти в 10 раз меньше.

Сравнение результатов исследований, выполненных с использованием излучения различной степени временной когерентности, показало, что биологические эффекты (активность ферментов эмбрионов радужной форели, индивидуальное время жизни личинок, скорость нарастания эффекта на выживаемость), индуцируемые поляризованным излучением полупроводникового лазера ( $\lambda = 650$  нм,  $L_{\text{кор}} \sim 211$  мкм) и поляризованным излучением светодиодного источника ( $\lambda = 630$  нм,  $L_{\text{кор}} \sim 26$  мкм), практически не отличаются или отличаются незначительно. На основании проведенных исследований разработаны параметры достоверного стимулирования рыбоводно-биологических показателей выращивания посадочного материала радужной форели, повышающие среднюю массу рыбопосадочного материала на 26,9–32,6 % (в зависимости от возраста), ихтиологические промеры на 5,2–11,5 % (в зависимости от параметра), относительную скорость роста массы на 27,7 п. п., терморезистентность на 26,7 %, нейрофармакологическую устойчивость на 38,9 %, фоновую реакцию меланофоров до 8,5 %, количество эритроцитов на 1,8 п. п., снижающие активность аспаратаминотрансферазы – на 10,3 % и аланинаминотрансферазы – на 38,7 %, основанные на ежедневном воздействии оптическим излучением низкой интенсивности красной области спектра ( $\lambda = 630$  нм), длиной когерентности ( $L_{\text{кор}}$ )  $\sim 26$  мкм, ежесуточно в течение 20 минут на протяжении 5 суток при плотности мощности оптического излучения 3,0 мВт/см<sup>2</sup> и температуре инкубации 8 °С [3, 7].

## Список использованных источников

1. Барулин, Н. В. Лазерное излучение как важный элемент технологии аквакультуры / Н. В. Барулин, М. В. Шалак, В. Ю. Плавский, // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2008. – № 3. – С. 82–85.
2. Плавский, В. Ю. Влияние лазерного излучения инфракрасной области спектра на устойчивость молоди осетровых рыб к дефициту кислорода / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // Биомед. технологии и радиоэлектроника. – 2008. – № 8–9. – С. 65–74.
3. Плавский, В. Ю. Влияние модуляции низкоинтенсивного лазерного излучения на его биологическую активность / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // Лазерная медицина. – 2009. – Т. 13, № 1. – С. 4–10.
4. Плавский, В. Ю. Фотофизические процессы, определяющие биологическую активность оптического излучения низкой интенсивности / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // Биомед. радиоэлектроника. – 2009. – № 6. – С. 23–40.



## ВЛИЯНИЕ КОНСЕРВИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПЕРИОД КРАТКОСРОЧНОГО ХРАНЕНИЯ СПЕРМЫ ОСЕТРОВЫХ

К. Л. ШУМСКИЙ, Н. В. БАРУЛИН

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
ул. Мичурина 5, 213407, г. Горки Могилевской области, Беларусь,  
barulin@list.ru*

## EFFECT OF PRESERVING SUBSTANCES ON THE SHORT-TERM STORAGE OF STURGEON SPERM

K. L. SHUMSKII, N. V. BARULIN

*Belarusian State Agricultural Academy,  
5 Michurina Str. 5, 213407, Gorki, Mogilev region, Belarus,  
e-mail: barulin@list.ru*

**Аннотация.** Для увеличения антиоксидантной активности использовали следующие препараты: винная кислота, лимонная кислота, аскорбиновая кислота, борная кислота, цинк и некоторые другие. При сравнении влияния этих веществ на сохранение спермы максимальный эффект проявлялся при использовании винной кислоты, борной кислоты и цинка. При добавлении этих веществ в сыворотку спермы продлевался срок ее хранения до 20–30 дней. Добавление борной кислоты (в концентрациях 250–1000 мг/л) влияло на концентрацию паразитов простейших, уменьшая их до 100 раз по сравнению с винной кислотой, цинком и 1000 раз – по сравнению с контрольной группой, что способствовало увеличению процента подвижных сперматозоидов и скорости подвижности.

**Ключевые слова:** осетровые, сперма, краткосрочное хранение.

**Abstract.** To increase the antioxidant activity, drugs that has the following Properties are used: tartaric acid, citric acid, ascorbic acid, boric acid, zinc and some others. When comparing the influence of these substances on the preservation of sperm, maximum effect exerted tartaric acid, boric acid and zinc. By adding these substances in sperm serum, it extends the shelf life of sperm to 20-30 days. Addition of boric acid (at concentrations 250–100 mg/L) was influenced by the concentration of protozoa parasites reducing them to 100 times compared with the tartaric acid, zinc and 1000 times - compared to a control group, what contributed to percentage increase and mobility of spermatozoa.

**Keywords;** sturgeon, sperm, short-term storage

**Введение.** Применяемая технология криоконсервации, несомненно, представляет интерес для длительного хранения спермы рыб, однако данная технология приводит к значительному снижению процента и скорости подвижных сперматозоидов. В этой связи перспективным является разработка способа краткосрочного хранения спермы осетровых рыб (до 20–30 дней) без использования методики криоконсервации. Этот способ позволяет сохранять процент и скорость подвижности на высоком уровне. Цель наших исследований заключалась в разработке способа увеличения периода краткосрочного хранения спермы осетровых в технологии искусственного оплодотворения без применения методики криоконсервации.

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследований была выбрана сперма самцов ленского осетра, выращенных от стадии личинки до половозрелого состояния в условиях установки замкнутого водоснабжения (частное хозяйство «Акватория», фермерское хозяйство «Василек», Дзержинский район Минской области). Возраст самцов – 6 лет, средняя масса – 7,0 кг, средняя длина – 102,7 см.

**Результаты исследований и обсуждения.** При увеличении сроков хранения спермы, концентрации и пассивной аэрации (или оксигенации), используя регулирование температуры, мы столкнулись с тем, что уже после 4–5 суток хранения в сперме увеличивалась концентрация активных форм кислорода, что выражалось в снижении антиоксидантной активности, а также происходило увеличение концентрации простейших паразитов в семенной жидкости (например, одноклеточных микроорганизмов рода трихомонад), что приводило к снижению качества сперматозоидов. Для повышения антиоксидантной активности мы использовали препараты, обладающие такими свойствами: винная кислота, лимонная кислота, аскорбиновая кислота, борная кислота, цинк и некоторые другие. При сравнении влияния этих веществ на сохранность сперматозоидов наиболее максимальный эффект оказывали винная кислота, борная кислота и цинк. Благодаря добавлению этих веществ в сыворотку спермы удалось продлить срок хранения сперматозоидов до 20–30 суток, однако

только добавление борной кислоты (в концентрации 250–1000 мг/л) оказывало влияние на концентрацию простейших паразитов, снижая их до 100 раз по сравнению с винной кислотой и цинком, и в 1000 раз – по сравнению с контрольной группой, что способствовало повышению процента и скорости подвижных сперматозоидов.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенных исследований был разработан способ увеличения периода краткосрочного хранения спермы осетровых в технологии искусственного оплодотворения, заключающийся в соблюдении температурного режима, регулировании концентрации, пассивной оксигенации и добавлении консервирующих веществ (винной и борной кислот) и повышающий антиоксидантную активность, а также снижающий концентрацию простейших паразитов.

**ОСОБЕННОСТИ ИНКУБАЦИИ АМЕРИКАНСКОЙ  
ПАЛИИ (*SALVELINUS FONTINALIS* M.)  
В УСЛОВИЯХ УКРАИНСКИХ КАРПАТ**

*Е. А. БАРИЛО, Ю. В. ЛОБОЙКО, Б. С. БАРИЛО*

*Львовский национальный университет ветеринарной медицины  
и биотехнологий им. С. З. Гжицкого,  
ул. Пекарская 50, 79010, г. Львов, Украина,  
e-mail: y.bachuk.lv@ukr.net*

**THE FEATURES OF BROOK TROUT  
(*SALVELINUS FONTINALIS* M.) INCUBATION UNDER  
THE CONDITIONS OF UKRAINIA CARPATHIANS**

*Y. BARYLO, Y. LOBOIKO, B. BARYLO*

*Stepan Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies, 50 Pekarska Str., 79010, Lviv, Ukraine,  
e-mail: y.bachuk.lv@ukr.net*

**Аннотация.** Исследование заключалось в определении особенностей инкубации икры и раннего развития американской палии в условиях горного холодноводного хозяйства.

**Ключевые слова:** американская палия, икра, предличинки, промеры, масса

**Abstract.** The study determined the features of caviar incubation and early development of the brook trout under the conditions of mountain cold water farming.

**Keyword:** brook trout, eggs, pre-larvae, parameters, weight

**Введение.** При выращивании в аквакультуре в последние годы в Украине набирает популярность такой вид лососевых, как американская палия (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814) – голец [1]. Выращивание голецов может составлять потенциально новый сектор на рынке аквакультуры благодаря своим продуктивным, эстетическим (экстерьерным) и вкусовым качествам [2].

Поскольку конечная продукция и экономическая эффективность форелевых хозяйств во многом зависят от результатов, полученных во время инкубационного и постэмбрионального

развития рыб, целью нашей работы было исследовать и проанализировать особенности инкубации икры и раннего развития американской палии в условиях горного холодноводного хозяйства «Рыбный Поток».

**Материалы и методы.** Хозяйство расположено в Закарпатской области (450 м над уровнем моря). Инкубацию икры проводили в аппаратах Шустера при плотности 8 тыс. шт. икринок. Химический состав воды отвечал требованиям государственного стандарта СОУ 05.01-37-385: 006.

После выклева предличинки фиксировали 5%-ным раствором формалина. Далее биологический материал обсушивали, делали промеры предличинок с помощью электронного штангенциркуля с ценой деления 0,02 мм по методике Н. А. Ланге [3]. Массу тела определяли с помощью электронных аналитических весов.

**Результаты исследований.** На инкубацию было заложено 32,0 тыс. шт. икры американской палии. Длительность эмбрионального периода, начиная от оплодотворения икры и заканчивая выходом свободных эмбрионов, составил 101 день (ноябрь–март), что соответствовало 283 градусодням.

Отход икры за период инкубации составил 17,1 %. В результате было получено 26,5 тыс. экз. свободных эмбрионов средней живой массой  $0,061 \pm 0,0012$  г. При этом масса тела без желточного пузыря составляла 70,5 % ( $0,043 \pm 0,0008$  г) от живой массы предличинки, а масса желточного мешка – 29,5 % ( $0,018 \pm 0,0004$  г).

В результате морфометрических исследований односуточных свободных эмбрионов установлено, что при длине тела  $14,87 \pm 0,157$  мм длина туловища составляла  $9,54 \pm 0,092$  мм, наибольшая высота тела –  $1,86 \pm 0,047$ , наименьшая высота тела –  $0,92 \pm 0,034$ , длина желточного мешка –  $5,59 \pm 0,107$ , высота желточного мешка –  $3,63 \pm 0,080$ , длина головы –  $2,49 \pm 0,039$ , длина рыла –  $0,34 \pm 0,011$  и диаметр глаза –  $1,31 \pm 0,019$ .

**Заключение.** Данная информация может быть использована для дальнейших сравнительных исследований по разработке эффективной программы управления инкубационным и постэмбриональными процессами в американской палии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Delihasan Sonay F., Başçınar N. An investigation on the effects of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) mono-culture and duo-culture farming in freshwater and seawater on growth performance // Iranian Journal of Fisheries Sciences. – 2017. – Vol. 16, 1. – P. 38–49.
2. Товарное лососеводство / Е. И. Хрусталеv [и др.]. – М. : Моркнига, 2017. – 487 с.
3. Ланге, Н. О. Методика эколого-морфологических исследований развития молоди рыб / Н. О. Ланге, Е. Н. Дмитриева // Исследования размножения и развития рыб. – М. Наука, 1981. – С. 67–88.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФОРЕЛЕВОДСТВА В УКРАИНЕ

П. Я. ПУКАЛО

*Львовский национальный университет ветеринарной медицины  
и биотехнологий им. С. З. Гжицкого,  
ул. Пекарская 50, 79010, г. Львов, Украина,  
e-mail: hoarding@ukr.net*

## PERSPECTIVES FOR TROUT DEVELOPMENT IN UKRAINE

P. Ya. PUKALO

*Stepan Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies, 50 Pekarska Str., 79010, Lviv, Ukraine,  
e-mail: hoarding@ukr.net*

**Аннотация.** Современное состояние форелеводства в Украине переживает новый этап возрождения после 20-летнего упадка. На сегодня в Украине ежегодно выращивают около 1500 тонн товарной форели. Однако потребности украинского потребительского рынка в лососевых рыбах в настоящее время составляют около 8,5 тыс. тонн, из которых доля радужной форели составляет около 3 тыс. тонн.

**Ключевые слова:** лососевые рыбы, форелевые хозяйства, радужная форель, комбикорм

**Abstract.** The current state of trout management in Ukraine is undergoing a new stage of rebirth after 20 years of decline. Each year in Ukraine grown about 1500 tons of commodity trout. However, the needs of the Ukrainian consumer market in salmon are currently about 8.5 thousand tons, of which the share of rainbow trout is about 3 thousand tons.

**Key words:** salmon fish, trout farms, rainbow trout, mixed fodder

Разведение лососевых рыб занимает ведущее место в мировой аквакультуре, поскольку позволяет за относительно небольшой промежуток времени (10–24 мес.) получать деликатесную продукцию товарной массой 0,3–3 кг. Основным объектом лососеводства в Украине является радужная форель *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).

За последние 130 лет радужная форель заняла важное место в аквакультуре всего мира. Спрос на эту рыбу обусловлен высокими вкусовыми и диетическими качествами мяса и большим содержанием полиненасыщенных жирных кислот [1].

Форелевые хозяйства Украины сосредоточены преимущественно в Западном регионе. Они наполняются водой из горных рек или источников. Мощность каждого из этих хозяйств небольшая, максимум несколько десятков тонн форели в год.

В последние годы в форелевых хозяйствах Западной Украины наблюдается ухудшение условий выращивания из-за изменения климатических условий (рост средней температуры воды и воздуха), вследствие чего происходит смещение срока нереста и раннее созревание самок в двухлетнем возрасте [2].

Производители форели в Украине значительно сократили объемы выращивания рыбы. Одним из важнейших вопросов, сдерживающих развитие отрасли и требующих решения, является внедрение новейших ресурсо- и энергосберегающих технологий производства рыбы в водоемах, а также проблема производства отечественных высококачественных, сбалансированных стартовых и продукционных комбикормов для форели, которые по эффективности не уступали бы зарубежным аналогам.

### **Список использованных источников**

1. Мендришора, П. Д. Особливості накопичення маси у цьоголіток і дво-літок райдужної форелі / П. Д. Мендришора, В. М. Шумова // Вісн. аграр. науки. – 2017. – С. 63–67.

2. Мендришора, П. Д. Характеристика вперше нерестуючих плідників райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), вирощеної в умовах індустриального господарства «Слобода-Банилів» / П. Д. Мендришора, Г. А. Куріненко // Рибогосподарська наука України. – 2018. – № 2. – С. 71–80.



# **АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ**

УДК 597/575.17

## **СОХРАНЕНИЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РЫБ В КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**В. Н. КРАЙНЮК**

*Карагандинский ОП СФ КазНИИРХ,  
ул. Армандостар, 2, п. Интернациональный, г. Астана,  
Республика Казахстан, e-mail: karagan-da@mail.ru*

## **CONSERVATION OF FISHES SPECIES DIVERSITY IN KARAGANDA OBLAST WATERS**

**V. N. KRAINYUK**

*Karaganda base of Northern branch of Kazakh Scientific Researches  
Institute of Fishery  
2 Armandostar Str., Internatziionalny vill., Astana, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: karagan-da@mail.ru*

**Аннотация.** Описывается современное состояние аборигенных видов рыб, для которых необходимы меры по сохранению. Предлагается осуществление ряда действий, способствующих их выживанию.

**Ключевые слова:** инвазивные виды, генетическое поглощение

**Abstract.** The present state of native regional endangered fish species is described. Some actions that contribute to their survival is proposed.

**Keywords:** alien species, genetic absorption

Ихтиофауна Карагандинской области на данный момент включает в себя 39 видов. Состояние ее изученности позволяет делать выводы и предложения по сохранению видового разнообразия. Ранее были обозначены проблемные для выживания виды [1]. Для региона с высоким вододефицитом и нестабильностью

гидрологического режима, как ни странно, основной проблемой являются инвазивные виды и генетическое поглощение аборигенных форм. Ранее такая проблема была описана для популяций серебряного карася *C. gibelio* (Bloch, 1782) [1].

Такие же опасения вызывает и возможное взаимодействие зарыбляемого в бассейне Сарысу беспородного карпа и массового аборигенного аральского сазана *C. c. aralensis* (Spitschakow, 1935). Для сохранения генетического разнообразия нативных популяций необходимо запретить зарыбление карпом всех рыбохозяйственных водоемов в бассейне реки Сарысу. Это не окажет значительного влияния на добычу, т. к. объемы вылова карпа (сазана) в бассейне низкие. Также необходимо запретить зарыбление водоемов в бассейне реки Токрау, так как вместе с материалом карпа зачастую попадают сорные виды. Наиболее критичным будет попадание в систему Токрау обыкновенного окуня. Данный вид скрещивается с редким балхашским окунем [2]. В результате этих процессов токрауская популяция, стабильная в настоящее время, потеряет значимость для сохранения вида.

Стоит так же поднять вопрос сохранения отдельных видов, у которых в регионе располагается периферия ареала. К ним относятся аральский сазан, семиречинский голянь, балхашская маринка, жерех, сом, налим и судак в пределах естественных ареалов распространения. Для сохранения видового и генетического разнообразия гидробионтов необходимо создание ООПТ в системах ряда рек. Также необходимо внести эти виды в ограничительные документы как по промысловой длине и срокам нереста, так и предусмотреть полный запрет вылова. Также необходимо запретить зарыбление любым рыбопосадочным материалом этих речных бассейнов.

### **Список использованных источников**

1. Крайнюк, В. Н. Редкие и исчезающие виды гидробионтов Центрального Казахстана / В. Н. Крайнюк // Степи Северной Евразии : материалы VII междунар. симп. – Оренбург : ИС УрО РАН /Димур, 2015. – С. 434–437.
2. Дукравец, Г. М. Ихтиофауна бассейна р. Нуры в Центральном Казахстане / Г. М. Дукравец, Ю. А. Бирюков // Вопр. ихтиологии. – 1976. – Т. 16, вып. 2. – С. 309–314.

**HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL  
CHARACTERISTICS OF THE URAL RIVER  
IN THE WESTERN KAZAKHSTAN REGION**

A. I. KIM, T. K. MURZASHEV, N. V. ANTIPOVA

*LLP West Kazakhstan branch of «Kazakh Scientific Research  
Institute of Fisheries», Uralsk city, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: zkonpc@mail.ru*

**ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ УРАЛ В ПРЕДЕЛАХ  
ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

А. И. КИМ, Т. К. МУРЗАШЕВ, Н. В. АНТИПОВА

*Западно-Казахстанский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства», г. Уральск, Республика Казахстан,  
e-mail: zkonpc@mail.ru*

**Abstract.** This article presents materials on the current state of the hydro-hydrochemical regime of the Ural River, within the Western Kazakhstan region. The hydrographic network of a catchment basin, annual fluctuations of level of the river, results of hydrochemical water analysis are given.

**Keywords:** Ural River, hydrology, hydrography, hydrochemistry, spawning areas

**Аннотация.** В данной статье представлены материалы по современному состоянию гидролого-гидрохимического режима реки Урал, в пределах Западно-Казахстанской области. Приводятся гидрографическая сеть водосборного бассейна, годовые колебания уровня реки, результаты гидрохимического анализа воды.

**Ключевые слова:** река Урал, гидрология, гидрография, гидрохимия, нерестилище

**Introduction.** The Ural river originating from the foothills of Ural Ridge in the Uchalinsky region of Bashkortostan proceeds across the territory of two countries: The Russian Federation (The Orenburg, Chelyabinsk areas and the Republic of Bashkortostan) and Kazakhstan (The West Kazakhstan, Aktyubinsk and Atyrau areas), flows into the

Caspian Sea. The river has the status of interstate, cross-border water object. Sources of the Ural river are located at the height of 637 m above sea level at a foot of the mountain of Nazhimtau and the ridge Uytash in the Uchalinsky region of Bashkortostan. These are five constant keys which merge in a uniform stream. The Urals is the third longest river in Europe, yielding only to the Volga and the Danube. The total length is 2428 km, within the Republic of Kazakhstan the length is 1084 km, the total area of the basin is 231 thousand km<sup>2</sup> [1].

The river is unique natural object – the only natural spawning area of many species of fish of the Caspian Basin. In lower reaches of the river, and also rising to an middle current in borders of the West Kazakhstan Region of Kazakhstan (WKR) checkpoints and species of fish semi-through passage as here it is located more than one thousand hectares of spawning areas of sturgeon, and about 5 thousand hectares of ordinary fishes come on spawning.

**Materials and methods.** Materials for researches gathered in 2017, on five stations of sampling on the Ural river in borders of the WKR. The grid from 5 stations was established taking into account possibility of fuller coverage of the studied site of the river. The geographical coordinates of the sampling stations are shown in Table 1.

Table 1. Coordinates of sampling stations

Numbers and names of stations	Width	Longitude
Station No. 1 Burlin settlement	51° 27'22"N.L.	52° 40'38"E.L.
Station No. 2 Kabyl Tobe settlement	51° 18'43"N.L.	51° 52'33"E.L.
Station No. 3 Krugloozerno settlement	51° 04'12"N.L.	52° 40'38"E.L.
Station No. 4 Chapayev settlement	50° 11'24"N.L.	51° 10'49"E.L.
Station No. 5 Taypak settlement	49° 02'51"N.L.	51° 53'41"E.L.

The sampling of water for the hydrochemical researches was made by means of a batometr. The chemical analysis of tests of water was carried out in the accredited “Oral-Zher” LLP laboratory. Hydrological data on the water mode of the Ural river were obtained from the West Kazakhstan regional center of hydrometeorology.

The depth of the water in the channel was measured by the Garmin Echo 150 echosounder, the flow rate of the hydrometric turntable GMCМ-1. The water temperature and the content of the dissolved oxygen were defined by the Thermo-oximeter "Samara 2".

**Results of researches.** According to the nature of the channel, the valley and the water content, the Ural river is divided into three parts (currents): upper, middle and lower. In the beginning the river flows directly to the south to the city of Orsk. This site is considered the upper course. Then it sharply turns on the West. Having passed in the width direction about 850 km to the city of Uralsk (a middle current), turns at right angle again on the South and keeps this direction to a confluence with the Caspian Sea (the lower current, distance of 840 kilometers). The Ural is pronounced type of the river of snow food. In the period of a spring high water (April-May) comes from 60 to 90 % of an annual drain here. During the post-flood period the water level is stabilized, with insignificant inter-seasonal fluctuations.

In 2017 the spring flood began in the first decade of April. In 2-3 decades of April the water level was doubled. The peak of the flood occurred on 2-3 decades of May. In the second half of June the water level recession began. In the third decade of July, at the low water level, the water level dropped to 229 cm.

The middle speed of a watercourse in April fluctuated from 0,88 to 0,93 m/s. In the second decade of May the speed of a current increased on middle to 0,96 m/s. In a summer low water level the speed of a current made 0,59 m/s [2].

The distinctive feature of the water mode of the Ural river is instability of volumes of middle annual drains. So, at an middle annual drain, at the Kushumsky hydropost, 10,6 km<sup>3</sup> in a year, this indicator made 14,0 km<sup>3</sup> in 2002 and only 4,45 km<sup>3</sup> in 2015 (figure 1). After 2007, optimum on water content, the annual decrease in volume of the annual drain reaching critically low point in 2015 is observed.

The volume of an annual drain for 2017 made 8,76 km<sup>3</sup>, improving the level and duration of a spring flood in comparison with 2015 and 2016. However, it is obviously not enough this volume for creating favorable conditions on all hydrographic network of the Ural river for the natural reproduction of trade species of fish on inundated spawning

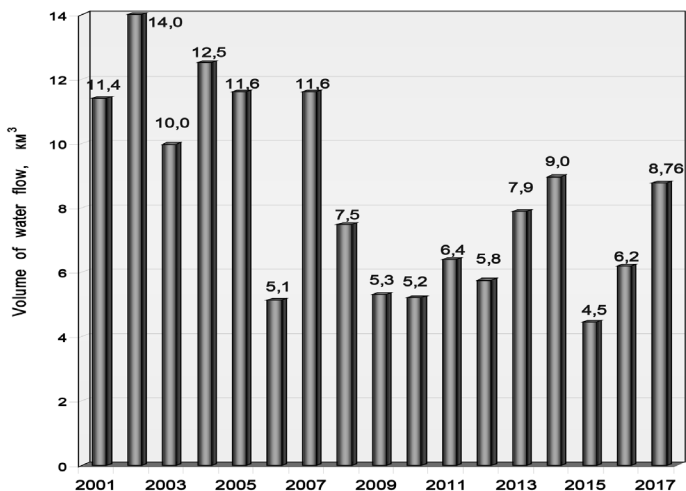


Fig. 1. Fluctuations of an annual water drain of the Ural river in the WKR in 2001–2017, in km<sup>3</sup>

areas. The full flood of these spawning areas during a flood and efficiency of spawning on them in many respects defines character of a natural reproduction of the commercial reserves of all Uralo-Caspian Basin.

The modern hydrographic network of the Ural river in the WKR is represented by a 761 km of long root channel. The width of the river is from 70 to 110 m in low water period and from 180 to 300 m during a flood. The middle depth is about 5 m in low water period, and to 15 m during a flood. The middle watercourse passes in the north of area and lasts from border of the Russian Federation at the village of Burlin and further on the West to Uralsk (figure 2). Here river to the course smoothly turns on the South and further flows on the flat plain of Caspian Depression. This is the lower watercourse.

In the middle reaches of the Urals the rivers Utva, Embulatovka, Bykovka, Rubezhka, Chagan and Derkul fall into the river. In the lower current there is only one inflow – river of Barbastau, and three outflows – the rivers Kushum, Ashchisay, Solyanka. Two last on middle a current are connected by the proto which Karabas. The list of the small rivers of a hydrographic network is presented in table 2.

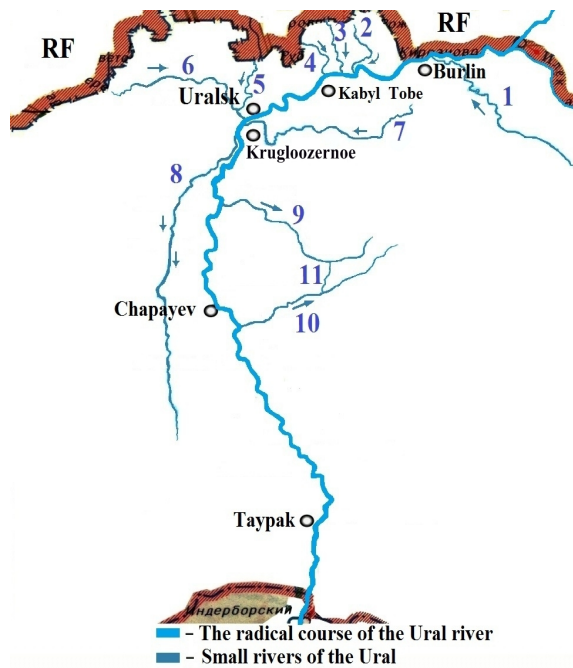


Fig. 2. Hydrographic network of Ural river within the West Kazakhstan region

T a b l e 2. The small rivers of a river basin the Urals within the WKR

№	Name of the small river	Characteristic
1	Utva	Left-bank inflow in the middle current
2	Embulatovka	Right-bank inflow in the middle current
3	Bykovka	Right-bank inflow in the middle current
4	Rubezhka	Right-bank inflow in the middle current
5	Chagan	Right-bank inflow in the middle current
6	Derkul	Right-bank inflow in the middle current
7	Barbastau	Left-bank inflow in the lower current
8	Kushum	Left-bank outflow in the lower current
9	Ashysay	Left-bank outflow in the lower current
10	Solyanka	Left-bank outflow in the lower current
11	Karabas	The river channel between the rivers Ashysay and Solyanka

The left inflow of the middle current – the river Utva begins in the Chingirlausky Area of WKR. Flowing further northwest the river passes through Burlinsky area and in vicinities of village Burlin runs into the Ural River. The water content of the tributary is uneven and depends on the flood. The bed is poorly washed, with excessive overgrowing by underwater soft vegetation. With the Ural, the reservoir is connected only during the spring high water. Total length is about 200 km. The width is from 20 to 30 m. The averages depths are 1,7–2 m.

The left inflow of the lower current – Barbastau's river originates in the Terektinsky area at the settlement of Fedorovka. Flowing further on the southwest the river flows into the Ural below the Uralsk city at the village Socialism. The water content of inflow is not great as a result of control of the course and formation of a number of reservoirs. The course which is badly washed out with considerable overgrowing. Barbastau's river is connected to the Ural all the year round, however inflow of water is observed only during a spring flood. The total length is about 70 km. The width is from 22 to 30 m. The middles depths are 1,8–2 m.

The right inflow of the middle current – Embulatovka's river stretches from the Russian Federation border in the North (the district of the Rozhkovo village) and further flows to the South, falling into the Ural river lower the village of Yanvartsevo. The weak water content of inflow is caused by control of the course and formation of a number of reservoirs and ponds. The bed of the river insufficiently profound, with the surface rigid and underwater soft vegetation raised by overgrowing of a reservoir.

With the Ural, the Eambutovka is connected only in deep-water years. Its total length is about 80 km. The width is from 20 to 25 m. The averages depths are in limits of 1,1–1,5 m.

The right inflow of the middle current – Bykovka's river also goes north from border with the Russian Federation in the neighborhood of the Chesnokovo village and goes to the South, falling into Ural river above the village of Krasnoarmeyskoye. Owing to control of the course the water content of inflow is minimum. The bed of the river which is insufficiently washed out with intensive overgrowing of a reservoir. With the Ural River, this inflow is connected only at a suf-



ficient level of spring flood. The total length is about 75 km. The width is from 18 to 20 m. The averages depths are 1,1–1,2 m.

The right inflow in the middle current – Rubezhka's river goes from Russian Federation border in the North (the village Razdolnoye) and further flows to the South, falling into Ural river lower the village of Rubezhka. The water content of inflow is low as a result of control of the course and formation of a number of reservoirs and ponds. The course which is badly washed out the coastal and shipped water vegetation is plentifully developed. This inflow connects with the Ural river only at the sufficient level of a spring flood. The total length is about 72 km. The width is from 15 to 20 m. The averages depths are 1,1–1,4 m.

The right inflow of the middle current – the river Chagan goes north from the Russian Federation border in the neighborhood of the village Red Zhayyk (Ural) and further flows to the South, falling into the Ural river in the western part of the Uralsk city. The river Chagan is connected to the Ural all the year round, however inflow of water on Chagan is observed only during a spring flood. The total length is about 78 km. The width is from 50 to 100 m. The averages depths are 3-4 m. The right inflow of the middle current – the Derkul river begins in the Tuskalinsky area near the village of Semiglavy Mar and then flows east, to the confluence with the Chagan river near the city of Uralsk. With Chagan, Derkul is connected all year round, but the flow of water along the river is observed only in spring flood. The total length is about 130 km. The width is from 30 to 50 m. The averages depths are 3-4 m. Above-mentioned channels play a certain positive role in the formation of bioresources of Ural river. They feed the river with waters from the catchment area, enrich the river ecosystem with planktonic fodder organisms.

The right outflow of the lower current – the river Kushum begins below the city of Uralsk near the village of Krugloozernoje and further flows on the southwest. The largest irrigation and watering system of the WKR – Ural-Kushumskaya irrigation and watering system was established on the river. The total length of Kushum is about 250 km. The width is from 30 to 50 m. The averages depths are 2-3 m. Kushum ends in the lake floods of Zhangalinsky area.

The left outflow of the lower current – the river Ashysay begins near the village of Akzhaik and further flows on the southeast. This outflow connects to the Ural only in the years of a high spring flood. The river bed is poorly washed, heavily overgrown. The total length is about 60 km. The width is from 20 to 25 m. The averages depths are 1,2–1,7 m.

From the neighborhoods of the Kamystykol village, another left outflow of the lower watercourse of the Ural river, the Solyanka river, begins and proceeds further to the northeast. This outflow connects with the Ural river only in the years of a high spring flood. The course is badly washed out, with the surface rigid and underwater soft vegetation raised by overgrowing of a reservoir. The total length is about 70 km, The width is from 18 to 23 m. The averages depths are 1,1–1,5 m.

The river Karabas is the sleeve going from the river Ashysay to the river Solyanka in the neighborhood of the village of Karabas. The bed of the river which is insufficiently washed out with intensive overgrowing of a reservoir. The total length is about 55 km, The width is from 20 to 25 m. The averages depths are 1,4–1,7 m.

Thus the drain of Ural river, is generally formed in an upper course where the river network numbering 7 inflows and 3 outflows is strongly developed. Below the Uralsk city, before flowing into the sea, the Ural river has no tributaries, except for the low-water river Barbastau.

As a result of hydrochemical researches at five stations it was established that the waters of the Ural river throughout the West Kazakhstan region are fresh (hypogaline), slightly alkaline. The concentrations of dissolved oxygen were at a sufficient level for the life of fish and varied within the range of 8,4–9,2 mg/dm<sup>3</sup>. For all the surveyed sites, there was an excess of ammonium nitrogen and a fairly high content of dissolved organic substances, which is most likely a consequence of pollution of the reservoir by domestic and agricultural wastewater (Table 3).

The total mineralization of water did not rise above 430,0 mg/dm<sup>3</sup>. Except for the concentration of ammonium ion, the maximum permissible concentrations were not exceeded for fishery reservoirs. According to the permanganate oxidation index characterizing the dissolved organic matter content, the waters of the Ural river in 2017 corresponded to the class “moderately polluted”.

**Table 3. Results of hydrochemical researches, summer post-flood period 2017**

Station	rn (pH)	O <sub>2</sub> mg/dm <sup>3</sup>	Biogenous connections, mg/dm <sup>3</sup>				Oxida-bility perman-ganatny mg/dm <sup>3</sup>	Minerali- zation of water, mg/dm <sup>3</sup>
			NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>		
Art. 1	8,4	8,5	1,4	0,016	1,75	0,043	12,8	405,0
Art. 2	8,4	9,2	5,6	0,020	2,75	0,031	12,2	430,0
Art. 3	8,3	9,0	2,8	0,020	5,0	0,030	12,0	405,0
Art. 4	8,4	9,0	2,1	0,020	1,5	0,031	11,4	345,0
Art. 5	8,4	8,4	3,5	0,046	4,0	0,030	12,6	342,0
PDK <sub>VR</sub>	6,5–8,5	not less than 6,0	0,5	0,08	40,0	0,05	15,0	1500

Thus, when studying the hydrological mode of Ural river the volume of an annual drain for 2017 made 8,76 km<sup>3</sup> that is a little higher in comparison with 2015 and 2016. However, full flood of all hydrographic network of Ural river is necessary for creating favorable conditions for natural reproduction of trade species of fish on inundated spawning areas. By results of the conducted hydrochemical researches of Ural river it is possible to draw a conclusion that conditions for dwelling of hydrobionts on the main hydrochemical indicators in 2017 were accepted. The presence of a deviation from MPC norms for the content of ammonium ions reduced the quality of water, but in general the hydrochemical indicators correspond to the fishery norms.

### Bibliography

1. Chibilyov, A. A. Ural: The natural diversity and the Euro-Asian border / A. A. Chibilyov. – Ekaterinburg: UrB RAS, 2011. – 160 p.
2. Biological justification “The determination of fish productivity of fishery reservoirs and / or their sites, development of biological justifications for the total permissible catches of fish and other aquatic animals, regimen and regulation of fisheries in fishery water bodies of international, republican values and reservoirs of PAs (OOPT) of the Ural-Caspian basin, fish resources on reserve water bodies of local significance” section: the Ural river in the Zapadno-Kazakhstansky (West Kazakhstan) region. – Uralsk: ZKF Kaz NIIRKh, 2017. – 59 p.

**АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЭКСТЕРЬЕРЕ  
ВЫРЕЗУБА В СВЯЗИ С ЗАРЕГУЛИРОВАНИЕМ  
ПРЕДГОРНОГО УЧАСТКА ДНЕСТРА**

**А. И. ХУДЫЙ**

*Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича,  
ул. Коцюбинского 2, 58012, г. Черновцы, Украина,  
o.khudyi@chnu.edu.ua*

**EXTERIOR ADAPTIVE CHANGES  
OF *RUTILUS FRISII* CAUSED BY THE FLOW REGULATION  
OF THE DNIESTER FOOTHILL PART**

**O. I. KHUDYI**

*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,  
2 Kotsyubynsky Str., 58012, Chernivtsi, Ukraine,  
o.khudyi@chnu.edu.ua*

**Аннотация.** Зарегулирование стока предгорной части течения Днестра вызвало адаптивные изменения в экстерьере разных видов рыб, в том числе и вырезуба. Характер изменений пропорций тела связан с некоторым ухудшением гидродинамических и локомоторных свойств рыб вследствие снижения скорости течения воды в водохранилище.

**Ключевые слова:** *Rutilus frisii*, Днестр, зарегулирование стока, адаптивные изменения

**Abstract.** The flow regulation of the Dniester foothill part led to adaptive changes in the exterior of various fish species, including *Rutilus frisii*. The nature of changes in the body proportions is associated with some deterioration of the hydrodynamic and locomotor properties of fish due to the decrease in the rate of water flow in the reservoir.

**Keywords:** *Rutilus frisii*, the Dniester, flow regulation, adaptive changes

**Введение.** Еще в начале XX века вырезуб причерноморский *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) был обычным видом в бассейнах Днестра, Южного Буга, Днепра и Северского Донца. Однако зарегулирование стока русел основных рек Северного Причерноморья, активно проводившееся в середине прошлого века, привело

к стремительному уменьшению популяций полупроходных и проходных видов рыб, в том числе вырезуба. В системе верхний Днестр–Днестровское водохранилище вырезуб сформировал наиболее мощную в Украине туводную популяцию благодаря стечению двух обстоятельств. С одной стороны, открытая вершина Днестровского водохранилища позволяет половозрелым особям беспрепятственно выходить на нерест в верхний Днестр, где сосредоточены основные нерестилища, с другой – само водохранилище является местом зимовки и нагула молоди и взрослых особей.

Результаты предыдущих исследований показали, что зарегулирование стока в условиях предгорной части течения Днестра вызвало адаптивные изменения в экстерьере плотвы и леща [6, 9]. Очевидно, что зарегулирование также повлияло и на экстерьер вырезуба. Остается только выяснить, как именно.

**Материалы и методы.** Ихтиологический материал собирали в разных участках Днестровского водохранилища в течение 2002–2018 гг. Морфологический анализ проводили по схеме, предложенной И. Ф. Правдиным для карповых рыб [5]. Все измерения были осуществлены штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Морфологические признаки в работе обозначены в виде следующих сокращений: меристические признаки – число разветвленных лучей в спинном плавнике –  $D$ , в анальном –  $A$ , в грудных –  $P$ , в брюшных –  $V$ ; число чешуй в боковой линии –  $l.l.$ , число рядов чешуй над боковой линией –  $Squ_1$ , под боковой линией –  $Squ_2$ ; пластические признаки – длина тела до конца чешуйчатого покрова –  $L$ , в процентах длины тела – в %  $L$ ; наибольшая высота тела –  $H$ ; наименьшая высота тела –  $h$ ; расстояния: антедорсальное –  $aD$ , постдорсальное –  $pD$ , антевентральное –  $aV$ , антепектральное –  $aP$ , антеанальное –  $aA$ ,  $PV-PV$ ,  $VA-VA$ ; длина хвостового стебля –  $pl$ ; длина основания спинного плавника –  $ID$ ; высота спинного плавника –  $hD$ ; длина основы анального плавника –  $IA$ ; высота анального плавника –  $hA$ ; длина грудных плавников –  $IP$ ; длина брюшных плавников –  $IV$ ; длина хвостового плавника –  $IC$ ; длина верхней лопасти хвостового плавника –  $IC_1$ ; длина нижней лопасти хвостового плавника –  $IC_2$ ; длина головы –  $lc$ , в процентах длины головы – в %  $lc$ ; высота у затылка –  $hc$ , высота

голова через середину глаза –  $hc$ ; длина рыла –  $lr$ , диаметр глаза –  $do$ , заглазничное расстояние –  $po$ ; ширина лба –  $io$ ; длина верхней челюсти –  $mx$ , длина нижней челюсти –  $mn$ . Все описанные экземпляры вырезуба хранятся в зоологических коллекциях Черновицкого национального университета им. Юрия Федьковича [8].

При проведении сравнения морфологических признаков определяли коэффициент различия Diff. Для выявления статистически значимых различий между исследованными выборками использовали t-критерий Стьюдента. Уровень варибельности признаков выражали с помощью коэффициента вариации CV.

**Результаты исследований и обсуждение.** В системе верхний Днестр–Днестровское водохранилище сформировались благоприятные условия для нагула и естественного воспроизводства туводной формы вырезуба, что обеспечило увеличение его численности. Так, с 2002 по первую половину 2018 г. доля вырезуба в уловах усредненной сети контрольного порядка выросла почти на треть – с 1,9 до 2,5 % от общего количества присутствующих в уловах рыб.

Существенно увеличились размеры присутствующих в водохранилище особей (рис. 1, а). Если в 2002 г. более 85 % вырезуба облавливалось мелкочейстыми сетями, то начиная с 2009 г. около

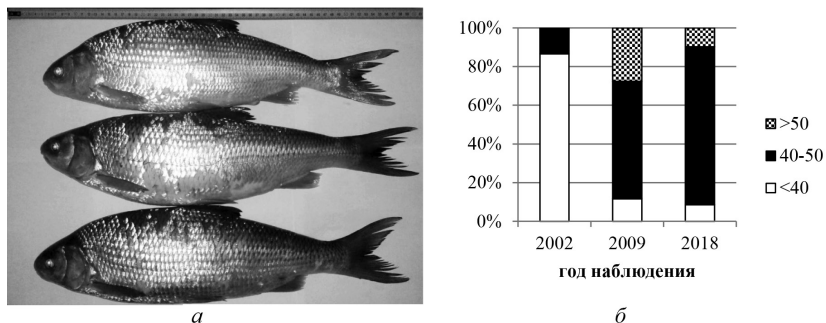


Рис. 1. Вырезуб *R. frisii* – внешний вид, Днестровское водохранилище (а); доля облавливаемого в Днестровском водохранилище вырезуба в зависимости от шага ячеи сетей (б)

90 % выреза облавливается сетями со средней и крупной ячеей (рис. 1, б).

У выреза из Днестровского водохранилища в связи с регулированием стока увеличилось количество разветвленных лучей как в спинном, так и в анальном плавниках (табл. 1), а также увеличилось количество поперечных рядов чешуй. Зато уменьшилось количество чешуй в боковой линии.

Т а б л и ц а 1. Сравнительная характеристика значений меристических признаков у *Rutilus frisii* (Nordmann) до и после регулирования Днестра

	Днестровское водохранилище (наши данные)						Днестр до регулирования (Мовчан, [2])						Diff
	n	M	min	mx	±	CV, %	n	M	min	max	±	CV, %	
Разветвленные лучи в D	34	9,65	8	11	0,12	7,16	26	8,96	8	10	0,07	3,98	4,99*
Разветвленные лучи в А	33	8,76	8	10	0,09	5,73	26	10,35	10	12	0,11	5,42	3,44*
Разветвленные лучи в Р	31	16,13	16	17	0,23	7,96	11	17,10	16	18	0,25	4,85	2,85
Разветвленные лучи в V	33	8,76	8	10	0,09	5,73	11	8,60	8	9	0,15	5,78	0,91
<i>l.l.</i>	34	60,15	53	65	0,55	5,32	26	63,26	54	69	0,60	4,84	3,83*
<i>Squ.<sub>1</sub></i>	34	10,24	9	12	0,13	7,24	21	10,15	9	11,5	0,14	6,32	0,45
<i>Squ.<sub>2</sub></i>	34	6,00	5	7	0,04	4,10	21	5,13	4,5	6	0,09	8,04	8,75*

Пр и м е ч а н и е: \* – различия значимы при  $P \leq 0,01$ ; \*\* – различия значимы при  $P \leq 0,001$ ; тут и далее n – общее количество экземпляров; M – среднее арифметическое; m – стандартная ошибка.

Как известно, увеличение количества костных элементов в спинном и анальном плавниках положительно коррелирует с увеличением минерализации воды [1]. Регулирования стока части среднего Днестра плотиной Днестровской ГЭС привело к естественному повышению уровня минерализации воды в данном

участке реки [3], к тому же после аварии на Стебниковском химкомбинате в 1983 г. [10] в донных отложениях Днестровского водохранилища накопилось большое количество высокоминерализованного ила. Это дополнительно повысило минерализацию нижних слоев воды, в которых, в основном, и сосредотачивается будучи бентофагом вырезуб.

Количество чешуй в боковой линии в подавляющем большинстве случаев изменяется синхронно с количеством позвонков, которое, в свою очередь, положительно коррелирует с длиной хвостового стебля.

Сравнительный анализ пластических признаков вырезуба из Днестровского водохранилища и речного участка Днестра позволил определить основные направления изменений в экстерьер данного вида в связи с зарегулированием. Пластические признаки характеризуют вид следующим образом: тело низкое, однако в среднем несколько выше, чем у вырезуба до зарегулирования [2, 4]. Это связано, очевидно, со снижением скорости течения с одной стороны, и увеличением глубин – с другой. Увеличение относительной высоты тела привело к увеличению количества поперечных рядов чешуй (табл. 2).

Антедорсальное расстояние составляет около  $\frac{1}{2}$  длины тела. Вырезуб из Днестровского водохранилища имеет относительно широкий лоб. Известно, что чем шире лоб, тем лучше показатели бинокулярности зрения, однако данный признак является весомым лишь в условиях достаточной прозрачности воды. Замедление течения Днестра обеспечило ускорение седиментационных процессов и способствовало осветлению воды.

В условиях снижения скорости течения у вырезуба увеличилось относительное значение максимальной высоты тела. Постдорсальное расстояние и относительная длина хвостового стебля, наоборот, стали короче. Также уменьшилась относительная длина грудных и брюшных плавников. Похожие изменения пропорций наблюдаются также у плотвы [6] и связаны они, очевидно, с ослаблением локомоторных свойств тела вследствие замедления течения.



Т а б л и ц а 2. Сравнительная характеристика значений пластических признаков у *Rutilus frisii* (Nordmann) до и после зарегулирования Днестра

		Днестровское водохранилище (наши данные)					Днестр до зарегулирования (Мовчан, [2])								
		n	M	min	max	±	CV, %	n	M	min	max	±	CV, %	Diff	
<b>B</b> <b>%</b> <b>L</b>	<i>H</i>	36	25,67	21,37	28,90	0,30	7,01	26	24,67	21,40	29,60	0,38	7,85	2,07*	
	<i>h</i>	36	8,61	6,67	12,61	0,17	11,96	26	8,63	7,30	10,10	0,14	8,27	0,09	
	<i>lc</i>	36	20,37	18,72	22,55	0,15	4,37	26	21,36	19,70	24,40	0,20	4,77	3,98***	
	<i>aD</i>	36	49,00	45,07	66,05	0,62	7,56	26	48,70	46,80	51,60	0,24	2,51	0,46	
	<i>pD</i>	33	36,65	33,66	40,23	0,29	4,47	26	41,40	38,00	43,10	0,28	3,45	11,88***	
	<i>pl</i>	36	16,74	14,09	22,76	0,2731	9,79	26	19,40	16,80	22,10	0,24	6,31	7,05***	
	<i>aP</i>	31	22,66	19,71	24,78	0,20	4,80								
	<i>aV</i>	30	49,06	46,23	53,84	0,30	3,35	26	49,13	45,70	51,50	0,33	3,42	0,16	
	<i>aA</i>	29	73,13	68,01	79,22	0,38	2,79	26	70,78	67,90	74,50	0,31	2,23	4,81***	
	<i>lD</i>	36	12,82	11,45	14,29	0,11	4,93	26	12,24	9,80	14,00	0,16	6,67	3,03**	
	<i>hD</i>	36	16,91	12,55	19,53	0,29	10,24	26	16,67	14,00	19,10	0,27	8,26	0,61	
	<i>lA</i>	36	11,59	9,57	14,58	0,16	8,48	26	11,82	10,80	13,40	0,13	5,61	0,19	
	<i>hA</i>	36	12,08	9,53	13,79	0,20	9,78	26	12,13	10,20	14,70	0,23	9,67	0,17	
	<i>lP</i>	36	15,91	13,97	18,20	0,18	6,83	26	16,70	15,10	20,00	0,21	6,41	2,85**	
	<i>lV</i>	35	13,69	12,10	14,83	0,13	5,54	26	14,24	12,30	16,30	0,18	6,45	2,47*	
	<i>PV</i>	35	27,76	25,74	29,92	0,20	4,17	26	27,59	25,10	30,70	0,25	4,62	0,53	
	<i>VA</i>	35	24,21	21,92	26,84	0,19	4,56	26	23,74	21,70	26,70	0,26	5,58	1,48	
		<i>lC<sub>1</sub></i>	31	21,85	17,31	24,90	0,30	7,76	15	21,05	12,30	16,30	0,27	4,97	1,96
		<i>lC<sub>2</sub></i>	31	21,90	17,31	25,37	0,30	7,74	15	20,48	19,10	22,90	0,36	6,81	3,01**
	<b>B</b> <b>%</b> <b>lc</b>	<i>lr</i>	35	31,77	21,51	38,91	0,65	12,19	26	32,59	27,50	35,90	0,44	6,88	1,05
<i>do</i>		36	19,06	14,78	23,39	0,34	10,70	26	17,97	14,90	22,20	0,46	13,05	1,90	
<i>po</i>		35	51,01	42,17	63,25	0,75	8,75	26	51,43	47,40	55,10	0,44	4,36	0,49	
<i>io</i>		36	45,18	29,54	52,28	0,74	9,78	26	41,81	38,10	47,00	0,44	5,37	3,92***	
<i>mx</i>		31	26,03	16,13	35,41	0,64	13,61	26	26,43	21,90	32,50	0,68	13,12	0,43	
<i>mn</i>		31	18,20	11,13	27,61	0,65	19,81	26	30,65	24,10	38,00	0,60	9,98	14,10	
<i>hc</i>		36	77,72	69,30	86,20	0,77	5,96	26	79,57	71,20	88,80	0,85	5,45	1,61	
<i>hc<sub>1</sub></i>		31	56,17	48,75	62,86	0,67	6,67	11	55,65	47,20	63,00	1,62	9,65	0,30	

Пр и м е ч а н и е: \* – различия значимы при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – различия значимы при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – различия значимы при  $P \leq 0,001$ .

Половой диморфизм у вырезуба наиболее четко проявляется по мере приближения нерестового сезона – как и у большинства карповых рыб, у самцов на теле появляются эпителиальные бугорки, сначала на голове, а затем распространяются по всему телу. Следует отметить, что самцы, выловленные в январе, уже имеют четко выраженный данный признак.

Выдвинутое ранее предположение о том, что самки отличаются от самцов количеством разветвленных лучей в брюшных плавниках [2], результатами наших исследований не подтвердилось [7]. Зато самцы вырезуба из туводной днестровской популяции чаще самок имеют большее количество разветвленных лучей в спинном плавнике. По пластическим признакам самок можно отличить от самцов по меньшему антевентральному расстоянию.

**Заключение.** Зарегулирование стока в условиях предгорной части течения Днестра вызвало адаптации экстерьера вырезуба к новым условиям. В частности, изменилось количество костных элементов – разветвленных лучей в спинном и анальном плавниках, чешуй в боковой линии. Характер изменений пластических признаков связан с ухудшением гидродинамических и локомоторных свойств тела вследствие уменьшения скорости течения: увеличение относительного показателя наибольшей высоты тела, укорочение постдорсального расстояния и относительной длины хвостового стебля. Подобные изменения могут свидетельствовать о снижении миграционной активности вырезуба в связи с освоением новых нерестилищ непосредственно в пределах самого водохранилища.

*Работа выполнена в рамках совместного украинско-белорусского проекта при финансовой поддержке Министерства образования и науки Украины по договору № М/168-2017.*

### **Список использованных источников**

1. Митрофанов, В. П. Экологические основы морфологического анализа рыб / В. П. Митрофанов. – Алма-Ата : Изд-во КазГУ, 1977. – 35 с.
2. Фауна України : в 40 т. – Том 8 : Риби. – Вип. 2 : Коропові. Ч. 1 / Ю. В. Мовчан, А. І. Смірнов. – К.: Наукова думка, 1981. – 428 с.
3. Некоторые изменения структуры гидроекосистемы верхнего Днестра под влиянием антропогенных факторов / В. И. Мелишук [и др.] // Актуал. вопр.

вод. екології : матеріали Всесоюз. конф. молодих учених, Київ, 22–24 нояб. 1989 г. – Київ, 1990. – С. 101–102.

4. Опалатенко, Л. К. О морфологии и экологии вырезуба (*Rutilus frisii*) (Pisces, Surrinidae) Верхнего Днестра / Л. К. Опалатенко // Вестн. зоологии. – 1974. – № 4. – С. 83–85.

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

6. Худий, О. І. Особливості зміни екстер'єру плітки (*Rutilus rutilus* L.) внаслідок зарегулювання передгірської ділянки течії Дністра / О. І. Худий // Наук. записки Тернопіл. нац. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біологія. – 2005. – № 3 (26) : Спец. вип. «Гідроекологія». – С. 463–465.

7. Худий, О. І. Прояви статевого диморфізму в популяції вirezуба *Rutilus frisii* (Nordmann) з Дністровського водосховища / О. І. Худий // Збереження генфонду та відновлення популяцій цінних видів риб. – К.: ДІА, 2011. – С. 103–108.

8. Худий, О. І. Вirezуб причорноморський *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) у зоологічних колекціях Природничого музею Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича / О. І. Худий, І. Б. Ткебучава // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології : матеріали X Міжнар. іхтіологіч. наук.-практ. конф., Київ, 19–21 вер. 2017 р. – Херсон: Видавець ФОП Гринь Д. С., 2017. – С. 359–363.

9. Худый, А. И. Морфо-экологические адаптации леща (*Abramis brama* L.) в условиях зарегулирования предгорного участка Днестра / А. И. Худый // Buletin stiintific. Etnografie, stiintele naturii si muzeologie. – № 6 (19). – Serie noua. Stiintele naturii. – Chisinau, 2007. – P. 104–109.

10. Экологическое состояние реки Днестр / Л. В. Шевцова [и др.]. – К., 1998. – 148 с.

## **ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ**

УДК 576.895.1:574.91:597(476)

### **НОВЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ БОРЬБЫ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ РЫБ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ**

С. М. ДЕГТЯРИК<sup>1</sup>, Л. А. БОДРЕВСКАЯ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
ул. Стебенева, 22, 220024, г. Минск, Беларусь,  
e-mail: belniirh@tut.by

<sup>2</sup>ОАО «Опытный рыбхоз «Селец», д. Морможево, 225207,  
Березовский район Брестской области, Беларусь,  
e-mail: oao.ors@tut.by

### **NEW PREPARATIONS FOR THE TREATMENT OF FISH DISEASES AND EFFICIENCY OF THEIR APPLICATION IN THE INDUSTRY**

S. M. DEGTYARIK<sup>1</sup>, L. A. BODREVSKAJA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>RUE “Fish Industry Institute”, 22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by

<sup>2</sup>JSC «Experimental Fish Farm «Selets», Mormozhevo vill., 225207,  
Berezovsky district, Brest region, Belarus,  
e-mail: oao.ors@tut.by

**Аннотация.** В статье приводятся данные, полученные при испытаниях в производственных условиях трех новых для рыбоводной отрасли Беларуси препаратов – пробиотика Эмилин, фитопрепарата Леоледум и антибиотика Леволокс. Они подтвердили свою эффективность при бактериальных болезнях осетровых и карповых рыб, а также при триходиниозе осетровых рыб.

**Ключевые слова:** болезни рыб, пробиотик, фитопрепарат, антибиотик, осетр, карп

**Abstract.** The production tests of three preparations new for fish industry of Belarus: probiotic Emilin, phytopreparation Leoledum and antibiotic Levoloкс have been carried out. The obtained results confirmed their efficiency against bacterial diseases of *Acipenseridae* and *Cyprinidae*, and disease of *Acipenseridae* caused by *Trichodina*.

**Key words:** fish diseases, probiotic, phytopreparation, antibiotic, sturgeon, carp

**Введение.** В рыбоводных организациях и естественных водоемах Беларуси широко распространены возбудители болезней рыб различной природы. Периодически могут наблюдаться эпизоотии и гибель рыбы от инфекционных или инвазионных заболеваний. Несмотря на жесточайшие карантинные меры, существует опасность заноса в экосистемы новых паразитов и бактерий с перевозимым посадочным материалом, что грозит возникновением новых болезней и серьезными экономическими потерями. Не теряют актуальности и «классические» болезни рыб – кишечные цестодозы, эктопаразитозы, филометраидоз, аэромоноз и др. Поэтому изучение эпизоотической ситуации по болезням рыб и разработка новых эффективных мер борьбы являются актуальной задачей науки.

В то же время одно из главных достоинств научной разработки – ее востребованность в производстве. В последние годы нами был разработан или адаптирован для рыбоводной отрасли ряд препаратов, предназначенных для борьбы против паразитарных и бактериальных болезней рыб.

Эти препараты прошли полный комплекс лабораторных исследований – от определения принципиальной возможности их использования в рыбном хозяйстве до поиска оптимальной схемы применения и самое главное – успешно прошли испытания в производственных условиях и государственную регистрацию в установленном порядке.

**Материалы и методы.** Производственные испытания препаратов проводились на базе ОАО «ОРХ «Селец» Березовского района Брестской области.

Материалом для исследований служила рыба сем. карповых и осетровых (каarp, стерлядь, ленский осетр) различных возрастных групп:

- двухлетки карпа общим весом 7600 кг;
- сеголетки ленского осетра общим количеством 2160 кг;
- сеголетки стерляди общим количеством 1320 кг.
- молодь стерляди в количестве 124 000 экз.;
- молодь ленского осетра в количестве 87 000 экз.

Микробиологические исследования проводили в условиях бактериологического бокса лаборатории болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства». Микробиологические исследования и определение уровня естественной резистентности организма рыб определяли согласно принятым методикам [1–5].

Видовую принадлежность бактерий определяли при помощи тест-системы АРІ 20Е и определителя Берджи [5].

Полный паразитологический анализ рыбы проводили согласно общепринятым методикам [6, 7]. Определение паразитов, обнаруженных у рыб, проведено согласно определителю и учебно-методической литературе [8–10].

Возраст и физиологическое состояние рыбы, а также условия ее содержания и кормления были аналогичны в опытных и контрольных группах. Подопытная рыба как во время применения препаратов, так и после его завершения была клинически здорова, активна, хорошо брала корм. Каких-либо отклонений в поведении рыбы, а также ее гибели как во время проведения опыта, так и после его завершения не отмечено.

Все испытания проводили согласно Временным инструкциям и программам производственных испытаний, разработанным на основе данных, полученных в лабораторных условиях, и утвержденным в установленном порядке. Количество используемого корма рассчитывали для рыб каждого вида и возраста, исходя из соответствующих рыбоводных нормативов.

**Результаты исследований.** На базе ОАО «ОРХ «Селец» в последние годы (2015–2017 гг.) проведены производственные испытания препаратов Эмилин, Леоледум и Леволокс.

Пробиотический препарат Эмилин предназначен для борьбы против бактериальных инфекций карповых рыб. Он разработан Институтом микробиологии НАН Беларуси и содержит штаммы бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-844 и *B. subtilis* БИМ В-845

(титр  $2,1 \times 10^{10}$  КОЕ/г;  $1,6 \times 10^{10}$  спор/г) из коллекции института, а также наполнитель. Применяется с кормом либо в виде лечебных ванн (инструкция от 20.05.2016).

Леоледум – фитопрепарат для борьбы против триходиниозов осетровых рыб. Представляет собой водный экстракт равных соотношений травы пустырника (*Leonuri herba*) и побегов багульника болотного (*Ledi palustris cornus*). Применяется в виде лечебных ванн (инструкция от 20.10.2017).

Антибиотик нового поколения «Леволокс порошок» (АДВ – левофлоксацина гемигидрат) применяется с кормом либо методом лечебных ванн при бактериальных инфекциях карповых, лососевых и осетровых рыб (инструкция от 11.04.18).

### 1. Пробиотик Эмилин

Для испытаний эффективности применения препарата Эмилин в составе лечебного корма из двухлетков карпа, размещенных на садковой линии отд. «Белоозерск», сформировано 3 группы по 800 кг рыбы в каждой: 1 и 2-я опытные группы получали корм с препаратом Эмилин согласно временной инструкции, контрольная группа (К1) получала аналогичный корм без добавления препарата. Для испытаний эффективности применения препарата методом лечебных ванн использованы двухлетки карпа, для удобства временно перемещенные из садков в ванны.

Сформировано 3 группы: рыба из 3 и 4-й опытных групп подвергалась обработке препаратом Эмилин согласно временной инструкции, рыба из контрольной группы (К2), находясь в аналогичных условиях, не подвергалась обработке пробиотическим препаратом.

Перед началом испытаний проведен клинический осмотр и микробиологические исследования рыбы из опытных и контрольных групп с целью определения ее исходного физиологического состояния и степени контаминации внутренних органов представителями условно-патогенной и сапрофитной микрофлоры.

При этом обнаружены единичные язвы на поверхности тела преимущественно в области грудного плавника, единичные мелкие гиперемированные участки. При патологоанатомическом

вскрытии наличия экссудата и видимых изменений внутренних органов не отмечено.

При посевах из паренхиматозных органов рыб из всех групп наблюдалась схожая картина: рост бактерий был интенсивным, выделены микроорганизмы *Aeromonas hydrophyla*, *Chryseobacterium meningosepticum* (syn. *Flavobacterium meningosepticum*), *Burkholderia cepacia* (syn. *Pseudomonas cepacia*), *Grimontia hollisae* (syn. *Vibrio hollisae*), а также кокки. Микроорганизмы высевались из печени, почек и селезенки у 90–100 %, из крови – у 10–20 % обследованных рыб.

После завершения эксперимента проведено клиническое обследование, а также повторные микробиологические посевы из паренхиматозных органов и крови подопытных и контрольных карпов, отобраны пробы крови для сравнения уровня естественной резистентности организма рыб в опыте и контроле.

Анализ состава бактериофлоры рыб из контрольных групп К1 и К2 показал, что ее качественный и количественный состав остался практически без изменений: в посевах присутствовали *Chryseobacterium meningosepticum*, *Plesiomonas shigelloides*, *Grimontia hollisae*, *Aeromonas hydrophyla* gr.1, а также представители сапрофитной микрофлоры (кокки). Бактерии были выделены от 80 % карпов из садка № 71, 90 % карпов из садка № 69, а также 90 % карпов из контрольных ванн. У рыб из опытных групп наблюдалась иная картина: из почек и печени 1 экз. карпа выделены кокки р. *Streptococcus*, из печени 1 экз. карпа из того же садка – единичные колонии *Aeromonas hydrophyla* gr1. От 1 экз. карпа из печени выделены кокки неопределенного рода, еще от 2 экз. – палочки *Grimontia hollisae* (селезенка и печень). Рост всех указанных культур отмечен в виде единичных колоний.

Таким образом, бактериальная обсемененность внутренних органов рыб из контрольных групп, не получавших Эмилин с кормом и не обработанных указанным препаратом, гораздо выше, а видовой состав микрофлоры разнообразнее, чем у рыб из опытных групп.

Для оценки уровня естественной (неспецифической) резистентности использовали следующие показатели: фагоцитарная



активность лейкоцитов (ФА), фагоцитарный индекс (ФИ), фагоцитарное число (ФЧ), бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК). У карпа (по 10 экз. из каждой группы) после кормления была отобрана кровь для исследований. Результаты представлены в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Уровень неспецифической резистентности организма карпа после применения пробиотического препарата Эмилин в сравнении с контролем**

Вариант опыта	БАСК, %	ФА, %	ФИ	ФЧ
1. Рыба, прокормленная кормом с пробиотиком Эмилин	75,5±1,25	65±1,5	5,7±0,02	3,7±0,05
2. Рыба, прокормленная кормом без пробиотика (К1)	57,8±1,12	48±0,9	3,9±0,06	1,9±0,02
3. Рыба, обработанная пробиотиком Эмилин методом лечебных ванн	74,8±1,22	66±1,3	6,1±0,03	4,0±0,02
4. Рыба, не обработанная пробиотиком (К2)	56,6±2,0	47±1,0	3,5±0,03	1,6±0,04

Как видно из таблицы, после применения пробиотика наблюдаются существенные различия между опытными и контрольными рыбами. У рыб, получавших Эмилин с кормом, БАСК выше на 17,7 %, ФА – на 17,0 %, ФИ – на 1,8, а ФЧ, характеризующее агрессивность лейкоцитов, – почти в 2 раза (3,7 против 1,9). В таком же ключе изменились показатели резистентности организма рыб, обработанных пробиотиком методом лечебных ванн. У карпов, обработанных Эмилином, БАСК выше, чем у контрольных рыб, на 24,4 %, ФА – на 28,8 %, ФИ – на 2,6, а ФЧ – более, чем в 2 раза (4,0 против 1,6).

Таким образом, отмечено, что после 5-дневного курса применения пробиотика Эмилин как с кормом, так и методом лечебных ванн у рыб значительно усиливается как клеточный, так и гуморальный иммунитет. При этом следует принять во внимание, что подавляющее большинство болезней рыб, не только бактериальных, но и вирусных, микозных, паразитарных и алиментарных, напрямую зависит от уровня иммунитета рыб, т. е. поражают особей с ослабленным иммунитетом; рыбы с высоким уровнем

резистентности не заболевают либо переносят болезнь в легкой форме. Таким образом, положительное влияние пробиотика Эмили на уровень естественной резистентности рыб является важнейшим его свойством. Этим влиянием, очевидно, не в последнюю очередь обусловлено значительное снижение контаминации организма подопытных рыб после курса лечения пробиотиком по сравнению с контролем. Таким образом, пробиотик оказывает как прямое воздействие на представителей условно-патогенной и сапрофитной микрофлоры, так и опосредованное – путем активизации неспецифических систем защиты организма.

## 2. Фитопрепарат Леоледум

Для проведения производственных испытаний препарата Леоледум использована молодь стерляди и ленского осетра, выращиваемая в ваннах инкубационного цеха хозяйства.

Перед испытанием проведена компрессионная микроскопия соскобов с поверхности тела и жабр у 25 экз. рыб каждого вида из каждого бассейна с целью определения исходного уровня инвазии инфузориями *Trichodina sp.*: экстенсивности инвазии (ЭИ) и интенсивности инвазии (ИИ). Молодь была получена от нереста собственных производителей, содержащихся в хозяйстве; вода в инкубцах поступает из рыбоводных прудов. Указанные причины вызвали массовое заражение молоди инфузориями *Trichodina sp.* Паразитологический анализ перед проведением испытаний выявил наличие инфузорий *Trichodina sp.* У молоди стерляди интенсивность инвазии (ИИ) составляла на поверхности тела – 3–12 пар. в п. зр., на жабрах – 1–2 пар. в п. зр., ЭИ достигала 100 %. У двухлетка ленского осетра на поверхности тела также обнаружены указанные паразиты в количестве 5–15 пар./рыбу, на жабрах – 1–3 пар. в п. зр.; ЭИ также составляла 100%.

Для испытания препарата созданы 4 группы рыб: 2 опытные (стерлядь в количестве 84 000 экз. и ленский осетр – 64 000 экз.), и 2 контрольные (стерлядь количеством 40 000 экз. и ленский осетр – 20 000 экз.). Первая опытная группа (стерлядь) обработана в ваннах с добавлением препарата Леоледум в концентрации

1 % в течение 60 минут. Вторая опытная группа (ленский осетр) обработана в бассейнах, где создана концентрация препарата 0,05 % в течение 24 часов. Рыба из контрольных групп, при аналогичных условиях содержания, не подвергалась обработке препаратом. Наблюдения за подопытной рыбой велось в течение 10 суток после окончания обработки.

Отмечено, что после обработки живых инфузорий *Trichodina* sp. на поверхности тела и жабрах рыб из опытных групп не обнаружено (за исключением 6 экз. стерляди, у которых выявлены единичные паразиты).

Количество инфузорий р. *Trichodina* в контрольных группах практически не изменилось: интенсивность инвазии (ИИ) составляла на поверхности тела – 1–11 пар. в п. зр., на жабрах – 1–2 пар. в п. зр., экстенсивность инвазии (ЭИ) достигала 100 %.

Таким образом, отмечено, что применение препарата Леоледум методом лечебных ванн в концентрации 1 % в течение 60 минут и концентрации 0,05 % в течение 24 часов вызывает практически полную гибель инфузорий р. *Trichodina*, паразитирующих на поверхности тела и жабрах осетровых рыб.

### **3. Антибиотик Леволокс порошок**

Производственные испытания препарата Леволокс порошок проведены в условиях отделения «Белоозерск» на двухлетке карпа, сеголетках стерляди и ленского осетра, содержащихся в садках хозяйства. До начала испытаний и по их окончании проведен клинический осмотр и микробиологические исследования рыбы из всех опытных и контрольных групп с целью определения ее исходного физиологического состояния и степени контаминации внутренних органов представителями условно-патогенной и сапрофитной микрофлоры.

Для бактериологического анализа (определения бактериального фона до начала и после окончания опыта) было отобрано по 10 экз. рыбы из каждой опытной и контрольной группы, произведены посевы из внутренних органов и крови на твердые питательные среды.

### 3.1. Рыбы семейства карповых

Препарат применяли методом группового скармливания и методом лечебных ванн. Для испытания эффективности препарата при применении методом группового скармливания были созданы 4 группы двухлетка карпа: две опытные, обозначенные как О1 и О2 (по 1000 кг рыбы в каждой группе), и две контрольные, обозначенные как К1 и К2 (также по 1000 кг). Рыба из опытных групп была прокормлена лечебным кормом с препаратом Леволокс порошок из расчета 1 кг/т в течение 5 дней подряд. *Рыба из контрольных групп получала идентичный корм для карпа без антибактериального препарата.*

Для изучения эффективности препарата при его применении методом лечебных ванн были созданы 4 группы рыб: 2 опытные, обозначенные как О3 и О4, и 2 контрольные, обозначенные как К3 и К4 (по 100 кг рыбы в каждой группе). Рыба из опытных групп обработана препаратом Леволокс порошок методом лечебных ванн из расчета 10 г/м<sup>3</sup> воды в течение 5 дней. Рыба из контроля не подвергалась обработке препаратом.

При клиническом обследовании до начала испытаний на поверхности тела у отдельных экземпляров карпа обнаружены единичные язвы, небольшие гиперемизированные участки. При патологоанатомическом вскрытии экссудата и видимых изменений внутренних органов не выявлено. В первичных посевах от рыб из всех групп наблюдался интенсивный, обильный рост бактерий. Выделены микроорганизмы *Aeromonas hydrophyla*, *Ochrobacter anthropi*, *Pseudomonas fluorescens*, *Grimontia hollisae* (*syn. Vibrio hollisae*), а также кокки. Бактерии изолированы из паренхиматозных органов (печень, почки и селезенка) у 90–100 %, из крови – у 30–40 % обследованных рыб, а также из язв (при их наличии).

После 5-дневного курса кормления или обработки Леволоксом было произведено клиническое обследование рыбы, а также повторные микробиологические посевы из паренхиматозных органов и крови рыб.

Анализ состава бактериофлоры рыб из контрольных групп К1, К2, К3 и К4 показал, что ее качественный и количественный

состав остался практически без изменений: в посевах присутствовали *Aeromonas hydrophyla*, *Hafnia alvei*, *Grimontia hollisae*, а также представители сапрофитной микрофлоры (кокки). Бактерии были выделены от 80 % – 100 % карпов, при этом рост первичной культуры на чашках Петри был обильным практически на всех секторах.

При посевах из паренхиматозных органов двухлетка карпа из опытных групп О1 и О2 из селезенки у 2 экз. карпа, из почек и печени 2 экз. карпа выделены кокки, из селезенки 1 экз. карпа – единичные колонии *Aeromonas hydrophyla*. При исследовании посевов из внутренних органов и крови карпов из групп О3 и О4 также отмечено, что состав бактериофлоры более беден, а рост ее гораздо менее обильен по сравнению с началом опыта и с контролем. Единичные колонии кокков выделены из почек и печени у 3 рыб, еще от 1 экз. – *Grimontia hollisae* (печень и кровь). Еще по 1 экз. карпа из каждого опытного бассейна оказались контаминированы грамположительными палочками (почки и печень). Рост всех бактериальных культур, изолированных от рыб из групп О1, О2, О3, О4 отмечен в виде единичных колоний.

### **3.2. Рыбы семейства осетровых**

Для испытания эффективности препарата при применении методом группового скармливания осетровым рыбам (сеголеткам ленского осетра и стерляди) созданы 6 групп рыб: 4 опытные и 2 контрольные. Ленский осетр из 1-й опытной группы (15 000 экз.) прокормлен лечебным кормом, содержащим препарат Леволокс из расчета 1 кг/т в течение 5 дней подряд; ленский осетр из 2-й опытной группы (15 000 экз.) подвергался обработке препаратом Леволокс порошок методом лечебных ванн из расчета 10 г/м<sup>3</sup> в течение 5 дней; ленский осетр из контрольной группы (15 000 экз.) препарата не получал. Также работали и со стерлядью: созданы 2 опытные и 1 контрольная группы по 10 000 экз. рыб в каждой, обработка препаратом проведена по той же схеме.

При анализе посевов из паренхиматозных органов осетровых рыб из всех 6 садков, произведенных до начала испытаний, наблюдалась следующая картина: на чашках – обильный рост бак-

терий, выделены микроорганизмы *Shewanella putrefaciens*, *Aeromonas hydrophyla*, *Chryseobacterium meningosepticum*, а также кокки. Бактерии изолированы из паренхиматозных органов (печень, почки и селезенка) у 80–100% рыб, из крови – у 10–50% рыб.

После завершения 5-дневного курса применения препарата отмечено следующее. Качественный и количественный состав бактериофлоры рыб из контрольных групп остался практически без изменений: в посевах присутствовали *Shewanella putrefaciens*, *Enterobacter amnigenus*, *Grimontia hollisae*, *Aeromonas hydrophyla*, а также представители сапрофитной микрофлоры (кокки). Бактерии были выделены от 90–100 % стерляди и от 80–90% осетров, при этом рост первичной культуры на чашках был интенсивным и обильным. При посевах из паренхиматозных органов рыбы из опытных групп, прокормленных препаратом, из селезенки 1 экз. осетра выделены грамположительные палочки, из печени у 1 экз. осетра, из печени и селезенки 3 экз. стерляди – кокки. Рост всех указанных культур отмечен в виде единичных колоний.

При исследовании посевов из внутренних органов и крови карпов из групп, обработанных препаратом по методу лечебных ванн, отмечено, что состав бактериофлоры более беден, а рост ее гораздо менее обилен по сравнению с началом опыта и с контролем. 3 экз. осетра из опытных бассейнов оказались контаминированы грамположительными палочками, которые выделены из селезенки и крови. У 2 экз. осетра и 1 экз. стерляди в печени и почках отмечено наличие кокков. Рост всех указанных культур отмечен в виде единичных колоний.

Таким образом, бактериальная обсемененность внутренних органов осетровых рыб из контрольных групп, не получавших и не обработанных препаратом Леволокс порошок, оказалась гораздо выше, а видовой состав микрофлоры разнообразнее, чем у рыб из групп, прокормленных указанным препаратом или обработанных им по методу лечебных ванн. Следовательно, указанный препарат обладает ярко выраженным бактерицидным и бактериостатическим действием, подавляя рост и развитие условно-патогенных и сапрофитных бактерий в организме карповых и осетровых рыб.

**Заключение.** В связи с тенденцией экологизации производства как продуктов питания в целом, так и рыбопродуктов в частности, пальму первенства в настоящее время получают биологические препараты. Однако и без химиопрепаратов (антибиотики, антигельминтики) на данном этапе ихтиопатология обойтись не сможет. Арсенал ихтиопатолога в настоящее время как никогда должен быть разнообразным. В последние годы на базе ОАО ОРХ «Селец» успешно прошли производственные испытания три разных по своей природе препарата: пробиотик Эмилин, фитопрепарат Леоледум и антибиотик Леволокс.

Отмечено, что после 5-дневного курса применения пробиотика Эмилин как с кормом, так и методом лечебных ванн у рыб значительно усиливается как клеточный, так и гуморальный иммунитет, наблюдается значительное снижение контаминации организма подопытных рыб представителями патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Применение препарата Леоледум методом лечебных ванн как краткосрочных (концентрация 1 % в течение 60 минут), так и длительных (концентрации 0,05 % в течение 24 часов) вызывает практически полную гибель инфузорий р. *Trichodina* на поверхности тела и жабрах осетровых рыб.

Препарат Леволокс подавляет рост и развитие грамположительных и грамотрицательных бактерий, контаминирующих организм осетровых и карповых рыб, оказывая на них ярко выраженное бактерицидное и бактериостатическое действие. После применения препарата отмечено, что доля рыб, из внутренних органов и крови которых были выделены бактерии, снизилась в опытных группах с 80–100 % до 5–20 %, состав бактериофлоры, изолированной из организма рыб, более беден, а рост ее гораздо менее обилен по сравнению с началом опыта и с контролем.

Подопытная рыба (каarp, осетр, стерлядь) как во время проведения экспериментов, так и после их завершения была клинически здорова, активна, хорошо брала корм. Каких-либо отклонений в поведении рыбы, а также ее гибели отмечено не было.

## Список использованных источников

1. Методы общей бактериологии: учеб.-метод. пособие / Д. А. Васильев [и др.]. – Ульяновск, 2003. – 129 с.
2. Юхименко, Л. Н. Временные рекомендации по выделению и идентификации аэромонад / Л. Н. Юхименко, В. Ф. Викторова, И. Фаркаш. – М. : ВНИИПРХ, 1987. – 14 с.
3. Методические указания по диагностике, профилактике и лечению бактериальных инфекций (аэромоназ, псевдомоназ) у растительноядных рыб / В. В. Кончиц [и др.]. – Минск, 2005. – 8 с.
4. Методические указания по определению уровня естественной резистентности организма и оценке иммунного статуса рыб : утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 25.11.99.
5. Определитель бактерий Берджи / Дж. Хоулт [и др.]; под ред. Дж. Хоулта. – М. : Мир, 1997. – Т. 2. – С. 567–568.
6. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. – М. : Наука, 1985. – С. 16–63.
7. Мусселиус, В. А. Лабораторный практикум по болезням рыб : учеб. пособие для вузов по спец. «Ихтиология и рыбоводство» / В. А. Мусселиус. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1983. – С. 174–185.
8. Ихтиопатология : учеб. пособие для вузов / Н. А. Головина [и др.]; под общ. ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. – М. : Мир, 2003. – С. 337–345.
9. Грищенко, Л. И. Болезни рыб и основы рыбоводства / Л. И. Грищенко, М. Ш. Акбаев, Г. Л. Васильков. – М. : Колос, 1999. – С. 289–300.
10. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: [в 3 т.] / Зоологич. ин-т АН СССР. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1984–1987. – Т. 1–3.



**ОЦЕНКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБ –  
ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ БЕЛАРУСИ  
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТА «ДИПЛОЦИД»  
РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ  
В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

А. В. БЕСПАЛЫЙ, С. М. ДЕГТЯРИК

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

**ASSESSMENT OF HEMATOLOGICAL INDICES OF FISH –  
MAIN OBJECTS OF AQUACULTURE OF BELARUS USING  
DIPLOCIDE BY DIFFERENT METHODS  
IN LABORATORY SETTING**

A. VIASPALY, S. DEGTJARYK

*RUE “Fish Industry Institute”, 22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by*

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований основных гематологических показателей с целью изучения физиологического состояния рыб – основных объектов аквакультуры Беларуси при применении препарата «Диплоцид» в лабораторных условиях. Препарат применялся различными способами – метод группового кормления, метод лечебных ванн, метод обработки рыбы в прудах. Изучали основные показатели крови – гемоглобин, количество эритроцитов и лейкоцитов, СОЭ, гематокрит, общий белок сыворотки крови.

**Ключевые слова:** карп, белый амур, пестрый толстолобик, радужная форель, стерлядь, гематология рыб, «Диплоцид»

**Abstract.** The results of the main hematological indices for the study of the physiological state of fish – the main objects of aquaculture in Belarus with Diplocid in laboratory setting have been presented. The medicines were used in various ways – the method of group feeding, the method of therapeutic baths, the method of processing fish in ponds. The main blood indices – hemoglobin, number of erythrocytes and leukocytes, erythrocyte sedimentation rate, hematocrit, total serum protein were studied.

**Keywords:** carp, grass carp, bighead carp, rainbow trout, sterlet, fish hematology, «Diplocide»

**Введение.** В настоящее время аквакультура является одним из интенсивно развивающихся направлений сельского хозяйства. Сегодня для Республики Беларусь характерно активное развитие не только таких направлений аквакультуры как форелеводство, осетроводство, сомоводство, но и классическое прудовое рыбоводство. Основными объектами аквакультуры в Беларуси по-прежнему остаются карп и другие виды рыб семейства карповые – белый амур и пестрый толстолобик. Однако явно намечается тенденция в сторону уменьшения производства карповых рыб и увеличения объемов выращивания ценных видов, в первую очередь лососевых и осетровых [1, 2].

Для современной аквакультуры Беларуси, как и для других сельскохозяйственных отраслей, характерен ряд проблем, которые пытаются решать специалисты различных направлений. Разработка и внедрение высокоэффективных и экологически чистых препаратов, предназначенных для борьбы с болезнями различной этиологии, является одним из таких приоритетных вопросов, остро стоящих перед ихтиопатологами как Беларуси, так и всего мира [3].

Важнейшим этапом разработки и внедрения любого ветеринарного препарата является изучение его влияния на общий физиологический статус организма животного. Наиболее простым и информативным способом у рыб, позволяющим в короткие сроки отмечать качество влияющего фактора на организм подопытного животного, является общий анализ крови.

В первую очередь это связано с тем, что кровь является лабильной тканью, выполняющей ряд жизненно важных функций в организме. Поэтому общие показатели крови являются надежным первичным индикатором, позволяющим судить о наличии или отсутствии влияния какого-либо фактора на состояние организма [5].

Таким образом, в данной работе была поставлена следующая цель – дать общую оценку физиологическому состоянию организма рыб и на ее основании определить степень влияния на рыб антигельминтного препарата «Диплоцид» при различных методах его применения в лабораторных условиях.

а из контрольных групп – в А2. Обработку проводили однократно, время экспозиции – 60 мин. Затем рыбу рассаживали и содержали в подготовленных аквариумах, за исключением пестрого толстолобика.

3. Метод обработки рыбы в прудах (МОРП) – внесение по поверхности воды. Рыбу рассаживали в аквариумы объемом 50 литров. В аквариум с опытной группой вносили маточный раствор, достигая общей концентрации 20 мкг/л. В аквариум с контрольной рыбой добавляли 100 мл дистиллированной воды. Первую подмену воды осуществили через 5 ч (20 % от объема аквариума), затем каждые сутки по 50 %. При проведении опытов с пестрым толстолобиком использовали бассейны, соблюдая указанную в схеме опыта концентрацию препарата и объем подмены воды. При работе с пестрым толстолобиком во всех вышеуказанных методах использовали вместо аквариумов бассейны объемом 3,2 м<sup>3</sup>, соблюдая указанные в схеме опыта дозы и концентрации.

Влияния препарата «Диплоцид» на физиологический статус организма рыб оценивали по следующим показателям крови: общая концентрация гемоглобина в крови (гемоглобин); гематокрит; количество лейкоцитов; количество эритроцитов; скорость оседания эритроцитов (СОЭ); общий белок сыворотки крови (ОБСК). Кровь у исследуемых рыб отбирали на 3, 10 и 20 сутки по общепринятым в ихтиопатологии методикам [4–6].

Полученные данные подвергали статистической обработке с применением компьютерной программы МО «Excel 2007». В приведенных табличных данных использовали определение среднего значения и ошибки средней ( $M \pm m$ ). Достоверность разницы между средними значениями определяли с помощью  $t_d$  критерия Стьюдента. Статистически достоверными считали различия при уровне значимости  $p \leq 0,05$  [7].

**Результаты исследований и обсуждение.** Анализируя полученные результаты исследований, мы опирались на общепринятые нормы показателей крови рыб с учетом возрастной группы.

Карп. Результаты общего анализа крови карпа представлены в табл. 1.

A1, а из контрольных групп – в A2. Обработку проводили однократно, время экспозиции – 60 мин. Затем рыбу рассаживали и содержали в подготовленных аквариумах, за исключением пестрого толстолобика.

3. Метод обработки рыбы в прудах (МОРП) – внесение по поверхности воды. Рыбу рассаживали в аквариумы объемом 50 литров. В аквариум с опытной группой вносили маточный раствор, достигая общей концентрации 20 мкг/л. В аквариум с контрольной рыбой добавляли 100 мл дистиллированной воды. Первую подмену воды осуществили через 5 ч (20 % от объема аквариума), затем каждые сутки по 50 %. При проведении опытов с пестрым толстолобиком использовали бассейны, соблюдая указанную в схеме опыта концентрацию препарата и объем подмены воды. При работе с пестрым толстолобиком во всех вышеуказанных методах использовали вместо аквариумов бассейны объемом 3,2 м<sup>3</sup>, соблюдая указанные в схеме опыта дозы и концентрации.

Влияния препарата «Диплоцид» на физиологический статус организма рыб оценивали по следующим показателям крови: общая концентрация гемоглобина в крови (гемоглобин); гематокрит; количество лейкоцитов; количество эритроцитов; скорость оседания эритроцитов (СОЭ); общий белок сыворотки крови (ОБСК). Кровь у исследуемых рыб отбирали на 3, 10 и 20 сутки по общепринятым в ихтиопатологии методикам [4–6].

Полученные данные подвергали статистической обработке с применением компьютерной программы МО «Excel 2007». В приведенных табличных данных использовали определение среднего значения и ошибки средней ( $M \pm m$ ). Достоверность разницы между средними значениями определяли с помощью  $t_d$  критерия Стьюдента. Статистически достоверными считали различия при уровне значимости  $p \leq 0,05$  [7].

**Результаты исследований и обсуждение.** Анализируя полученные результаты исследований, мы опирались на общепринятые нормы показателей крови рыб с учетом возрастной группы.

Карп. Результаты общего анализа крови карпа представлены в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Гематологические показатели крови карпа  
при применении препарата «Диплоцид» различными методами**

Показатель \ Метод	Lim, min–max	МГК, n = 120	МЛВ, n = 119	МОРП, n = 119	
Гемоглобин, г/л	3 сут.	90–120	<u>106,0±2,35</u> <sup>1</sup> 110,4±3,09	<u>97,7±1,59</u> 101,8±2,49	<u>98,3±3,16</u> 101,4±3,39
	10 сут.		<u>106,9±2,32</u> 110,1±3,85	<u>99,3±1,68</u> 104,4±2,93	<u>100,1±1,84</u> 101,7±2,18
	20 сут.		<u>101,4±2,90</u> 106,8±3,13	<u>99,5±2,23</u> 104,6±2,64	<u>103,3<sup>*</sup>±1,26</u> <sup>2</sup> 95,5±2,73
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	3 сут.	1,6–2,0	<u>1,69±0,072</u> 1,72±0,095	<u>1,69±0,054</u> 1,74±0,079	<u>1,68±0,020</u> 1,74±0,060
	10 сут.		<u>1,68±0,048</u> 1,76±0,073	<u>1,72±0,049</u> 1,78±0,077	<u>1,73±0,034</u> 1,78±0,058
	20 сут.		<u>1,72±0,047</u> 1,66±0,087	<u>1,71±0,055</u> 1,75±0,081	<u>1,72±0,021</u> 1,76±0,055
Гематокрит, л/л	3 сут.	0,3–0,4	<u>0,35±0,013</u> 0,34±0,018	<u>0,36±0,010</u> 0,37±0,014	<u>0,35±0,008</u> 0,37±0,010
	10 сут.		<u>0,34±0,009</u> 0,37±0,019	<u>0,35±0,016</u> 0,37±0,012	<u>0,36±0,005</u> 0,38±0,011
	20 сут.		<u>0,35±0,010</u> 0,37±0,019	<u>0,36±0,009</u> 0,37±0,012	<u>0,35±0,005</u> 0,37±0,009
СОЭ, мм/ч	3 сут.	2–4	<u>2,6±0,21</u> 2,7±0,29	<u>2,6±0,20</u> 2,9±0,26	<u>3,0±0,21</u> 3,1±0,59
	10 сут.		<u>2,5±0,18</u> 2,7±0,29	<u>3,0±0,20</u> 3,3±0,42	<u>2,9±0,26</u> 3,3±0,33
	20 сут.		<u>2,5±0,14</u> 2,9±0,26	<u>2,9±0,20</u> 3,2±0,31	<u>2,8±0,28</u> 3,2±0,33
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	3 сут.	25–80	<u>40,4±1,59</u> 41,6±2,11	<u>43,4±1,50</u> 46,2±1,49	<u>47,3±1,51</u> 46,4±2,49
	10 сут.		<u>41,6±1,46</u> 40,0±2,46	<u>45,5±0,98</u> 46,6±1,85	<u>46,8±0,85</u> 47,6±2,00
	20 сут.		<u>41,6±0,94</u> 42,2±1,81	<u>45,9±0,67</u> 47,4±1,28	<u>47,2±1,04</u> 48,3±2,19
ОБСК, г/%	3 сут.	2,5–3,0	<u>2,76±0,069</u> 2,69±0,163	<u>2,96±0,110</u> 2,87±0,076	<u>2,57±0,045</u> 2,42±0,093
	10 сут.		<u>2,78±0,071</u> 2,76±0,103	<u>3,01±0,067</u> 2,90±0,173	<u>2,61±0,074</u> 2,46±0,147
	20 сут.		<u>2,79±0,059</u> 2,74±0,055	<u>3,05±0,117</u> 2,95±0,144	<u>2,68±0,078</u> 2,50±0,138

П р и м е ч а н и я : <sup>1</sup> (здесь и далее): в числителе – опыт, знаменателе – контроль; <sup>2\*</sup> при p ≤ 0,05.

Согласно данным, представленным в табл. 1, видно, что гематологические показатели крови карпа из опытных и контрольных групп находились в пределах биологических норм и статистически не различались, за исключением содержания гемоглобина на 20 сутки при применении препарата методом обработки рыбы в прудах. Этот показатель у рыб из опытной группы был выше на 8,2 % аналогичного показателя у рыб из контрольной группы.

**Белый амур.** Результаты общего анализа крови белого амура представлены в табл. 2.

**Т а б л и ц а 2. Гематологические показатели крови белого амура при применении препарата «Диплоцид» различными методами**

Показатель \ Метод		Lim, min-max	МГК, n = 118	МЛВ, n = 119	МОРП, n = 119
Гемоглобин, г/л	3 сут.	65–85	<u>70,6±4,40</u>	<u>75,9±1,26</u>	<u>75,3±0,91</u>
			71,5±3,94	76,9±2,42	74,9±2,21
	10 сут.		<u>70,5±2,97</u>	<u>75,1±2,09</u>	<u>76,3±1,78</u>
			72,5±5,74	77,1±2,59	75,9±1,81
	20 сут.		<u>69,6±2,11</u>	<u>74,9±1,29</u>	<u>77,0±0,74</u>
			72,9±5,20	77,4±1,86	76,3±2,55
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	3 сут.	1,4–2,0	<u>1,64±0,059</u>	<u>1,70±0,034</u>	<u>1,66±0,040</u>
			1,62±0,113	1,75±0,060	1,59±0,075
	10 сут.		<u>1,65±0,043</u>	<u>1,73±0,039</u>	<u>1,70±0,052</u>
			1,61±0,080	1,79±0,041	1,62±0,093
	20 сут.		<u>1,66±0,062</u>	<u>1,70±0,048</u>	<u>1,73±0,027</u>
			1,62±0,073	1,77±0,097	1,67±0,059
Гематокрит, л/л	3 сут.	0,2–0,4	<u>0,25±0,010</u>	<u>0,26±0,003</u>	<u>0,26±0,010</u>
			0,25±0,012	0,27±0,013	0,25±0,018
	10 сут.		<u>0,26±0,009</u>	<u>0,27±0,007</u>	<u>0,27±0,010</u>
			0,24±0,016	0,28±0,011	0,26±0,015
Гематокрит, л/л	20 сут.	0,2–0,4	<u>0,26±0,010</u>	<u>0,27±0,007</u>	<u>0,28±0,008</u>
			0,24±0,017	0,28±0,015	0,26±0,014
СОЭ, мм/ч	3 сут.	2–4	<u>2,6±0,22</u>	<u>3,0±0,15</u>	<u>3,0±0,20</u>
			2,5±0,43	2,8±0,40	3,3±0,31
	10 сут.	<u>2,7±0,16</u>	<u>2,8±0,18</u>	<u>3,1±0,17</u>	
		2,6±0,20	3,0±0,38	3,4±0,38	
	20 сут.	<u>2,7±0,11</u>	<u>3,1±0,32</u>	<u>3,1±0,27</u>	
		2,5±0,22	2,9±0,34	3,5±0,43	

Показатель \ Метод		Lim, min-max	МГК, n = 118	МЛВ, n = 119	МОРП, n = 119
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	3 сут.	30–40	<u>36,7±0,61</u> 35,8±2,12	<u>37,1±0,69</u> 36,8±0,80	<u>37,0±0,60</u> 36,1±1,41
	10 сут.		<u>36,3±1,21</u> 36,0±1,26	<u>37,3±0,47</u> 37,4±1,15	<u>37,4±0,22</u> 36,7±1,19
	20 сут.		<u>34,9±1,19</u> 36,1±1,71	<u>37,1±1,03</u> 37,8±1,50	<u>37,6±0,66</u> 36,9±1,09
ОБСК, г/%	3 сут.	2–4	<u>3,29±0,147</u> 3,23±0,123	<u>2,98±0,035</u> 2,88±0,091	<u>2,84±0,067</u> 2,80±0,061
	10 сут.		<u>3,30±0,152</u> 3,25±0,208	<u>3,06±0,053</u> 2,93±0,127	<u>2,92±0,056</u> 2,86±0,080
	20 сут.		<u>3,38±0,159</u> 3,29±0,169	<u>3,08±0,044</u> 2,95±0,117	<u>2,97±0,066</u> 2,89±0,082

Анализируя данные, представленные в табл. 2, отмечаем, что основные показатели крови белого амура находились в пределах физиологической нормы. Каких-либо статистически достоверных отличий от контроля у рыб из опытных групп не установлено.

**Пестрый толстолобик.** Результаты общего анализа крови пестрого толстолобика представлены в табл. 3.

**Таблица 3. Гематологические показатели крови пестрого толстолобика при применении препарата «Диплоцид» различными методами**

Показатель \ Метод		Lim, min-max	МГК, n = 111	МЛВ, n = 112	МОРП, n = 115
Гемоглобин, г/л	3 сут.	75–90	<u>85,2±1,29</u> 87,6±1,67	<u>82,6±0,83</u> 80,9±2,01	<u>84,4±1,19</u> 86,3±2,11
	10 сут.		<u>87,7±1,41</u> 78,3±2,97	<u>82,5±2,00</u> 81,3±2,18	<u>83,9±1,60</u> 85,7±2,63
	20 сут.		<u>83,4±1,34</u> 86,6±1,95	<u>83,6±1,38</u> 83,9±2,32	<u>83,4±2,29</u> 85,8±2,26
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	3 сут.	1,0–1,5	<u>1,23±0,038</u> 1,26±0,050	<u>1,32±0,031</u> 1,22±0,049	<u>1,19±0,039</u> 1,16±0,048
	10 сут.		<u>1,28±0,024</u> 1,24±0,048	<u>1,39±0,024</u> 1,35±0,032	<u>1,22±0,032</u> 1,19±0,051
	20 сут.		<u>1,30±0,036</u> 1,26±0,053	<u>1,40±0,045</u> 1,36±0,057	<u>1,21±0,038</u> 1,16±0,067

Показатель \ Метод		Lim, min-max	МГК, n = 111	МЛВ, n = 112	МОРП, n = 115
Гематокрит, л/л	3 сут.	0,2–0,3	<u>0,24±0,007</u>	<u>0,27±0,009</u>	<u>0,26±0,010</u>
			0,27±0,021	0,25±0,023	0,25±0,021
	10 сут.		<u>0,26±0,009</u>	<u>0,28±0,006</u>	<u>0,27±0,009</u>
			0,25±0,017	0,26±0,016	0,25±0,017
	20 сут.		<u>0,26±0,013</u>	<u>0,27±0,011</u>	<u>0,27±0,012</u>
			0,27±0,020	0,26±0,017	0,26±0,015
СОЭ, мм/ч	3 сут.	2–3	<u>3,5±0,30</u>	<u>3,4±0,21</u>	<u>2,9±0,34</u>
			3,7±0,49	3,1±0,59	3,1±0,40
	10 сут.		<u>3,3±0,26</u>	<u>3,5±0,34</u>	<u>3,0±0,19</u>
			3,6±0,48	3,3±0,31	3,3±0,52
	20 сут.		<u>3,5±0,22</u>	<u>3,1±0,27</u>	<u>3,1±0,14</u>
			3,7±0,47	3,2±0,36	3,5±0,22
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	3 сут.	25–35	<u>32,6±0,64</u>	<u>31,1±0,91</u>	<u>31,4±0,78</u>
			31,3±1,20	30,4±1,29	30,7±1,41
	10 сут.		<u>33,7±1,04</u>	<u>31,4±1,11</u>	<u>32,1±0,82</u>
			32,2±1,20	30,2±1,24	31,4±1,59
	20 сут.		<u>32,9±0,55</u>	<u>31,7±1,28</u>	<u>31,8±0,58</u>
			32,4±1,49	30,5±1,14	30,6±0,87
ОБСК, г/%	3 сут.	2,5–3,5	<u>3,19±0,094</u>	<u>3,15±0,069</u>	<u>3,05±0,063</u>
			3,14±0,131	3,09±0,108	2,97±0,166
	10 сут.		<u>3,15±0,084</u>	<u>3,13±0,097</u>	<u>3,01±0,081</u>
			3,11±0,101	3,05±0,122	2,99±0,132
	20 сут.		<u>3,11±0,061</u>	<u>3,11±0,055</u>	<u>2,96±0,044</u>
			3,04±0,065	3,06±0,127	2,89±0,139

Данные, представленные в табл. 3, свидетельствуют о том, что показатели крови пестрого толстолобика из опытных и контрольных групп находились в пределах биологических норм и статистически не различались, за исключением содержания гемоглобина. Этот показатель у рыб из опытной группы на 10 суток при применении препарата методом группового кормления был выше на 12 % такового у рыб из контрольной группы.

Радужная форель. Результаты общего анализа крови радужной форели представлены в табл. 4.



Т а б л и ц а 4. Гематологические показатели крови радужной форели при применении препарата «Диплоцид» различными методами

Показатель \ Метод		Lim, min-max	МГК, n = 114	МЛВ, n = 119	МОПП, n = 118
Гемоглобин, г/л	3 сут.	85–100	<u>90,4±2,65</u> 93,3±4,50	<u>92,6±1,11</u> 91,5±1,95	<u>94,7±1,17</u> 92,4±3,21
	10 сут.		<u>89,8±2,25</u> 94,2±3,27	<u>92,4±1,49</u> 91,1±2,05	<u>95,0±0,85</u> 92,2±2,44
	20 сут.		<u>89,7±2,07</u> 94,7±2,50	<u>93,1±1,67</u> 91,9±1,89	<u>95,4±0,72</u> 91,9±2,29
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	3 сут.	1,2–1,8	<u>1,41±0,044</u> 1,38±0,067	<u>1,47±0,050</u> 1,42±0,056	<u>1,48±0,029</u> 1,44±0,052
	10 сут.		<u>1,46±0,038</u> 1,42±0,064	<u>1,51±0,030</u> 1,47±0,042	<u>1,53±0,015</u> 1,48±0,062
	20 сут.		<u>1,47±0,021</u> 1,40±0,063	<u>1,47±0,038</u> 1,52±0,053	<u>1,53±0,033</u> 1,51±0,054
Гематокрит, л/л	3 сут.	0,25–0,40	<u>0,37±0,011</u> 0,35±0,017	<u>0,31±0,009</u> 0,29±0,017	<u>0,27±0,010</u> 0,25±0,011
	10 сут.		<u>0,38±0,014</u> 0,37±0,021	<u>0,33±0,007</u> 0,31±0,011	<u>0,28±0,016</u> 0,26±0,018
	20 сут.		<u>0,38±0,008</u> 0,36±0,012	<u>0,30±0,006</u> 0,32±0,014	<u>0,27±0,011</u> 0,26±0,017
СОЭ, мм/ч	3 сут.	3–5	<u>3,9±0,38</u> 3,6±0,46	<u>3,8±0,29</u> 3,6±0,34	<u>3,7±0,33</u> 3,5±0,38
	10 сут.		<u>3,6±0,30</u> 3,8±0,45	<u>3,7±0,23</u> 3,5±0,34	<u>3,6±0,24</u> 4,0±0,38
	20 сут.		<u>3,3±0,32</u> 3,7±0,56	<u>3,7±0,32</u> 3,5±0,51	<u>3,7±0,33</u> 4,1±0,30
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	3 сут.	25–35	<u>30,2±0,97</u> 31,4±0,79	<u>30,3±0,43</u> 28,7±0,85	<u>29,7±0,75</u> 27,9±0,87
	10 сут.		<u>31,2±1,11</u> 30,3±1,73	<u>29,6±0,82</u> 28,9±0,84	<u>30,4±0,57</u> 28,5±1,29
	20 сут.		<u>32,1±0,87</u> 31,3±1,51	<u>28,1±0,41</u> 29,2±0,69	<u>31,4±0,51</u> 29,2±1,02
ОБСК, г/%	3 сут.	3,0–4,5	<u>3,50±0,095</u> 3,39±0,141	<u>3,94±0,061</u> 3,90±0,101	<u>3,89±0,047</u> 3,72±0,091
	10 сут.		<u>3,63±0,075</u> 3,50±0,142	<u>4,04±0,042</u> 3,97±0,114	<u>3,91±0,072</u> 3,83±0,151
	20 сут.		<u>3,69±0,071</u> 3,51±0,125	<u>4,05±0,050</u> 3,96±0,065	<u>4,01±0,056</u> 3,93±0,081

Из анализа данных, представленных в табл. 4, видно, что основные показатели крови радужной форели находились в пределах физиологической нормы. Каких-либо статистически достоверных отличий у рыб из опытных групп от контрольных не установлено.

Стерлядь. Результаты общего анализа крови стерляди представлены в табл. 5.

**Т а б л и ц а 5. Гематологические показатели крови стерляди при применении препарата «Диплоцид» различными методами**

Показатель \ Метод		Lim, min–max	МГК, n = 120	МЛВ, n = 120	МОПП, n = 120
Гемоглобин, г/л	3 сут.	60–80	<u>73,2±2,63</u> 64,8±3,07	69,7±1,03 72,4±3,70	68,4±1,22 70,1±2,59
	10 сут.		<u>66,9±1,72</u> 64,8±3,14	<u>71,4±1,82</u> 70,8±2,72	<u>71,6±1,24</u> 70,3±1,92
	20 сут.		<u>65,6±1,37</u> 67,6±2,44	<u>71,6±1,60</u> 72,8±2,71	<u>71,4±1,70</u> 70,5±2,28
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	3 сут.	0,6–1,1	<u>0,78±0,056</u> 0,82±0,067	0,78±0,029 0,73±0,062	0,74±0,033 0,83±0,039
	10 сут.		<u>0,80±0,017</u> 0,73±0,033	<u>0,78±0,026</u> 0,80±0,032	<u>0,81±0,030</u> 0,79±0,064
	20 сут.		<u>0,78±0,033</u> 0,81±0,049	<u>0,77±0,043</u> 0,82±0,054	<u>0,82±0,030</u> 0,78±0,071
Гематокрит, л/л	3 сут.	0,2–0,4	<u>0,25±0,012</u> 0,28±0,020	0,27±0,010 0,28±0,024	0,26±0,009 0,28±0,014
	10 сут.		<u>0,27±0,008</u> 0,25±0,016	<u>0,27±0,007</u> 0,25±0,012	<u>0,27±0,010</u> 0,30±0,021
	20 сут.		<u>0,28±0,013</u> 0,25±0,010	<u>0,27±0,013</u> 0,26±0,011	<u>0,27±0,008</u> 0,29±0,018
СОЭ, мм/ч	3 сут.	2–4	<u>3,1±0,21</u> 3,3±0,37	2,8±0,26 3,0±0,31	3,1±0,26 3,3±0,42
	10 сут.		<u>3,0±0,28</u> 3,4±0,61	<u>2,7±0,15</u> 3,3±0,41	<u>3,1±0,19</u> 2,9±0,23
	20 сут.		<u>3,1±0,34</u> 3,6±0,29	<u>3,0±0,36</u> 3,2±0,31	<u>3,2±0,16</u> 3,0±0,31

Показатель	Метод	Lim, min–max	МГК, n = 120	МЛВ, n = 120	МОП, n = 120
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	3 сут.	40–50	<u>44,3±1,21</u>	45,4±0,97	45,1±1,10
			45,6±1,63	46,8±1,75	46,4±1,62
	10 сут.		<u>45,9±1,31</u>	<u>44,3±0,91</u>	<u>45,8±1,11</u>
			44,9±1,64	45,8±1,45	46,9±1,30
	20 сут.		<u>46,7±1,06</u>	<u>47,2±1,18</u>	<u>46,3±0,90</u>
			43,7±1,58	44,9±1,68	44,9±1,38
ОБСК, г/%	3 сут.	2–4	<u>3,10±0,064</u>	2,97±0,097	2,96±0,082
			2,98±0,075	2,89±0,159	2,90±0,143
	10 сут.		<u>3,19±0,093</u>	<u>3,03±0,129</u>	<u>2,91±0,079</u>
			3,03±0,156	2,92±0,156	2,85±0,122
	20 сут.		<u>3,29±0,109</u>	<u>3,10±0,092</u>	<u>3,05±0,054</u>
			3,09±0,114	2,99±0,144	2,96±0,085

Данные, представленные в табл. 5, указывают на то, что гематологические показатели у стерляди из опытных и контрольных групп находились в пределах биологических норм и статистически не различались, за исключением показателя гемоглобин на 3 сутки при применении препарата методом группового кормления. Этот показатель у рыб из опытной группы был выше на 12,9 % от такового у рыб из контрольной группы.

**Вывод.** Анализируя полученные данные, следует отметить, что статистически достоверные различия между гематологическими показателями у опытных и контрольных групп рыб установлены лишь в единичных случаях. Во всех этих случаях это был показатель «Гемоглобин», однако при этом он находился в пределах физиологической нормы. Скорее всего, это было связано с адаптацией организма к условиям содержания в аквариуме в период проведения опыта. Во всех остальных случаях показатели красной и белой крови отличалась незначительно и находились в пределах нормы, характерной для данного вида.

Таким образом, нами было установлено, что препарат «Диплоцид» вне зависимости от метода его применения не оказал отрицательного воздействия на физиологический статус организма рыб.

## Список использованных источников

1. Агеец, В. Ю. Рыбоводство Беларуси в мировой аквакультуре / В. Ю. Агеец // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. агр. навук. – 2014. – № 2. – С. 86–93.
2. Агеец, В. Ю. Основные направления в разведении и выращивании ценных видов рыб в Беларуси / В. Ю. Агеец // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. агр. навук. – 2016. – № 1. С. 80–87.
3. Агеец, В. Ю. Научное обеспечение развития рыбной отрасли Беларуси / В. Ю. Агеец // Вопр. рыб. хоз-ва Беларусі: сб. науч. тр. – Минск, 2017. – Вып. 33. – С. 8–22.
4. Морфология крови рыб в норме и патологии : учеб.-метод. пособие / В. А. Герасимчик [и др.]. – Витебск: УО ВГАВМ, 2010. – 41 с.
5. Практикум по ихтиопатологии : учеб. пособие / Н. А. Головина [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной. – М.: Моргкнига, 2016. – С. 50–70.
6. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб) / Н. Т. Иванова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.
7. Биометрия в животноводстве и ветеринарной медицине : учеб.-метод. пособие / В. К. Смунова [и др.]. – Витебск: УО ВГАВМ, 2006. – 38 с.

## МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ БАКТЕРИЙ – ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ РЫБ

Л. Н. ЮХИМЕНКО, А. А. ДРУЖИНИНА, С. Б. ТОКАРЕВА,  
М. С. КУКИН, Л. И. БЫЧКОВА

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
пресноводного рыбного хозяйства»,  
п. Рыбное, 141821, Дмитровский район Московской области, Россия,  
e-mail: vniiprh@mail.ru*

## DIAGNOSTICS AND IDENTIFICATION METHODS OF FISH DISEASES BACTERIA AGENTS

L. N. YUKHIMENCO, A. A. DRUZHININA, S. B. TOKAREVA,  
M. S. KUKIN, L. I. BYCHKOVA

*FSBSI (Federal State Budget Scientific Institution)  
“All-Russian Research Institute of Freshwater Fisheries”*

**Аннотация.** Различные руководства по лабораторной диагностике бактериальных инфекций, используемые в настоящее время, во многом устарели, не учитывают структуру условно патогенных бактерий, являющихся этиологическими агентами бактериальной геморрагической септицемии (БГС), что затрудняет процесс идентификации возбудителей и соответственно – правильную диагностику. Предлагаемая схема выделения и идентификации возбудителей на протяжении многих лет используется в лаборатории ихтиопатологии ФГБНУ «ВНИИПРХ» и позволяет с достаточно высокой степенью достоверности проводить диагностические исследования.

**Ключевые слова:** болезни рыб, бактерии, диагностика, идентификация

**Abstract.** Different handbooks on laboratory diagnostics of bacterial infections used at present, became out of date, they do not take into account the structure of facultative-fishpathogenic bacteria being etiologically agents of the Bacterial Hemorrhagic Septicemia (BHS), what hampers the process of agents identification and accordingly the correct diagnostics. The offered schema for isolation and identification of agents has been using for many years in the ichtiopathological laboratory of FSBSI “VNIIPRKh” and allows to carry out diagnostic investigations at the sufficiently high level of severity.

**Keyword:** fish diseases, bacteria, diagnostics, identification

**Введение.** До настоящего времени существует множество различных руководств, схем, наставлений, практикумов по лабораторной диагностике и идентификации бактерий, относящихся к разным группам, которыми на протяжении многих лет пользовались специалисты. Для многих видов были разработаны схемы идентификации, ключевые признаки, которые облегчали процесс определения видовой принадлежности возбудителя. Однако многие схемы и тесты уже устарели, не учитывают структуру условно патогенных микроорганизмов, этиологическая роль которых при возникновении заболеваний установлена, что в значительной степени затрудняет процесс идентификации возбудителей и соответственно – правильную диагностику заболевания. В первую очередь это относится к бактериальной геморрагической септицемии – заболеванию полиэтиологичной природы, при котором выделяется до 9–10 компонентов, идентифицировать которые по старым методикам не представляется возможным [6].

В лаборатории ихтиопатологии ВНИИПРХ целенаправленные исследования бактериальных болезней рыб показали, что с каждым годом количество выделяемых условно патогенных микроорганизмов становится все больше и больше [7]. Заболевания, вызываемые каким-то одним возбудителем, сейчас практически не встречаются. Даже такие заболевания, как фурункулез, вибриоз, миксобактериоз, аэромоназ осложняются присутствием условно патогенных микроорганизмов. Все это очень осложняет диагностику, установление причины заболевания, а самое главное – выбор средства лечения, так как у многочисленных членов микробиоценоза чувствительность к антибактериальным препаратам может весьма различаться, и подавляя рост одних представителей, мы создаем условия для более бурного развития других.

**Материалы и методы.** Для получения достоверных результатов исследования посев от рыбы с клиническими признаками проводится непосредственно в хозяйстве на плотные питательные среды. При массовых обследованиях посев производят из печени и почек стерильно вскрытой рыбы на мясо-пептонный агар (МПА) или эритритагар и среду Эндо, при подозрении на

миксобактериоз – на среду Анакера-Ордала или Сабуро, на которых миксобактерии вырастают в виде голубоватых расплывчатых колоний или с желтым центром («глазунья»).

На МПА или эритритагаре отмечают уровень обсемененности, а по морфологическим признакам можно отметить предположительно наличие флавобактерий (по окраске колоний от желтого до оранжевого цвета), неферментирующих щелочеобразователей (НФЩ) – ацинетобактеров и моракселл (уплощенные колонии белого цвета), эпидермального стафилококка (выпуклые колонии белого цвета) или золотистого (колонии ярко-желтого цвета).

На среде Эндо отмечают энтеробактерии различных родов: бактерии группы кишечной палочки – (БГКП) с различной интенсивностью окраски, в виде бледно-розовых колоний могут быть цитробактер, клебсиелла, энтеробактер, протей, аэромонады, НФЩ и БГКП с ослабленной ферментативной активностью.

На среде Сабуро могут расти, кроме миксобактерий, дрожжеподобные и плесневые грибы.

Если анамнестические данные неясные, производят дополнительный посев на энтерококкагар, на котором учитывают рост энтерококка.

После просмотра чашек отобранные колонии (прежде всего те, которые в большинстве) пересевают на первично-дифференцирующую среду Клиглера, по характеру роста на которой по результатам микроскопирования после проведения теста на каталазу, цитохромоксидазу, проводят предварительную идентификацию выросшей культуры до рода, а после посева на среду Хью-Лейфсона (проверка О/Ф теста) уточняют родовую принадлежность выделенной культуры (табл. 1).

**Т а б л и ц а 1. Первично-дифференцирующие признаки для грамотригативных бактерий (по Cowan, 1974)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Форма	к	кп	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
Подвижность	–	–	–	+	+	–	+	–	+	D	–	–	+	–
Аэробный рост	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*1	*2	+
Анаэробный рост	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	–	+

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Каталаза	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	D	-	D	-
Оксидаза	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
Глюкоза (к-та)	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	D	-	-	+
Углеводы (О/Ф)	O	O	-	O	-	O	O	Ф	Ф	Ф	?	-	-	Ф
<i>Neisseria</i>	+													
<i>Acinetobacter</i>		+												
<i>Moraxella</i>			+											
<i>Chromobacterium lividum</i>				+										
<i>Alcaligenes</i>					+									
<i>Flavobacterium</i>						+								
<i>Pseudomonas</i>							+							
<i>Actinobacillus</i>								+						
<i>Pasteurella</i>								+						
<i>Necromonas</i>								+						
<i>Chromobacterium violaceum</i>									+					
<i>Beneckea</i>									+					
<i>Vibrio</i>									+					
<i>Plesiomonas</i>									+					
<i>Aeromonas</i>									+					
<i>Enterobacteria</i>										+				
<i>Haemophilus</i>											+			
<i>Eikenella</i>												+		
<i>Campylobacter</i>													+	
<i>Streptobacillus</i>														+

Условные обозначения: \*1 – растет в воздушной среде + CO<sub>2</sub>; \*2 – растет в 5–6 % O<sub>2</sub>; к – кокки; п – палочки; «-» – отрицательная реакция; «+» – положительная реакция; D – различные реакции разных видов внутри рода; О/Ф – окисление/ферментация; ? – не исследуется обычными методами

Определение каталазной и цитохромоксидазной активности проводят по общепринятой методике, а для проведения О/Ф тестирования разливают среду Хью-Лейфсона в пробирки по 9–10 мл и культуру засевают уколом до дна. Таким образом, использу-



ется одна пробирка, а не две и не нужно вазелиновое масло, что облегчает процесс мытья посуды. При таком методе посева ферментация начинается снизу, а окисление сверху. На этой же среде определяется и подвижность культуры: неподвижная культура растет строго по уколу, слабо подвижная – в виде корня с отростками, подвижная – вызывает помутнение всей среды. Дифференциацию аэромонад проводят в соответствии с признаками, приведенными в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Д и ф ф е р е н ц и а л ь н о - д и а г н о с т и ч е с к и е п р и з н а к и подвижных аэромонад

Вид, биовар	Тесты			
	Глюкоза	Салицин	L-арабиноза	Эскулин
<i>A. hydrophila</i> NH <sub>2</sub> SыI(++++)	<b>кГ</b>	+	+	+
<i>A. eucrenophila</i> H <sub>2</sub> S (-)	<b>кГ</b>	+	+	+
<i>A. sobria</i>	<b>кГ</b>	-	-	-
<i>A. caviae</i>	<b>к</b>	+	+	+
<i>A. media</i>	<b>к</b>	<b>d</b>	+	<b>d</b>
<i>A. sp.</i>	<b>кГ</b>	+	-	-
<i>A. sp. 1</i>	<b>кГ</b>	-	+	+
<i>A. sp. 2</i>	<b>кГ</b>	-	-	+
<i>A. sp. 3</i>	<b>кГ</b>	-	+	-
<i>A. sp. 4 (A. veronii)</i>	<b>кГ</b>	+	-	+
<i>A. sp. 5 (A. schubertii)</i>	<b>к</b>	-	-	-
<i>A. sp. 6</i>	<b>к</b>	+	-	-
<i>A. sp. 7</i>	<b>к</b>	-	+	+
<i>A. sp. 8</i>	<b>к</b>	-	-	+
<i>A. sp. 9</i>	<b>к</b>	-	+	-
<i>A. sp. 10</i>	<b>к</b>	+	+	-
<i>A. sp. 11</i>	<b>к</b>	+	-	+
<i>A. sp. 12</i>	<b>кГ</b>	+	+	-
<i>A. sp. 13 (H<sub>2</sub>S +++)</i>	<b>кГ</b>	-	-	-

Условные обозначения: К – кислотообразование; КГ – кислото- и газообразование; + – положительная реакция; - – отрицательная реакция; d – различные варианты.

**Т а б л и ц а 3. Частота выделения высоковирулентных  
из рыбы и воды (% от всех выделенных)**

Вид, биовар аэромонад	Выделены из рыбы	Выделены из воды
<i>A.sp.6</i>	71,4	58,2
<i>A.sp.1</i>	60,7	63,6
<i>A.sobria</i>	58,2	57,2
<i>A.hydrophila</i>	57,2	56,1
<i>A.sp.2</i>	51,5	50,0
<i>A.sp.</i>	50,0	63,5
<i>A.caviae</i>	47,1	51,6
<i>A.eucrenophila</i>	46,6	39,6
<i>A.sp.4 (veronii)</i>	46,1	42,7
<i>A.sp.5 (shubertii)</i>	45,6	44,5
<i>A.sp.9</i>	42,1	48,2
<i>A.sp.3</i>	37,2	43,2
<i>A.sp.11</i>	36,2	33,3
<i>A.sp.8</i>	31,9	25,5
<i>A.sp.12</i>	25,0	30,7
<i>A.sp.7</i>	15,9	22,4
<i>A.sp.10</i>	0	0

Идентифицированные энтеробактерии и аэромонады засевают на среду с ДНК для определения их вирулентности [3]. Эти же и остальные отобранные культуры засевают на чашки с МПА или эритритагаром для изучения антибиограмм методом индикаторных дисков [2].

Таким же способом можно проверять вирулентность и у энтеробактерий [1]. После анализа всех полученных данных выдают заключение и рекомендации.

**Результаты исследований и обсуждение.** Исследования, проведенные с 1980 г. в лаборатории ихтиопатологии ВНИИПРХ, показали, что в 1980–1989 гг. аэромонады составляли 80,6 %, а эпизоотически значимые условно патогенные микроорганизмы – 9,6 %, в 1990–1999 – 63,5 % и 21,6 %, в 2000–2014 гг. – 66,1 % и 42,0 % соответственно. В связи с этим и была предложена ука-

занная схема проведения исследований для работников ихтиопатологических лабораторий. Следует учитывать, что многие морфологические признаки, указываемые в руководствах, отмечаются, если культура типичная.

На практике приходится наблюдать феномен «роения» (ползучий рост, присущий ранее только протее) у бактерий группы кишечной палочки (БГКП), аэромонад, моракселл, ацинетобактеров. При этом одна колония может расплзтись по всей поверхности среды. Кроме этого, многие бактерии вырабатывают капсулу, которая служит защитой от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды, и размеры этой капсулы иногда такие, что тяжи с поверхности колоний стекают на крышку чашки Петри. Прежде всего это *Pseudomonas fluorescens var. capsulata* [5], а также могут быть аэромонады, БГКП, НФЗ и некоторые энтеробактерии. У выделенных аэромонад в обязательном порядке необходимо проверять вирулентность. Давно известно, что аэромонады являются важной составляющей водного микробиоценоза и принимают активное участие в процессах самоочистения водоема. Однако в условиях усиления агрессивности среды, когда возникает опасность гибели бактериальной клетки, она активизирует свои защитные свойства, ферментные системы, в результате чего повышается и вирулентность. Это свойство проверяется на ДНК-агаре. Определение у 2608 штаммов аэромонад, выделенных из рыбы, и 2816, выделенных из воды, ДНКазной активности позволило установить по степени вирулентности их эпизоотическую значимость (табл. 3).

Видовую принадлежность выделенных культур определяют путем посева на «пестрый» ряд Гисса (табл. 4–7) [4].

Таблица 4

Признак	Escherichia	Edwardsiella		Salmonellae		Klebsiella	Enterobacter		Hafnia	Protetus			Providencia		
		ictaluri	tarda	Salmonella	Ari-zona		Citrobacter	cloacae		aero-lyquefaciens	vul-garis	mira-bilis	mor-ganii	rett-geri	alkali-factens
Подвижность	+/-	+	+	+	+	-	+	+	<b>d</b>	+/-	+	+	+	+	+
Индол/H <sub>2</sub> S	+/-	-/-	+/+	-	-	-/+	-	-	-	-	-	[-]	+	+	+/-
Реакция MR/VP	+/+	-/-	+/-	+	+	-	-	-	+/-	+	+	+	+	+	+
Желатин	-	-	-	(+)	-	-	(+)	(+)	+	-	+	+	+	+	-
Мочевина	-	-	-	-	-	(+) <sup>4</sup>	(+)	(+)	-	-	+	+	+	+	-
Малонаг Na	-	-	-	-	-	+ <sup>4</sup>	+	+	+/-	<b>d</b>	-	-	-	-	-
Цитрат Симмонса	-	-	-	+	+	+ <sup>4</sup>	+	+	+	<b>d</b>	+	+	+	+	+
Цитрат Христенсена	+ <b>d</b>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	<b>d</b>	<b>d</b>	<b>d</b>	<b>d</b>
Глюкоза (газ)	+/-	+	+	+	+	+ <sup>4</sup>	+	+	+	<b>d</b>	+/-	+	<b>d</b>	-/+	+
Лактоза	+/-	-	-	-	<b>d</b>	+ <sup>4</sup>	+	+	+	<b>d</b>	-	-	-	-	-
Маннит	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
Сахароза	<b>d</b>	-	-	-	-	+	+	+	+	<b>d</b>	+	<b>d</b>	-/ <b>d</b>	<b>d</b>	<b>d</b>
Инозит	-/+	-	-	<b>d</b>	-	+ <sup>4</sup>	+	+	+	-	-	-	+	+	+
Салицин	<b>d</b>	-	-	-	-	+	+	+	+	<b>d</b>	+	<b>d</b>	-	-	-
Дульцит	<b>d</b>	-	-	-	-	-/+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ксилоза	+ <b>d</b>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Мальтоза	<b>d</b>	-	-	+	+	+ <sup>4</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+

**Т а б л и ц а 5. Дифференцирующие признаки видов рода Moraxella подрода Moraxella**

Признак	M. atlantae	M. bovis	M. lacunata	M. nonliquefaciens	M. osloensis	M. phenylpyrivica
Гемолиз	–	[+]	–	–	–	–
Гидролиз желатина	–	[+]	–	–	–	–
Рост в присутствии 6% NaCl	–	–	–	–	–	[+]
Уреаза	–	–	–	–	[–]	d
Восстановление NO <sub>3</sub> <sup>–</sup>	–	[–]	+	+	d	[+]

Условные обозначения: [+] – большинство штаммов положительные; [–] – большинство штаммов отрицательные.

**Т а б л и ц а 6. Дифференциация видов рода Acinetobacter**

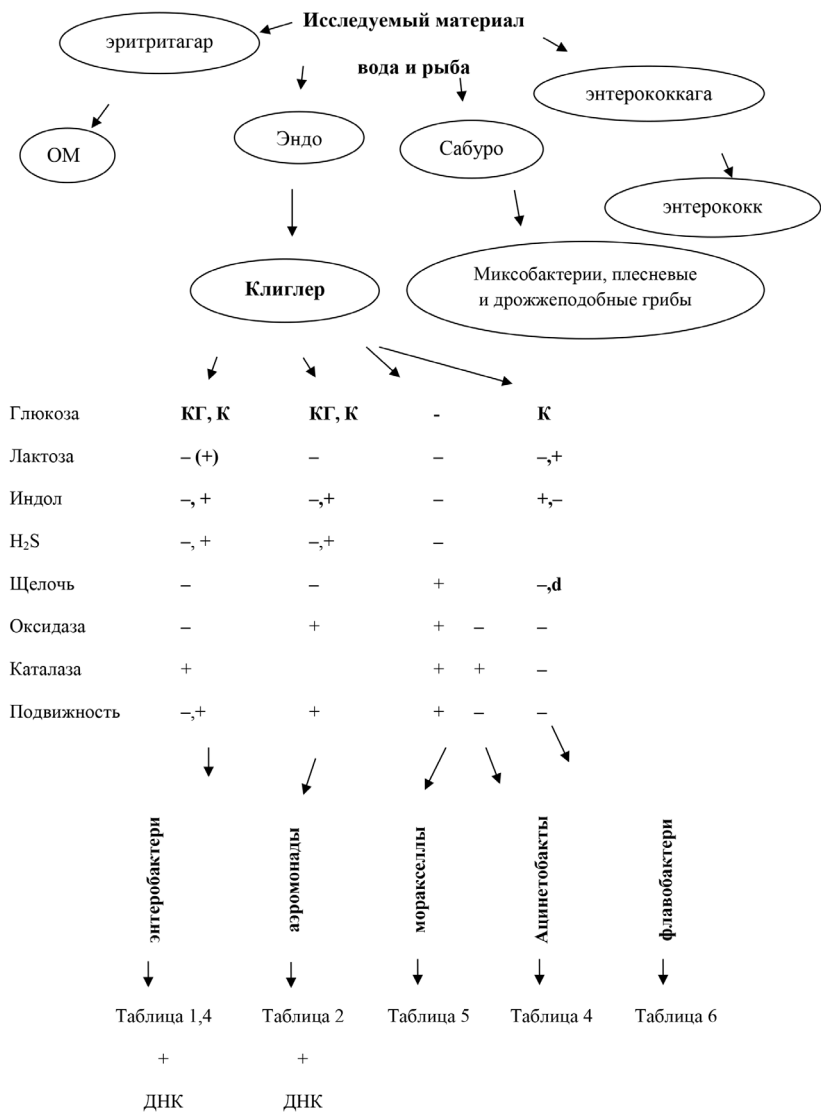
Признак	A.baumannii	A.calcoaceticus	A.haemolyticus	A.johnsonii	A.junii	A.lwoffii
Рост при 44 °С	+	–	–	–	–	–
37 °С	+	+	+	–	+	+
Гидролиз желатина	–	–	96	–	–	–
Гемолиз	–	–	+	–	–	–
Цитрат Na (Симмонса)	+	+	91	+	82	–
K-та из глюкозы	95	+	52	–	–	6

Условные обозначения: числа – процент положительных штаммов.

**Т а б л и ц а 7. Дифференцирующие признаки видов рода Flavobacterium**

Признак	F. aquatile	F. balustinum	F. branchiophila	F. breve	F. gleum	F. indologenes	F. meningosepticum	F. odoratum	F. thalophilum
Образование кислоты из:									
Глюкозы	+	+	+	D	+	+	d	–	+
Арабинозы	–	–	–	–	D	–	–	–	+
Лактозы	+	–	–	–	–	–	d	–	+
Мальтозы	+	–	+	d	+	+	+	–	+
Сахарозы	+	–	+	–	–	–	–	–	+
Эскулин	–	+	–	–	+	+	+	–	+
Индол	–	+	–	+	+	+	d	–	+
Уреаза	–	–	–	–	d	–	d	+	+
Желатиназа	–	+	+	+		+	+	+	d

Т а б л и ц а 8. Схema выделения и идентификации рыбопатогенных бактерий



**Закключение.** Многолетние наблюдения показали, что использование такой методики с применением табличных материалов при проведении диагностических исследований позволяет быстрее, легче, доступнее для работников практических лабораторий и достовернее установить причину заболевания и определить тактику дальнейшего поведения: назначать курс лечения антибактериальными препаратами или кормления пробиотиками для повышения резистентности рыб.

Для облегчения работы специалистов при проведении диагностики заболевания и идентификации возбудителя приводим алгоритм исследования в форме блок-схемы (табл. 8).

### **Список использованных источников**

1. Завгородняя, Е. Ф. Некоторые биологические свойства возбудителей брюшного тифа и паратифа В, выделенных от больных и бактерионосителей / Е. Ф. Завгородняя, И. Е. Троп // ЖМЭИ. – 1973. – № 5. – С. 21–24.
2. Лабораторный практикум по болезням рыб / В. А. Мусселиус [и др.] ; под ред. В. А. Мусселиус. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 296 с.
3. Методические указания по определению патогенности аэромонад по степени ДНКазной активности // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – Ч. 1. – М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. – С. 150.
4. Определитель бактерий Берджи : в 2 т. / пер. с англ. ; под ред. Дж. Хоулта и др. – М.: Мир, 1997. – 800 с.
5. Юхименко, Л. Н. Эпизоотическая значимость *Pseudomonas fluorescens* var. *capsulata* / Л. Н. Юхименко, Л. Н. Бычкова, П. П. Головин // Рыбное хоз-во. Серия Аквакультура. Болезни рыб : сб. науч. тр. ВНИЭРХ. – М., 1998. – Вып. 2. – С. 8–13.
6. Юхименко, Л. Н., Бычкова Л. И. Этиологическая структура возбудителей бактериальной геморрагической септицемии рыб / Л. Н. Юхименко, Л. И. Бычкова // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов – 2 : расширен. материалы Междунар. науч.-практ. конф., Борок, 17–20 июля 2007 г. – М.: Россельхозакад., 2007. – С. 95–99.
7. Юхименко, Л. Н. Возбудители бактериальной геморрагической септицемии (БГС) рыб, микрофлора воды и комбикормов, имеющая эпидемиологическое значение / Л. Н. Юхименко, Л. И. Бычкова, А. А. Дружинина // Дальневосточ. журн. инфекцион. патологии. – 2015. – № 26. – С. 43–45.

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ  
ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В СБОРНИКЕ  
«ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ»**

Статьи объемом не более 12 страниц (включая список литературы) машинописного текста (формат А 4), использовать редактор Word, шрифт TimesNewRoman, кегль 14, интервал полуторный, поля – по 2 см, выравнивание по ширине, интервал от названия статьи до введения статьи – одинарный.

Код УДК – без отступа, шрифт обычный. Название статьи заглавными буквами, шрифт – жирный, ниже – инициалы и фамилии автора(-ов) – шрифт светлый. Далее через интервал курсивом печатается полное название учреждения, адрес, страна и e-mail.

Название статьи, фамилии авторов и название организации дублируются на английском языке (оформление – как и на русском).

Аннотация на русском языке объемом не более 10 строк, то же 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 иссле-**



**дований и обсуждение, Заключение, Список использованных источников.**

Название файла должно включать фамилию первого автора, например, Ivanov.doc.

При подаче 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!**

## **ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПУБЛИКАЦИИ**

УДК 639.371.13

### **ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЛАДШЕГО РЕМОНТА БЕЛОРУССКИХ ПОПУЛЯЦИЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

С. В. СВЕНТОРЖИЦКИЙ<sup>1</sup>, М. В. КНИГА<sup>1</sup>, Е. В. ТАРАЗЕВИЧ<sup>1</sup>,  
Л. М. ВАШКЕВИЧ<sup>1</sup>, Л. С. ТЕНТЕВИЦКАЯ<sup>1</sup>,  
Е. П. ГЛЕБ<sup>2</sup>, Е. С. ГУК<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РУП «Институт рыбного хозяйства»,  
ул. Стебенева, 22, 220024, г. Минск, Беларусь,  
e-mail: belniirh@tut.by

<sup>2</sup>Учреждение образования «Полесский государственный  
университет», г. Пинск, Беларусь,  
e-mail:versa@tut.by

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

S. SVENTORZHITZKI<sup>1</sup>, M. KNIGA<sup>1</sup>, E. TARAZEVIICH<sup>1</sup>, L. VASHKEVICH<sup>1</sup>,  
L. TENDEVITSKAYA<sup>1</sup>, E. GLEB<sup>2</sup>, E. GUK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>RUE "Fish Industry Institute", 22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,  
e-mail: belniirh@tut.by

<sup>2</sup>Educational Establishment "Polessky State University", Pinsk, Belarus,  
e-mail:versa@tut.by

**Аннотация**

**Ключевые слова**

**Abstract**

**Keywords**

**Введение**

**Материалы и методы**

**Результаты исследований и обсуждения**

**Заключение**

**Список использованных источников**

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Агеец В. Ю.</i> История развития РУП «Институт рыбного хозяйства» .....	5
<i>Агеец В. Ю., Корнеева Г. И., Юрченко Т. П., Григорьева А. С., Корнеев В. В., Савченко И. А.</i> Актуальность направлений научных исследований в соответствии с потребностями рыбоводства и предпочтениями населения в рыбе .....	15

### ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ

<i>Шейко Я. И., Книга М. В., Войтюк Т. Ф., Жмойдяк Д. А., Свенторжский С. В., Корнеев В. В., Костюкович Д. Д.</i> Сравнительная характеристика пищевой ценности селекционного карпа .....	24
<i>Шейко Я. И., Кралько С. В., Рудый Ю. М., Книга М. В., Войтюк Т. Ф., Жмойдяк Д. А., Корнеев В. В., Костюкович Д. Д.</i> Сравнительная характеристика биохимического состава тела двухлетков двухпородных кроссов .....	38
<i>Шейко Я. И., Рудый Ю. М., Кралько С. В., Жмойдяк Д. А., Книга М. В., Войтюк Т. Ф., Корнеев В. В., Костюкович Д. Д.</i> Соотношения частей тела двухлетков двухпородных кроссов карпа разной породной принадлежности и амурского сазана .....	55
<i>Рудый Ю. М., Кралько С. В.</i> Соотношения частей тела двухлетков карпа разной породной принадлежности и амурского сазана .....	70
<i>Кралько С. В., Рудый Ю. М.</i> Сравнительная характеристика биохимического состава тела двухлетков разной породной принадлежности .....	86
<i>Сасинович М. А., Слуквин А. М., Алехнович А. В.</i> Генетический полиморфизм популяций длиннопалого рака ( <i>Astacus leptodactylus esch.</i> ) в озерах Брестской области .....	101

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

<i>Омиржанова Н. М., Нургазы К. Ш., Баракбаев Т. Т.</i> Совместное выращивание клариевого сома ( <i>Clarias gariepinus</i> ) и клубники ремонтантной в тепличной аквапонной установке .....	115
---	-----

<i>Федоров Е. В.</i> Экономическая эффективность выращивания сиговых рыб в Казахстане с использованием методов пастбищного рыбоводства .....	123
<i>Аблайсанова Г. М., Самбетбаев А. А., Жаркенов Д. К., Асылбекова С. Ж., Койшыбаева С. К.</i> Результаты выращивания трехлетков судака в прудах рыбоводных хозяйств Алматинской области .....	134
<i>Купинский С. Б., Мельченков Е. А. (Петрова Т. Г.)</i> . Границы возможного роста сибирского осетра .....	140
<i>Васильева Л. М., Судакова Н. В., Астафьева С. С., Анохина А. З., Гуцуляк С. А.</i> Особенности выращивания бестера в прудах в поликультуре с растительноядными рыбами .....	156
<i>Булавина Н. Б., Койшыбаева С. К., Федоров Е. В.</i> Опыт культивирования укусной угрицы ( <i>Turbatrix aceti</i> ) как стартового корма для молоди клариевого сома ( <i>Clarias gariepinus</i> ) .....	167
<i>Агеец В. Ю., Кошак Ж. В., Слободницкая Г. В., Зенович Н. В.</i> Крупяные мучки – перспективный сырьевой компонент в составе комбикормов для карпа .....	177
<i>Кошак Ж. В., Рукшан Л. В., Долгая Д. В.</i> Жмых из семян голосемянной тыквы – новый вид сырья для производства комбикормов для прудовых рыб .....	189
<i>Рукшан Л. В., Кошак Ж. В., Долгая Д. В.</i> Исследование технологических свойств овса как сырья для производства комбикормов для рыб .....	193
<i>Рукшан Л. В., Прохорцова Т. В.</i> Семена масличных культур белорусской селекции и продукты их переработки в кормлении прудовых рыб .....	203
<i>Орлов И. А.</i> Влияние трепела на зимовку сеголетков карпа .....	207
<i>Гадлевская Н. Н., Тютюнова М. Н., И. А. Орлов.</i> Влияние разных доз кормовой добавки «экстра» в составе корма на темп роста разновозрастного карпа .....	214
<i>Агеец В. Ю., Таврыкина О. М., Воронова Г. П.</i> Роль фосфора в донных отложениях рыбоводческих прудов рыбхозов Беларуси .....	222
<i>Барулин Н. В.</i> Системный подход к технологии регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах .....	235
<i>Барулин Н. В.</i> Гендерные и возрастные классификационные модели и закономерности в строении жучек стерляди ( <i>Acipenser ruthenus</i> L., 1758) ...	240
<i>Лиман М. С., Барулин Н. В.</i> Рыбоводно-биологическое обоснование применения оптического излучения низкой интенсивности в технологии выращивания посадочного материала радужной форели <i>Oncorhynchus mykiss</i> ( <i>Salmonidae</i> ) в аквакультуре .....	244
<i>Шумский К. Л., Барулин Н. В.</i> Влияние консервирующих веществ на период краткосрочного хранения спермы осетровых .....	249

<i>Барило Е. А., Лобойко Ю. В., Барило Б. С.</i> Особенности инкубации американской палии ( <i>Salvelinus fontinalis</i> М.) в условиях украинских Карпат .....	252
<i>Пукало П. Я.</i> Перспективы развития форелеводства в Украине .....	255

### **АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ**

<i>Крайнюк В. Н.</i> Сохранение видового разнообразия рыб в Карагандинской области.....	257
<i>Kim A. I., Murzashev T. K., Antipova N. V.</i> Hydrological and hydrochemical characteristics of the Ural river in the Western Kazakhstan region .....	259
<i>Худый А. И.</i> Адаптивные изменения в экстерьере вырезуба в связи с зарегулированием предгорного участка Днестра .....	268

### **ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ**

<i>Дегтярик С. М., Бодревская Л. А.</i> Новые препараты для борьбы против болезней рыб и эффективность их применения в производстве.....	276
<i>Беспальый А. В., Дегтярик С. М.</i> Оценка гематологических показателей рыб – основных объектов аквакультуры Беларуси при применении препарата «Диплоцид» различными методами в лабораторных условиях...	289
<i>Юхименко Л. Н., Дружинина А. А., Токарева С. Б., Кукин М. С., Бычкова Л. И.</i> Методы диагностики и идентификации бактерий – возбудителей болезней рыб .....	301
Требования к оформлению статей для публикации в сборнике «вопросы рыбного хозяйства Беларуси» .....	312
Образец оформления публикации .....	314

Научное издание

## **ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ**

**Сборник научных трудов**

**Выпуск 34**

Ответственный за выпуск *Г. И. Корнеева*

Редактор *Г. К. Киселев*

Художественный редактор *Д. А. Комлев*

Технический редактор *О. А. Толстая*

Компьютерная верстка *О. А. Толстая, Ю. А. Агейчик*

Подписано в печать 09.11.2018. Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 18,48. Уч.-изд. л. 13,7. Тираж 96 экз. Заказ 252.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом  
«Беларуская навука». Свидетельства о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/18  
от 02.08.2013, № 2/196 от 05.04.2017. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.