

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

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов
Основан в 1957 году

Выпуск 33

Минск

РУП "Институт рыбного хозяйства"

2017

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

Рецензенты:

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

Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. Вып. 33/ Под общ. ред. ^{В74}
В.Ю. Агееца. - Минск, 2017.- 238 с.

ISSN 2218-7456

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

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

УДК 639.2/3(476)(082)

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

BELARUS
FISH INDUSTRY PROBLEMS

Collection of Scientific Papers
Founded in 1957

33th issue

Minsk
RUE "Fish Industry Institute"
2017

Editorial board:

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

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

H. I. Karneyeva (vice editor-in-chief, executive secretary)

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

Dr. L. Kamljuk, professor (BSU)

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

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

Reviewers:

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

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

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

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

Belarus Fish Industry Problems: Collected transactions. 33nd Issue/ Under general
B74 editorship of V. Ageyets. - Mn., 2017. – 238 p.

ISSN 2218-7456

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

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

ОГЛАВЛЕНИЕ	5
НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ БЕЛАРУСИ <i>В.Ю. Агеец</i>	8
ПОТРЕБЛЕНИЕ РЫБЫ В БЕЛАРУСИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРОИЗВОДСТВА <i>В.Ю. Агеец, Г.И. Корнеева</i>	23
ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ	32
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЛАДШИХ РЕМОНТНЫХ ГРУПП СЕЛЕКЦИОННОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА <i>Я.И. Шейко, Е.А. Савичева, С.В. Свенторжский, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько, М.В. Книга, Т.Ф. Войтюк, Т.П. Макарова, В.В. Корнеев</i>	32
ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ МЛАДШЕГО РЕМОНТА ЧИСТОПОРОДНЫХ КАРПОВ <i>Я.И. Шейко, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько, Е.А. Савичева, М.В. Книга, Т.Ф. Войтюк, Т.П. Макарова, В.В. Корнеев</i>	46
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕЛА СЕГОЛЕТКОВ И ГОДОВИКОВ КАРПА РАЗНОЙ ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ <i>Я.И. Шейко, Т.Ф. Войтюк, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько, Е.А. Савичева, М.В. Книга, Т.П. Макарова, В.В. Корнеев</i>	60
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕМЕЙ СЕЛЕКЦИОННОГО БЕЛОРУССКОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА <i>Я.И. Шейко, Е.А. Савичева, С.В. Свенторжский, Ю.М. Рудый, С.В. Кралько, М.В. Книга, Т.Ф. Войтюк, Л.М. Вашкевич, Т.П. Макарова, В.В. Корнеев</i>	70
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ПОРОД КАРПА ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ, ВЫРАЩЕННОГО В БЕЛАРУСИ <i>Ю.М. Рудый</i>	87
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА	98
БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД, ОТВОДИМЫХ С РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ <i>В.Ю. Агеец¹, Г.П. Воронова¹, Э.И. Коломиец², Н.В. Сверчкова², Т.В. Петрашевская¹, И.В. Проскурина², Б.В. Адамович³</i>	98

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМЫ МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ «СВЕРДЛОВА» <i>Е.В. Сахвон, С.Н. Пантелей, О.Н. Марцуль</i>	105
ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКОГО ПРИБОРА «СТРОНГА» НА РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИЧИНОК РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ <i>М.С. Лиман, Н.В. Барулин, В.Ю. Плавский</i>	111
МЕТОД ОЦЕНКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ <i>С.С. Астафьева, А.К. Аюпова, Л.М. Васильева</i>	129
ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И РОСТА МОЛОДИ СЕВРЮГИ, ВЫРАЩЕННЫХ В ВЫРОСТНЫХ ПРУДАХ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ЗАРЫБЛЕНИЯ <i>К.А. Ветрова, Н.В. Судакова, С.С. Астафьева, А.З. Анохина</i>	137
ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РЫБ <i>Ж.В. Кошак</i>	144
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БОБОВЫХ КУЛЬТУР КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ <i>Ж.В. Кошак, Л.В. Рукиан, А.Н. Русина, Н.В. Зенович</i>	156
ПЕРЕВАРИМОСТЬ КОРМОВОЙ БЕЛКОВОЙ ДОБАВКИ «ЭКСТРА» РАЗНОВОЗРАСТНЫМ КАРПОМ <i>Н.Н. Гадлевская, М.Н. Тютюнова, И.А. Орлов, И.Н. Селивончик</i>	167
АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ	174
ДИНАМИКА ПРОМЫСЛОВЫХ УЛОВОВ РЫБЫ ИЗ ВОДОЕМОВ/ВОДОТОКОВ БЕЛАРУСИ ЗА ПОСЛЕВОЕННЫЙ ПЕРИОД <i>В.К. Ризевский</i>	174
СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В СЕВЕРНОЙ И СРЕДНЕЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ <i>С.А Гуцуляк¹, Л.М.Васильева¹, К.Б Адырбекова²</i>	186
ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА БИОТУ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ (КАЗАХСТАН) <i>С.А Гуцуляк¹, К.Б. Адырбекова²</i>	197
ФОРМИРОВАНИЕ ЗООПЛАНКТОНА РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ С ЗАВИСИМЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ КАСКАДНОГО ТИПА <i>Л.В. Камлюк</i>	205

ТРОФИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И ХИЩНЫЕ РЫБЫ КЛАСТЕРА «ЗАБЕЛОВСКИЙ» ЗАПОВЕДНИКА «БАСТАК» <i>В.Н. Бурик</i>	216
ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ	225
ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ЧЕРВЕЙ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ РЫБ В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ <i>Е.И. Бычкова¹, С.М. Дегтярик², Л.Н. Акимова¹, М.М. Якович¹</i>	225
Требования к оформлению статей для публикации в сборнике	236

УДК 639.3.05

**НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ
БЕЛАРУСИ**

В. Ю. Агеец

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

STRATEGY OF FISHERY INDUSTRY DEVELOPMENT OF BELARUS

V. Ageyets

*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus
e-mail: belniirh@tut.by*

Рыбоводство на внутренних водоемах является уникальным видом деятельности в области рыбного хозяйства. Основной задачей его является удовлетворение потребности людей в рыбе и рыбопродуктах – незаменимых продуктах в пищевом рационе человека. Проблема обеспечения рыбой и рыбопродуктами настолько важна, что в специальном докладе ООН она выделяется отдельной графой в числе восьми других показателей, определяющих уровень продовольственной безопасности стран. В свою очередь государства, не имеющие прямого выхода к морю, всесторонне стремятся компенсировать дефицит рыбопродуктов развитием рыбоводства.

В настоящее время объемы производства продукции аквакультуры в мире практически сравнялись с объемами вылова, а по стоимости превзошли их. Учитывая постепенное сокращение объемов вылова морской и океанической рыбы и ожидаемый рост цен на импортируемую рыбопродукцию, пресноводная аквакультура остается стабильным резервом обеспечения населения республики пищевой рыбой собственного производства. Считаем, что на ближайшую перспективу до 2020 года основной стратегией развития рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь должно оставаться

повышение эффективности выращивания и конкурентоспособности рыбной продукции на имеющихся и создаваемых мощностях.

Нормами рационального потребления пищевых продуктов, утвержденными Министерством здравоохранения Республики Беларусь, предусмотрено среднегодовое потребление рыбы и морепродуктов (в зависимости от возраста и физической активности) от 16 до 24 кг в год на человека. Для устойчивого обеспечения потребности населения республики необходимо не менее 200 тыс. тонн рыбы и рыбной продукции в год.

В настоящее время внутренние потребности Республики Беларусь в рыбе и рыбопродуктах удовлетворяются преимущественно за счет импорта морского и океанического сырья и продукции собственного производства (рыболовство и аквакультура).

Производственная база рыбоводства в Республике Беларусь представлена полносистемными прудовыми хозяйствами, садковыми линиями на сбросных теплых водах (Березовская и Новолукомльская ГРЭС), имеющимися и вновь создаваемыми бассейновыми мощностями на производственных предприятиях и рыбхозах, прудами неспециализированных сельскохозяйственных предприятий. В общем объеме производства товарной рыбы на долю специализированных прудовых хозяйств приходится 93,4 %, тепловодных хозяйств – 0,3 %, бассейновых хозяйств – 0,4 %, прудов сельхозпредприятий и других объектов коммунальной собственности – 5,4 % (рисунок 1).

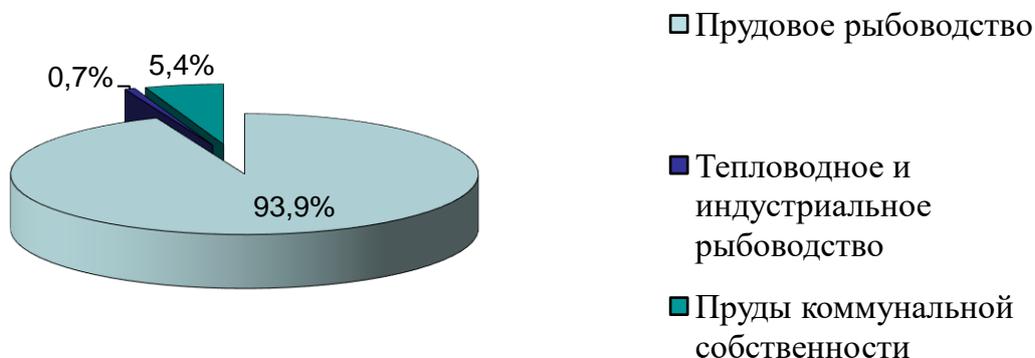


Рисунок 1 - Структура производства рыбы в Республике Беларусь

Как показывает практика, прудовое рыбоводство есть и будет оставаться определяющим фактором получения продукции аквакультуры в Беларуси.

Анализ ситуации за период выполнения предыдущих (2006-2010 гг.) и (2011-2015 гг.) Государственных программ показывает, что опережающие темпы роста объемов производства над плановыми показателями отмечались только до 2011 года, после чего производство (реализация) рыбы пошло на убыль (рисунок 2).



Рисунок 2 – Объем производства и реализации рыбы, планируемый по Государственной программе и реальный

Это связано с тем фактором, что на предыдущем этапе шло восстановление мощностей рыбоводных хозяйств и значительные финансовые ресурсы были вложены в реконструкцию прудовых площадей и гидросооружений. На последующем этапе рост производства был возможен только за счет роста интенсификации, что предопределило ценовую составляющую на рыбу и отношение к ней потребителя. Подтверждением этому факту служит динамика реализации рыбы и соотношение переходящего остатка к общему объему производства по текущему году (рисунок 3).

Максимальные объемы реализации при полном отсутствии переходящего остатка на конец года отмечены только в 2011 году, вызванные девальвацией рубля и ростом конкурентоспособности рыбы собственно производства по

отношению к другим белковым продуктам (мясо и птица). В этой ситуации даже относительно невысокие цены на морскую рыбопродукцию не явились препятствием для полной реализации собственной. Это служит лишним доказательством, что определяющим фактором для внутреннего рынка является цена на рыбу.

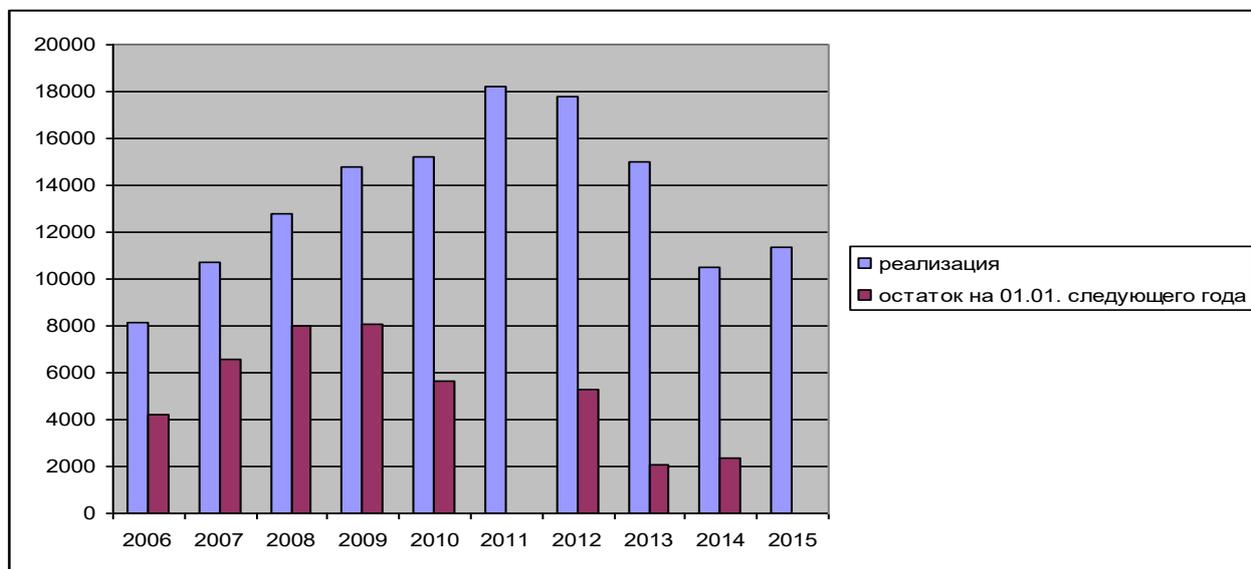


Рисунок 3 – Объем реализации рыбы и наличие переходящего остатка

Рыбоводство Беларуси традиционно базируется на разведении карповых рыб в прудах. Доля карпа в настоящее время снижена с 90 до 75 % в связи с акклиматизацией растительноядных рыб. Главными задачами для рыбоводов Республики Беларусь в ближайшие годы являются не только наращивание производства объемов рыбы с целью стабилизации продовольственной безопасности страны, но и расширение ее видового состава, прежде всего за счет ускоренного наращивания объемов производства ценных видов рыб, таких как форель, осетровые и сомовые.

Основой эффективного развития рыбохозяйственной деятельности является реализация комплекса научно-обоснованных мероприятий, обеспечивающих ее устойчивое развитие. Очевидно, что преобладающее в общем производстве прудовое рыбоводство по многим позициям достигло

своего потолка и не имеет дальнейшей перспективы без проведения реконструкции и применения инновационных технологических решений.

В перспективе дальнейшего развития отрасли РУП «Институт рыбного хозяйства» видит свои задачи в продолжении и усилении работ, направленных на решение задач, к которым, прежде всего, относят селекционно-племенную работу с рыбами, защиту рыб от болезней, решение вопросов повышения эффективности прудового рыбоводства, оптимизацию кормообеспечения и рациональное природопользование.

В селекционной работе с рыбами чаще всего решаются две основные задачи: улучшение продуктивных качеств объекта разведения и создание пород, приспособленных к конкретным условиям культивирования. Разграничение этих двух задач условно, так как в любом случае речь идет об улучшении продуктивности и товарных качеств на фоне конкретных условий выращивания. Ведение работ по селекции рыб и новому формированию пород является непрерывным постоянным процессом, обеспечивающим производственные рыбоводные хозяйства качественным племенным материалом. Любая порода животных, в том числе и рыб, не является раз и навсегда установившейся формой, но требует постоянного контроля и усилий по поддержанию породного соответствия. В предшествующие годы удалось довести породность производственных ремонтно-маточных стад карпа в республике до 95%, что полностью обеспечивает существующие потребности рыбоводных хозяйств на период эксплуатации сформированных стад производителей. Однако, в условиях производственного рыбхоза, выращивание и поддержание в породной чистоте численности ремонтно-маточных стад является проблематичным, прежде всего из-за отсутствия подготовленных кадров селекционеров. По этой причине уже через 5-7 лет возможна утрата части породных качеств маточных стад по причине накопления в их составе высокоимбредных и метисных особей.

В Беларуси основным объектом рыбоводства традиционно является карп. Селекция белорусских пород карпа направлена на создание

районированных высокоспинных пород с округлой формой тела, обладающих повышенным темпом роста, устойчивостью к заболеваниям, с рыбопродуктивностью не менее 10 ц/га.

Основной целью селекционно-племенной работы с карпом является повышение эффективности прудового рыбоводства за счет селекции новых высокопродуктивных, конкурентоспособных пород и кроссов карпа с улучшенными товарными качествами и широкому внедрению селекционных достижений на рыбоводных предприятиях разных форм собственности. К настоящему времени сотрудниками Института рыбного хозяйства выведены три универсальные породы карпа: лахвинский чешуйчатый, изобелинский, тремлянский, ведутся работы по созданию зеркальной породы с улучшенными товарными качествами. Кроме того, в СПУ «Изобелино» и промышленных прудовых хозяйствах укомплектован генофонд импортных пород карпа: югославского, немецкого, сарбоянского, фресинет и амурского сазана.

Существующая система ведения селекционно-племенной работы, созданная в 50-60 годах прошлого века, основанная на самообеспечении прудовых хозяйств производителями карпа приводит к засорению маточных стад малопродуктивными имбредными или беспородными формами (товарными кроссами) и не отвечает современным требованиям рыбоводства. Производственные рыбхозы нуждаются в генетически чистых, высокопродуктивных производителях районированных пород и линий, характеризующиеся кроме повышенной продуктивности, повышенными потребительскими качествами.

В рыбоводных хозяйствах Беларуси наблюдается положительная тенденция к уменьшению использования беспородных стад карпа, а также к увеличению доли карпа белорусской селекции. Больше стали использоваться промышленные гетерозисные гибриды, обеспечивающие прирост рыбопродуктивности (до 10%). Необходимо дальнейшее проведение работы по насыщению и обновлению промышленных рыбоводных хозяйств чистопородным племенным материалом отечественной и зарубежной селекции,

а также разработка и внедрение более совершенных схем межпородной гибридизации карпа (рисунки 4, 5).

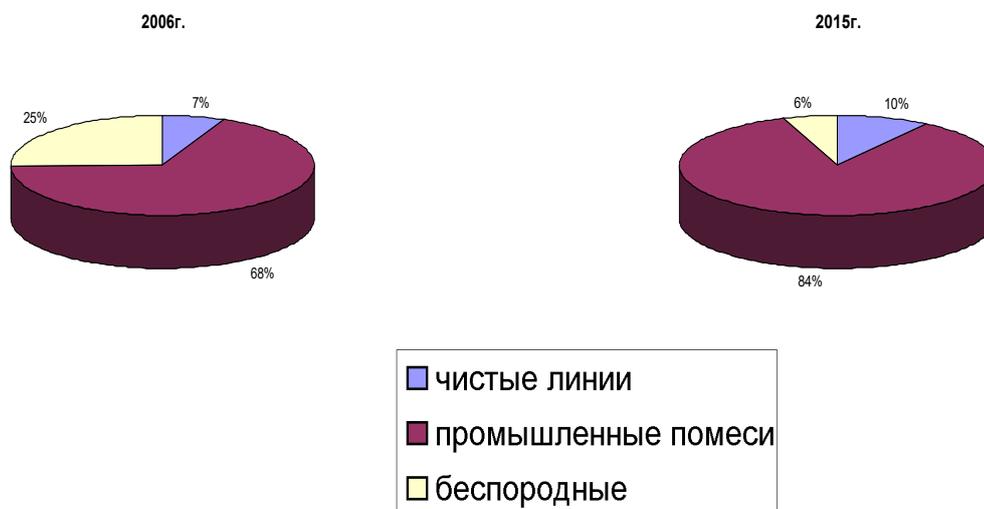


Рисунок 4 - Изменение породного состава карпа на рыбоводных предприятиях Минсельхозпрода в 2006-2015 годах



Рисунок 5 - Улучшение структуры маточных стад карпа на рыбоводных предприятиях Минсельхозпрода

Для ускоренного внедрения новых селекционных достижений в прудовое рыбоводство Институтом рыбного хозяйства разработана и предлагается для внедрения более эффективная система ведения селекционно-племенной работы. Руководство всеми селекционными работами должно осуществляться селекционно-генетическим комплексом, который создается на базе Института и

его структурных подразделений СПУ «Изобелино» и ХРУ «Вилейка» посредством реконструкции имеющихся производственных площадей.

Основной целью комплекса является организация и научно-методическое руководство селекционно-племенной работой по генетическому улучшению существующих, выведению новых пород, типов линий разводимых видов рыб на основе современных методов ускоренного породообразования и поддержания породной чистоты для обеспечения эффективности рыбоводства.

В связи с приоритетными направлениями рыбоводства на ближайшую перспективу научное обеспечение также будет направлено на повышение эффективности выращивания новых ценных видов рыб. Приоритетным здесь также остается ведение селекционной работы, обеспечивающей поддержание генетической чистоты, формирование банков данных и генетических паспортов маточных стад, поиск оптимальных вариантов скрещивания и воздействия на механизмы роста.

При соответствующей организации и материально-техническом обеспечении специалисты института в состоянии осуществлять генетический мониторинг производственных хозяйств, вести направленную селекционную работу с основными объектами разведения, способствовать подготовке и повышению квалификации рыбоводов, осуществляющих племенную работу на местах.

Интенсификация и специализация производства подразумевают локализацию производственных процессов и увеличение межхозяйственных перевозок племенного, рыбопосадочного материала и товарной продукции, расширяя риски выращивания и возможности проникновения в рыбоводные хозяйства опасных штаммов микроорганизмов, экто- и эндопаразитов. В настоящее время на сопредельных с Республикой Беларусь территориях отмечается ряд опасных для рыб заболеваний бактериальной и вирусной этиологии, способных нанести существенный экономический ущерб. Практика профилактирования заболеваний и защиты рыб на основе антибиотикотерапии вызывает все большую неприязнь со стороны структур, контролирующих пищевую безопасность, а рост интенсивности терапевтических мероприятий

снижает их эффективность по причине формирования устойчивости со стороны микроорганизмов. Все это формирует потребность в поиске новых эффективных методов защиты рыб, особенно в условиях монокультуры индустриальных комплексов. РУП «Институт рыбного хозяйства» видит свою задачу в разработке новых препаратов, способов их применения и методов борьбы с болезнями рыб на основе новых, инновационных подходов, включая и методы биоинженерии. Достаточно быстрое решение поставленных задач возможно в результате кооперации с другими научными профильными учреждениями НАН Беларуси, но постановка опытов на рыбах возможна только в условиях аквариальной лаборатории института. По этой причине реконструкция аквариальной, сертификация лаборатории и доведение ее оснащения до требований современного уровня остаются одной из первоочередных задач.

Высокая степень интенсификации аквакультуры требует полноценного кормления ее сбалансированными энергоэффективными кормами. Особенно это касается направлений рыбоводства, связанных с высокими плотностями посадки при практически полном отсутствии естественной пищи (индустриальное рыбоводство на базе рециркуляционных установок и в садках на теплых водах). Оптимизация кормления с учетом видовозрастной и размерной специфики способна снизить общую потребность в кормах и повысить эффективность их использования.

В прудовой аквакультуре получение рыбопродукции при плотностях посадки, не обеспеченных естественной кормовой базой, возможно только за счет искусственных кормов, на долю которых в структуре себестоимости выращенной рыбы приходится до 50%. Одним из способов снижения затрат является удешевление самого комбикорма. Разработка новых технологических решений может способствовать минимизации данного фактора.

Общая потребность прудового рыбоводства в концентрированных кормах составляет около 50 тыс. тонн в год. Выход индустриального рыбоводства на запланированные объемы производства потребует еще около 4,5-5,0 тыс. тонн.

В настоящее время разработаны рецептуры для основных возрастных групп карпа. Все карповые комбикорма в республике выпускаются только по рецептам института. Проблемой остаются комбикорма для ценных видов рыб, рецепты на которые хотя и разработаны, но имеются вопросы с обеспечением сырьем и изготовлением. К сожалению, комбикормовая промышленность пока не в состоянии изготовить комбикорм, полностью конкурентный зарубежным аналогам. В этой ситуации институт видит своей задачей расширение линейки изготавливаемых кормов не только применительно возрастной группе (для сеголетков и товарной рыбы), но с учетом видовой специфики, размерной градации и физиологического состояния рыбы (мальков разного размера, товарной рыбы по сезонам выращивания, ремонта и производителей). Перспективным направлением может стать применение иммуномоделирующих компонентов (различные растительные компоненты, сквалены, хитозан, глюкан и др.) в составе кормов как для прудового карпа, так и для ценных видов рыб. В этой связи возникает вопрос разработки профилактических комбикормов, использование которых направлено на увеличение иммунитета у рыб, т.е. их здоровья, и на получение экологически чистой продукции аквакультуры. Все это требует производства небольших опытных партий корма (0,5-1,0 т) с различным наполнением и размером гранул. Существующие же мощности комбикормовых заводов рассчитаны на разовую загрузку от 5 тонн и более, не позволяющую производить малые опытные партии, а установленное технологическое оборудование предназначено только под определенные стандартные решения, от чего страдает качество гранул (в части водостойкости и низкой крошимости). Обеспечить прорыв в этом направлении возможно через создание в институте опытного малотоннажного производства кормов, позволяющего производить малыми партиями экспериментальные рецепты с последующим испытанием на опытных или производственных рыбоводных мощностях. Производство экспериментальной линии начато в РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» и по плану будет установлено на площадях института в следующем году.

Мировые тенденции природопользования свидетельствуют о стремлении к снижению количества потребляемых вод и ужесточении требований к качеству сбрасываемых. В Республике Беларусь разрабатывается новое водоохранное законодательство, после принятия которого прудовое рыбоводство может стать перед проблемой штрафных санкций либо полного запрета на сброс отработанных вод. Поскольку основу рыбоводных мощностей в республике составляют прудовые рыбоводные хозяйства, в ближайшей перспективе встанет вопрос нормирования водопользования и стока из прудов.

Экологизация производства рыбы в республике на фоне увеличения эффективности рыбоводства потребует пересмотра и совершенствования традиционных технологий выращивания рыбы, более глубокой реконструкции имеющихся прудовых площадей, перевод хозяйств на частичное оборотное водоснабжение, и создание очистных прудов с ботаническими площадками, для чего необходимо научное обоснование и проведение мониторинга исследований.

Для решения вопроса по экологизации производства рыбы в республике исследования должны быть направлены в первую очередь на разработку технологий и способов по улучшению качества среды выращивания рыбы и снижению загрязнения прудовыми хозяйствами открытых водотоков и водоемов, которые включают:

- разработку новых комбинированных технологий выращивания рыбы, одновременно совмещающие производство рыбы по интенсивной и экстенсивной технологиям (ИЭС). Система ИЭС (пруд в пруду) позволит увеличить эффективность использования питательных веществ, снизить их выпуск в окружающую среду, увеличить финансовую отдачу и рост рыбопродукции на единицу потребляемой воды;

- разработку ресурсосберегающих технологий, включающих снижение затрат на выращивание товарной рыбы за счет перестройки структуры выращиваемых рыб в сторону доминирования растительноядных рыб, не

требующих для своего роста концентрированных кормов, что позволит получать нормативную рыбопродуктивность за счет более полной утилизации кормовых ресурсов пруда, и тем самым снизить биологическую нагрузку на водоприемники;

- разработку технологий, включающих применение рыбосевооборота на рыбоводных прудах, позволяющего увеличить производство рыбы, частично решить проблему кормов для нее, снизить нагрузку органического и взвешенного вещества на водоприемники;

- разработку способов рационального использования минеральных удобрений и мелиорантов в прудах в зависимости от степени обеспеченности грунтов минеральными и органическими веществами;

- снижение использования минеральных удобрений за счет применения органических удобрений, разработанных на основе местного сырья (высшей водной растительности, торфа и др.);

- разработку способов по улучшению качества отводимой воды в рыбоводных хозяйствах путем проведения работ, как в самих прудах, так и на водоспускном канале;

- разработку технологии использования перифитонных модулей в прудах для повышения их рыбопродуктивности и снижения биогенной нагрузки на водные объекты.

Одним из вопросов природопользования является развитие рыболовства. Промысловое рыболовство в республике является традиционным видом рыбохозяйственной деятельности, однако перспективы его роста весьма ограничены и сталкиваются с объективными трудностями. Имеющая место в обществе дискуссия об экономической целесообразности промыслового лова на внутренних водоемах и социальной направленности природопользования предполагает возможность разделения рыболовных угодий в зависимости от перспективы их использования. Учитывая многообразие водных ресурсов, их современное состояние и географическую привязку, считаем целесообразным определить перечни водоемов для пастбищного рыбоводства с высокой интенсивностью рыбоводных

процессов, которые способны работать в особых, отличных от других арендуемых водоемов. Для прочих угодий в определении перспективы использования исходить из их рекреационного потенциала с перспективой развития любительского рыболовства и рыболовного туризма.

Зарыбление за счет бюджета целесообразно направлять именно на пастбищное рыбоводство, финансируя зарыбление прочих угодий за счет средств арендаторов/пользователей или внебюджетных фондов. Потребность в посадочном материале прудовых рыб для зарыбления нагульных водоемов в состоянии обеспечить вводимый в текущем году воспроизводственный комплекс в СПУ «Изобелино».

РУП «Институт рыбного хозяйства» видит для себя возможность участия в обозначенных выше процессах посредством квалифицированного обследования водоемов, разработки соответствующей технологической документации и практической помощи в подготовке кадров.

Заключение. В прудовом рыбоводстве Беларуси основной упор предстоит сделать на ростэкономической эффективности, обеспечивающий сохранение достигнутой продуктивности при минимизации необходимого уровня затрат, формирующих себестоимость продукции.

Основными направлениями селекционно-племенной деятельности в рыбоводстве выступают следующие:

1. Проведение работ по доместикации (одомашниванию) некоторых аборигенных видов рыб для создания исходных племенных стад с улучшенными хозяйственно полезными качествами (сом европейский, линь судак и др. аборигенны виды).

2. Установление и осуществление практических действий по выведению новых пород с усовершенствованными или специфическими свойствами на базе современных селекционных достижений.

3. Разработка и выполнение комплекса селекционно-генетических мероприятий для совершенствования полезных признаков и создания наиболее адаптированных форм разводимых и новых интродуцируемых видов (пород)

рыб к конкретным технологиям (условиям) выращивания (карповые, растительноядные, лососевые, осетровые, сиговые и др.).

4. Создание высокопродуктивных промышленных кроссов (гибридов) рыб для интенсивного товарного выращивания (прежде всего карповые и осетровые виды, форель).

5. Определение и контроль за сохранением чистопородности племенных стад рыб в рыбоводных организациях различных форм собственности для избежания нежелательных скрещиваний, потери полезных качеств и их вырождения.

6. Формирование, пополнение и поддержание коллекционных (генофондных) стад рыб в качестве генетического резерва республики. Аккумуляция и поддержание генофонда редких и исчезающих видов.

7. Разработка и совершенствование селекционных компьютерных программ по племенному делу и воспроизводству рыб, внедрение программно-технических средств в племенном рыбоводстве.

РУП «Институт рыбного хозяйства» видит свою задачу в разработке новых препаратов, способов их применения и методов борьбы с болезнями рыб на основе новых, инновационных подходов, включая и методы биоинженерии.

Основными исследованиями на ближайшую перспективу в кормопроизводстве является разработка рецептуры:

- кормов для новых объектов рыбоводства;
- кормовых добавок из отходов от переработки рыбных отходов и сельскохозяйственной продукции;
- комбикормов, содержащих в своем составе комплементарные средства (пробиотики), направленные на активацию собственных резервов организма, регулирующих и защитных его систем;
- комбикормов для молоди разных видов.

Для решения вопроса по экологизации производства рыбы в республике исследования должны быть направлены в первую очередь на разработку технологий и способов по улучшению качества среды выращивания рыбы и

снижению загрязнения прудовыми хозяйствами открытых водотоков и водоемов, которые включают:

- разработку новых, комбинированных технологий выращивания рыбы, одновременно совмещающих производство рыбы по интенсивной и экстенсивной технологиям;

- разработку ресурсосберегающих технологий, включающих снижение затрат на выращивание товарной рыбы за счет перестройки структуры выращиваемых рыб в сторону доминирования растительноядных рыб, не требующих для своего роста концентрированных кормов, что позволит получать нормативную рыбопродуктивность за счет более полной утилизации кормовых ресурсов пруда, и тем самым снизить биологическую нагрузку на водоприемники;

- разработку технологий, включающих применение рыбосевооборота на рыбоводных прудах, позволяющего увеличить производство рыбы, частично решить проблему кормов для нее, снизить нагрузку органического и взвешенного вещества на водоприемники;

- разработку способов рационального использования минеральных удобрений и мелиорантов в прудах в зависимости от степени обеспеченности грунтов минеральными и органическими веществами;

- разработку способов улучшения качества отводимой воды в рыбоводных хозяйствах путем проведения работ в прудах и на водоспускном канале;

- разработку технологии использования перифитонных модулей в прудах для повышения их рыбопродуктивности и снижения биогенной нагрузки на водные объекты.

Учитывая многообразие водных ресурсов, их современное состояние и географическую привязку, считаем целесообразным определить перечни водоемов для пастбищного рыбоводства с высокой интенсивностью рыбоводных процессов, которые способны работать в особых, отличных от других арендуемых водоемов. Для прочих угодий в определении перспективы использования исходить из их рекреационного потенциала с перспективой развития любительского рыболовства и рыболовного туризма.

**ПОТРЕБЛЕНИЕ РЫБЫ В БЕЛАРУСИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРОИЗВОДСТВА**

В. Ю. Агеец, Г. И. Корнеева

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

**CONSUMPTION OF FISH IN BELARUS AND PERSPECTIVES OF
THE FISH PRODUCTION**

V. Ageyets, H. Karneyeva

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

Резюме. Приведены данные, характеризующие спрос и предложения на рыбную продукцию, тенденции развития рыбной отрасли республики за 2010 – 2016 годы, соотношение собственного индустриального рыбоводства и импорта и перспективы собственного производства рыбы.

Ключевые слова: развитие рыбной отрасли, индустриальное рыбоводство, потребление рыбы.

Abstract. The data describing the supply and demand for fish products, trends in the development of the fish industry of the republic for 2010 - 2016, the ratio of own industrial fish breeding and imports and the prospects for own fish production are given.

Keywords: development of the fishing industry, fish farming, fish consumption.

Введение. Ведение здорового образа жизни населением в значительной степени связано с организацией правильного питания. Рыба и рыбопродукты являются составной частью рациона, относятся к группе диетических продуктов и служат важным источником животного белка, особенно, полиненасыщенных жирных кислот группы ω -3 и ω -6.

Согласно рекомендуемым объемам потребления пищевых продуктов для людей, исходя из полновозрастной структуры населения, норма рыбы и рыбопродуктов составляет:

- по нормативам ВОЗ – 8,4 кг/год/чел,
- по нормативам Министерства здравоохранения РФ – 18-22 кг/год/чел,
- по нормативам Министерства здравоохранения РБ – 21,3 кг/год/чел [1].

По данным национального статистического комитета на 1 января 2017 года численность населения в Республике Беларусь составила 9 504 700 человек [2]. Таким образом, годовая потребность людей в рыбе и рыбопродуктах для взрослого населения республики составляет более 150 тысяч тонн. Также по данным национального статистического комитета, в 2017 года народ стал ежемесячно потреблять больше рыбы и рыбопродуктов (в третьем квартале 2017 г. – 1,1 кг по сравнению с 1 кг в такой же период 2016 г.)

В Беларуси уровень собственного производства рыбы и рыбной продукции для обеспечения потребностей населения за последние 7 лет в среднем составляет всего 15,3 %. Остальную часть потребляемой в республике рыбы, около 85 %, составляет импорт [3] (таблица 1).

Таблица 1. Уровень самообеспечения основной сельскохозяйственной продукцией (процентов) [3]

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Мясо	118,3	118,8	128,4	132,6	126,0	133,1	133,3
Молоко	199,4	177,9	195,1	201,1	211,8	227,1	230,0
Яйца	118,3	119,2	121,4	129,2	130,7	129,4	131,4
Рыба	14,5	19,3	18,7	14,4	12,1	13,1	15,3
Картофель	102,0	92,9	98,4	95,7	108,7	105,1	104,1
Овощи и бахчевые культуры	96,9	90,8	81,0	92,4	97,8	94,8	106,8
Фрукты и ягоды	82,1	37,7	68,2	52,6	63,5	55,2	57,5

Более половины белорусской рыбы, около 80 %, выращивают в искусственных водоемах и установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), вторая часть потребляемой рыбы относится к неучтенным ресурсам, т.е. к вылову из естественных водоемов (таблица 2).

Таблица 2. Ресурсы и использование рыбы и рыбопродуктов в Беларуси (тысяч тонн) [3]

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ресурсы							
Запасы на начало года	23,6	19,1	15,6	23,8	24,3	21,9	21,4
Производство	23,2	25,6	25,6	22,7	19,8	18,2	19,0
Импорт	139,6	124,6	141,9	167,7	181,0	167,7	159,0
Неучтенные ресурсы	25,5	19,2	22,2	22,7	24,6	18,3	14,0
Итого ресурсов	211,9	188,5	205,3	236,9	249,7	226,1	213,4
Использование							
Потреблено в республике	160,2	132,6	137,1	157,2	163,3	138,5	124,1
личное потребление	149,3	119,6	124,1	141,4	148,1	125,3	116,4
Экспорт	32,6	40,3	44,4	55,4	64,5	66,2	67,6
Запасы на конец года	19,1	15,6	23,8	24,3	21,9	21,4	21,7

С целью изучения спроса на потребление рыбы и рыбной продукции населением республики сотрудниками РУП «Институт рыбного хозяйства» проведен социологический опрос посетителей во время проведения международной сельскохозяйственной выставки «Белагро-2017», в котором участвовало более 500 человек.

Были получены ответы на вопросы, как часто люди потребляют рыбу, и какую рыбу они предпочитают. Результаты исследований показали, что 96 % опрошенных потребляют различные виды рыбы и рыбной продукции постоянно, т.е. с большей или меньшей частотой (рисунок 1):

- 5,6 % - потребляют рыбу ежедневно;
- 8,2 % - потребляют рыбу через день;
- 16,8 % - потребляют рыбу 2 раза в неделю;
- 33,2 % - потребляют рыбу 1 раз в неделю;
- 10,8 % - потребляют рыбу 1 раз в 2 недели;
- 14,8 % - потребляют рыбу 1 раз в месяц;
- 6,6 % - потребляют рыбу 1 раз в полгода.

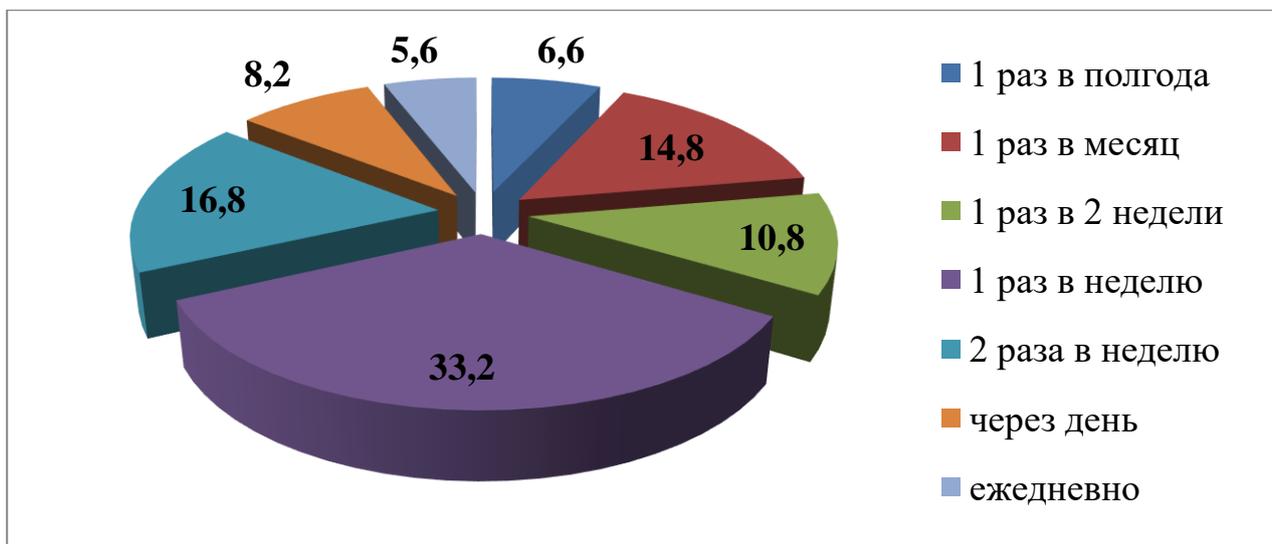


Рисунок 1. – Частота потребления рыбы и рыбной продукции в Беларуси

В аквакультуре Беларуси выращивают и содержат 24 вида рыб, но основной объем производства составляет около 10. Состав ихтиофауны водоемов Беларуси насчитывает 63 вида и подвида рыб, из которых, для целей коммерческого рыболовства используется около 20, любительским рыболовством осваивается еще дополнительно до 10 видов [4].

Основные представители аквакультуры:

- карп – базовый вид при выращивании в прудах;
- форель радужная – основной вид для выращивания в индустриальной аквакультуре.

В поликультуре с карпом выращивают: толстолобика, белого амура, щуку, европейского сома, карася, линя и некоторых других видов. В индустриальной аквакультуре, кроме форели, выращивают осетровых и африканского сома.

Как показали исследования социологического опроса, предпочтение среди потребляемых рыб у людей следующее (рисунок 2):

- 33,8 % – морская рыба;
- 26,7 % – карп, белый амур;
- 14,8 % – форель;
- 12,9 % – озерная и речная рыба, в основном, щука, судак, лещ, линь;
- 9,5 % – осетровые;
- 2,3 % – сом европейский.

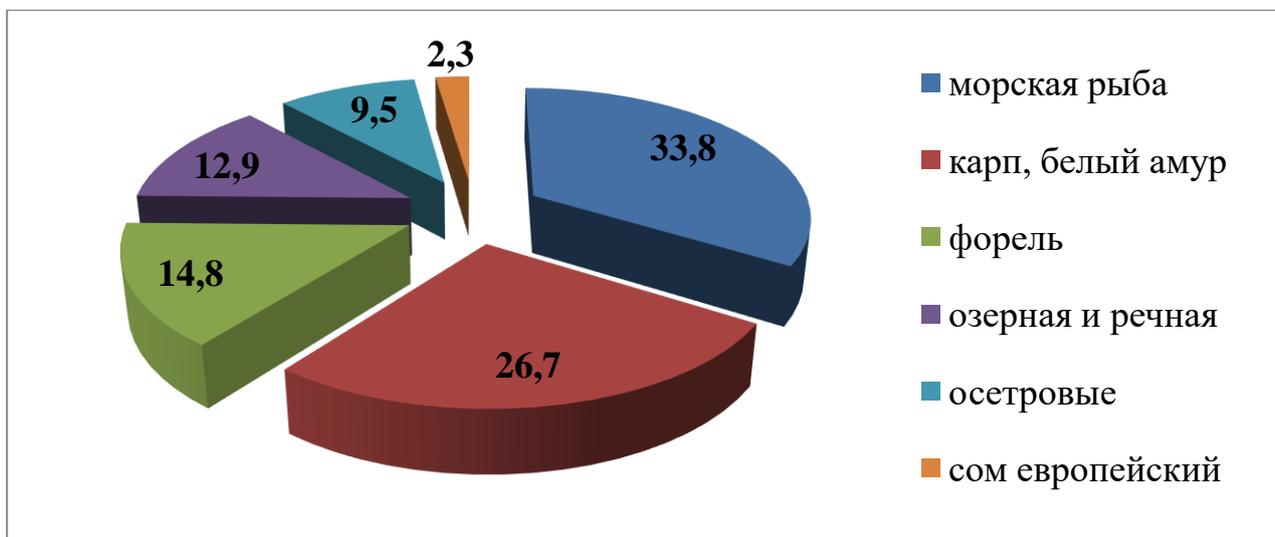


Рисунок 2. – Предпочтение в потреблении рыбы населением Беларуси

Как известно, около 85 % потребляемой рыбы и рыбопродуктов завозят в Беларусь из-за рубежа, причем это морская мороженая рыба. Данные социологического опроса показывают, что данный продукт предпочитает лишь 34 % опрошенных людей. При этом выбор потребителей останавливается на морской рыбе не из-за вкусовых качеств, а по причине наиболее дешевой ее стоимости (скумбрия, минтай, хек и др.). Предпочитают свежую пресноводную рыбу 66 % или две трети людей, принявших участие в ходе проведения опроса. Данные результаты указывают на наличие достаточно высокого спроса в свежей пресноводной рыбе, которую получают в Республике. Таким образом, в соответствии с пожеланиями населения, исходя из общей потребности в рыбе не менее 150 тысяч тонн, количество производимой пресноводной рыбы в Беларуси может достигать 100 тысяч тонн (две трети). Получение такого количества продукта возможно только при увеличении выращивания белорусской рыбы.

Рыбохозяйственная деятельность в республике осуществляется по двум основным направлениям: рыбоводство и рыболовство.

Рыбоводство представлено следующими видами: прудовое, выращивание рыбы в садках, бассейнах и установках замкнутого водообеспечения. Ведение рыболовного хозяйства осуществляется юридическими лицами на правах аренды рыболовных угодий или безвозмездного пользования.

Исходя из результатов социологического опроса, потребность в рыбе, выращиваемой в условиях прудового рыбоводства, составляет 29 % от всей потребляемой рыбы и рыбопродуктов (каarp, белый амур, сом европейский и др.). Потребность в рыбе, выращиваемой в условиях УЗВ – более 24 % (лососевые, осетровые). На долю предпочтения озерной и речной рыбы приходится около 13 %.

Уровень самообеспечения рыбой и рыбной продукцией в период с 2010 по 2016 гг. составлял от 12,1 % до 19,3 %, в среднем 15,3 %.

Плановые показатели производства рыбы всеми рыбопроизводителями в стране, заложенные в Государственную программу рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 годы, утвержденную постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 07.10.2010 №1453, выполнены только на 60,2% [5,6].

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. Следует отметить, что проблема недостаточного количества выращенной и сбываемой рыбы, получаемой в Беларуси в условиях УЗВ (лососевые, осетровые), заключается в ее высокой себестоимости, связанной с использованием дорогостоящих импортных комбикормов, закупаемых в Республику за валюту. В структуре затрат комбикорма составляют 50%.

РУП «Институт рыбного хозяйства» является единственной в Республике Беларусь научной базой, занимающейся современными разработками, касающимися вопросов ведения рыбохозяйственной деятельности.

Одним из важнейших направлений института является разработка широкого спектра комбикормов, в том числе лечебных. Комбикорма предназначаются для разных видов и возрастных групп рыб, включая ценные виды рыб, выращиваемые в условиях УЗВ, с целью замены импортных.

На базе селекционно-племенного комплекса на производственном участке института СПУ «Изобелино» Молодечненского района завершается строительство и готовится к вводу в эксплуатацию новый инкубационный цех для производства селекционно-чистого посадочного материала рыб. В состав комплекса входит также реконструированный цех для подращивания молоди рыб. Обновленный научно-производственный рыбоводческий комплекс, состоящий из инкубационного цеха и цеха подращивания, позволит получать необходимое количество чистопородного посадочного материала для зарыбления рыбоводческих хозяйств, установок УЗВ и естественных водоемов.

Научные исследования, направленные на развитие прудового рыбоводства, будут проводиться на новых мощностях на базе создаваемого селекционно-генетического комплекса института, включающего научно-производственные структурные подразделения – селекционно-племенной участок «Изобелино» и хозрасчетный рыбоводный участок «Вилейка». На водоемах указанных научно-производственных участков поддерживаются чистопородные маточные стада, необходимые для производства посадочного материала карпа и других видов рыб. Для оптимизации планирования технологических процессов по производству и подращиванию посадочного материала на базе цехов комплекса, институт заинтересован в своевременном получении заказов от рыбоводческих хозяйств в потребности зарыбления определенными видами рыб.

Список использованных источников.

1. Ковалев, М. Анализ продовольственной безопасности Республики Беларусь и стран мира / М. Ковалев, М. Чернецкая, О. Ширай // Вестн. Ассоц. белорус. банков. – 2014. – № 34–35. – С. 8–19.

2. Численность населения на 1 января 2017 г. по областям Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/ssrd-mvf_2/natsionalnaya-stranitsa-svodnyh-dannyh/naselenie_6/chislennost-naseleniya1_yan_poobl/. – Дата доступа: 02.11.2017.

3. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск : Информ.-вычисл. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2017. – 233 с.

4. Костоусов, В. Г. Расширение видового состава рыб и совершенствование технологий производства аквакультуры как фактор повышения эффективности рыбоводства [Электронный ресурс] / В. Г. Костоусов // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа : http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/actions/Documents/%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%88%D0%B5%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%D0%B0%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80%D1%8B.pdf. – Дата доступа: 29.11.2017.

5. Доклад Министра сельского хозяйства Республики Беларусь Л. К. Заяца на заседании Коллегии Комитета госконтроля Республики Беларусь «О результатах проверки выполнения мероприятий Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 07.10.2010 №1453,

в том числе по вопросам эффективности и целевого использования средств, направленных на ее выполнение» от 21 июня 2016 г.

6. Агеец, В. Ю. О выполнении Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы, перспективах развития и научном обеспечении отрасли на 2016–2020 годы / В. Ю. Агеец // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2016. – Вып. 32. – С. 8–26.

ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ

УДК 639.215.3.032

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЛАДШИХ РЕМОНТНЫХ ГРУПП СЕЛЕКЦИОННОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА

*Я. И. Шейко, Е. А. Савичева, С. В. Свенторжицкий, Ю. И. Рудый,
С. В. Кралько, М. В. Книга, Т. Ф. Войтюк, Т. П. Макарова, В. В. Корнеев*

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

COMPARISON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF JUNIOR REPLACEMENT GROUPS OF SELECTION MIRROR CARP

*J. Sheiko, E. Savicheva, S. Sventorzhitzy, Y. Rydyi, S. Kralko, M. Kniga, , T. Voytuk,
T. Makarova, V. Karneyev*

*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. Физиологическое состояние младших ремонтных групп двух линий селекционного зеркального карпа оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина. Установлены семьи, у которых изменение содержания белка, холестерина и глюкозы за зимовку преимуществами обладали различные селекционные семьи зеркального карпа.

Ключевые слова: карп, селекция, линия, генерация, семья, сеголеток, годовик, сыворотка крови, общий белок, холестерин, глюкоза.

Resume. Physiological status of junior replacement groups of two lines of selection mirror carp was assessed through the use of biochemical survey of blood serum by major parameters: content of crude protein, glucose, cholecterol. There were ascertained the families of selection mirror carp with fluctuans of protein, cholesterole and glucose content during hibernation residing within the limits of optimum values.

Key words: carp, selection, line, generation, family, underyearling, yearling, blood serum, crude protein, cholesterole, glucose.

Введение. Широкое проникновение физиологических и биохимических методов исследования в ихтиологию привело к качественно новому этапу в

изучении биологии рыб. Однако нормальные биохимические процессы, протекающие в организме рыб, и их колебания в зависимости от различных факторов внешней среды изучены недостаточно [1].

Нарушения обмена веществ являются одним из основных факторов, препятствующих реализации генетического потенциала животных. Последствия нарушения выражаются в повышении заболеваемости животных, снижении плодовитости, учащении заболеваемости потомства и его гибели в раннем возрасте, сокращении сроков продуктивного использования производителей. Нарушения обмена веществ являются одним из основных факторов, препятствующих реализации генетического потенциала животных. Последствия нарушения выражаются в повышении заболеваемости животных, снижении плодовитости, учащении заболеваемости потомства и его гибели в раннем возрасте, сокращении сроков продуктивного использования производителей.

Ведущая роль в биохимической адаптации организмов к меняющимся условиям существования принадлежит белковым макромолекулам, в первую очередь ферментам, катализирующим тысячи связанных между собой химических реакций, определяющих, в конечном счете, метаболическую активность организма, обмен веществ, уровень которого меняется под влиянием различных факторов внешней среды [2].

Основным определяющим фактором развития аквакультуры является селекционно-генетическое улучшение и совершенствование объектов разведения путем создания новых пород, типов, линий и кроссов, приспособленных к определенным условиям обитания и интенсивной технологии эксплуатации. Для определения степени приспособленности объектов аквакультуры к абиотическим и биотическим факторам водной среды особую важность имеют физиолого-биохимические маркеры [3, 4, 5]. Одним из таких маркеров является кровь. Кровь – наиболее лабильная и чувствительная система организма. В неблагоприятных условиях внешней среды или при воздействии патогенных факторов кровь сразу реагирует изменением своих

физиологических параметров [2]. Поскольку физиолого-биохимические показатели сыворотки крови, отражают физиологическое состояние рыбы, представляется важным оценить качество селекционного материала с точки зрения соответствия их оптимальным значениям, а также изучить взаимосвязь этого показателя с основными рыбохозяйственными признаками.

Материал и методы исследований. Объектами исследований послужили сеголетки пятого поколения первой генерации второй линии селекционируемого белорусского зеркального карпа, двух - шестилетки четвертого поколения, полученные методом семейных скрещиваний.

Техника постановки и проведения экспериментов, опытов базировались на использовании общепринятых методов, разработанных и рекомендованных РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства» [6, 7].

Физиологическое состояние младших ремонтных групп селекционного зеркального карпа оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина. Кровь у сеголетков и годовиков отбирали непосредственно из сердца. После отстаивания в холодильнике отделяли сыворотку и хранили в замороженном состоянии.

Биохимическое исследование сыворотки крови выполняли на автоматическом анализаторе «Cormay Multi» по методикам, прилагаемым к наборам химических реактивов. В крови определяли активность фермента АЛАТ, содержание общего белка, холестерина и глюкозы [8]

Данные исследования физиолого-биохимических показателей сыворотки крови, включающие содержание общего белка, глюкозы и холестерина проводили на младших возрастных группах селекционного ремонта белорусского зеркального карпа (сеголетки, годовики). Объем выборки по каждой исследованной группе составил 10 экз. Представляется важным проследить динамику изменения указанных показателей за зимний период, то есть у сеголетков перед размещением в зимовальный пруд и после зимовки в

период весеннего облова перед зарыблением нагульных прудов. Оптимальными считаются минимальные различия между сеголетками и годовиками по содержанию общего белка, глюкозы, холестерина. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [9].

Каждый из исследованных рыбохозяйственных и физиолого-биохимических показателей выращенных семей ранжировали по их величине. Семье с более высоким значением того или иного признака присваивали первый ранг и т.д. по нарастающей. Затем подсчитывали сумму рангов и делили ее на количество признаков и количество семей, таким образом, определяли средний ранг каждой семьи. Лучшие семьи характеризовались меньшими средними рангами, что свидетельствует о меньшем разбросе исследуемых признаков и лучшем их закреплении [10].

Обсуждение результатов исследований. У сеголетков четвертого поколения селекционного зеркального карпа (2-я генерация 2-я линия) содержание белка в сыворотке крови колебалось от 24,53 мг/л (семья 27) до 38,99 мг/л (семья 24), в среднем составляя 30,97 мг/л (таблица 1). У годовиков селекционного зеркального карпа содержание белка составляло от 17,19 мг/л (семья 27) до 26,97 мг/л (семья 26). Среди сеголетков 3-ей генерации 1-ой линии повышенным содержанием белка отличалась семья 31 (25,04 мг/л), а среди годовиков семья 33 (16,77 мг/л). То есть, в основном ниже нормативных требований.

У сеголетков по сравнению с годовиками отмечено снижение содержания общего белка сыворотки крови, что свидетельствует о снижении интенсивности белкового обмена в связи с прекращением питания. За зимний период у младшего ремонта произошло снижение содержания общего белка сыворотки крови всех селекционных семей. Меньшие потери белка за зимний период наблюдались у семей 2-ой генерации 2-ой линии 25 (6,76 мг/л), 23 (7,20 мг/л), 27 (7,34 мг/л). Различия между сеголетками и годовиками по содержанию общего белка сыворотки крови статистически достоверны. В 3-ей генерации 1-ой линии различия между сеголетками и годовиками колебались от 0,66 мг/л

(семья 34) до 15,51 мг/л (семья 32). Однако установленные различия статистически достоверны лишь для семей 28 -31.

Таблица 1 – Содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) селекционных семей карпа (мг/л)

Генерация, линий, семья	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
2-я генерация, 2-я линия: 23	24,64±2,12	27,2	17,44±0,93	16,8	7,20	3,11	<0,01
24	38,99±2,59	29,1	23,49±1,75	23,5	15,50	4,96	<0,001
25	29,66±1,80	19,2	22,90±2,03	28,1	6,76	2,49	<0,05
26	37,01±2,64	22,6	26,97±2,58	30,2	10,04	2,71	<0,05
27	24,53±2,24	28,9	17,19±1,42	26,2	7,34	2,76	<0,02
\bar{x}	30,97±1,11	25,4	21,60±0,71	25,0	10,97	8,33	<0,001
3-я генерация, 1-я линия: 28	23,00±0,43	5,9	11,54±0,88	24,2	11,46	11,70	<0,001
29	15,12±1,10	23,7	8,05±0,04	25,2	7,07	6,42	<0,001
30	15,45±0,62	12,8	9,44±0,59	19,8	6,01	6,70	<0,001
31	25,04±0,89	11,3	15,52±1,13	23,4	9,52	6,68	<0,001
32	23,06±2,09	28,7	7,55±0,14	6,0	15,51	7,04	>0,1
33	19,48±1,09	17,7	16,77±1,44	27,1	2,71	1,50	>0,1
34	16,90±1,04	19,4	16,24±3,16	23,6	0,66	0,20	>0,1
\bar{x}	19,67±0,40	17,1	12,17±0,04	21,3	7,5	18,60	<0,001

На каждом этапе выращивания по уровню потери белка за зимовку преимуществами обладали различные селекционные семьи зеркального карпа.

Комплексная оценка с целью установить семьи с наиболее оптимальным уровнем содержания общего белка сыворотки крови проведена методом ранжирования (таблица 2). Очевидно, наиболее оптимальным соотношением содержания белка сыворотке крови во второй линии, отличаются семьи 25 и 26 со средними рангами 0,40 и 0,47 соответственно, а в первой линии семьи 34 и 31 со средними рангами 0,29 и 0,43.

Таблица 2 – Ранжирование семей зеркального карпа по содержанию общего белка в сыворотке крови сеголетков и годовиков

Селекционная семья	Ранги				
	0+	1.	d	сумма рангов	средний ранг
2- генерация, 2-я линия: 23	4	3	2	9	0,60
24	1	5	5	11	0,73
25	3	2	1	6	0,40
26	2	1	4	7	0,47
27	5	4	3	12	0,80
3-я генерация, 1-я линия: 28	3	4	6	13	0,62
29	7	6	3	16	0,76
30	6	5	4	15	0,71
31	1	3	5	9	0,43
32	2	7	7	16	0,76
33	4	1	2	7	0,67
34	3	2	1	6	0,29

Одним из важнейших компонентов внутренней среды позвоночных является глюкоза, которая потребляется организмом непосредственно или

откладывается (главным образом в печени) в органах и тканях предварительно про запас в виде гликогена. В отличие от высших позвоночных животных у рыб не обнаруживается строго постоянства содержания сахара в крови и гликогена в печени. Содержание их колеблется в широком диапазоне, в зависимости от интенсивности обмена веществ, пола, возраста. В летний период, как правило, содержание сахара значительно выше, чем в осенне-зимний период. Это видимо, связано со снижением интенсивности обмена веществ в зимний период жизни рыб. Количество сахара в крови рыбы сильно меняется в зависимости от интенсивности питания и вообще от характера обмена веществ, от физиологического состояния. На концентрацию сахара в крови оказывают большое влияние условия содержания рыб. Однако разные авторы указывают на различный характер этого влияния. Например, некоторые считают, что количество сахара увеличивается в крови рыб, содержащихся в садках и аквариумах, а другие отмечают понижение сахара у осетровых рыб при выдерживании их в бассейнах. На концентрацию сахара в крови оказывают большое влияние условия содержания рыб. Однако разные авторы указывают на различный характер этого влияния. Например, некоторые считают, что количество сахара увеличивается в крови рыб, содержащихся в садках и аквариумах, а другие отмечают понижение сахара у осетровых рыб при выдерживании их в бассейнах [7,11]. Уровень глюкозы и кетоновых тел в крови характеризуют энергетическую эффективность рационов кормления для биосинтетических процессов в организме животных.

Увеличение содержания глюкозы в крови годовиков по сравнению с сеголетками, является неблагоприятным признаком, свидетельствующим о том, что рыба ослаблена и, по-видимому, нуждается в кормлении, т.к. увеличение содержания сахара в крови наблюдается при усилении углеводного обмена, когда в кровь поступает глюкоза из запасных депо [12].

После зимовки у опытных годовиков наблюдается повышенное содержание глюкозы в сыворотке крови, колебания составляют от 5,20 ммоль/л (семья 27) до 16,75 ммоль/л (семья 24) (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) селекционных семей карпа

Генерация, линий, семья	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
2- генерация, 2-я линия: 23	6,77±0,46	21,5	8,25±0,70	26,9	-1,48	1,76	≈0,1
24	8,02±0,50	19,9	16,75±0,38	26,1	-8,73	13,90	<0,001
25	11,03±0,61	17,5	21,18±1,86	27,8	-10,15	5,18	<0,001
26	5,38±0,47	27,9	8,19±0,43	16,9	-2,81	4,41	<0,001
27	4,21±0,32	21,6	5,20±0,50	30,2	-0,99	1,66	>0,1
\bar{x}	7,08±0,22	21,7	11,91±0,43	25,6	-4,82	9,98	<0,001
3-я генерация, 1-я линия: 28	11,97±0,55	14,9	28,72±1,47	16,2	16,75	10,67	<0,001
29	12,35±0,86	22,1	24,38±1,92	25,0	12,03	6,15	<0,001
30	8,59±0,42	15,3	10,80±0,73	21,4	2,21	2,57	<0,02
31	13,41±1,02	24,1	17,74±1,42	25,3	4,33	2,47	<0,05
32	14,21±1,15	25,7	31,42±1,67	14,8	17,21	8,48	<0,001
33	11,11±0,86	24,0	21,54±0,77	11,4	10,43	3,03	<0,01
34	10,56±0,70	21,2	14,88±1,37	29,1	4,32	2,80	<0,02
\bar{x}	11,74±0,37	21,1	21,35±0,52	20,5	7,25	11,36	<0,001

Средний уровень содержания глюкозы у сеголетков составляет 7,08 ммоль/л, у годовиков – 11,91 ммоль/л. Содержание глюкозы оказалось значительно выше нормы – 2,53-3,58 ммоль/л.

В 3-ей генерации 1-ой линии содержание глюкозы у сеголетков в среднем составило от 8,59 до 14,21 ммоль/л, у годовиков от 10,80 до 28,72 ммоль/л, что выше, чем в предыдущем варианте опыта. Очевидно, это указывает на неблагоприятные условия содержания, прежде всего сеголетков.

Изменения содержания глюкозы у селекционных семей до и после зимовки (сеголеток – годовик) значительно варьирует во второй линии от 0,99 ммоль/л (семья 27) до 10,15 ммоль/л (семья 25), составляя в среднем 4,82 ммоль/л. У семей 24, 25, 26 различия весенних и осенних показателей статистически достоверны. В первой линии минимальные отличия годовиков от сеголетков наблюдали у семьи 30 (2,21 ммоль/л), максимальные у семьи 32 (17, 21 ммоль/л). У всех семей 3-ей генерации 1-ой линии различия между сеголетками и годовиками статистически достоверны.

Комплексная оценка содержания глюкозы указывает на примерную равноценность селекционных семей 2-ой линии (таблица 4). Вероятно, семья 25 со средним рангом 0,47 имеет некоторое преимущество.

Таблица 4 – Ранжирование семей зеркального карпа по содержанию глюкозы в сыворотке крови сеголетков и годовиков

Генерация, линий, семья	Ранги				
	0+	1.	d	сумма	средний ранг
2- генерация, 2-я линия: 23	3	3	2	8	0,53
24	2	2	4	8	0,53
25	1	1	5	7	0,47
26	4	4	3	11	0,73
27	5	5	1	11	0,73
3-я генерация, 1-я линия: 28	4	6	6	16	0,76
29	5	5	5	15	0,71
30	1	1	1	3	0,14
31	6	3	3	12	0,57
32	7	7	7	21	1,00
33	3	4	4	9	0,43
34	2	2	2	6	0,29

В генерации 1-ой линии наиболее оптимальное соотношение глюкозы установлено у семей 30 (средний ранг 0,14), 34 (0,29), 33 (0,43).

Ряд исследований посвящены выявлению роли липидов в тканевом обмене и функционировании клеточных мембран [12, 13, 14]. В процессе некоторых исследований было установлено, что образ жизни рыб откладывает существенный отпечаток на уровень и распределение липидов в их тканях, характер динамики на протяжении годового и жизненного циклов, физико-химические характеристики липидов, их фракционный и жирнокислотный составы. В процессе этих исследований было установлено, что образ жизни рыб откладывает существенный отпечаток на уровень и распределение липидов в их тканях, характер динамики на протяжении годового и жизненного циклов, физико-химические характеристики липидов, их фракционный и жирнокислотный составы [1].

У селекционируемого белорусского зеркального карпа минимальное содержание холестерина в сыворотке крови сеголетков 2-ой линии составило 4,92 ммоль/л (семья 24), максимальное 13,11 (семья 27) (таблица 5). У сеголетков 1-ой линии содержание холестерина в сыворотке крови в среднем составило 6,72 ммоль/л с колебаниями от 5,29 (семья 32) до 8,29 ммоль/л (семья 29). Достаточным считают уровень содержания холестерина 3,04 – 4,85 ммоль/л, следовательно, у изученных сеголетков уровень холестерина в сыворотке крови выше рекомендованных величин, а у годовиков примерно ему соответствует.

Содержание холестерина в сыворотке крови годовиков 2-ой линии изменялось от 3,89 (семья 23) до 5,04 ммоль/л (семья 27), в 1-ой линии этот показатель колебался от 2,92 ммоль/л (семья 32) до 7,95 ммоль/л (семья 31), что в целом соответствует рекомендованным значениям. Средний уровень этого показателя для селекционных годовиков 2-ой линии, составил 4,56 ммоль/л и 2,73 1-ой линии. За зимний период у годовиков второй линии по сравнению с сеголетками, содержание холестерина в сыворотке крови снизилось на 0,65 – 8,07 ммоль/л, в первой – на 0,03-5,06. Установленные различия статистически

достоверны для семей 26 и 27 второй линии и всех семей кроме 31 в первой линии.

Таблица 5 – Содержание холестерина в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) селекционных семей карпа

Гибрид (n=10)	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
2- генерация, 2-я линия: 23	5,24±0,53	32,2	3,89±0,49	17,4	-1,35	-1,87	>0,1
24	4,92±0,32	20,7	4,27±0,21	15,9	-0,65	-1,69	<0,1
25	9,70±0,91	29,8	4,93±0,31	19,8	-4,77	-4,96	>0,1
26	12,37±0,88	22,6	4,65±0,32	21,5	-7,72	-8,24	<0,001
27	13,11±0,84	20,3	5,04±0,40	25,2	-8,07	-8,67	<0,001
\bar{x}	9,07±0,32	25,1	4,56±0,13	20,0	-4,51	13,06	<0,001
3-я генерация, 1-я линия: 28	7,20±0,62	27,6	3,07±0,19	20,4	-4,13	6,36	<0,001
29	8,29±0,82	31,3	3,21±0,12	12,4	5,06	6,12	<0,001
30	5,64±0,31	27,5	4,65±0,38	25,9	0,99	4,09	<0,001
31	7,98±0,65	25,9	7,95±0,59	23,7	0,03	0,03	>0,1
32	5,29±0,47	28,3	2,92±0,25	27,1	1,37	4,45	<0,001
33	5,92±0,51	27,3	3,10±0,26	26,9	2,82	4,92	<0,001
34	6,74±0,55	26,2	3,04±0,25	20,4	3,70	6,12	<0,001
\bar{x}	6,72±0,22	27,7	3,99±0,11	22,4	2,73	45,12	<0,001

В результате комплексной оценки содержания холестерина в сыворотке крови у сеголетков, годовиков и изменения этого показателя за зимовку установлено, что в целом повышенным содержанием холестерина в сыворотке

крови во 2-ой линии характеризовались семьи 27 и 25 со средними рангами 0,47 и 0,53 соответственно (таблица 6). В 1-ой линии преимуществами обладали семьи 31 и 30 со средними рангами 0,19 и 0,48 соответственно.

Таблица 6 – Ранжирование семей зеркального карпа по содержанию холестерина в сыворотке крови сеголетков и годовиков

Селекционная семья	Ранги				
	0+	1.	d	сумма рангов	средний ранг
2- генерация, 2-я линия: 23	5	4	2	11	0,73
24	4	5	1	10	0,67
25	2	3	3	8	0,53
26	3	2	4	9	0,60
27	1	1	5	7	0,47
3-я генерация, 1-я линия: 28	3	5	6	14	0,67
29	1	3	7	11	0,52
30	6	2	2	10	0,48
31	2	1	1	4	0,19
32	7	7	3	17	0,81
33	5	4	4	11	0,52
34	4	6	5	15	0,71

Выводы

1. Физиологическое состояние младших ремонтных групп селекционного зеркального карпа оценивали с помощью биохимического исследования сыворотки крови по основным показателям: содержание общего белка, глюкозы, холестерина.

2. Комплексная оценка по выявлению оптимального уровня содержания общего белка сыворотки крови указала на преимущество во второй линии сеголетков и годовиков семей 25 и 26, а в первой линии семей 31 и 34.

3. Изменения содержания глюкозы у селекционных семей до и после зимовки (сеголеток – годовик) значительно варьирует во второй линии от 0,99 ммоль/л (семья 27) до 10,15 ммоль/л (семья 25), составляя в среднем 4,82 ммоль/л, в первой от 2,21 ммоль/л до 17,21 ммоль/л, составляя в среднем 7,25 ммоль/л. Комплексная оценка содержания глюкозы указывает на то, что семьи 25, 30 и 34 вероятно имеет некоторое преимущество по данному показателю.

4. Содержание холестерина в сыворотке крови у годовиков снижено по сравнению с сеголетками. В первой селекционной линии средний уровень различий составил 2,73 ммоль/л, во 2-ой линии 4,51 ммоль/л. По содержанию холестерина некоторыми преимуществами отличались семьи 30 и 31, во 2-ой линии – семья 27.

Список использованных источников

1. Краюшкина, Л. С. Функциональная морфология хлоридсекретирующих клеток у рыб в связи с их эколого-физиологическим значением / Л. С. Краюшкина // Обмен веществ и биохимия рыб : [сб. ст.] / АН СССР, М-во рыб. хоз-ва, Ихтиол. комис. ; под ред. Г. С. Карзинкина. – М., 1967. – С. 65–73.

2. Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб : [сб. ст.] / АН ЛитССР, Ин-т зоологии и паразитологии, М-во рыб. хоз-ва СССР, Ихтиол. комис. ; под ред. Ю. В. Вирвицкас. – Вильнюс : [б. и.], 1988. – 286 с.

3. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. – М. : МГУ, 1962. – 444 с.

4. Проссер, Л. Сравнительная физиология животных / Л. Проссер, Ф. Браун ; под ред. Г. Д. Смирнова. – М. : Мир, 1967. – 788 с.

5. Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб / под ред. Ю.В. Вирбицкас и др. //Вильнюс. - 1988 – 286 с.

6. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси ; сост.: В. В. Кочиц [и др.] ; под общ. ред. В. В. Кончица. – Минск : Тонпик, 2006. – 331 с.
7. Справочник по физиологии рыб / А. А. Яржомбек [и др.] ; под общ. ред. А. А. Яржомбека. – М. : Агропромиздат, 1986. – 192 с.
8. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы / В. В. Лиманский [и др.]. – М. : [б. и.], 1984. – 59 с.
9. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 2-е, испр. – Минск, 1973. – С. 24–53.
10. К методике определения рыбохозяйственной ценности отдельных групп рыб методом ранжирования / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 45–55.
11. Аминова, В. А. Физиология рыб : учебник / В. А. Аминова, А. А. Яржомбек. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.
12. Дударенко, Л. С. Физиологические показатели селекционируемых линий лахвинского и тремлянского карпов / Л. С. Дударенко, Е. В. Таразевич, А. П. Семенов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1996. – Вып. 14. – С. 146–150.
13. Fish physiology / ed.: W. Hoar, D. Randal. – New York ; London : Academic Press, 1972. – Vol. 5 : Sensory systems and electric organs. – 482 p.
14. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб : учеб. пособие / Н. С. Строганов ; ред. С. Н. Скадовский. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1962. – Т. 1. – 444 с.
15. Chalupoa, Z. P. Metabolism bilkovin u ryb. Studia o srovavacl fislologii metabolismu, Praha / Z. Chalupoa, P. Dlazka // - 1968. – P. 139-143.

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ МЛАДШЕГО РЕМОНТА
ЧИСТОПОРОДНЫХ КАРПОВ**

*Я. И. Шейко, Ю. И. Рудый, С. В. Кралько, Е. А. Савичева, М. В. Книга,
Т. Ф. Войтюк, Т. П. Макарова, В. В. Корнеев*

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

**DYNAMIC PATTERN OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL
INDICATORS OF BLOOD SERUM WITHIN THOROUGHBRED CARP
JUNIOR REPLACEMENT STOCK**

*J. Sheiko, Y. Rydyi, S. Kralko, E. Savicheva, M. Kniga,
T. Voytuk, T. Makarova, V. Karneyev*

*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. В результате исследования содержания общего белка, холестерина и глюкозы в сыворотке крови у сеголетков и годовиков карпа разной породной принадлежности белорусской и зарубежной селекции установлены изменения физиолого-биохимических показателей у годовиков по сравнению с сеголетками. Отмечены преимущества отводки смеси зеркальная изобелинского карпа среди белорусских линий и сарбоянского карпа среди импортных пород.

Ключевые слова: породы и линии карпа, сеголеток, годовик, сыворотка крови, общий белок, холестерин, глюкоза.

Resume. In the issue of surveying the content of crude protein, cholesterol and glucose in blood serum with underyearlings and yearlings of the carps pertaining to various breeds of both belarussian and foreign selection there were ascertained some changes in physiological and biochemical indicators with underyearlings in comparison with yearlings. There were specified some advantages specific for slip incorporating the mix of mirror Isobelino carp amongst belarussian lines and Sarboyan carp amongst imported breeds.

Key words: Carp breeds and lines, underyearling, yearling, blood serum, crude protein, cholesterol, glucose.

Введение. Выращиванием рыб в прудах человек занимается в течение многих столетий, но процесс формирования пород рыб по существу начался

недавно. У традиционного объекта товарного рыбоводства – карпа имеется сравнительно небольшое количество пород. Селекция карпа в большинстве случаев ограничена малым числом поколений направленного отбора и охватывает небольшое количество признаков [1].

Кровь, будучи внутренней средой организма, содержит в плазме белки, углеводы (гликоген, глюкоза и др.) и другие вещества, играющие большую роль в энергетическом и пластическом обмене, в создании защитных свойств. Уровень этих веществ в крови зависит от биологических особенностей рыб и абиотических факторов, а подвижность состава крови позволяет использовать ее показатели для оценки физиологического состояния. [2]

Важными показателями, характеризующими качество линий, отводок, пород кара, является их средняя масса и выживаемость, особенно у сеголетков и двухлетков [3]. Поскольку организм является целостной системой, его физиолого-биохимические особенности не могут не оказать влияние на итоговый результат выращивания рыбы. Норма биологических показателей с возрастом меняется, зависит от погоды, сезона, особенностей технологического процесса [4]. Следовательно, необходимо проводить постоянный мониторинг физиологического состояния, рассматривать полученные результаты во временной динамике и во взаимосвязи с другими рыбоводно-биологическими показателями.

Материал и методика. Работы по формированию коллекционного генофонда карпа белорусской и зарубежной селекции проводились на базе селекционно-племенного участка «Изабелино» Молодечненского района Минской области.

Объектами исследований являлись сеголетки и годовики разной породной принадлежности, выращенные одновременно в сходных по гидрохимическим условиям прудах с одинаковым режимом кормления и санитарно-профилактических мероприятий. Выращивание сеголетков каждой исследуемой группы проводили с двукратной повторностью в малых прудах площадью 0,09-0,39 га. Плотность зарыбления для сеголетков составляла 30

тыс. экз./га. Годовики разной породной принадлежности после серийного механического мечения размещали на зимовку совместно в один пруд [5].

В крови определяли содержание общего белка, холестерина и глюкозы. Кровь у сеголетков и годовиков отбирали непосредственно из сердца. Сыворотку крови получали без стабилизации, когда образовался сгусток (фибрин + форменные элементы), путем ее отсасывания или центрифугирования. Сыворотка – это дефибрированная плазма. При отстаивании крови на холоде или при центрифугировании происходит разделение крови на жидкую часть (плазму) и на осадок, состоящий из форменных элементов [6].

Физиологической нормой для карпа считают: содержание в сыворотке крови белка не менее 35 г/л, сахар крови (глюкоза – 2,53 - 3,58 ммоль/л), холестерина – 3,04-4,85 ммоль/л [7].

Достоверность различий содержания белка, глюкозы, холестерина в сыворотке крови сеголетков и годовиков определяли с помощью нормированного отклонения (t). При определении достоверности различий использовали критерии значимости: $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$ [8]. Объем выборки для определения концентрации общего белка в сыворотке крови составляет по 10 экз. сеголетков из каждой семьи.

Обсуждение результатов исследований. Одним из важных вопросов при изучении биохимии рыб является исследование белков крови. Функциональное значение этой группы белков огромно, так как они имеют отношение не только к патогенным началам, но и к поддержанию постоянства внутренней среды, к поддержанию водно-солевого равновесия в организме. «Белковый спектр» сыворотки крови может не только дать представление об особенностях экологии различных видов рыб, но и послужить основанием для суждения о степени родства тех или иных групп, что имеет немаловажное значение для систематики рыб [9].

По своему химическому составу кровь рыб мало отличается от крови других позвоночных животных, однако в отношении количества входящих

компонентов различия существуют. Так, содержание общего белка в сыворотке крови показывают, что колебание общего белка у некоторых видов рыб колеблется в пределах от 1 до 8 мг%. По литературным данным, концентрация белка в сыворотке крови варьирует в зависимости от сезона.

Судя по анализу данных соотношения отдельных фракций сыворотки крови, от лета к осени у всех изученных видов относительное содержание альбуминов значительно снижается [10, 11].

Относительное постоянство многих физиологических параметров крови является обязательным условием нормальной жизнедеятельности клеток и органов животного. Гомеостаз внутренней среды обеспечивается работой сложных регулирующих систем, нарушение которых приводит к глубокому расстройству многих функций организма и может вызвать летальный исход [12]. Известно, что сеголетки, в отличие от карпов старших возрастов, плохо переносят зимовку в северо-западных районах.

Начиная с осени, с понижением температуры воды карп перестает питаться и в течение всей зимы не принимает пищу. В качестве основной причины массовой гибели сеголетков карпа в период зимовки часто выдвигают истощение рыб [13]. У сеголетков и двухлетков карпа в ходе зимовки были изучены некоторые физиологические параметры крови, которые в летний период находятся в состоянии динамического равновесия [14].

Относительное постоянство многих физиологических параметров крови является обязательным условием нормальной жизнедеятельности клеток и органов животного. Гомеостаз внутренней среды обеспечивается работой сложных регулирующих систем, нарушение которых приводит к глубокому расстройству многих функций организма и может вызвать летальный исход. Исследование показателей, отражающих физиологический статус организма, возможно использовать при оценке состояния младших групп ремонта коллекционных пород карпа, особенно на этапах до и после зимовки.

Содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков линий карпа белорусской селекции, колебалось в пределах от 22,25 г/л (лахвинский зеркальный) до 39,35 г/л (лахвинский чешуйчатый) (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности

Породная принадлежность	0+		1.		d		Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	г/л	%	t	P
столин XVIII	39,30±2,37	19,0	21,85±1,56	22,4	17,45	44,4	6,15	<0,001
смесь зеркальная	31,20±2,40	24,5	17,90±1,50	26,5	13,30	43,6	4,70	<0,001
лахвинский зеркальный	22,25±1,87	26,6	12,82±0,96	23,7	9,43	42,4	4,48	<0,001
лахвинский чешуйчатый	39,35±1,69	18,2	23,48±1,88	25,3	15,87	40,3	6,27	<0,001
\bar{x}, белорусские линии	33,03±1,15	22,1	19,01±0,74	24,5	14,01	42,4	10,24	<0,001
югославский	35,80±2,90	25,6	20,94±1,71	25,9	14,86	41,5	4,41	<0,001
фресинет	34,40±2,28	21,0	17,68±1,34	23,8	16,72	49,0	6,32	<0,001
немецкий	32,51±3,00	29,2	19,97±1,02	26,2	12,54	38,6	3,95	<0,001
сарбоянский	30,69±2,24	30,3	19,33±1,68	27,5	11,36	37,0	4,06	<0,001
\bar{x}, импортные породы	33,35±1,40	26,5	19,48±0,79	25,9	13,87	41,6	8,63	<0,001

Из отводок изобелинского карпа повышенным содержанием общего белка сыворотки крови у сеголетков отличалась чешуйчатая отводка столин XVIII. То есть у чешуйчатых линий карпа двух белорусских пород лахвинского

и изобелинского содержание белка оказалось выше, чем у зеркальных. Из импортных пород повышенное содержание общего белка в сыворотке крови установлено у югославского карпа и фресинета (35,80 и 34,40 г/л соответственно). Существенных различий между сеголетками белорусских и импортных пород по содержанию белка в сыворотке крови не установлено (33,03 и 33,35 г/л соответственно). Следует отметить, что согласно рекомендованному нормативу концентрация общего белка в сыворотке крови соответствовали лишь чешуйчатые линии карпа белорусской и селекции, и югославского карпа.

Содержание белка в сыворотке крови годовиков линий белорусской селекции колебалась от 12,82 г/л (лахвинский зеркальный) до 23,48 г/л (лахвинский чешуйчатый). У импортных коллекционных пород четвертого поколения, выращенных в условиях Беларуси минимальное количество белка сыворотки крови обнаружено у фресинета (17,68 г/л), максимальная у югославского карпа (20,94 г/л). Средний уровень рассмотренного показателя у белорусских и импортных пород различается незначительно (19,01 и 19,48 г/л).

Потери белка сыворотки крови за зимовку у белорусских линий колебались в пределах от 9,43 г/л (лахвинский зеркальный) до 17,45 г/л (столин XVIII). У импортных пород минимальное изменение содержания общего белка отмечено у сарбоянского карпа (11,36 г/л), максимальная у фресинета (16,72 г/л). Отличия между сеголетками и годовиками по содержанию белка в сыворотке крови статистически достоверны. Для объективной оценки, изменения содержания белка в сыворотке крови у годовиков по сравнению с сеголетками, выражали в процентах. В результате оказалось, что меньшая потеря общего белка сыворотки крови у лахвинского чешуйчатого карпа (40,3 %), а большая у отводки изобелинского карпа столин (44,4 %). У коллекционных импортных пород снижение содержания общего белка в сыворотке крови установлено у сарбоянского карпа (37,0 %), а максимальное снижение установлено у фресинета (49,0 %). У импортных пород изменение

содержания общего белка несколько ниже, чем у белорусских линий, но отличия не значительны (41,6 против 42,4 %).

В отличие от высших позвоночных животных, у которых количество сахара в крови колеблется в очень узких пределах, у рыб эти колебания могут быть очень значительными даже у одного и того же экземпляра. Основная причина – количество сахара в крови рыбы сильно меняется в зависимости от интенсивности питания и вообще от характера обмена веществ, от физиологического состояния.

На концентрацию сахара в крови оказывают большое влияние условия содержания рыб. Однако разные авторы указывают на различный характер этого влияния. Например, некоторые считают, что количество сахара увеличивается в крови рыб, содержащихся в садках и аквариумах, а другие отмечают понижение сахара у осетровых рыб при выдерживании их в бассейнах [15]. Количество сахара увеличивается, если осетровых рыб беспокоить, например, во время облова. По-видимому, уменьшение движения у рыб приводит к уменьшению сахара в крови, а увеличение движения – к увеличению концентрации сахара. По мнению некоторых исследователей, связь концентрации сахара в крови со степенью активности рыбы (подвижностью) во многих случаях находит прямое подтверждение. Эта связь, по-видимому, часто затушевывается изменениями обмена веществ при нарушении внешней среды во время исследования рыбы. Наблюдается изменение концентрации сахара в крови в онтогенезе рыбы в зависимости от пола и половой активности.

Содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков белорусских линий колебалось в пределах от 12,37 ммоль/л (лахвинский чешуйчатый) до 18,21 ммоль/л у зеркальной линии лахвинского карпа (таблица 2).

Среди импортных пород минимальное содержание глюкозы в сыворотке крови установлено у фресинта (15,72 ммоль/л), максимальное у югославского карпа (16,86 ммоль/л). В целом, у импортных пород содержание глюкозы несколько выше, чем у белорусских (16,53 против 15,60 ммоль/л). У годовиков происходит снижение содержания глюкозы в сыворотке крови. Среди

импортных пород пониженное содержание глюкозы в сыворотке крови наблюдалось у югославского карпа (4,68 ммоль/л), а повышенная у немецкого карпа (9,90 ммоль/л). В среднем содержание глюкозы в сыворотке крови у годовиков карпа белорусской и зарубежной селекции отличаются незначительно (7,20 и 7,34 ммоль/л). Среди годовиков белорусских пород минимальное количество глюкозы обнаружено у чешуйчатой линии лахвинского чешуйчатого карпа (5,28 ммоль/л), максимальное у отводки изобелинского карпа смесь зеркальная (9,58 ммоль/л).

Таблица 2 – Содержание глюкозы в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности (n=10)

Породная принадлежность	0+		1.		d		Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	ммоль/л	%	t	P
столин XVIII	16,18±1,28	25,1	5,77±0,58	31,8	10,41	64,3	7,40	<0,001
смесь зеркальная	15,64±1,36	27,5	9,58±0,84	28,1	6,06	40,3	3,79	<0,001
лахвинский зеркальный	18,21±1,63	28,3	8,15±0,69	26,8	10,06	55,2	5,68	<0,001
лахвинский чешуйчатый	12,37±1,09	27,9	5,28±0,51	31,6	7,09	57,3	5,89	<0,001
\bar{x}, белорусские линии	15,60±0,67	27,2	7,20±0,34	29,6	8,41	53,9	11,20	<0,001
югославский	16,86±1,42	26,6	4,68±0,21	14,3	12,18	72,2	8,48	<0,001
фресинет	15,72±1,41	28,3	5,28±0,51	31,6	10,44	66,4	6,96	<0,001
немецкий	16,80±1,45	26,9	9,90±0,90	28,8	6,90	41,1	4,04	<0,001
сарбоянский	16,75±1,41	26,6	9,50±0,75	25,0	7,25	43,3	4,54	<0,001
\bar{x}, импортные породы	16,53±0,71	27,1	7,34±0,29	24,9	9,19	55,6	11,98	<0,001

Изменение содержания глюкозы в сыворотке крови в зимний период колеблется в значительных пределах у белорусских линий от 6,06 ммоль/л (смесь зеркальная) до 10,41 ммоль/л (столин XVIII), у импортных пород от 6,90 ммоль/л (немецкий карп) до 12,18 (югославский карп). В среднем величины отличий содержания глюкозы в сыворотке крови у годовиков от сеголетков составляют 8,41 (белорусские породы) против 9,19 ммоль/л (импортные породы). Отличия статистически достоверны. Отклонение содержания глюкозы в сыворотке крови у годовиков от сеголетков в процентах среди белорусских пород составило от 40,3% (смесь зеркальная) до 64,3 % (столин XVIII). Отклонение содержания глюкозы в сыворотке крови среди импортных пород составило от 41,1 % (немецкий карп) до 72,2 % (югославский карп). Средний уровень отклонения содержания глюкозы в сыворотке крови у импортных пород несколько выше, чем у белорусских (55,6 против 53,9 %).

Жировые вещества крови, по всей вероятности, могут служить показателем физиологического состояния, но в настоящее время их тестовые значения не разработаны. У сеголетков белорусских линий (отводок) содержание холестерина составило 5,06 ммоль/л, с колебаниями от 4,10 у лахвинского зеркального карпа до 7,39 ммоль/л у отводки изобелинского карпа столин XVIII (таблица 3).

У импортных пород минимальное количество холестерина отмечено у фресинета (3,62 ммоль/л), максимальное у немецкого карпа (7,40 ммоль/л). Средний уровень содержания холестерина у импортных пород несколько выше, чем у белорусских линий (5,79 против 5,06 ммоль/л). У годовиков белорусской селекции низкое содержание холестерина отмечено у зеркальной линии лахвинского карпа (2,78 ммоль/л), максимальное – у отводки изобелинского карпа столин XVIII (5,84 ммоль/л). У импортных пород среди годовиков меньше содержание холестерина в сыворотке крови обнаружено у фресинета (2,23 ммоль/л), а относительно более высокое у югославского карпа (4,25 ммоль/л). За зимний период произошло снижение содержания холестерина в сыворотке крови годовиков по сравнению с сеголетками. Отличия в основном

статистически достоверны, за исключением отводки столин XVIII. Отклонения данного показателя у белорусских линий, выраженное в процентах составило от 18,9 ммоль/л (смесь зеркальная) до 32,2 % лахвинский зеркальный), у импортных пород меньшая потеря холестерина за зимовку обнаружено у сарбоянского карпа (28,7 ммоль/л), а большее у немецкого карпа (55,1 %).

Таблица 3 – Содержание холестерина в сыворотке крови сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности (n=10)

Породная принадлежность	0+		1.		d		Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	ммоль/л	%	t	P
столин XVIII	7,39±0,77	32,8	5,84±0,50	27,3	21,0	1,55	1,68	>0,1
смесь зеркальная	4,50±0,24	16,6	3,65±0,22	18,9	18,9	0,85	2,61	<0,02
лахвинский зеркальный	4,10±0,22	16,8	2,78±0,18	20,7	32,2	1,32	4,64	<0,001
лахвинский чешуйчатый	4,26±0,36	26,6	3,06±0,24	25,3	28,2	1,20	2,77	<0,02
\bar{x}, белорусские линии	5,06±0,19	23,2	3,83±0,14	23,1	24,3	1,23	5,21	<0,001
югославский	6,70±0,40	18,7	4,25±0,29	21,4	36,6	2,45	4,95	<0,001
фресинет	3,62±0,20	17,5	2,23±0,13	18,9	38,4	1,39	5,82	<0,001
немецкий	7,40±0,77	32,8	3,32±0,28	26,9	55,1	4,08	4,98	<0,001
сарбоянский	5,44±0,53	31,0	3,88±0,34	27,5	28,7	1,56	2,48	<0,05
\bar{x}, импортные породы	5,79±0,23	25,0	3,42±0,13	23,7	40,9	2,37	8,98	<0,001

Принято считать, что чем меньше различия между сеголетками и годовиками, тем благоприятнее условия зимовки. Поскольку весь младший ремонт разного породного происхождения зимовал совместно в одном пруду условия среды для всех пород и линий одинаковые. Следовательно, можно допустить, что обнаруженные отличия обусловлены породными особенностями.

Комплексная оценка методом ранжирования [5] позволила установить преимущества отводки смесь зеркальная (средний ранг 0,42) среди белорусских линий и сарбоянского и немецкого карпа среди импортных пород (средний ранг 0,33 и 0,58) (таблица 4).

Таблица 4 - Ранжирование отклонений (%) физиолого-биохимических показателей у годовиков по сравнению с сеголетками у карпов разной породной принадлежности

Породная принадлежность	Ранг по			Сумма рангов	Средний ранг
	белку	глюкозе	холестерину		
столин XVIII	4	4	2	10	0,83
смесь зеркальная	3	1	1	5	0,42
лахвинский зеркальный	2	2	4	8	0,67
лахвинский чешуйчатый	1	3	3	7	0,58
югославский	3	4	2	9	0,75
фресинет	4	3	3	10	0,83
немецкий	2	1	4	7	0,58
сарбоянский	1	2	1	4	0,33

Выводы

1. В результате исследования физиолого-биохимических показателей установлено, что повышенным содержанием общего белка сыворотки крови у сеголетков отличалась чешуйчатая отводка изобелинского карпа столин XVIII и

чешуйчатая линия лахвинского карпа. То есть у чешуйчатых линий карпа двух белорусских пород лахвинского и изобелинского содержание белка оказалось выше, чем у зеркальных. Из импортных пород повышенное содержание общего белка в сыворотке крови сеголетков обнаружено у югославского карпа и фресинета. Существенных различий между сеголетками белорусских и импортных пород по содержанию белка в сыворотке крови не установлено (33,03 и 33,35 г/л соответственно). За зимний период произошло снижение содержания общего белка в сыворотке крови. Отличия между сеголетками и годовиками по содержанию белка в сыворотке крови статистически достоверны. В результате сравнительной оценки сеголетков и годовиков оказалось, что меньшая потеря общего белка сыворотки крови у лахвинского чешуйчатого карпа (40,3 %), а большая – у отводки изобелинского карпа столин XVIII (44,4 %). У коллекционных импортных пород минимальное снижение содержания общего белка в сыворотке крови установлено у сарбоянского карпа (37,0 %), а максимальное снижение установлено у фресинета (49,0 %).

2. Средний уровень содержания глюкозы в сыворотке крови у годовиков карпа белорусской и зарубежной селекции отличаются незначительно (7,20 и 7,34 ммоль/л). Отклонение содержания глюкозы в сыворотке крови у годовиков от сеголетков составило от 41,1 % у немецкого карпа до 72,2 % у югославского карпа.

3. Средний уровень содержания холестерина у импортных пород несколько выше, чем у белорусских линий (5,79 против 5,06 ммоль/л). За зимний период произошло снижение содержания холестерина в сыворотке крови годовиков по сравнению с сеголетками.

4. Комплексная оценка изменения физиолого-биохимических показателей у годовиков по сравнению с сеголетками методом ранжирования позволила установить преимущества отводки смеси зеркальная среди белорусских линий и сарбоянского карпа среди импортных пород.

Список использованных источников:

1. Кирпичников, В. С. Генетические основы селекции рыб / В. С. Кирпичников. – Л. : Наука, 1979. – 391с.

2. Анисимова, И. М. Ихтиология : учеб. пособие / И. М. Анисимова, В. В. Лавровский. – М. : Высш. шк., 1983. – 210 с.
3. Мамонтов, Ю. П. Одомашнивание и селекция карпа / Ю. П. Мамонтов, А. В. Рекубратский // Рыбоводство и рыболовство. – 1998. – № 3/4. – С. 31–33.
4. Аминева, В. А. Физиология рыб : учебник / В. А. Аминева, А. А. Яржомбек. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.
5. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич ; Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск : Топник, 2008. – 224 с.
6. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб : учеб. пособие / Н. С. Строганов ; ред. С. Н. Скадовский. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1962. – Т. 1. – 444 с.
7. Дударенко, Л. С. Физиологические показатели селекционируемых линий лахвинского и тремлянского карпов / Л. С. Дударенко, Е. В. Таразевич, А. П. Семенов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1996. – Вып. 14. – С. 146–150.
8. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 2-е, испр. – Минск, 1973. – С. 24–53.
9. Стребкова, Т. П. Влияние сезона и условий выращивания на белковую картину крови чешуйчатых карпов / Т. П. Стребкова, А. Г. Кудряшов // Эколого-физиологические особенности крови рыб : [сб. ст.] / Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных ; отв. ред. П. А. Коржуев. – М., 1968. – С. 103–110.
10. Маляревская, А. Я. Азотистый обмен у карпа и его изменение с возрастом и условиями выращивания : автореф. дис. канд. биол. наук / А. Я. Маляревская ; Днепропетр. гос. ун-т. – Днепропетровск : [б. и.], 1955. – 15 с.

11. Сорвачев, К. Ф. Изменение белков сыворотки крови карпа во время зимовки / К. Ф. Сорвачев // Биохимия. – 1957. – Т. 22, вып. 5. – С. 872–878.

12. Краюшкина, Л. С. Функциональная морфология хлоридсекретирующих клеток у рыб в связи с их эколого-физиологическим значением / Л. С. Краюшкина // Обмен веществ и биохимия рыб : [сб. ст.] / АН СССР, М-во рыб. хоз-ва, Ихтиол. комис. ; под ред. Г. С. Карзинкина. – М., 1967. – С. 65–73.

13. Поляков, Г. Д. Истощение как одна из причин гибели сеголетков карпа во время зимовки / Г. Д. Поляков // Труды совещания по физиологии рыб, Москва, 3–4 февраля 1956 г. / Ихтиол. комис. АН СССР, Моск. гос. ун-т ; ред.: Г. С. Карзинкин, Г. А. Малюкина. – М., 1957. – С. 255–259.

14. О нарушении постоянства внутренней среды у сеголетков карпа под влиянием низкой температуры в период зимовки / И. Н. Остроумова [и др.] // Современные вопросы экологической физиологии рыб : [сб. ст.] / АН СССР, Ин-т биологии внутр. вод, Науч. совет по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биол. ресурсов водоемов ; отв. ред. Н. С. Строганов. – М., 1979. – С. 246–248.

15. Попов, О. П. Особенности жирового обмена и количественная характеристика крови сазана, карпа и их гибридов / О. П. Попов // Биохимическая генетика рыб : материалы 1 Всесоюз. совещ., Ленинград, 6–9 февр. 1973 г. / Ин-т цитологии АН СССР ; редкол.: В. С. Кирпичников, А. С. Трошин, И. И. Фридлянская. – Л., 1973. – С. 148–159.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКОГО
СОСТАВА ТЕЛА СЕГОЛЕТКОВ И ГОДОВИКОВ КАРПА РАЗНОЙ
ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ**

*Я. И. Шейко, Т. Ф. Войтюк, Ю. И. Рудый, С. В. Кралько, Е. А. Савичева,
М. В. Книга, Т. П. Макарова, В. В. Корнеев*

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

**COMPARISON CHARACTERISTIC OF BIOCHEMICAL COMPOSITION
INDICATIVE TO BODY OF UNDERYEARLINGS AND YEARLINGS OF
CARP APPURTENANT TO VARIOUS BREEDS**

*J. Sheiko, T. Voytuk, Y. Rydyi, S. Kralko, E. Savicheva, M. Kniga,
T. Makarova, V. Karneyev*

*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. В результате сравнительной оценки состава тела сеголетков и годовиков карпа разной породной принадлежности установлены породы, которые обладают преимуществами по сумме трех показателей (содержание сухого вещества у сеголетков и годовиков и изменение его за зимовку).

Ключевые слова: карп, порода, линия, отводка, сеголеток, годовик, состав тела.

Resume. In the issue of comparison assessment of the composition indicative to body of underyearlings and yearlings of carp belonging to various breeds there were ascertained the breeds with some advantages by the amount of three indicatives (content of dry substance with underyearlings and yearlings and its change in hibernation).

Key words: carp, breed, line, slip, underyearling, yearling, body composition.

Введение. Повсеместно нарастающий интерес к исследованию биохимии рыб определяется их огромным хозяйственным значением в качестве источника пищевого белка и для человека и 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 % приходится на растительный белок), а животного белка «водного» происхождения 1,9 %, то есть, 30 % потребляемого человечеством животного белка [1]. По мере увеличения численности населения планеты потребности в животном белке будут постоянно возрастать. Возрастающий дефицит пищевого белка ставит перед необходимостью увеличения объемов вылова рыбы в мировом океане. Однако основной прирост добычи рыбы может быть получен только за счет развития аквакультуры, что также невозможно без разносторонних биохимических исследований различных групп рыб на разных этапах индивидуального развития [2, 3, 4, 5, 6].

Материал и методы исследований. Коллекционный генофонд карпа формируется на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области.

Технологические приемы выращивания младшего ремонта карпа разной породной принадлежности соответствовали общепринятым методам [7, 8].

Исследование химического состава тела сеголетков и годовиков проводили по общепринятой методике А.П. Иванова [9]. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [10]. Объем выборки для определения состава тела составляет по 10 экз. сеголетков из каждой семьи.

Обсуждение результатов исследований. Содержание сухого вещества в теле сеголетков линий белорусской селекции в среднем составило 24,21 %, с колебаниями от 22,50 % у отводки изобелинского карпа смесь зеркальная до 25,90 % у чешуйчатой отводки этого карпа столин XVIII (таблица 1).

Средний уровень содержания сухого вещества у сеголетков четвертого поколения импортных пород, выращенных в условиях Беларуси, составил 24,13 %, с колебаниями от 23,02 % (фресинет) до 24,91 % (немецкий карп). То есть, установленные отличия по содержанию сухого вещества у сеголетков белорусских и импортных пород не значительны. Полученные данные по содержанию сухого вещества в теле сеголетков чистопородного карпа

разной породной принадлежности соответствуют нормативным требованиям (22,0-30,0 %).

Таблица 1 – Содержание сухого вещества в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности (n=10)

Порода/отводка	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
столин XVIII	25,90±0,48	5,9	25,13±0,55	6,9	0,77	1,05	>0,1
смесь зеркальная	22,50±0,43	6,1	23,56±0,47	6,3	1,06	1,66	>0,1
лахвинский зеркальный	23,46±0,39	5,3	21,38±0,41	6,1	2,08	3,67	<0,01
лахвинский чешуйчатый	24,97±0,33	4,2	22,07±0,41	5,9	2,90	5,51	<0,001
\bar{x}, белорусские линии	24,21±0,21	5,4	23,04±0,23	6,3	1,17	3,76	<0,01
югославский	24,19±0,74	9,7	23,29±0,60	8,2	0,90	0,94	>0,1
фресинет	23,02±0,55	7,6	22,13±0,52	7,4	0,89	1,17	>0,1
немецкий	24,91±0,40	5,1	22,71±0,31	4,3	2,20	4,34	<0,001
сарбоянский	24,38±0,37	4,8	22,24±0,37	5,2	2,14	4,08	<0,001
\bar{x}, импортные породы	24,13±0,26	6,8	22,59±0,22	6,3	1,53	4,49	<0,001

У годовиков белорусских пород средний уровень содержания сухого вещества составил 23,04 %. Минимальным уровнем этого показателя характеризовалась зеркальная линия лахвинского карпа (21,38 %), максимальным отводка столин XVIII (25,13 %). Среди импортных пород различия менее значительны. Максимальное количество сухого вещества отмечено у югославского карпа (23,29 %), минимальное у фресинета (22,13 %). В среднем

содержание сухого вещества у годовиков импортных пород составило 22,59 %, что несколько ниже, чем у белорусских пород. Наблюдаемая разница между средним уровнем содержания сухого вещества у белорусских и импортных пород, у годовиков увеличилась по сравнению с сеголетками.

При сравнении содержания сухого вещества у сеголетков и годовиков (d) установлено понижение этого показателя за зимний период в основном у всех чистопородных групп, за исключением отводки смесь зеркальная изобелинского карпа, у которого обнаружено увеличение содержания сухого вещества. Средняя величина потери сухого вещества за зимний период у белорусских линий составляет 1,17 %. Минимальное значение отмечено у столин XVIII (0,77 %), максимальное у лахвинского чешуйчатого карпа (2,90 %). У коллекционных импортных пород средний уровень потери сухого вещества оказался несколько выше, чем у белорусских линий и составил 1,53 %, с минимальными значениями у фресинета (0,89 %) и максимальными у немецкого карпа (2,20 %).

Статистически достоверные различия содержания сухого вещества между годовиками и сеголетками установлены для линии лахвинского чешуйчатого карпа, а из импортных пород у немецкого и сарбоянского карпов. В целом проявляется тенденция чешуйчатых карпов зарубежной селекции к уменьшению потери сухого вещества в зимний период по сравнению с зеркальными породами.

Содержание влаги в теле рыбы обратно пропорционально содержанию сухого вещества. Следовательно, преимуществами обладают породы с пониженной влажностью. Среди белорусских пород пониженным содержанием влаги характеризовались чешуйчатые линии столин XVIII (74,10 % и лахвинский чешуйчатый карп (75,03 %) (таблица 2). У зеркальных линий этот показатель несколько выше и составляет 77,50 % (смесь зеркальная) и 76,54 % (лахвинский зеркальный). У годовиков содержание влаги выше, чем у сеголетков (исключение отводка смесь зеркальная). Незначительное увеличение содержания влаги отмечено у отводки столин XVIII (0,77 %). У линий лахвинского карпа обводненность несколько выше (2,08 и 2,90 %).

Среди годовиков импортных пород пониженное содержание влаги наблюдали у югославского карпа (76,74 %). У остальных пород колебания по этому показателю не велики и составляют от 77,29 до 77,87 %. В целом, содержание влаги в теле сеголетков и годовиков карпа разной породной принадлежности соответствует нормативным значениям (70,0-78,0 %).

Таблица 2 – Содержание влаги в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности

Гибрид (n=10)	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
столин XVIII	74,10±1,03	4,4	74,87±1,13	4,9	0,77	0,50	>0,1
смесь зеркальная	77,50±0,91	3,7	76,44±0,70	2,9	1,06	0,92	>0,1
лахвинский зеркальный	76,54±1,31	5,4	78,62±1,37	5,5	2,08	1,09	>0,1
лахвинский чешуйчатый	75,03±1,21	5,1	77,93±1,31	5,3	2,90	1,62	>0,1
\bar{x}, белорусские линии	75,79±0,56	4,7	76,97±0,56	4,7	1,17	1,48	>0,1
югославский	75,81±2,04	8,5	76,74±2,16	8,9	0,93	0,31	>0,1
фресинет	76,98±1,80	7,4	77,87±1,70	6,9	0,89	0,35	>0,1
немецкий	75,09±1,31	5,5	77,29±1,27	5,2	2,20	1,20	>0,1
сарбоянский	75,62±1,22	5,1	77,76±1,47	5,7	2,14	1,12	>0,1
\bar{x}, импортные породы	75,88±0,79	6,6	77,42±0,82	6,7	1,54	1,35	>0,1

Отличия между сеголетками и годовиками не значительны, особенно для чешуйчатых пород, югославский – 0,93 % и фресинет - 0,89 %. У зеркальных импортных пород этот показатель несколько выше и составляет 2,20 % (немецкий карп) и 2,14 % (сарбоянский). В среднем, у импортных пород

содержание влаги несколько выше, чем у белорусских. Установленные различия по содержанию влаги между годовиками и сеголетками разной породной принадлежности статистически не достоверны ($P>0,1$).

Среднее содержание жира в теле сеголетков белорусских пород составило 5,89 % (таблица 3). Максимальное количество жира отмечено у отводки изобелинского карпа столин XVIII (7,51 %), минимальное – у отводки смесь зеркальная (4,04 %). У импортных пород содержание жира в теле сеголетков в среднем составило 5,54 %. Максимальной величиной этого показателя характеризовался фресинет (6,24 %), минимальной югославский карп (4,82 %).

Таблица 3 – Содержание жира в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа разной породной принадлежности

Гибрид (n=10)	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
столин XVIII	7,51±0,27	11,6	6,28±0,24	11,9	1,23	3,40	<0,01
смесь зеркальная	4,04±0,13	10,1	3,11±0,10	9,8	0,93	5,67	<0,001
лахвинский зеркальный	6,10±0,29	15,0	5,04±0,29	14,3	1,06	2,58	<0,05
лахвинский чешуйчатый	5,89±0,26	13,8	5,01±0,20	12,5	0,88	2,68	<0,02
\bar{x}, белорусские линии	5,89±0,12	12,6	4,86±0,09	12,1	1,03	6,87	<0,001
югославский	4,82±0,17	11,1	3,97±0,16	12,4	0,85	3,64	<0,02
фресинет	6,24±0,26	13,0	5,29±0,21	12,5	0,95	2,84	≈0,01
немецкий	5,93±0,29	15,7	5,08±0,23	14,2	0,85	2,29	<0,05
сарбоянский	5,17±0,19	11,9	4,22±0,14	10,2	0,95	4,02	<0,001
\bar{x}, импортные породы	5,54±0,11	12,9	4,64±0,09	12,3	0,90	6,33	<0,001

В теле годовиков содержание жира закономерно снижается по сравнению с сеголетками. Среднее содержание жира у годовиков импортных пород составило 4,64 %. Максимальной величиной этого показателя характеризовался фресинет (5,29 %), минимальной югославский карп (3,97 %), как и у сеголетков. Нормативное содержание жира в теле сеголетков и годовиков составляет 5,0-6,0 %. Следовательно, у отводки изобелинского карпа смесь зеркальная и коллекционной породы югославского карпа содержание жира ниже, чем предусмотрено нормативными требованиями.

Средняя величина снижения содержания жира в теле годовиков у белорусских линий составила 1,03 %, с колебаниями от 0,88 % (лахвинский чешуйчатый) до 1,23 (столин XVIII). Из импортных пород югославский и немецкий карпы отличались пониженной потерей жира за зимний период (0,85 %), а фресинет и сарбоянский карп повышенной (0,95 %). Установленные отличия между годовиками и сеголетками карпа разной породной принадлежности по содержанию жира в теле статистически достоверны.

Содержание минеральных веществ в теле сеголетков у белорусских линий составляет 2,53 % (таблица 4).

Значительно большим количеством минеральных веществ из белорусских линий характеризовалась зеркальная линия лахвинского карпа (3,24 %), а самое низкое содержание отмечено у чешуйчатой линии лахвинского карпа (2,02 %). У сеголетков импортных коллекционных пород среднее количество минеральных веществ в теле составило 2,75 %, с колебаниями от 2,46 % у немецкого карпа до 3,09 % у югославского.

У годовиков белорусских пород уровень содержания минеральных веществ составил в среднем 2,05 % с максимальным количеством 2,39 % у отводки столин XVIII и минимальным у лахвинского чешуйчатого карпа (1,79 %). У импортных пород величина этого показателя несколько выше и составляет в среднем 2,10 %, с колебаниями от 2,03 % у фресинета до 2,17 % у югославского карпа.

Таблица 4 – Содержание минеральных веществ в теле сеголетков (0+) и годовиков (1.) карпа

Гибрид (n=10)	0+		1.		d	Достоверность различий	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %		t	P
столин XVIII	2,80±0,11	12,6	2,39±0,08	11,1	0,41	3,01	<0,01
смесь зеркальная	2,06±0,07	11,0	1,85±0,06	9,6	0,21	2,27	<0,05
лахвинский зеркальный	3,24±0,28	17,4	2,15±0,10	15,2	1,09	3,66	<0,01
лахвинский чешуйчатый	2,02±0,11	16,8	1,79±0,07	12,2	0,23	1,76	≈0,1
\bar{x}, белорусские линии	2,53±0,06	14,5	2,05±0,04	12,0	0,49	6,87	<0,001
югославский	3,09±0,15	15,7	2,17±0,08	12,3	0,92	5,41	<0,001
фресинет	2,90±0,15	16,1	2,03±0,09	14,4	0,87	4,97	<0,001
немецкий	2,46±0,12	15,9	2,09±0,09	13,9	0,37	2,46	<0,05
сарбоянский	2,54±0,10	12,7	2,12±0,08	12,1	0,42	3,27	<0,01
\bar{x}, импортные породы	2,75±0,06	15,1	2,10±0,04	13,2	0,65	6,33	<0,001

Очевидно, по сравнению с сеголетками у годовиков произошло снижение содержания минеральных веществ. У белорусских линий потеря минеральных веществ за период зимовки составила 0,49 %. Максимальной потерей минеральных веществ отличалась зеркальная линия лахвинского карпа (1,09 %), а минимальной чешуйчатая линия (0,23 %). Снижение содержания минеральных веществ у импортных коллекционных пород несколько выше, чем у белорусских линий и составляет 0,65 %. Размах вариации также значительно ниже от 0,37 % (немецкий карп) до 0,92 % (югославский). Установленные

отклонения содержания минеральных веществ у перезимовавшей рыбы статистически достоверны у всех изученных линий и пород, за исключением лахвинского чешуйчатого карпа.

Выводы

1. Биохимический состав тела сеголетков и годовиков разной породной принадлежности в основном соответствовал нормативным требованиям. Содержание сухого вещества в теле сеголетков линий белорусской селекции в среднем составило 24,21 %, у сеголетков четвертого поколения импортных пород, выращенных в условиях Беларуси, составил 24,13 %, что соответствует нормативным требованиям. У годовиков белорусских пород средний уровень содержания сухого вещества составил 23,04 %, у годовиков импортных пород составило 22,59 %. При сравнении содержания сухого вещества у сеголетков и годовиков установлено понижение этого показателя за зимний период. Средняя величина потери сухого вещества за зимний период у белорусских линий составляет 1,17 %. У коллекционных импортных пород средний уровень потери сухого вещества оказался несколько выше, чем у белорусских линий и составил 1,53 %. содержание влаги в теле сеголетков и годовиков карпа разной породной принадлежности соответствует нормативным значениям (70,0-78,0 %).

2. Среднее содержание жира в теле сеголетков белорусских пород составило 5,89 %, у импортных пород содержание жира в теле сеголетков в среднем составило 5,54 %. В теле годовиков содержание жира закономерно снижается по сравнению с сеголетками. Средняя величина снижения содержания жира в теле годовиков у белорусских линий составила 1,03, импортных пород 0,90 %.

3. По сравнению с сеголетками у годовиков произошло снижение содержания минеральных веществ в теле рыбы. У белорусских линий потеря минеральных веществ за период зимовки составила 0,49 %, а у импортных коллекционных пород несколько выше, чем у белорусских линий и составляет 0,65 %.

Список использованных источников

1. Богерук, А. К. Особенности породообразования в аквакультуре России / А. К. Богерук // Рыбоводство и рыб. хоз-во. – 2006. – № 11. – С. 2–7.
2. Halver, J. E. The nutritional requirements of cultured warmwater and coldwater fish species / J. E. Halver // Advances in aquaculture : FAO techn. conf. on aquaculture, Kyoto, Japan, 26 May – 2 June 1976 / ed.: T. V. R. Pillay, W. A. Dill. – Farnham, 1979. – P. 574–580.
3. Hjuston, A., Meadjw K/ Environmental temperature and elecrolites of plasma regulation in carp. / Comp. Biochem. Phesiol. – 1981. – v. 70. – N 3. – p. 315-319.
4. Elliott, J. M. Body composition of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to temperature and ration size / J. M. Elliott // J. of Animal Ecology. – 1976. – Vol. 45, № 1. – P. 273–289.
5. Элементы физиологии и биохимии общего и активного обмена у рыб / Г. Е. Шульман [и др.] ; отв. ред. Г. Е. Шульман. – Киев : Наук. думка, 1978. – 203 с.
6. Сорвачев, К. Ф. Основы биохимии питания рыб / К. Ф. Сорвачев. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1982. – 247 с.
7. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / Е. В. Таразевич [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси ; ред. В. В. Кончиц. – Минск, 2006. – С. 6–14.
8. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре / Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва ; под общ. ред. А. М. Багрова. – М. : ВНИРО, 2001. – 242 с.
9. Иванов, А. П. Химический анализ рыб и их кормов / А. П. Иванов. – М. : Рыб. хоз-во, 1963. – 38 с.
10. Рокицкий, П. Ф. Статистические показатели для характеристики совокупности / П. Ф. Рокицкий // Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск, 1973. – С. 24–52.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕМЕЙ СЕЛЕКЦИОННОГО БЕЛОРУССКОГО
ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА**

*Я. И. Шейко, Е. А. Савичева, С. В. Свенторжицкий, Ю. И. Рудый, С. В.
Кралько, М. В. Книга, Т. Ф. Войтюк, Л. М. Вашкевич, Т. П. Макарова, В. В.
Корнеев*

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

**COMPARISON ASSESSMENT OF FISHERY INDICATORS WITH
FAMILIES OF SELECTION BELARUSSIAN MIRROR CARP**

*J. Sheiko, E. Savicheva, S. Sventorzhitzy, Y. Rydyi, S. Kralko, M. Kniga, T. Voytuk,
L. Vashkevich, T. Makarova, V. Karneyev*

*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. В статье представлены результаты комплексной оценки рыбохозяйственных показателей младшего ремонта селекционных семей белорусского зеркального карпа. Установлены семьи наиболее перспективные в селекционном отношении.

Ключевые слова: карп, селекция, линия, генерация, семья, сеголеток, годовик, двухлеток, масса тела, выживаемость.

Resume. The article presents the effect of complex assessment of fishery indicators of junior replacement stock of selection families of mirror carp. There are ascertained the families being most perspective in terms of selection.

Key words: carp, selection, line, generation, family underyearling, yearling, two- year-olds, body mass, viability.

Введение. Аквакультура является одной из важнейших отраслей народного хозяйства, непосредственно связанной с удовлетворением населения продуктами высококачественного белкового питания. Одним из важнейших направлений развития аквакультуры являются селекционно-генетическое улучшение и совершенствование объектов разведения. Развитие аквакультуры во многих странах мира идет быстрыми темпами. В последние десятилетия в мире, в том числе и в Республике Беларусь, интенсивно ведутся работы по

созданию новых пород и породных групп карпа [1]. Создаваемые породы обладают высоким темпом роста, улучшенными экстерьерными показателями, высокой выживаемостью и приспособленностью к определенным климатическим условиям. Основным путем увеличения выхода рыбной продукции заключается в проведении подбора родительских форм с высокими продуктивными качествами и закреплении хозяйственно-полезных признаков путем отбора в потомстве [2]. Высокопродуктивные породы, линии, кроссы создаются путем длительного отбора в ряду последовательных поколений. Основные методы селекции – скрещивание и отбор по одному или комплексу признаков, согласно долгосрочной селекционной программе [3]. Основным фактором, определяющим эффективность прудового рыбоводства, являются показатели, характеризующие общую продуктивность рыбоводных прудов, в конечном счете, темп массонакопления и выживаемость рыбы в течение сезона. В настоящее время ведется селекция новой белорусской породы карпа. На современном этапе формируется генофонд маточного стада четвертого поколения, представленного двумя линиями. В данной работе приводятся данные по II генерации второй линии и третьей генерации первой линии селекционного зеркального карпа [4].

Материал и методика. Работы по селекции белорусской зеркальной породы карпа проводятся на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области.

Объектами исследований являлись селекционные семьи четвертого поколения создаваемой новой породы белорусского зеркального карпа. Исходным материалом для получения новой породы являлся созданный в Республике Беларусь гетерогенный генофонд карпов, представленный породной группой изобелинского карпа, коллекцией импортированных пород и семьями амурского сазана ханкайской популяции [5].

Четвертое поколение создаваемой породы белорусского зеркального карпа получено методом семейных скрещиваний. Сеголетков каждой селекционной семьи выращивали отдельно в сходных прудах с одинаковым

режимом кормления, санитарно-профилактических мероприятий, в одинаковых гидрохимических условиях. Определение основных рыбохозяйственных показателей сеголетков (средней массы тела и выживаемости за вегетационный сезон) проводили согласно общепринятым методикам [6, 7].

Выращивание сеголетков и двухлетков каждой исследуемой группы проводили с двукратной повторностью в малых прудах площадью 0,09-0,39 га. Плотность зарыбления для сеголетков составляла 30 тыс. экз./га, двухлетков 1200 экз./га. В каждом варианте экспериментального выращивания селекционных семей их оценку проводили в сравнении со средним популяционным значением [4].

Техника постановки и проведения экспериментов, опытов базировались на использовании общепринятых методов, разработанных и рекомендованных РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства» [8]. Весной и осенью по общепринятым методикам на основе инвентаризации и бонитировки проводили рыбохозяйственную оценку всех выращенных групп карпа по комплексу признаков. Основными рыбохозяйственными показателями, по которым оценивали селекционные семьи, являлись среднештучная масса рыбы и выживаемость на каждом из этапов выращивания [9].

Обсуждение результатов исследования. Вторая генерация второй линии четвертого поколения селекционного белорусского зеркального карпа представлена пятью семьями, третья генерация первой линии семью семьями (таблица 1). Средняя масса селекционных зеркальных сеголетков второй линии составила 38,0 г, с колебаниям от 16,4 (семья 25) до 44,2 г (семья 23). В первой линии средняя масса сеголетков несколько ниже, чем во второй, средняя масса сеголетков составила 17,7 г с колебаниями от 14,4 (семья 30) до 30,1 г (семья 34). Выживаемость сеголетков семей второй линии составила в среднем 33,9 % с колебаниями от 24,2 % (семья 25) до 44,2 % (семья 23). В первой линии средняя выживаемость селекционных сеголетков составила 27,3 %.

Минимальный уровень выживаемости сеголетков в этой генерации составил 6,4 % (семья 31), максимальный 63,0 % (семья 33).

Таблица 1 – Рыбохозяйственные показатели сеголетков селекционных семей зеркального карпа

Семья №	Количество, экз.		Масса		Выживаемость, %
	посажено	выловлен о	общая, кг	средняя, г	
2-я генерация, 2-я линия: 23	4800	1942	85,8	44,2	44,2
24	4800	1192	43,2	36,2	24,8
25	3300	799	13,1	16,4	24,2
26	4800	2075	86,8	41,8	43,2
27	300	91	2,9	31,8	30,2
Итого:	18000	6099	231.8	38.0	33.9
3-я генерация, 1-я линия: 28	2200	732	15,5	21,2	33,3
29	1800	307	5,6	18,3	18,0
30	4800	2224	32,0	14,4	46,3
31	1300	83	1,7	20,5	6,4
32	2400	285	4,8	16,9	11,9
33	200	126	2,2	17,5	63,0
34	2500	396	11,9	30,1	15,8
Итого:	15200	4153	73,1	17,7	27,3

Для оценки селекционных семей по рыбохозяйственным показателям проведено сравнение признака каждой семьи со средним уровнем соответствующего признака всего селекционного материала каждого возраста. Отклонения отдельных семей от среднего значения выживаемости всех

селекционных сеголетков и их массы, выраженные в процентах, представлены на рисунках 1, 2. Очевидно, что сеголетки из семей 23 и 26 второй генерации второй линии зеркального карпа обладают повышенной массой тела по сравнению со средней величиной на 16,3 и 10,0% соответственно (рисунок 1).

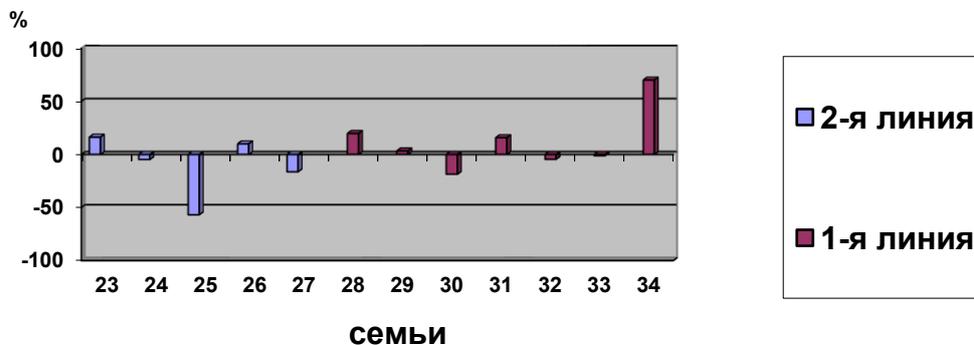


Рисунок 1 - Отклонение массы тела сеголетков селекционных семей от среднего популяционного значения.

Повышенной выживаемостью также характеризовались семьи 23, 26, у которых этот показатель на 30,4 и 27,4 % выше, чем в среднем у селекционных сеголетков второй линии (рисунок 2).

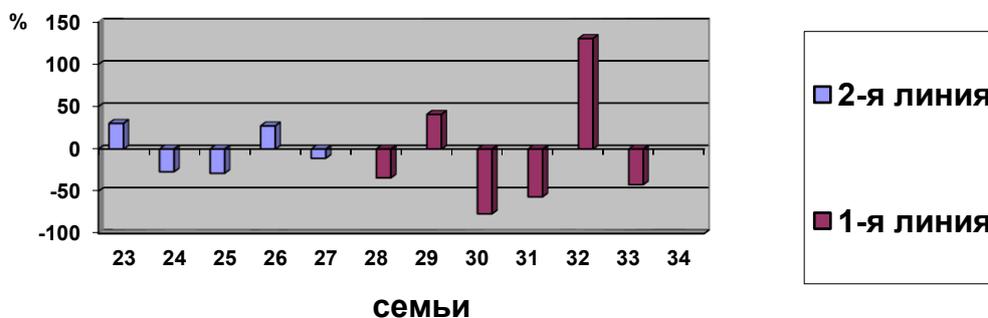


Рисунок 2 - Отклонение выживаемости сеголетков селекционных семей от среднего популяционного значения.

Сеголетки из семей 28, 31, 34 третьей генерации первой линии обладают повышенной массой тела по сравнению со среднепопуляционными величинами (преимущества составляют 19,8, 15,8, 70,1 % соответственно) (рисунок 1). Повышенной выживаемостью характеризуются семьи 28, 30 и 33, у которых выживаемость выше, чем в среднем во второй линии на 22,0, 41,0 и 130,8 % (рисунок 2).

Комплексная оценка рыбохозяйственных показателей сеголетков с помощью ранжирования также указывает на некоторое преимущество семей 23 и 26 во 2-ой генерации второй линии зеркального карпа со средними рангами 0,20 и 0,40 (таблица 2). Причем семья 23 значительно превосходит и по массе тела и по выживаемости остальные опытные группы, следовательно, обладает большей селекционной ценностью на данном этапе выращивания. Среди сеголетков первой линии преимуществами по комплексу признаков обладают семьи 28, 33 и 34 со средними рангами 0,36, 0,43 и 0,43.

Таблица 2 – Ранжирование рыбохозяйственных показателей сеголетков семей зеркального карпа

Селекционная семья	Ранги			
	по массе	по выживаемости	сумма рангов	средний ранг
2-я генерация, 2-я линия: 23	1	1	2	0,20
24	3	4	7	0,70
25	5	5	10	1,00
26	2	2	4	0,40
27	4	3	7	0,70
3-я генерация, 1-я линия: 28	2	3	5	0,36
29	4	4	8	0,57
30	7	2	9	0,64
31	3	7	10	0,71
32	6	6	12	0,86
33	5	1	6	0,43
34	1	5	6	0,43

Следовательно, на первом этапе оценки селекционного материала методом сравнения со средним популяционным уровнем признаков и методом ранжирования установлены преимущества семей 23 и 26 по рыбохозяйственным показателям сеголетков семей второй линии второй генерации.

В третьей генерации первой линии при сравнении со средним уровнем преимуществами по массе тела и выживаемости, как правило, не совпадают, за исключением семьи 28.

Сравнительная оценка рыбохозяйственных показателей селекционных семей двух линий создаваемой новой белорусской зеркальной породы карпа продолжена в процессе дальнейшего выращивания.

Опытные семьи второй генерации второй линии селекционного зеркального карпа в двухлетнем возрасте выращивали совместно в одном пруду, то есть при сравнительной характеристике различных семей, влиянием условий их содержания можно пренебречь.

В результате выращивания двухлетков селекционных семей во второй линии их средняя масса составила 931 г с колебаниями от 713 (семья 25) до 992 г (семья 26) (таблица 3).

Средний прирост массы тела составил 888 г, с колебаниями от 692 г (семья 25) до 947 г (семья 26). Кратность увеличения массы тела колеблется в широких пределах от 19,4 (семья 23) до 35 раз (семья 25).

Средняя выживаемость селекционных двухлетков несколько ниже нормативных требований – 65,1 % против 75,0 %. Повышенной выживаемостью характеризуется семья 27 (100,0 %), пониженной – семья 25 (33,0 %).

Средняя масса селекционных двухлетков зеркального карпа третьей генерации первой линии составляет 751 г, с колебаниями по семьям от 423 г (семья 32) до 897 г (семья 33). Повышенный прирост массы тела отмечен у семей 33 и 34. Максимальная кратность увеличения массы тела отмечена у двухлетков из семьи 33 (53,7 раз), минимальная у семьи 32 (23,9 раз). Самая высокая выживаемость отмечена у семьи 33 (100,0 %), минимальная у семьи 32 (50,0 %). Средний уровень рыбохозяйственных признаков у селекционных семей выше, чем предусмотрено нормативными требованиями – 81,9 %.

Таблица 3 – Результаты выращивания двухлетков селекционных семей зеркального карпа

Семьи, зеркальные	Посажено годовиков			Выловлено двухлетков			при- рост, г	крат- ность увели- чения массы, раз	вы- ход %
	экз	масса		экз	масса				
		общая кг	сред- няя, г		общая кг	сред- няя, г			
2-я генера- ция, 2-я линия: 23	507	24,6	48,5	328	308,9	942	893	19,4	64,7
24	272	11,2	41,1	167	140,0	838	797	20,4	61,4
25	93	1,9	20,4	31	22,1	713	692	35,0	33,3
26	475	21,1	44,4	314	311,5	992	947	22,3	66,1
27	46	1,4	30,4	46	42,3	920	889	30,3	100,0
Итого:	1387	60,2	43,4	886	824,8	931	888	21,4	65,1
3-я генера- ция, 1-я линия: 28	165	4,3	26,1	152	108,4	71,3	687	27,3	92,7
29	165	2,9	17,6	120	92,0	797	749	43,6	72,7
30	154	4,2	27,3	140	98,3	702	675	25,7	90,9
31									
32	96	1,7	17,7	48	20,3	423	405	23,9	50,0
33	60	1,0	16,7	60	53,8	897	880	53,7	100,0
34	158	4,9	31,0	134	119,0	888	857	28,6	84,8
Итого:	798	19,0	23,8	654	491,8	751	727	31,5	81,9

Отклонения рассмотренных показателей у двухлетков селекционных семей, от соответствующих среднепопуляционных величин, выраженные в процентах, представлены на рисунках 3, 4, 5, 6. Во второй линии незначительные преимущества по массе тела двухлетков установлены для семей 23 и 26, которые составляют 1,2 и 5,8 %, по приросту массы тела

максимальное отклонение наблюдалось у семьи 26 (6,2 %), по кратности увеличения массы тела у семей 25, 26, 27 (38,9, 4,0, 29,4 % соответственно).

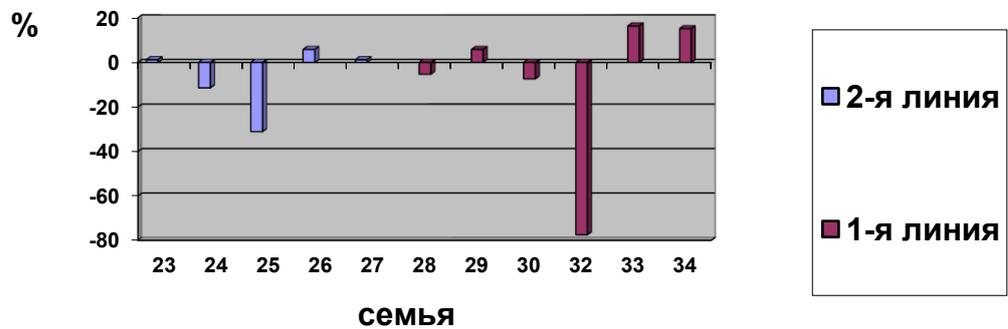


Рисунок 3. - Отклонение массы тела двухлетков селекционных семей от среднего популяционного значения.

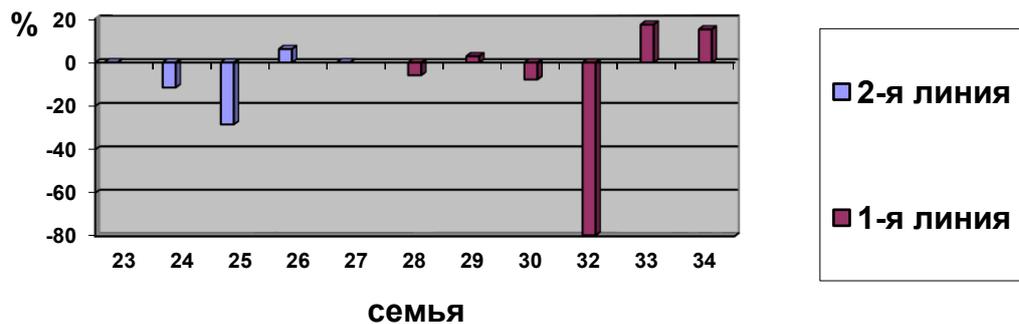


Рисунок 4. - Отклонение прироста массы тела двухлетков селекционных семей от среднего популяционного значения.

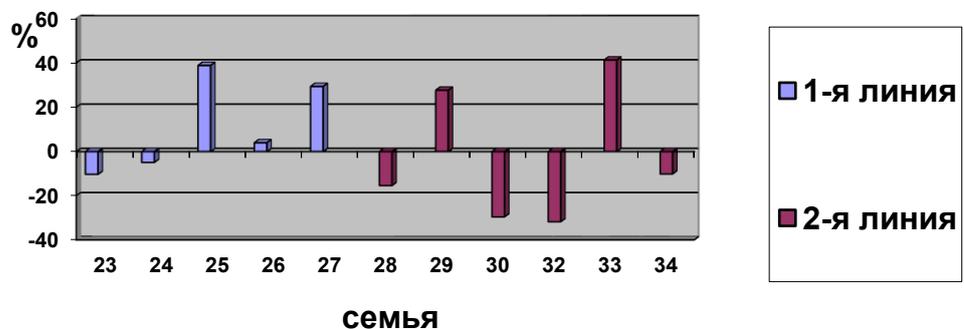


Рисунок 5. - Отклонение кратности увеличения массы тела двухлетков селекционных от среднего популяционного значения.

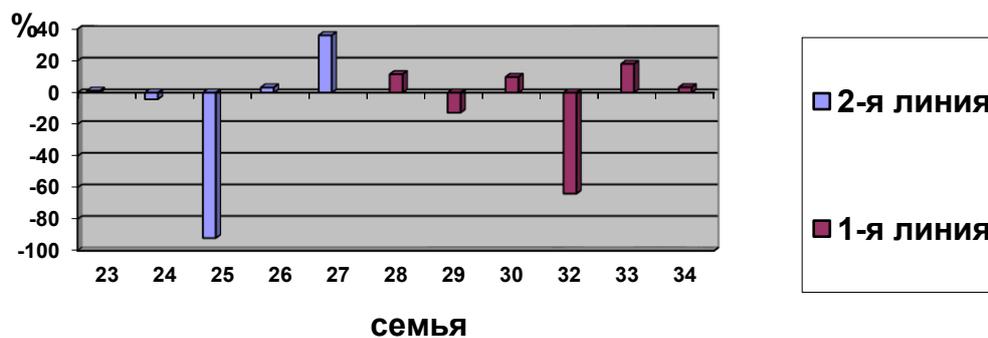


Рисунок 6 - Отклонение выживаемости двухлетков селекционных семей от среднего популяционного значения.

В первой линии преимуществами по массе тела по сравнению со среднепопуляционной величиной отличались семьи 29, 33 и 34 (5,8, 16,3 и 15,1 % соответственно) (рисунок 3). Эти же семьи характеризовались и относительно повышенным приростом, преимущества составили 2,9, 17,4 и 15,2 % (рисунок 4). По показателю кратность увеличения массы тела преимущества установлены для семей 29 и 33 на 27,7 и 41,3 % (рисунок 5). По выживаемости двухлетков по сравнению со среднепопуляционной величиной преимуществом во второй линии обладает семья 27 (36,1 %), в первой линии – семьи 28 (11,6 %), 30 (9,9 %), 33 (18,1 %), 34 (3,4 %).

Посредством комплексной оценки методом ранжирования (таблица 4) установлено, что некоторыми преимуществами на этапе товарного выращивания преимуществами по комплексу рыбохозяйственных показателей во второй линии обладали семьи 26 и 27 со средними рангами 0,40.

Установлено, что на данном этапе выращивания среди семей третьей генерации первой линии несомненными преимуществами отличаются семья 33 со средним рангом 0,17.

Удовлетворительными рыбохозяйственными качествами со средними рангами 0,55 и 0,61 характеризовались семьи 28, 29 и 34, а пониженным уровнем продуктивности семьи 30 и 32 со средними рангами 0,72 и 1,00.

Таблица 4 – Ранжирование рыбохозяйственных показателей двухлетков семей зеркального карпа

Селекционная семья	Ранги				
	по приросту	по кратности увеличения массы	по выходу	сумма рангов	средний ранг
2-я генерация, 2-я линия:					
23	2	5	3	10	0,67
24	4	4	4	12	0,80
25	5	1	5	11	0,73
26	1	3	2	6	0,40
27	3	2	1	6	0,40
3-я генерация, 1-я линия:					
28	4	4	2	10	0,55
29	3	2	5	10	0,55
30	5	5	3	13	0,72
32	6	6	6	18	1,00
33	1	1	1	3	0,17
34	2	3	4	11	0,61

Таким образом, установлены преимущества отдельных семей по сравнению со средними популяционными величинами показателей массонакопления и выживаемости двухлетков, а также по комплексу признаков. На основании сравнительного анализа рыбохозяйственных показателей двухлетков установлены относительно более ценные в селекционном отношении семьи. По результатам оценки двумя методами установлено, что во 2-й линии 2-й генерации максимальным преимуществом обладают семьи 26 и 27, в 1-й линии 3-й генерации – семья 33.

После зимовки из 5 семей годовиков второй генерации, второй линии селекционного зеркального карпа наибольшую среднюю массу тела имели семьи 23 (48,5 г) и 26 (44,1 г), наименьшую семья 25 (18,7 г) (таблица 5).

Таблица 5 – Рыбохозяйственные показатели годовиков селекционных семей карпа и коллекционных пород

Селекционная семья	Посажено			Выловлено			Потеря массы тела, %	Выход, %
	количество, экз.	масса		количество, экз.	масса			
		общая, кг	средняя, г		общая кг	средняя, г		
2-я генерация, 2-я линия: 23	751	43,8	58,3	637	26,1	48,5	15,8	71,5
24	463	20,5	44,2	302	12,5	41,4	6,8	65,2
25	215	4,1	19,1	123	2,3	18,7	2,1	54,2
26	983	53,5	54,4	634	27,9	44,1	18,9	64,5
27	78	2,5	32,0	72	2,1	29,7	7,2	92,3
Итого:	2490	124,4	50,0	1669	70,9	42,5	10,3	70,1
3-я генерация, 1-я линия: 28	359	9,3	25,9	307	6,7	21,8	15,8	85,5
29	237	4,5	19,0	175	3,0	17,1	10,0	73,8
30	452	13,8	30,5	344	9,3	27,0	11,5	76,1
32	151	3,0	19,9	106	1,9	17,9	10,1	70,2
33	96	1,6	16,7	90	1,4	15,5	7,2	93,7
34	287	9,7	33,8	250	7,3	29,2	13,6	87,1
Итого:	1582	41,9	28,5	1272	29,6	23,3	12,1	80,4

После зимовки наибольшую среднюю массу тела в первой линии имели семьи 34 (29,2 г) и 30 (27,0 г), наименьшую семья 33 (15,5 г). Важнейшим показателем, характеризующим зимостойкость рыбопосадочного материала, является потеря массы тела. В соответствии с нормативными требованиями эта величина не должна превышать 12,0 %. Из семей второй линии этот показатель несколько выше у семей 23 и 26. Из семей первой линии этот показатель превышен в 34 семье.

Сверхнормативной (70,0 %) выживаемостью во второй линии отличались семьи 23 и 27 (71,5 и 92,3 % соответственно). Средняя выживаемость селекционных семей первой линии зеркального карпа составила 80,4 %. Максимальная величина этого показателя отмечена у семьи 33 (93,7 %), минимальная у семьи 32 (70,2 %). То есть семьи селекционного зеркального карпа характеризовались повышенной выживаемостью в зимний период.

Отклонение основных рыбохозяйственных показателей, характеризующих результат зимовки, от их среднего уровня рассчитанного для семей зеркального карпа представлены на рисунках 7 и 8.

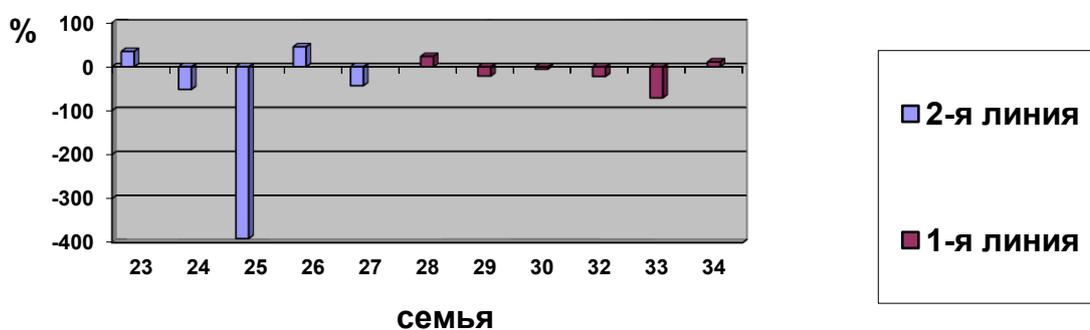


Рисунок 7 - Отклонение потери массы тела годовиков селекционных семей зеркального карпа от среднепопуляционного уровня этого признака.

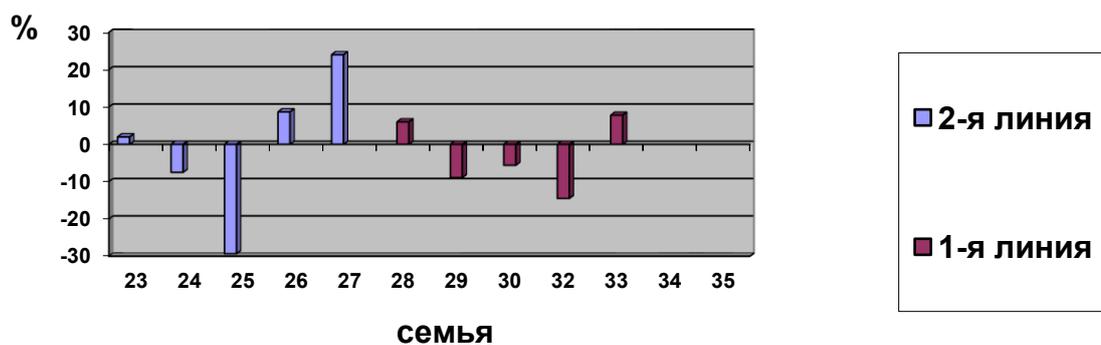


Рисунок 8 - Отклонение выживаемости годовиков селекционных семей зеркального карпа от среднепопуляционного уровня этого признака.

Следует отметить, что преимуществами обладают группы с меньшим уровнем потери массы тела. Значительные отличия от среднепопуляционного уровня по показателю потери массы тела установлены для селекционных семей второй линии зеркального карпа семьи 25 (390,5 %), 24 (51,5 %), 27 (43,0 %).

Среди семей первой линии преимуществами обладает семья 33, у которой отклонение от среднего уровня составляет 70,8 %, отмечены также преимущества семей 29 (21,0 %), 30 (5,2 %), 32 (22,1 %).

Увеличенным выходом из зимовки по сравнению со средним значением во второй линии отличаются семьи 23 и 29 (2,0 и 24,0 %), в первой линии 28, 33, 34 (6,0, 14,2, 7,8 %). В результате комплексной оценки методом ранжирования всех показателей годовиков установлены преимущества семей 23 и 24 со средними рангами 0,47 и 0,53, во второй линии и семьи 33, 34 со средними рангами 0,44 в первой линии (таблица 6).

Таблица 6 – Ранжирование рыбохозяйственных показателей годовиков семей зеркального карпа

Селекционная семья	Ранги				
	по массе тела	по потере массы тела	по выживаемости	сумма рангов	средний ранг
2-я генерация, 2-я линия: 23	1	4	2	7	0,47
24	3	2	3	8	0,53
25	4	1	5	10	0,67
26	2	5	4	10	0,67
27	5	3	1	9	0,60
3-я генерация, 1-я линия: 28	3	6	3	12	0,67
29	5	2	5	12	0,67
30	2	4	4	10	0,55
31					
32	4	3	6	13	0,72
33	6	1	1	8	0,44
34	1	5	2	8	0,44

Сравнительная оценка показателей зимовки двумя использованными методами указывает на преимущества отдельных семей. По результатам комплексной оценки рыбохозяйственных показателей младшего ремонта в

целом на трех этапах выращивания более продуктивными оказались семьи 23, 26 из второй линии и 33, 34 из первой (рисунок 9).

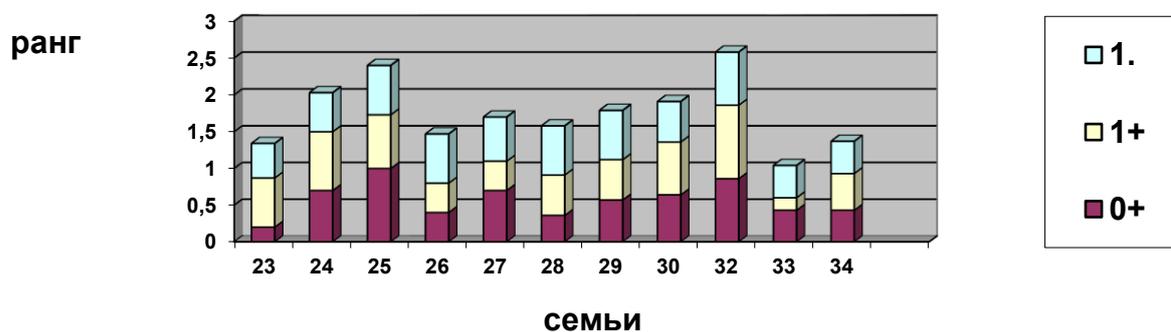


Рисунок 9. Ранжирование селекционных семей селекционного зеркального карпа по комплексу рыбохозяйственных показателей

Выводы

Процесс селекции новой белорусской зеркальной породы карпа в настоящее время находится на этапе формирования двух линий ремонтно-маточного стада четвертого поколения. В комплекс обязательных исследований младшего селекционного ремонта входят общепринятые рыбохозяйственные показатели (выживаемость, масса тела, прирост массы тела за вегетационный сезон или ее потеря за зимовку). Техника постановки и проведения экспериментов, опытов базировались на использовании общепринятых методов, разработанных и рекомендованных РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», «Всероссийским научно-исследовательским институтом прудового рыбного хозяйства».

Среди семей второй генерации второй линии селекционного зеркального карпа, повышенными рыбохозяйственными показателями в возрасте сеголетков характеризовались семьи 23, и 26, у которых выживаемость и средняя масса тела превышала нормативные для сеголетков требования (масса тела – 40 г, выживаемость - 40,0 %). Среди годовиков по комплексу рыбохозяйственных показателей установлено преимущество семей 23 и 24. В возрасте двухлетков наиболее продуктивными оказались семьи 26 и 27.

Среди семей третьей генерации первой линии селекционного зеркального карпа, повышенными рыбохозяйственными показателями в возрасте сеголетков

характеризовалась семья 28, в возрасте годовиков – семьи 33 и 34, двухлетков – семья 33.

Список использованных источников.

1. Кирпичников, В. С. Генетика и селекция рыб / В. С. Кирпичников ; отв. ред. В. А. Струнников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1987. – 519 с.

2. 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. / Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва ; под общ. ред. А. М. Багрова. – М., 2002. – С. 43–46.

3. Кончиц, В. В. Пути повышения эффективности работы рыбоводных хозяйств Беларуси / В. В. Кончиц // Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–27 авг. 2004 г. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси, Белорус. гос. ун-т ; ред.: В. В. Кончиц [и др.] – Минск, 2004. – С. 58–60.

4. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич ; Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск : Тонпик, 2009. – 223 с.

5. Книга, М. В. Схема селекции породы карпа «белорусский зеркальный» / М. В. Книга // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2009. – Вып. 25. – С. 37–43.

6. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре / Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва ; под. общ. ред. А. М. Багрова. – М. : ВНИРО, 2001. – 242 с.

7. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси ; сост.: В. В. Кончиц [и др.] ; ред. В. В. Кончиц. – Минск : Тонпик, 2006. – 332 с.

8. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / Е. В. Таразевич [и др.] // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси ; сост.: В. В. Кончиц [и др.] ; ред. В. В. Кончиц. – Минск, 2006. – С. 6–14.

9. Рыбохозяйственная характеристика ремонта семей селекционируемых отводок карпа / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 2002. – Вып. 18. – С. 105–110.

**РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ПОРОД
КАРПА ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ, ВЫРАЩЕННОГО В БЕЛАРУСИ**

Ю. И. Рудый

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

**FISHERY INDICATORS OF COLLECTION CARP BEEDS BELONGING
TO THE FOURTH GENERATION GROWN IN THE REPUBLIC OF
BELARUS**

Y. Rydyi

*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме. В статье представлены результаты сравнительной оценки рыбохозяйственных показателей сеголетков, годовиков и двухлетков карпа разной породной принадлежности из коллекционного стада СПУ «Изобелино», включающего линии белорусской селекции и импортные породы четвертого поколения, выращенные в условиях Беларуси.

Ключевые слова: сеголеток, годовик, двухлеток, порода, масса, выживаемость.

Resume: The article provides the effects of the comparison assessment performed on fishery indicators of underyearlings, yearlings and two-year old carps belonging to various breeds from the collection stock of “Izobelino”, Selection & Production Site, incorporating lines of Belarussian selection and imported breeds of the fourth generation grown in the Republic of Belarus.

Key words: underyearlings, yearlings, two-year-old, breed, mass, viability.

Введение. Одним из разрабатываемых направлений увеличения эффективности рыбоводства и улучшения качества выращиваемой рыбы без адекватного увеличения затрат на кормление является переход на выращивание высокопродуктивных межпородных и межвидовых кроссов карпа, способных за счет максимального проявления эффекта гетерозиса увеличивать рыбопродуктивность прудов на 15-20 %. Повышение уровня интенсификации, достигаемого в результате проявления эффекта гетерозиса в

значительной степени, зависит от качества и состояния используемого генофонда [1-3].

В Республике Беларусь выведены три местные породы карпа, включающие восемь линий, которые широко внедрены в прудовых хозяйствах. Кроме того, имеются стада импортных пород карпа, составляющие коллекционный генофонд: югославского, немецкого, румынского (фресинет), сарбоянского, которые были завезены из-за пределов страны. Формирование генофонда карпа этих пород начато в 1991-1992 гг. [4, 5].

Материал и методика исследований. Работы по формированию ремонтного стада коллекционных импортных пород четвертого поколения, выращенных в условиях Беларуси, проводили на базе СПУ «Изобелино». Исходный племенной материал оценивали на всех этапах рыбоводного процесса в соответствии с общепринятыми методиками [6].

С целью изучения рыбохозяйственных особенностей каждой породы и линии, весь рыбопосадочный материал (сеголетки) метили серийными механическими метками и размещали на зимовку и нагул совместно [7, 8]. Следовательно, условия для всех младших ремонтных групп, в каждом из вариантов были одинаковыми.

Это обстоятельство позволило получить объективные данные и сравнить результаты зимовки и выращивания различных пород и линий по основным рыбохозяйственным показателям. На основе полученных результатов по выживаемости и изменению средней массы тела провели комплексную оценку изученных показателей методом ранжирования [9].

Результаты исследований и их обсуждение. Чистопородные группы белорусской селекции в данном исследовании представлены чешуйчатыми и зеркальными линиями лахвинского карпа, двумя отводками изобелинского карпа (столин XVIII и смесь зеркальная восьмого и девятого поколений соответственно). Генофонд импортных пород четвертого поколения, выращенного в условиях рыбоводных хозяйств

Беларуси, представлен фресинетом, югославским, немецким, сарбоянским карпами (таблица 1).

Таблица 1 – Рыбохозяйственные показатели сеголетков селекционных семей зеркального карпа

Породная принадлежность	Количество, экз.		Масса		Выживаемость, %
	посажено	выловлено	общая, кг	средняя, г	
Столин XVIII	4800	3352	90,5	27,0	69,8
Смесь зеркальная	4800	3102	72,2	23,3	64,6
Лахвинский зеркальный	5700	3030	63,3	20,9	53,1
Лахвинский чешуйчатый	4800	2352	59,7	25,4	49,0
\bar{x}, белорусские линии	20100	11836	2857	24,1	58,9
Югославский	1500	630	19,2	30,5	42,0
Фресинет	1100	310	9,1	29,4	28,2
Немецкий	200	120	32,4	19,9	60,2
Сарбоянский	1500	601	12,9	21,5	40,0
\bar{x}, импортные породы	4300	1661	44,3	26,4	38,6

Среди сеголетков белорусских пород максимальная масса тела отмечена у отводки столин XVIII (27,0 г), минимальная у зеркальной линии лахвинского карпа (25,4 г). Среди импортных пород большая масса тела отмечена у югославского карпа (30,5 г), меньшая у немецкого карпа (19,9 г). Средняя масса сеголетков белорусских карпов составляет 24,1 г, а импортных пород несколько выше – 26,4 г.

Среди белорусских пород повышенная выживаемость отмечена у отводок изобелинского карпа 69,8 % (столин XVIII) и 64,6 % (смесь зеркальная), а среди сеголетков импортных пород у немецкого карпа (60,2 %). В целом выживаемость импортных пород составила 38,6 %, что значительно ниже, чем у белорусских карпов (58,9 %). Выживаемость почти всех коллекционных линий и пород превышала нормативные требования (40,0 %), кроме карпа фресинет, у которого уровень выживаемости оказался значительно ниже (28,2 %).

Комплексная оценка карпов разной породной принадлежности представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Ранжирование рыбохозяйственных показателей сеголетков карпов разной породной принадлежности

Породная принадлежность	Ранг по		Сумма рангов	Средний ранг
	массе тела	выживаемости		
Столин XVIII	1	1	2	0,25
Смесь зеркальная	3	2	5	0,62
Лахвинский зеркальный	4	3	7	0,78
Лахвинский чешуйчатый	2	4	6	0,75
Югославский	1	2	3	0,37
Фресинет	2	4	6	0,75
Немецкий	4	1	5	0,62
Сарбоянский	3	3	6	0,75

Из всех изученных сеголетков чистопородных коллекционных карпов преимуществами по двум рассмотренным признакам обладает отводка изобелинского карпа столин XVIII со средним рангом 0,25. Из белорусских линий некоторое преимущество можно отметить и у отводки смесь зеркальная (средний ранг 0,62). Из импортных коллекционных пород по сумме двух показателей более продуктивным оказался югославский карп со средним рангом 0,37.

После зимовки масса годовиков белорусской селекции в среднем составила 30,3 г, с колебаниями от 18,8 г (смесь зеркальная) до 38,9 г (лахвинский зеркальный) (таблица 3).

Таблица 3 – Рыбохозяйственные показатели зимовки годовиков чистопородных форм

Породная принадлежность	Посажено			Выловлено			Потеря массы тела, %	Выход, %
	к-во экз.	масса		к-во экз.	масса			
		общая, кг	средняя, г		общая, кг	средняя, г		
Столин XVIII	975	33,1	33,9	927	23,1	24,9	26,5	95,1
Смесь зеркальная	1326	31,7	23,9	1168	22,0	18,8	21,3	88,1
Лахвинский зеркальный	605	25,8	42,9	415	16,1	38,9	9,3	68,6
Лахвинский чешуйчатый	2157	90,5	41,9	2011	72,8	36,2	13,6	93,2
\bar{x}, белорусские линии	50,63	181,1	35,8	4421	124,0	30,3	17,7	86,2
Югославский	750	25,9	34,6	512	16,2	31,6	8,7	68,3
Фресинет	216	7,8	36,0	110	3,6	32,4	10,0	50,9
Немецкий	200	6,0	30,0	107	2,9	26,8	10,7	53,5
Сарбоянский	281	8,8	31,4	172	4,6	26,6	15,3	61,2
\bar{x}, импортные породы	1447	48,5	33,5	901	27,3	30,3	9,5	62,3

Потеря массы тела у зеркальной линии лахвинского карпа оказалась самой низкой из белорусских пород (9,3 %), потеря массы тела у отводок изобелинского карпа значительно выше (21,3 и 26,3 %). У годовиков импортных пород большей массой тела отличался фресинет (32,4 г), а относительно низкой массой сарбоянский карп (26,6 г). За зиму меньше похудели годовики югославского карпа (8,7 %), а большие потери массы тела оказались у сарбоянского карпа (15,3 %).

В целом у годовиков импортных пород четвертого поколения, выращенных в условиях Беларуси, масса тела оказалась значительно ниже, чем у линий белорусской селекции.

В то же время, выживаемость годовиков белорусских линий оказалась значительно выше, чем у импортных пород 86,2 % против 62,3 %. Из белорусских пород выход чешуйчатых линий (столин XVIII и лахвинский чешуйчатый) оказался выше, чем у зеркальных 95,1 и 93,2 % против 88,1 и 68,6 % соответственно. Из импортных пород большая выживаемость отмечена у югославского (68,3 %) и сарбоянского карпа (61,2 %). То есть у белорусских линий выход годовиков из зимовки выше нормативных требований, а у импортных коллекционных пород ниже. В результате комплексной оценки трех рыбохозяйственных показателей, характеризующих результаты зимовки годовиков (средняя масса тела, потеря массы тела, выживаемость), установлено, что из белорусских линий более зимостойкими оказались линии лахвинского карпа со средним рангом 0,50 (таблица 4).

Таблица 4 - Ранжирование рыбохозяйственных показателей годовиков карпов разной породной принадлежности

Породная принадлежность	Ранг по			Сумма рангов	Средний ранг
	массетела	потере массы	выживаемости		
Столин XVIII	3	4	1	8	0,67
Смесь зеркальная	4	3	3	10	0,83
Ляхвинский зеркальный	1	1	4	6	0,50
Ляхвинский чешуйчатый	2	2	2	6	0,50
Югославский	2	1	1	4	0,33
Фресинет	1	2	4	7	0,58
Немецкий	3	3	3	9	0,75
Сарбоянский	4	4	2	10	0,83

Из импортных пород явным преимуществом обладал югославский карп со средним рангом (0,33). Средняя масса тела двухлетков у линий белорусской селекции составила 704 г (таблица 5).

Таблица 5 – Рыбохозяйственные показатели двухлетков чистопородных форм

Породная принадлежность	Количество экз.		Масса средняя, г		Прирост г	Кратность увеличения массы, раз	Выживаемость %
	посажено	выловлено	посажено	выловлено			
Столин XVIII	897	698	33,9	727	693,1	21,4	77,8
Смесь зеркальная	1144	850	23,9	708	684,1	29,6	74,3
Лахвинский зеркальный	415	288	42,9	662	619,1	15,4	69,4
Лахвинский чешуйчатый	2011	1510	41,9	721	679,1	17,2	75,1
\bar{x} , белорусские линии	4467	3346	35,8	704	668,2	19,7	74,9
Югославский	512	332	34,6	630	595,4	18,2	64,8
Фресинет	110	63	36,0	649	613,0	18,0	57,3
Немецкий	70	49	30,0	608	578,0	26,3	70,0
Сарбоянский	172	102	31,4	698	666,6	22,2	59,3
\bar{x} , импортные породы	864	546	33,5	646	612,5	19,3	63,2

У отводок изобелинского карпа и чешуйчатой линии лахвинского карпа величины средней массы тела близкие по значению (708 – 727 г). Прирост массы тела двухлетков белорусских линий колебался от 619,1 г (лахвинский зеркальный) до 693,1 г (столин XVIII), составляя в среднем 668,2 г. Кратность увеличения массы тела, показывающая во сколько раз увеличилась масса двухлетков по сравнению с годовиками, в среднем у белорусских линий составила 19,7 раз. Максимальный уровень этого показателя отмечен у отводки изобелинского карпа смесь зеркальная (29,6 раз), минимальная у зеркальной линии лахвинского карпа (15,4 раз).

У импортных коллекционных пород средняя масса тела и прирост за вегетационный сезон несколько ниже и составляют 646 г (средняя масса тела) и 612,5 г (прирост).

Большой массой характеризовались двухлетки сарбоянского карпа (698 г), минимальный уровень этого показателя отмечен у немецкого карпа 608 г. Эти же породы сохраняют подобное соотношение и по уровню прироста массы тела 666,6 г (сарбоянский карп), 578,0 г (немецкий карп). Хотя немецкий карп отличался относительно более низкими показателями массы тела и прироста, уровень кратности увеличения массы тела у этого карпа оказался самым высоким и составил 26,3 раз.

Величины средней кратности увеличения массы тела у двухлетков белорусских и импортных пород различаются незначительно 19,7 (белорусские породы) и 19,3 раз (импортные породы).

Выживаемость двухлетков у карпов белорусской селекции несколько выше, чем у импортных пород 74,9 % против 63,2 %.

В результате комплексной оценки прироста массы тела и выживаемости явными преимуществами среди белорусских карпов характеризовалась отводка изобелинского карпа столин XVIII со средним рангом 0,33 (таблица 6). Среди импортных пород по комплексу признаков некоторыми преимуществами характеризовались немецкий и сарбоянский карпы (ранг 0,50)

Таблица 6 - Ранжирование рыбохозяйственных показателей двухлетков карпов разной породной принадлежности

Породная принадлежность	Ранг по			Сумма рангов	Средний ранг
	приросту	кратности увеличения массы	выживаемости		
Столин XVIII	1	2	1	4	0,33
Смесь зеркальная	2	1	3	6	0,50
Лахвинский зеркальный	4	4	4	12	1,00
Лахвинский чешуйчатый	3	3	2	8	0,67
Югославский	3	3	2	8	0,67
Фресинет	2	4	4	10	0,83
Немецкий	4	1	1	6	0,50
Сарбомянский	1	2	3	6	0,50

Выводы

1. Рыбохозяйственные показатели сеголетков, годовиков и двухлетков импортных пород карпа (фресинет, югославский, немецкий, сарбомянский) четвертого поколения, выращенных в условиях рыбоводных хозяйств Беларуси, сравнивали с результатами выращивания некоторых пород белорусской селекции представленных чешуйчатой и зеркальной линиями лахвинского карпа и отводками изобелинского карпа смесь зеркальная и столин XVIII.

2. Из белорусских линий преимуществами по сумме двух основных рыбохозяйственных показателей сеголетков (темпу массонакопления и выживаемости) обладает отводка изобелинского карпа столин XVIII, также некоторое преимущество можно отметить и у отводки изобелинского карпа смесь зеркальная. Из импортных коллекционных пород по сумме двух показателей более продуктивным оказался югославский карп.

3. В результате комплексной оценки рыбохозяйственных показателей, характеризующих результаты зимовки годовиков (средняя масса тела, потеря

массы тела, выживаемость), установлено, что из белорусских линий более зимостойкими оказались чешуйчатая и зеркальная линии лахвинского карпа. Из импортных пород явным преимуществом обладал югославский карп.

4. В результате комплексной оценки рыбохозяйственных показателей двухлетков включающих прирост массы тела и выживаемость явными преимуществами среди белорусских карпов характеризовалась отводка изобелинского карпа столин XVIII. Среди импортных пород по комплексу признаков некоторыми преимуществами характеризовались немецкий и сарбоянский карпы.

Список использованных источников

1. Кончиц, В. В. Пути повышения эффективности работы рыбоводных хозяйств Беларуси / В. В. Кончиц // Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века : материалы междунар. науч.- практ. конф., Минск, 23–27 авг. 2004 г. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси, Белорус. гос. ун-т ; ред.: В. В. Кончиц [и др.]. – Минск, 2004. – С. 58–60.

2. Таразевич, Е. В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа / Е. В. Таразевич ; Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск : Тонпик, 2009. – 223 с.

3. Hickling, C. F. Fish hybridization / C. F. Hickling // FAO Fisheries Rep. – 1968. – Vol. 4, № 44. – P. 1–11.

4. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика сеголетков сложных зеркальных кроссов и чистопородных карпов / М. В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2011. – Вып. 27. – С. 14–23.

5. Рыбоводно-биологические и биохимико-генетические особенности карпов, разводимых в Республике Беларусь / А. И. Чутаева [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1997. – Вып. 15. – С. 11–33.

6. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре / Всерос. науч.-исслед. ин-т пресновод. рыб. хоз-ва ; под общ. ред. А. М. Багрова. – М. : ВНИРО, 2001. – 242 с.

7. Кончиц, В. В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства / В. В. Кончиц, М. В. Книга ; Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск : Тонпик, 2006. – 222 с.

8. Лобченко, В. Рыбоводство: справочная книга рыбоведа-фермера. Кн. 2 / В. Лобченко. – Кишинев : Vitalis, 2004. – 104 с.

9. К методике определения рыбохозяйственной ценности отдельных групп рыб методом ранжирования / Е. В. Таразевич [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 21. – С. 45–55.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

УДК 628.357.3:66.067.9

БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД, ОТВОДИМЫХ С РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

*В. Ю. Агеец¹, Г. П. Воронова¹, Э. И. Колomieц², Н. В. Сверчкова²,
Т. В. Петрашевская¹, И. В. Проскурина², Б. В. Адамович³*

¹*РУП «Институт рыбного хозяйства» 220024, Беларусь, г. Минск,
ул. Стебенева, 22, e-mail: belniirh@tut.by*

²*Институт Микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: microbio@mbio.bas-net.by*

³*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
email: lakes@bsu.by*

BIOLOGICAL METHOD OF PURIFYING THE CONTAMINATED WATERS DIVERTED FROM FISH BREEDING FARMS INTO WATER

*V. Y. Ageyets¹, G. P. Voronova¹, E. I. Kolomiec², N. V. Sverchkova²,
T. V. Petrasheuskaya¹, I. V. Proskyrina², B. V. Adamovich³*

¹*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus,
belniirh@tut.by*

²*Institute of microbiology of NAN of Belarus, Minsk, Belarus,
microbio@mbio.bas-net.by*

³*Belarussian State University, Minsk, Belarus, email: lakes@bsu.by*

Резюме. Предложен биологический способ очистки отводимой с рыбоводных хозяйств загрязненной воды за счет использования микробного препарата «Биовир».

Ключевые слова: микробный препарат, рыбоводные пруды, способ очистки загрязненных вод.

Resume. There is suggested biological method of purifying the contaminated water diverted from fish breeding farms by means of applying microbial substance «Biovir».

Key words: microbial substance, fish breeding ponds, method of purifying contaminated waters.

Введение. Основное производство рыбы в республике (более 80%) осуществляется в прудовых хозяйствах. В основном оно базируется на применении интенсивных технологий, что в конечном итоге приводит к ухудшению среды выращивания рыбы и увеличению объема сточных вод, сбрасываемых с прудов в водные объекты [1]. В последние годы во всем мире идет процесс регулирования как национальных, так и транснациональных правовых актов, ставящих своей целью снизить нагрузку производственной, в том числе и рыбохозяйственной деятельности на природные водоемы [2,3,4,5].

Влияние рыбохозяйственной деятельности человека на естественные водоемы может осуществляться по четырем основным направлениям, а именно, привнесением в природные воды:

- патогенных бактерий, вирусов и паразитов;
- препаратов, используемых в ветеринарных мероприятиях;
- остатков пищи и экскриментов рыб;
- минеральных и органических веществ, используемых для повышения продуктивности рыбоводных прудов.

Для Беларуси, где подавляющее большинство рыбной продукции производится с применением органо-минеральных удобрений и концентрированных кормов, на первый план выходят два последних направления, то есть обогащение вод водоприемников не утилизируемыми и экспортированными из прудов остатками кормов и удобрений. Принимая во внимание, что в открытые водотоки республики ежегодно из рыбоводных прудов поступает до 200 млн. м³ отработанной, загрязненной воды, что составляет 35% от суммарного годового потребления [1] актуальным становится разработка способа очистки отводимой воды с рыбоводных прудов.

Цель настоящей работы - улучшить качество воды, отводимой с рыбоводных прудов за счет использования биологического препарата «Биовир», путем минимизации загрязнения воды в рыбоводных прудах при выращивании рыбы.

Материалы и методы исследований. Испытание эффективности действия препарата, состоящего из консорциума бактерий родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, на качество отработанной прудовой воды проводили в 2015 г. на 10 малых прудах (0,24 га каждый) рыбхоза «Вилейка» Минской области, используемых под товарное выращивание рыбы.

В пруды в течение сезона в разные сроки вносили от 0,5 до 3,0 л/га препарата. Всего 4,5 л/га за сезон, оптимальная доза которого была установлена нами в модельных опытах [6]. Действие препарата оценивали как в неудобряемых, так и удобряемых азотом и фосфором прудах (таблица 1). Удобрения вносили по биологической потребности исходя из развития водорослей и прозрачности воды в прудах. При прозрачности воды меньше 1/3 глубины пруда минеральные удобрения не вносили.

Пруды зарыбляли годовиком карпа и белого амура из расчета 1,15 тыс. экз/га. Рыбу кормили комбикормом к-111. Вегетационный период выращивания рыбы составлял 180 суток.

Таблица 1 – Схема внесения микробного препарата в рыбоводные пруды

Вариант	Внесение препарата, л/га					Всего л/га
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
1	0,5	0,5	0,5	3,0	-	4,5
2*	0,5	0,5	0,5	3,0	-	4,5
3	3,0	0,5	0,5	0,5	-	4,5
4*	3,0	0,5	0,5	0,5	-	4,5
5 (контроль)	-	-	-	-	-	-

Примечание: *пруды не удобряли азотно-фосфорными удобрениями.

Результаты и их обсуждение. Внесение в пруды препарата «Биовир» в концентрации 4,5 л/га за сезон не оказывало отрицательного влияния на гидрохимический режим прудов. В целом он был благоприятным для выращивания рыбы. Основные гидрохимические показатели: содержание в воде кислорода, рН среды, минеральных форм азота и фосфора,

перманганатной окисляемости находились в пределах норматива для летних карповых прудов (таблица 2) [7].

Таблица 2 – Основные показатели гидрохимического режима рыбоводных прудов рыбхоза "Вилейка" при использовании микробного препарата «Биовир»

Показатели	Вариант				
	1	2*	3	4*	5(контроль)
Кислород растворенный, мг/л	10,89	9,64	12,05	11,42	10,52
Водородный показатель (рН)	8,68	8,28	8,84	8,61	8,31
Диоксид углерода, мг/л	0,31	1,38	0,18	0,09	0,30
Гидрокарбонаты, мг/л	123,90	131,60	122,75	132,70	142,30
Нитраты, мгN/л	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13
Аммонийный азот, мгN/л	0,58	0,55	0,49	0,47	0,49
Фосфор минеральный, мгP/л	0,15	0,12	0,15	0,07	0,07
Окисляемость перманганатная, мгО/л	25,22	23,66	23,75	24,7	22,85
Взвешенные вещества, мг/л	69,97	73,61	65,05	24,56	39,44

Примечание: *пруды без удобрений

При использовании препарата отмечено значительное снижение взвешенных веществ в группе прудов 4 варианта, где препарат вносили по схеме 3:0,5:0,5:0,5 л/га и, где не было дополнительного притока в экосистему биогенов, в виде азотно-фосфорных удобрений. Содержание взвешенных веществ в этой группе прудов по сравнению с контрольными снизилось в 1,6 раза, а по сравнению с аналогичными неудобряемыми прудами 2 варианта, где микробный препарат вносили по схеме 0,5:0,5:0,5:3,0 л/га в 3,0 раза (таблица 2).

Взвешенное вещество в прудах в основном представлено органической фракцией - сестоном (фито-, зоопланктоном и аборигенной микрофлорой). Внесение в начале сезона в неудобряемые пруды максимальной дозы препарата (3л/га) приводило к интенсивной утилизации интродуцированной микрофлорой препарата биогенов (азота и фосфора), необходимых для развития первичного звена, что привело к резкому снижению как биомассы фитопланктона, так и

последующих звеньев пищевой цепи (вариант 4, таблица 3). В этой группе прудов по сравнению с контролем биомасса фитопланктона уменьшилась в 1,9 раза, бактериопланктона в 1,6, зоопланктона в 1,8 раза.

Таблица 3 – Количественные развитие гидробионтов в рыбоводных прудах при внесении микробного препарата «Биовир»

Вариант	Доза препарата, л/га	Фито-планктон		Бактерио-планктон		Зоо-планктон		Рыбо-продуктивность, ц/га
		В**, г/м ³	Р***, г/м ³	В, г/м ³	Р, г/м ³	В, г/м ³	Р, г/м ³	
1	0,5:0,5:0,5:3,0	24,47	11,74	3,90	1,86	13,34	1,76	5,96
2*	0,5:0,5:0,5:3,0	19,28	10,60	3,60	1,81	13,63	1,95	6,17
3	3,0:0,5:0,5:0,5	21,62	11,02	3,90	1,99	7,69	1,11	3,61
4*	3,0:0,5:0,5:0,5	7,79	7,19	2,50	1,27	3,52	0,57	3,93
5 контроль	-	14,58	9,33	3,90	1,97	6,19	0,85	3,24

Примечания: *пруды без удобрения, **В-биомасса, ***Р-суточная продукция

В то же время внесение препарата в аналогичные пруды по схеме 0,5:0,5:0,5:3,0 л/га интенсифицировало процессы, протекающие в экосистеме пруда, способствовало стимуляции развития планктонных организмов в том числе и рыбы (вариант 2, таблица 3).

Анализ качества воды в прудах, проведенный за сутки перед их спуском показал, что вода только в неудобряемых прудах, в которые весной вносили основную дозу препарата (3 л/га), а затем поддерживающие дозы (по 0,5 л/га) по всем 7 показателям соответствовала качеству отводимой воды с рыбоводных прудов (вариант 4, таблица 4) [8].

В этой группе прудов (4 вариант, таблица 4) выявлено снижение в воде взвешенных веществ по сравнению с контролем в 2,4 раза, органического загрязнения (ХПК) в 1,6 раза, а по отношению к допустимым значениям, соответственно, в 1,2 и 2,0 раза. В остальных группах прудов при внесении микробного препарата, так же как и в контрольных прудах было отмечено

превышение взвешенных веществ в воде по сравнению с допустимыми значениями в 2,0-2,6 раза.

Таблица 4 – Концентрация загрязняющих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых с рыбоводных прудов за сутки до облова рыбы, при использовании препарата «Биовир»

Загрязняющие вещества	Вариант					Допустимые значения не более
	1 0,5:0,5: 0,5:3,0 л/га	2* 0,5:0,5: 0,5:3,0 л/га	3 3,0:0,5: 0,5:0,5 л/га	4* 3,0:0,5: 0,5:0,5 л/га	5 (конт- роль)	
Бихроматная окисляемость (ХПК), мг О/л	106,2	46,4	68,0	49,6	79,2	100,0
БПК ₅ , мг О ₂ /л*	6,6	11,6	7,2	8,3	7,9	20,0
Взвешенные вещества, мг/л	72,5	86,7	66,0	27,0	66,0	33,0
Аммоний-ион, мг N/л	0,4	0,8	0,5	0,7	0,8	1,0
Нитрат-ион, мг N/л	0,14	0,14	0,13	0,13	0,17	3,0
Нитрит-ион, мг N/л	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,2
Фосфор общий, мг/л	0,243	0,147	0,165	0,095	0,095	1,0

При использовании микробного препарата "Биовир" в загрязненных рыбоводных прудах в целях улучшения качества отводимой воды целесообразно в конце сезона за 10 дней до облова дополнительно провести известкование прудов из расчета 50 кг/га [1]. Это позволит снизить содержание минеральных взвешенных веществ в воде, уплотнить поверхностный слой грунта, что будет способствовать уменьшению загрязнения открытых водотоков взвешенными минеральными и органическими веществами.

Заключение. Предложен биологический способ очистки загрязненной воды, отводимой с рыбоводных хозяйств, за счет использования микробного препарата «Биовир». Установлено, что применение препарата в рыбоводных прудах один раз в месяц в течение мая-августа из расчета 3,0 : 0,5 : 0,5 : 0,5 л/га снижает риск загрязнения открытых водоемов взвешенными веществами в 2,4 раза, органическим веществом (ХПК) в 1,6 раза.

Препарат рекомендуется применять в рыбоводных прудах, отличающихся значительными иловыми отложениями, чрезмерным развитием водорослей (более 80 мг/л), низкой прозрачностью воды (меньше 1/3 глубины пруда), дефицитом кислорода в летние месяцы в предутренние часы (менее 2 мг/л), предзаморными ситуациями.

Список используемых источников

1. Химический и биологический сток из рыбоводных прудов в открытые водотоки / И. Т. Астапович [и др.] // Рыбохозяйственное использование водоемов БССР / под ред. Н. П. Донского. – Минск, 1988. – С. 98–101.

2. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council : establishing a framework for Community action in the field of water policy of 23 October 2000 // Offic. J. of the Europ. Communities. – 2000. – L. 327. – P. 1–72.

3. Convention on biological diversity : concluded at Rio de Janeiro on 5 June 1992. – New York : United Nations, 1992. – 28 p.

4. The scientific principles underlying the monitoring of the environmental impact of aquaculture / T. F. Fernandes [et al.] // J. of Applied Ichthyology. – 2001. – Vol. 17, № 4. – P. 181–193.

5. Management to minimize the environmental impacts of pond effluent: Harvest draining techniques and effluent quality / C. K. Lin [et al.] // Aquacultural Engineering. – 2001. – Vol. 25, № 2. – P. 125–135.

6. Использование микробного препарата для очистки воды в рыбоводных прудах / В. Ю. Агеец [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2015. – Вып. 31. – С. 209–221.

7. Вода рыбоводческих прудов. Требования : СТБ 1943-2009. – Введ. 01.08.09. – Минск : БелГИСС, 2009. – 10 с.

8. Охрана окружающей среды и природопользования. Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод : ТКП 17.06-08-2012 (02120). – Введ. 01.01.13. – Минск : Минприроды, 2012. – 69 с.

**ТЕМПЕРАТУРНЫЙ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМЫ
МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ «СВЕРДЛОВА»**

Е. В. Сахвон¹, С. Н. Пантелей², О. Н. Марцуль²

¹*Учреждение образования «Полесский государственный университет»,
e-mail: selena.bel@mail.ru*

²*РУП «Институт рыбного хозяйства» 220024, Беларусь, г. Минск,
ул. Стебенева, 22, e-mail: Slown2@tut.by*

**TEMPERATURE AND HYDROCHEMICAL CONDITIONS OF
«SVERDLOV» IRRIGATION SYSTEM**

E. V. Sakhvon¹, S. N. Pantelei², O. N. Martzul²

¹*IE «Polessky state University», e-mail: selena.bel@mail.ru*

²*RUE «Fish industry institute», 220024, Minsk, Stebenev str., 22, Belarus,
e-mail: Slown2@tut.by*

Резюме. Дана оценка температурного и химического режима вод мелиоративной системы. Предложено рассмотреть данный тип водоёмов как перспективный для рыбоводства.

Ключевые слова: мелиоративный канал, температура, химический режим водоёма, ресурсосберегающая технология.

Resume. There are assessed temperature and chemical conditions of the waters in irrigation system. There is suggested to consider the said type of water reservoirs as the perspective one in terms of fish breeding.

Key words: irrigation canal, temperature, chemical conditions of water reservoirs, resource efficient technology.

Введение. Припятское Полесье обладает значительным природно-ресурсным потенциалом, в том числе не в полной мере используемыми гидроресурсами [3, 7]. Особенность Полесского региона заключается в рельефе равнинного характера со слабым уклоном поверхности и широким распространением польдерных мелиоративных систем. В подавляющем большинстве польдеров используется механический способ водоотведения насосными станциями [6, 5]. Действующие мелиоративные системы служат для защиты пойм от длительного затопления в периоды весенних половодий. Такие системы могут быть рассмотрены как водоемы комплексного назначения.

Разработкой технологий производства рыбы в водоемах комплексного назначения занимаются уже на протяжении многих десятилетий [2]. Освоение мелиоративных водоемов (каналов, водоприемников, водоемов-отстойников) может быть одним из перспективных направлений рыбоводства. Политика в области использования водных объектов для данных целей невозможна без детальной информации об их гидроэкологическом состоянии. По своим характеристикам воды мелиоративных систем могут значительно отличаться от специализированных рыбоводных водоемов. Их гидрологические, температурные и гидрохимические параметры несут на себе специфику системы землепользования. Разработка комплексного подхода к использованию мелиоративных систем и их рыбохозяйственное освоение являются весьма актуальными задачами в условиях увеличения доли пресноводной рыбной продукции.

Цель настоящих исследований - изучение температурного и гидрохимического режимов вод мелиоративной системы «Свердлова» Пинского района Брестской области для определения оптимальной технологии выращивания в них рыб с учетом специфических особенностей таких водоемов.

Методика и объекты исследования. При определении температурного и гидрохимического режимов вод мелиоративной системы «Свердлова» исследовались следующие показатели: температура, содержание кислорода, прозрачность воды, активная реакция воды (рН), содержание диоксида углерода, азота в формах NH_4 , NO_2 , NO_3 , фосфора в форме PO_4 , железа общего. При проведении гидрохимических исследований использовали общепринятые методики [1,2]. Прозрачность воды определяли по белому диску Секки. Температуру воды измеряли термометром на горизонте 0,1 м в штилевую погоду и на горизонте 0,5 м при волнении и у дна в трех контрольных точках магистрального канала.

Мелиоративная система «Свердлова» находится на юге Пинского района Брестской области Республики Беларусь. Окружающий рельеф равнинного характера. Каналы располагаются на торфяных почвах. Колебания абсолютных

высот 130-145м [4]. Дата устойчивого перехода температуры воздуха через значение $+15^{\circ}\text{C}$ – 20 мая, ниже значения $+15^{\circ}\text{C}$ – 4 сентября. Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше $+15^{\circ}\text{C}$ составляет 107 дней, что соответствует 3 рыбоводной зоне [8]. Уровень воды в мелиоративных каналах период май-сентябрь поддерживается на отметке 90-150 см, а в водоемах - отстойниках на уровне 140-150 см. Площадь системы составляет 2450 га. Протяженность открытой сети 134,05 км. Оснащена двумя действующими насосными станциями. Минимальная ширина каналов 3,5м. Ширина магистральных мелиоративных каналов 14-17 м, степень зарастаемости водного зеркала 30-50%.

Результаты исследования и их обсуждение. Температурный и химический режимы водоема являются важнейшими среди абиотических факторов, формирующих среду обитания рыб. В зависимости от температурного режима формируется естественная кормовая база, создаются предпосылки для роста рыб. Температурный режим водоема обуславливается его глубинами, климатическими и погодными условиями. Период исследований(апрель-сентябрь 2017 года) характеризовался температурным режимом, близким к климатической норме. Максимальных значений температура воды в мелиоративных каналах достигала в июле и августе (до $+26^{\circ}\text{C}$). Наименьшие показатели отмечены в апреле ($+6^{\circ}\text{C}$). Динамика температурных показателей представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Температурный режим магистрального канала мелиоративной системы «Свердлова», апрель-сентябрь 2017 г.

Температура воды, $^{\circ}\text{C}$					
Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
8,0 \pm 1,4	12,0 \pm 5,3	18,5 \pm 4,1	21,9 \pm 4,0	21,4 \pm 4,0	14,9 \pm 1,2

Как видно из данных, приведенных в таблице, наибольшая среднемесячная температура наблюдалась в июле, наименьшая в апреле.

Сезонная динамика гидрохимических показателей за время наблюдений с середины апреля по конец сентября представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сезонные колебания гидрохимических показателей

Показатели (в пределах)	Значение
Активная реакция воды (рН)	7,9-8,1
Прозрачность воды (от... до, м)	0,34-0,61
Содержание кислорода (от...до, O ₂ , мг/л)	3,7-8,2
Содержание аммония (от...до, NH ₄ , мг/л)	0,36-0,77
Нитриты (от...до, NO ₂ , мг/л)	0-0,002
Нитраты (от...до, NO ₃ , мг/л)	0,24
Фосфаты (от...до, мгР/л)	0-0,022
Железо общее (от...до, мг/л)	0,06-0,74
Сульфаты (от... до, мг/л)	43,4

Химический состав воды в данном типе водоема соответствовал нормам (СТБ 1943-2009), применяемым в рыбоводстве для воды летних карповых прудов, за исключением фосфатов, количество которых было ниже норматива. Однако для почв торфяного типа, на которых преимущественно располагается данная мелиоративная система, характерно пониженное содержание фосфатов. Это необходимо учитывать при разработке технологии разведения рыбы в данных типах водоемов.

Прозрачность воды, определяемая по диску Секки, колебалась в диапазоне 0,34 - 0,61 м. Наименьшие показатели отмечались во время сезонной откачки воды с полейдеров. Эксплуатационная откачка воды, направленная на удовлетворение требований сельскохозяйственного производства, осуществляется циклично, создавая в проводящей сети движения волнообразного характера с периодически возрастающими и снижающимися скоростями. Происходит постоянное колебание уровня воды в открытых каналах. С увеличением скоростей в проводящей сети с возрастанием транспортирующей способности потока отмечается увеличение мутности воды. Наибольшая прозрачность воды отмечена в начале июня (0,57 м) и сентябре (0,61 м). Уровень воды в магистральных каналах не поднимался выше отметки 150 см и в среднем при постоянной откачке избытка воды колебался в районе 132-146 см.

Выводы

Результаты исследований температурного и гидрохимического режимов воды каналов мелиоративной системы Свердлова позволяют рассматривать данный тип водоемов как перспективный для рыбоводства, в частности с применением ресурсосберегающих технологий как с весенним, так и с осенним зарыблением.

Список используемых источников

1. Алабастер, Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб = Water quality criteria for freshwater fish / Дж. Алабастер, Р. Ллойд ; пер. с англ. М. П. Ерофеевой [и др.]. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1984. – 343 с.
2. Берникова, Т. А. Газовый режим водоемов / Т. А. Берникова, А. Г. Демидова // Гидрология и гидрохимия / Т. А. Берникова, А. Г. Демидова. – М., 1977. – Разд. 2, гл. 2. – С. 186–232.
3. Галковский, С. В. Повышение эффективности использования мелиоративной сети и мелиорированных земель Белорусского Полесья : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / С. В. Галковский ; Белорус. гос. экон. ун-т. – Минск, 2011. – 22 с.
4. Качков, Ю. П. Опыт природно-сельскохозяйственного районирования Белорусского Полесья / Ю. П. Качков, О. Ю. Панасюк // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. : в 3 ч. / М-во образования Респ. Беларусь [и др.] ; ред.: В. В. Валетов [и др.] – Мозырь, 2007. – Ч. 2. – С. 89–91.
5. Использование мускусной утки в интегрированном рыбоводстве на мелиоративном водоеме Припятского Полесья / Т. В. Козлова [и др.] // Рыбоводство и рыб. хоз-во. – 2014. – № 1. – С. 40–45.
6. Михневич, Э. И. Твердый сток с польдерных систем и меры снижения его влияния на водоприемники / Э. И. Михневич, А. П. Русецкий // Вестн. Белорус. нац. техн. ун-та. – 2006. – № 1. – С. 15–21.

7. Научное обеспечение Государственной программы социально-экономического развития и комплексного использования природных ресурсов Припятского Полесья на 2010–2015 годы / А. К. Карабанов [и др.] // Природные ресурсы Полесья: оценка, использование, охрана : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 8–11 июня 2015 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В. С. Хомич (отв. ред.) [и др.]. – Пинск, 2015. – Ч. 1. – С. 14–20.

8. Природно-ресурсное обеспечение социально-экономического развития Припятского Полесья / В. С. Хомич [и др.] // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск, 2012. – Вып. 22. – С. 170–187.

**ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКОГО ПРИБОРА «СТРОНГА»
НА РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИЧИНОК РАДУЖНОЙ
ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*, WALBAUM, 1792)**

М. С. Лиман^{1,2}, Н. В. Барулин¹, В. Ю. Плавский³

¹*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, ул. Мичурина 5, 213407, Могилевская область, Беларусь,
e-mail: barulin@list.ru*

²*Национальный центр продовольствия, г. Абуджа, Нигерия*

³*ГНУ «Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси».
г. Минск, пр-т Независимости, 68, Беларусь*

**INFLUENCE OF THE LASER-OPTICAL DEVICE "STRONGA"
ON THE SIZE AND WEIGHT PARAMETERS OF RAINBOW TROUT
LARVAE (*ONCORHYNCHUS MYKISS*, WALBAUM, 1792)**

M. S. Liman^{1,2}, N. V. Barulin¹, V. Y. Plavskii³

¹*Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Michurina 5,
213407, Mogilev region, Belarus, e-mail: barulin@list.ru*

²*National Productivity Centre, Abuja, Nigeria*

³*B.I. Stepanov Institute of Physics, Minsk, Belarus*

Резюме. В работе представлены результаты исследований влияния оптического излучения низкой интенсивности на личинок радужной форели в производственных условиях индустриального инкубационного цеха. В качестве источника излучения использовали лазерно-оптический прибор «Стронга» (красная область спектра, $\lambda = 630$ нм) в течение пяти дней по 20 минут в день при плотности мощности оптического излучения $3,0$ мВт/см². В течение исследований осуществляли регулярную регистрацию размерно-весовых показателей. Представленные данные позволяют заключить, что излучение лазерно-оптического прибора «Стронга» оказывает стимулирующий эффект на размерно-весовые показатели личинок радужной форели. Величина стимулирующего эффекта по показателю средней массы к 31 дню наблюдения достигала 33,3 %, по размерным показателям к 31 дню наблюдения варьировала от 5,1 до 11,0 % (в зависимости от показателя).

Ключевые слова: лазерное и оптическое излучение, аквакультура, инкубационный цех, икра, радужная форель, лососевые.

Abstract. The paper presents the research results of low intensity optical radiation effect on the rainbow trout larva in aquaculture hatchery. The radiation source was laser-optical device «Stronga» (red spectrum, $\lambda = 630$ nm) for five days to 20 minutes a day with the power density 3.0 mW / cm². During the research out

regular check size and weight of larva. The results show, that laser-optical device «Stronga» has a stimulating effect on the rainbow trout larva. The stimulating effect by the 31st day of observation increased to 33.3% for larva weight and from 5.1 to 11.0% for larva size (depending on the size indicator).

Keywords: laser and optical radiation, aquaculture, hatchery, eggs, rainbow trout, salmon.

Введение. В настоящее время в Беларуси активно развивается аквакультура рыбоводных индустриальных комплексов, работающих по технологии установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). Так, только за последние годы в стране реализовано 13 проектов, направленных на создание УЗВ по выращиванию осетровых, лососевых, клариевых, угревых рыб [1]. УЗВ позволяют повысить уровень интенсификации технологии воспроизводства большинства объектов аквакультуры.

Индустриальные методы выращивания, интенсификация производства и искусственные условия являются сильнейшими стрессовыми факторами для эмбрионального развития, приводя к снижению основных физиологических показателей, выживаемости и жизнестойкости на протяжении всей жизни рыбы, в т.ч. к появлению морфологических аномалий [2]. Поэтому, в период эмбрионального развития в условиях индустриальной аквакультуры, необходимо осуществлять коррекцию развития, с использованием различных факторов воздействия на организм.

Одним из таких факторов является низкоинтенсивное оптическое излучение, которое с успехом используется в медицине для лечения, коррекции и терапии в различных направлениях.

Как показали наши многолетние исследования, лазерное излучение, а также излучение сверхярких светодиодов оказывает стимулирующее воздействие на осетровых рыб и их половые продукты (икру и сперму), а также на развитие жаброногих рачков [3, 4]. Проведенные исследования послужили основой для создания типоряда лазерно-оптических приборов на основе полупроводниковых лазеров и светодиодов для облучения икры ценных видов рыб, инкубирующейся в неподвижном положении [5].

Цель наших исследований заключалась в изучении влияния лазерно-оптического прибора «Стронга» на размерно-весовые показатели личинок радужной форели в производственных условиях индустриального инкубационного цеха.

Материалы и методы исследования. Исследования выполнялись на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства и рыбоводного индустриального комплекса УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (рыбокомплекс УО БГСХА) в 2016 – 2017 годах. Объектом исследований являлись однополые эмбрионы (оплодотворенная икра на стадии глазка) самок радужной форели.

Оплодотворенная икра на стадии глазка закупалась в рыбопотомнике Viviers de Sarrance (Франция), которая транспортировалась в термопластиковой таре со льдом на самолете. Затем икра проходила адаптацию в инкубационном цехе рыбоводного индустриального комплекса, работающим по принципу УЗВ, включающая в себя лотки для доинкубации, систему механической и биологической очистки, а также оксигенацию и обеззараживание воды УФ-облучением.

В течении исследований осуществляли регулярную регистрацию размерно-весовых показателей молоди радужной форели по следующим параметрам: средняя масса, общая длина, длина по Смитту, промысловая длина, длина головы, длина туловища, высота тела, антедорсальное расстояние, антевентральное расстояние [6]. На основании полученных размерно-весовых показателей осуществляли расчет индекса прогонистости, индекса большеголовости, индекса высокоспинности, абсолютного среднесуточного прироста, относительной скорости роста [7].

Фиксирование размерных показателей осуществлялось при помощи цифровой камеры Cyber - Shot DSC-P200 с последующей обработкой результатов при помощи программы ImageJ.

Для статистической обработки результатов использовали программную среду R, включая пакеты R Commander, MASS, ggplot2, mgcv, corrplot [8-17], а

также программную среду Circos [18]. Для определения уровня статистической достоверности использовали параметрический тест Стьюдента. Параметрический тест использовали при условии соблюдения нормальности распределения данных (квантильный график, тест Шапиро-Уилка) и однородности групповых дисперсий. При несоблюдении указанных условий использовали U-критерий Манна-Уитни.

Для построения нелинейных моделей регрессии, использовали пакет drc программной среды R [13]. В настоящей работе использовали 13 следующих моделей: логнормальная модель (пробит) с четырьмя параметрами, log-логистическая модель с четырьмя параметрами, log-логистическая модель с тремя параметрами, log-логистическая модель с двумя параметрами, модель Weibull – 1, модель Weibull – 2, логистическая модель с четырьмя параметрами, модель Gompertz с четырьмя параметрами, экспоненциальная модель с тремя параметрами, экспоненциальная модель с двумя параметрами, модель Michaelis-Menten с тремя параметрами, модель Brain-Cousens с пятью параметрами, модель Cedergreen-Ritz-Streibig с четырьмя параметрами.

Лазерно-оптический прибор «Стронга» разработан на кафедре ихтиологии и рыбоводства совместно с Институтом физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси и представляет собой модуль оптического излучения, выполненный на базе матрицы отдельно расположенных светодиодных излучателей (красная область спектра, $\lambda = 630$ нм), каждый из которых содержит оптические преобразователи пучка оптического излучения, формирующие на поверхности воды перекрывающиеся световые пятна. При этом суммарное световое пятно, сформированное матрицей светодиодных излучателей с оптическими преобразователями пучка, соответствует внутреннему диаметру герметичной емкости. Поскольку, излучение светодиодных источников является неполяризованным, то на выходе светодиодного источника размещалась поляризационная пленка таким образом, чтобы плоскость поляризационной пленки была перпендикулярна диаграмме направленности излучения светодиодного источника. Это позволяло

обеспечить воздействие на гидробионты линейно поляризованным излучением [5].

Воздействие оптическим излучением осуществляли на эмбрионы радужной форели на стадии глазка в течении пяти дней по 20 минут в день при плотности мощности оптического излучения $3,0 \text{ мВт/см}^2$ (опытная группа). Плотность посадки эмбрионов и личинок, частота кормления и другие технологические условия (за исключением фактора воздействия) в контрольной и опытной группе соответствовали нормативным значениям [19].

Продолжительность наблюдения за контрольной и опытной группами составила 31 день, что обусловлено технологией и необходимостью перевода личинок в другие модули для дальнейшего выращивания [19].

Результаты исследований и их обсуждение. Как показали наши исследования, лазерно-оптический прибор «Стронга» способен оказывать влияние на изменение размерно-весовых показателей личинок радужной форели. Так, если через неделю после выклева средняя масса личинок радужной форели между исследуемыми группами достоверно не отличалась и варьировала от $0,12 \pm 0,01$ г. до $0,13 \pm 0,01$ г., то через 31 день после выклева значения средней массы составили: $0,43 \pm 0,02$ г. в контрольной группе и $0,57 \pm 0,02$ г. в опытной группе. Различия статистически достоверны ($p < 0,05$).

Общая длина личинок при выклеве достоверно не отличалась и варьировала от $25,40 \pm 0,45$ мм до $26,14 \pm 0,35$ мм. Через 31 день после выклева значения общей длины составили: $37,74 \pm 0,89$ мм в контрольной группе и $40,98 \pm 1,05$ мм в опытной группе (рисунок 1, а). Различия статистически достоверны ($p < 0,05$).

Длина по Смитту личинок при выклеве достоверно не отличалась и варьировала от $25,19 \pm 0,46$ мм до $25,79 \pm 0,35$ мм. Через 31 день после выклева значения длины по Смитту составили: $36,53 \pm 0,91$ мм в контрольной группе и $39,60 \pm 0,95$ мм в опытной группе (рисунок 1, б). Различия статистически достоверны ($p < 0,05$).

Промысловая длина личинок при выклеве достоверно не отличалась и варьировала от $22,76 \pm 0,41$ мм до $23,30 \pm 0,30$ мм. Через 31 день после выклева значения промысловой длины составили: $32,94 \pm 0,88$ мм в контрольной группе и $35,45 \pm 0,85$ мм в опытной группе (рисунок 1, в). Различия статистически недостоверны ($p > 0,05$).

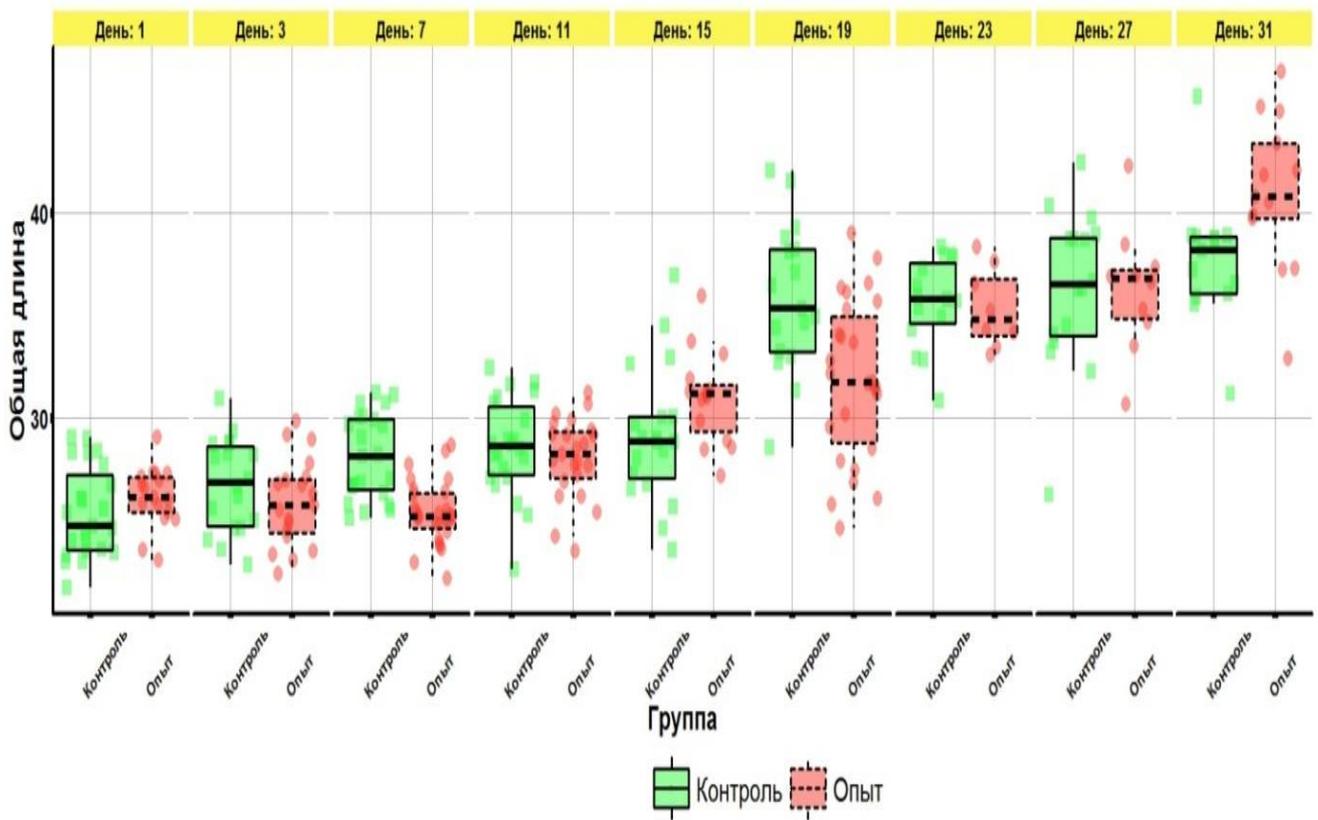
Длина головы личинок при выклеве достоверно не отличалась и варьировала от $5,88 \pm 0,14$ мм до $5,98 \pm 0,15$ мм. Через 31 день после выклева значения длины головы составили: $8,99 \pm 0,16$ мм в контрольной группе и $9,77 \pm 0,21$ мм в опытной группе (рисунок 1, г). Различия статистически достоверны ($p < 0,05$).

Длина туловища личинок при выклеве достоверно не отличалась и варьировала от $16,79 \pm 0,33$ мм до $17,28 \pm 0,25$ мм. Через 31 день после выклева значения длины туловища составили: $23,99 \pm 0,79$ мм в контрольной группе и $25,90 \pm 0,70$ мм в опытной группе (рисунок 1, д). Различия статистически недостоверны ($p > 0,05$).

Высота тела личинок при выклеве достоверно не отличалась и варьировала от $3,28 \pm 0,05$ мм до $3,33 \pm 0,05$ мм. Через 31 день после выклева значения высоты тела составили: $6,77 \pm 0,36$ мм в контрольной группе и $7,55 \pm 0,24$ мм в опытной группе (рисунок 1, е). Различия статистически недостоверны ($p > 0,05$).

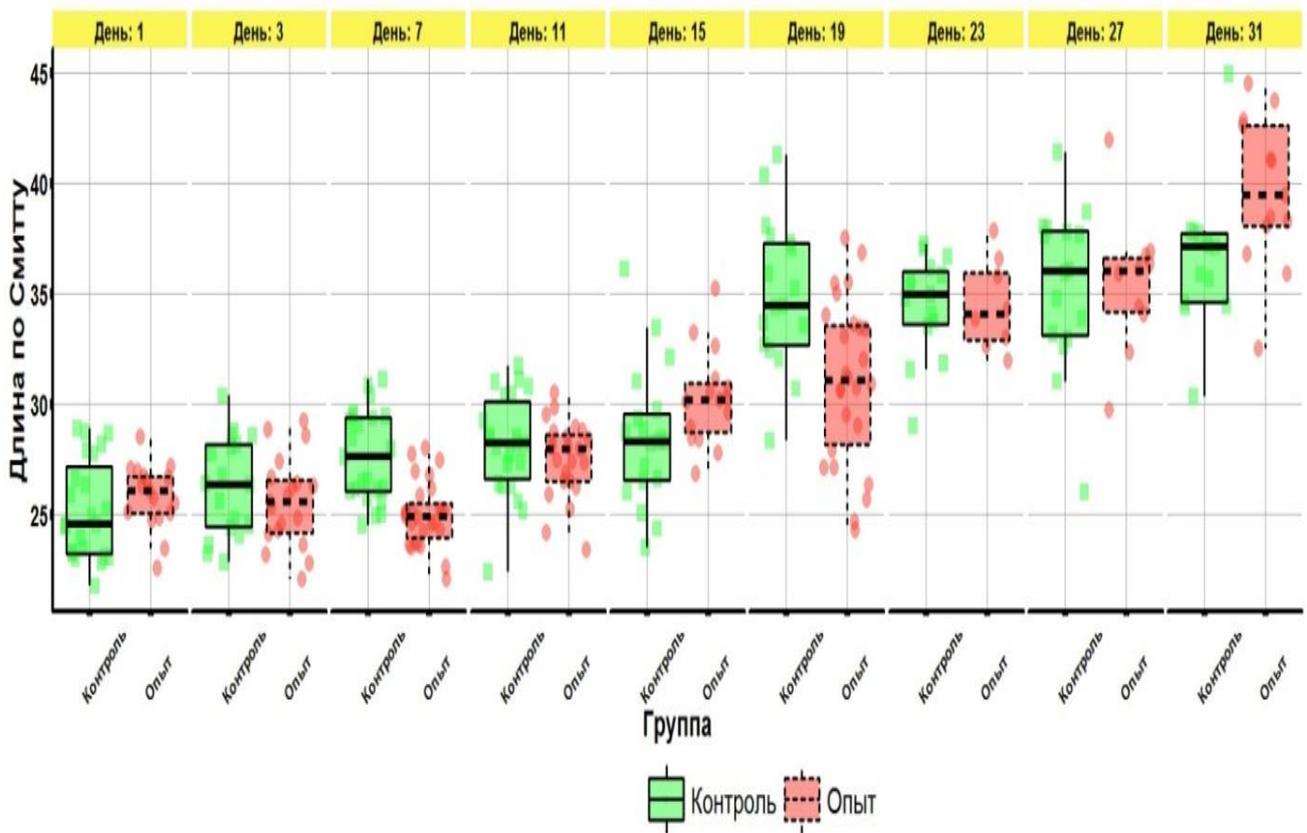
Антедорсальное расстояние при выклеве достоверно не отличалось и варьировала от $11,70 \pm 0,20$ мм до $11,95 \pm 0,19$ мм. Через 31 день после выклева значения антедорсального расстояния составили: $16,91 \pm 0,44$ мм в контрольной группе и $18,46 \pm 0,48$ мм в опытной группе (рисунок 1, ж). Различия статистически достоверны ($p < 0,05$).

Антевентральное расстояние при выклеве достоверно не отличалось и варьировала от $12,06 \pm 0,25$ мм до $12,57 \pm 0,26$ мм. Через 31 день после выклева значения антевентрального расстояния составили: $18,68 \pm 0,55$ мм в контрольной группе и $19,65 \pm 0,57$ мм в опытной группе (рисунок 1, з). Различия статистически недостоверны ($p > 0,05$).



а

Рисунок 1. (начало рисунка)



б

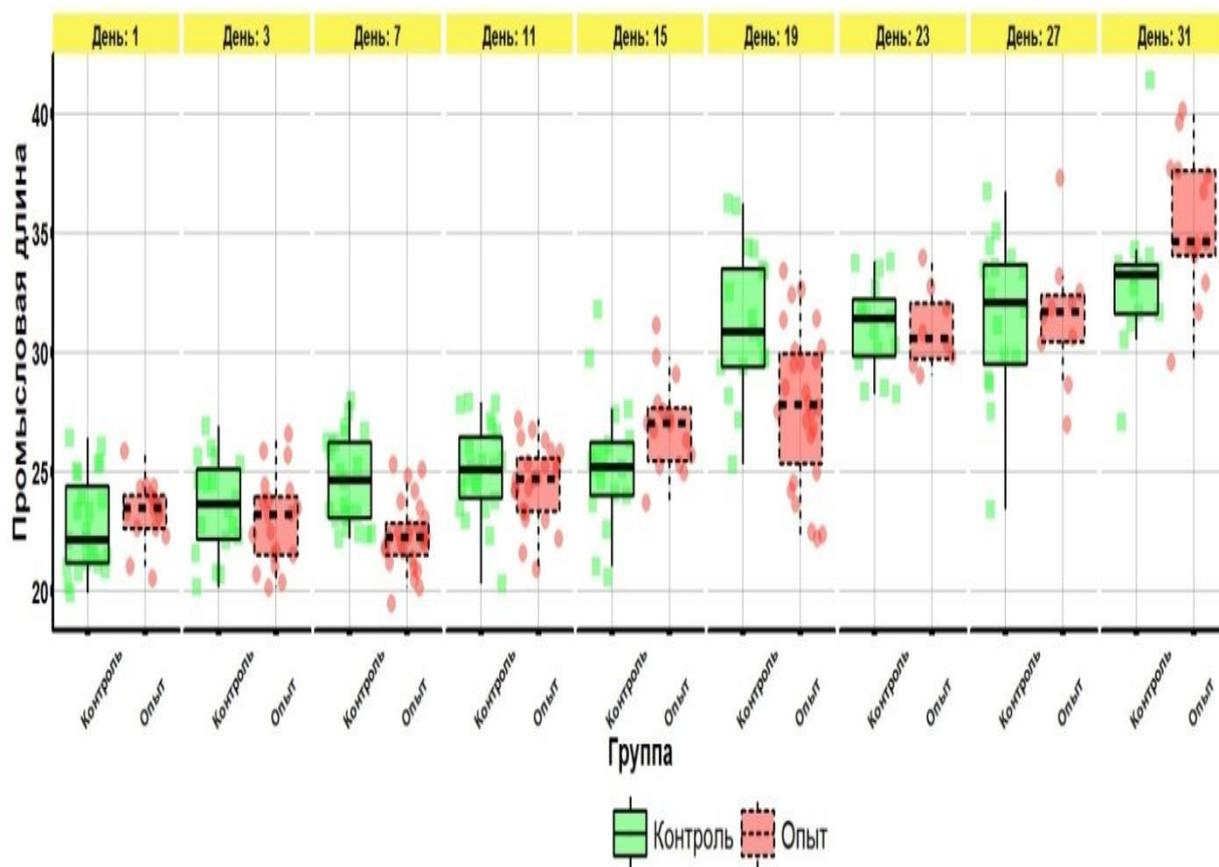


Рис. 1. (начало рисунка)

В

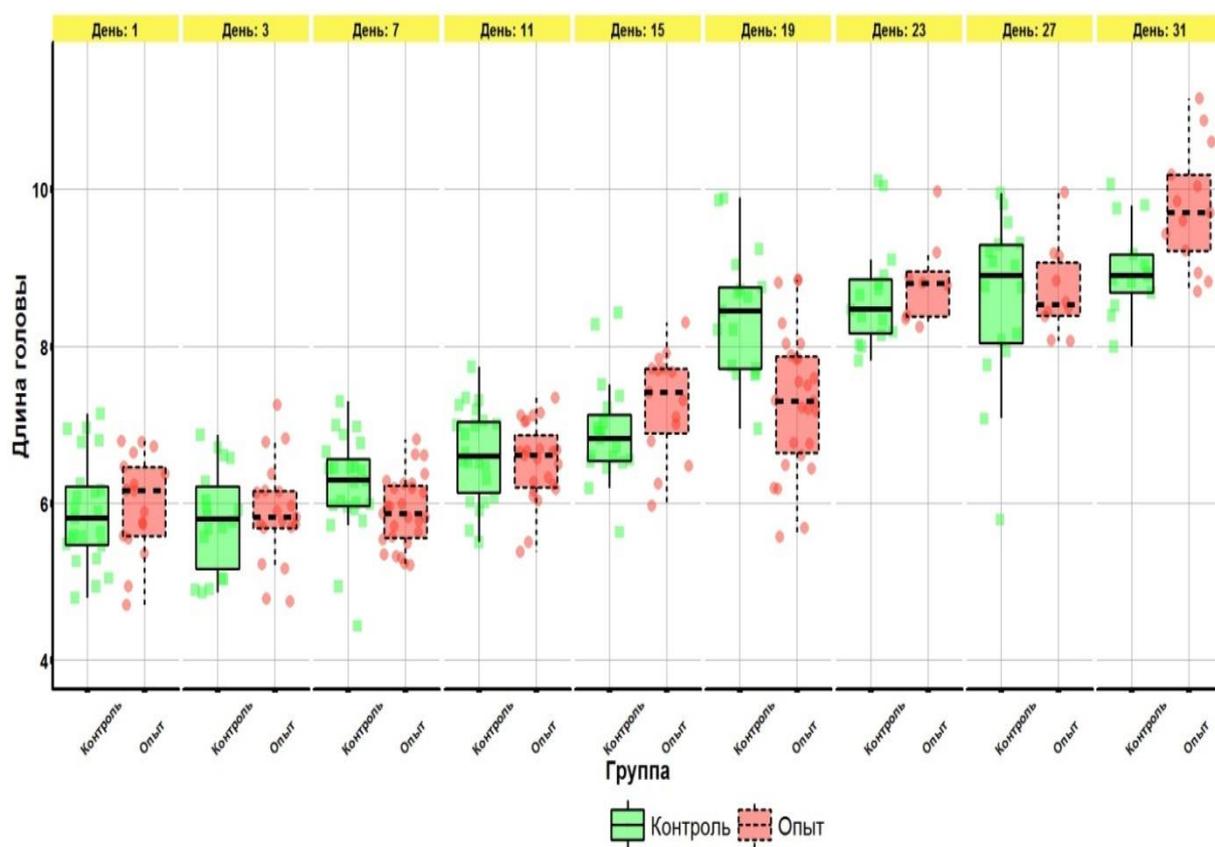
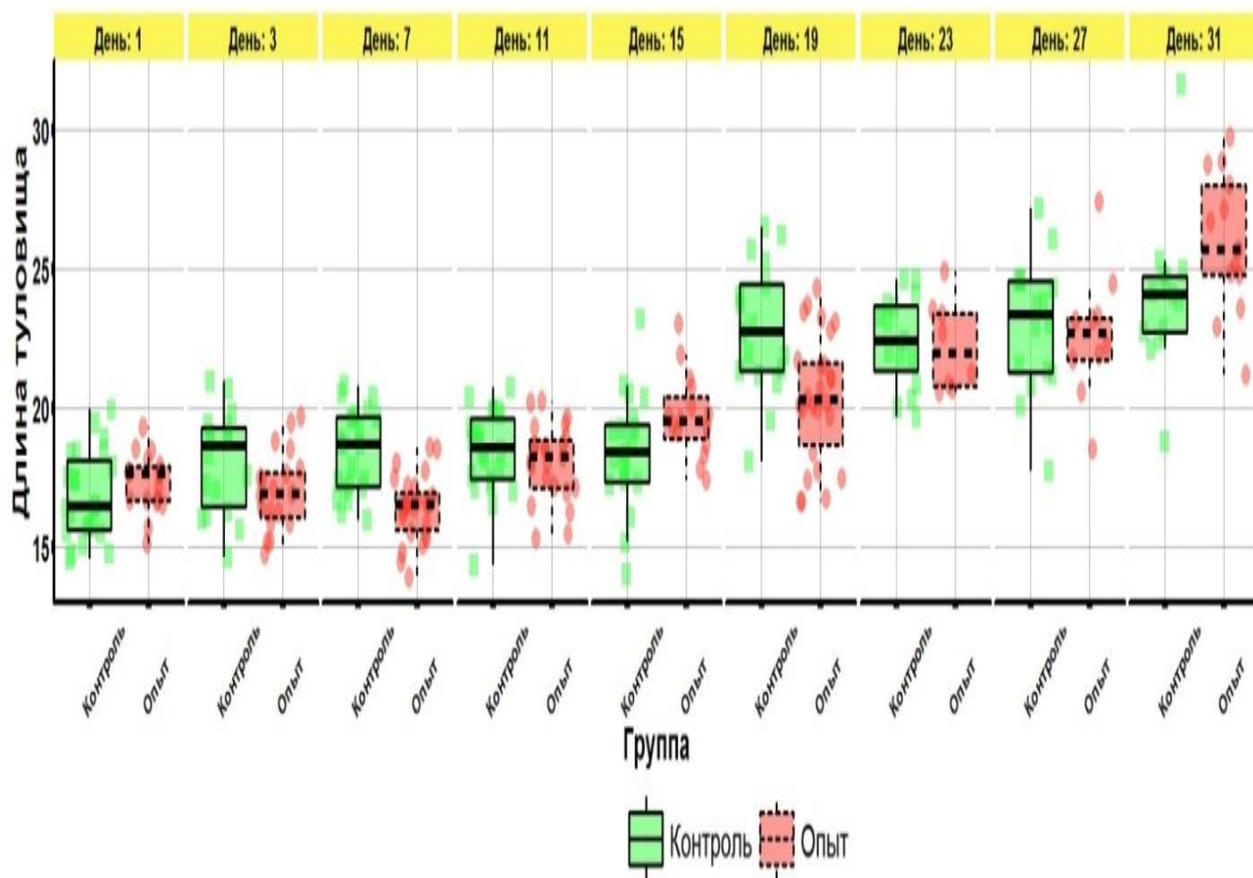
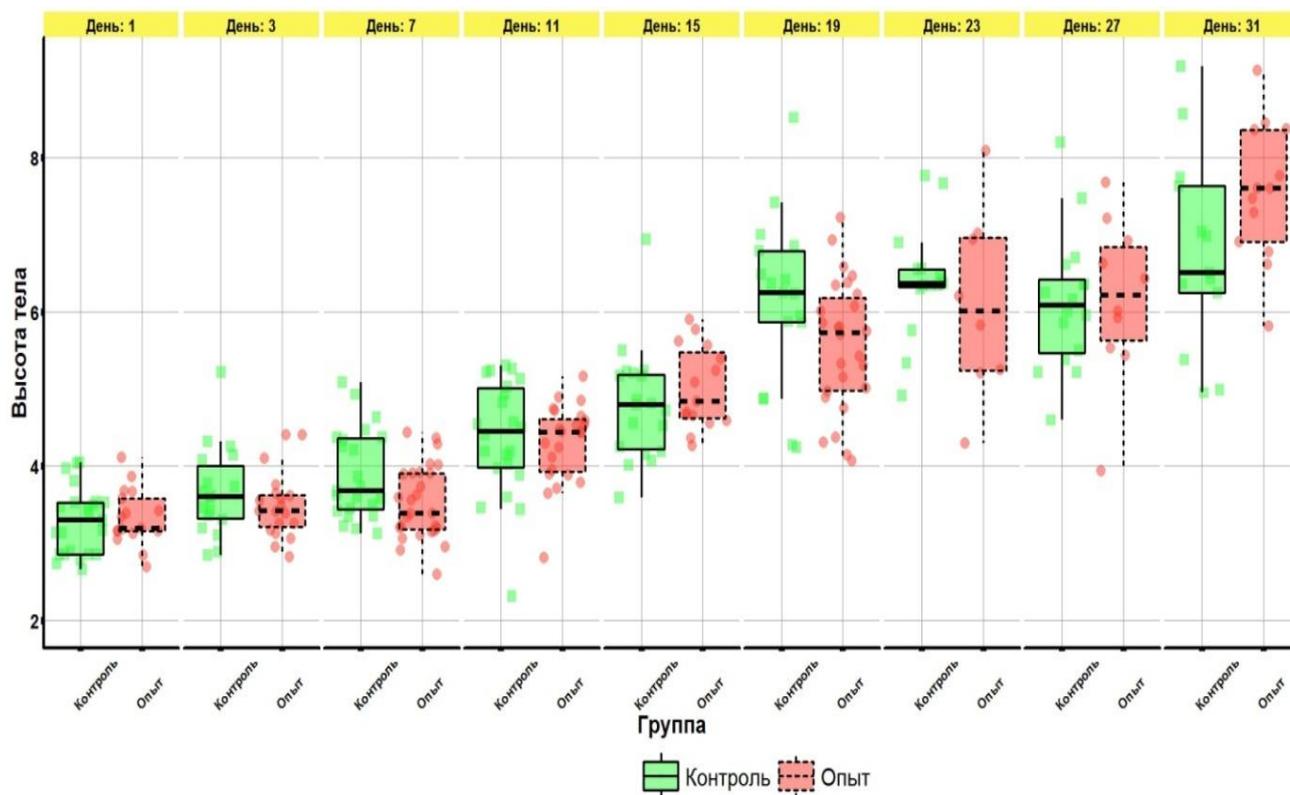


Рисунок 1. (продолжение рисунка)

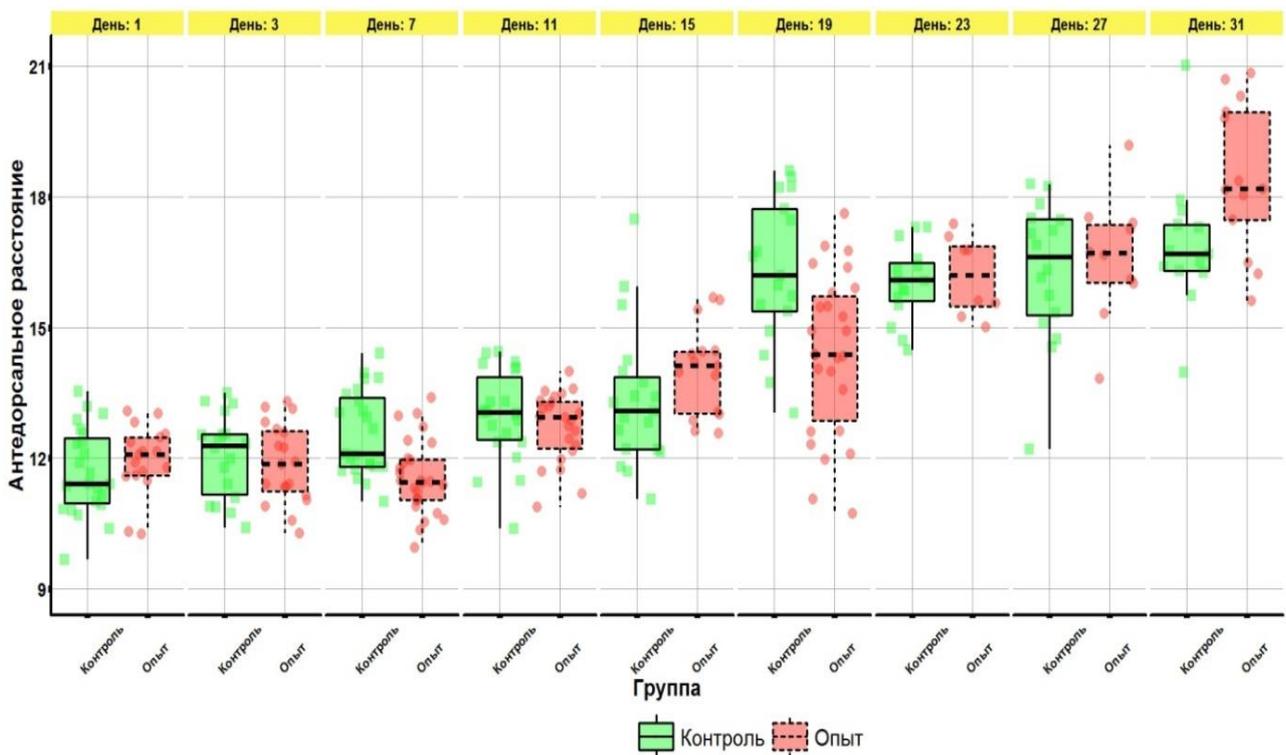
Г



Д

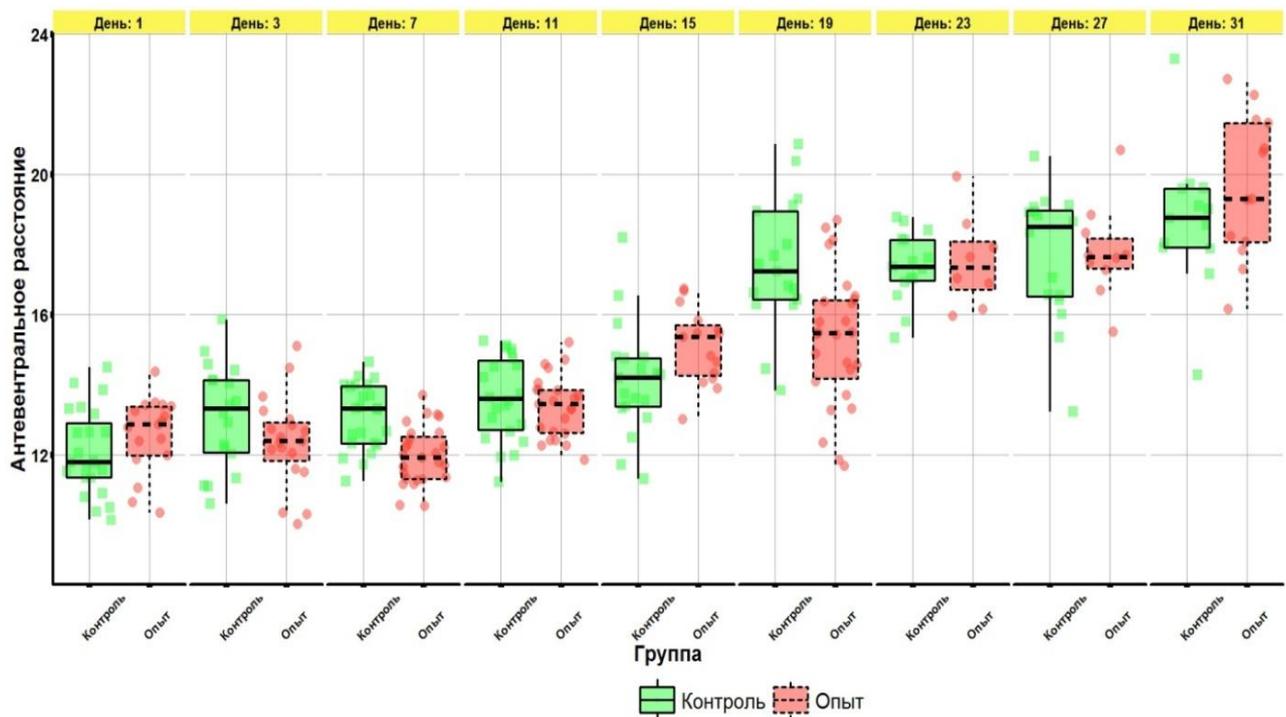


Е



Ж

Рисунок 1. (продолжение рисунка)



З

Рисунок 1. - Совмещенная диаграмма одномерного рассеяния и размахов роста размерных показателей личинок радужной форели в контрольной и опытной группах: общая длина (а), длина по Смитту (б), промысловая длина (в), длина головы (г), длина туловища (д), высота тела (е), антедорсальное расстояние (ж), антевентральное расстояние (з). Прямоугольник диаграммы размахов обозначает медиану, а также 0,25 и 0,75 квантили. N =10-20 (в зависимости от дня наблюдения).

Абсолютный среднесуточный прирост массы личинок сразу после выклева варьировал от 0,002 г до 0,008 г. Через 31 день после выклева абсолютный среднесуточный прирост массы составил 0,006 г в контрольной группе и 0,04 г. в опытной группе. Относительная скорость роста массы через 31 день после выклева в контрольной группе составляла 6,59 %, в опытной группе 34,25 % (рисунок 2).

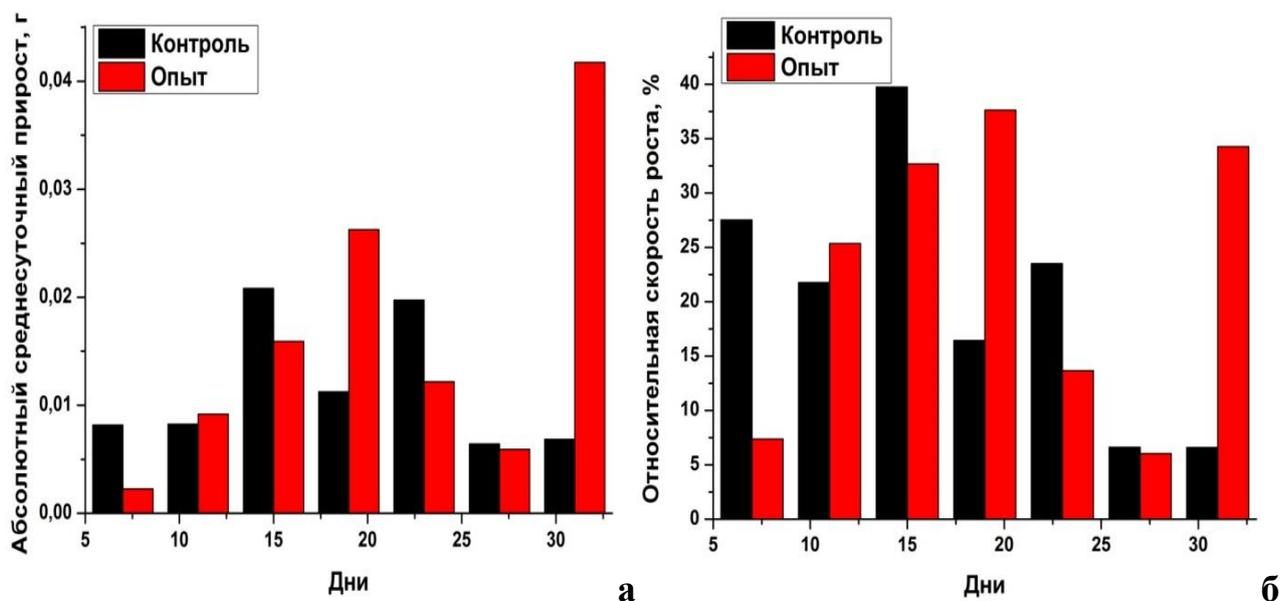


Рисунок 2. Столбиковая диаграмма изменения скорости роста массы личинок радужной форели в контрольной и опытной группах: абсолютный среднесуточный прирост (а), относительная скорость роста (б)

Для анализа влияния оптического излучения на темп роста массы личинок радужной форели нами были построены 13 вышеперечисленных нелинейных моделей регрессии с учетом классификации Ритца [20]. Селекцию лучших моделей осуществляли на основании значения логарифма правдоподобия ($\log\text{Lik}$). Так, при анализе темпа изменения средней массы в контрольной группе лучшие значения $\log\text{Lik}$ наблюдались у логистической модели с четырьмя параметрами; в опытной группе лучшие значения $\log\text{Lik}$ наблюдались у Log- логистической модели с четырьмя параметрами. Значения коэффициентов указанных моделей приведены в таблице 1. Визуализация отобранных моделей представлена на рисунке 3.

Таблица 1–Коэффициенты нелинейных моделей темпа роста (массы) личинок радужной форели в контрольной и опытной группах

Модель	Группа	
	Контрольная	Опытная
Коэффициенты:	Логистическая модель	Log- логистическая модель
b	-0,18540	-1,8205
c	0,07383	0,1022
d	0,45071	4,6645
e	16,30119	105,2283

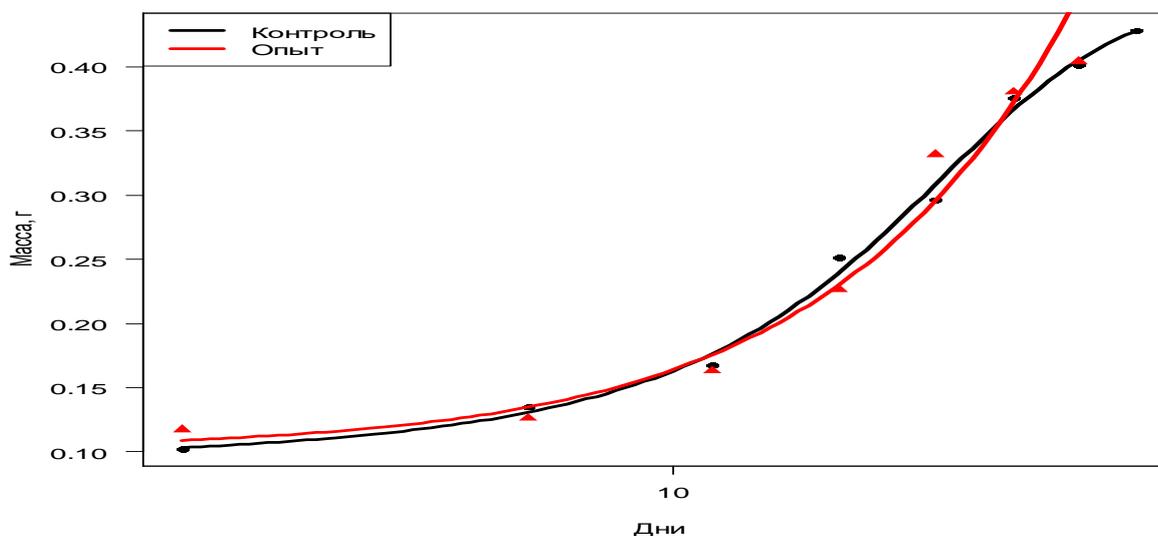


Рисунок 3 – Модели (логистическая модель с четырьмя параметрами (контрольная группа) и Log- логистическая модель с четырьмя параметрами (опытная группа)) темпа роста (массы) личинок радужной форели

Логистическая модель с четырьмя параметрами имела следующий вид функции регрессии:

$$\varphi(x) = c + \frac{d-c}{1+\exp\{b(x-e)\}} \quad (1)$$

Log- логистическая модель с четырьмя параметрами имела следующий вид функции регрессии:

$$\varphi(x) = c + \frac{d-c}{1+\exp\{b(\log(x)-\log(e))\}} \quad (2)$$

где параметры c и d являются нижним и верхним пределами отклика, b , e – параметры задаваемой нелинейной функции [22].

Анализ коэффициентов корреляции между размерными показателями личинок радужной форели позволил установить, что в контрольной группе через 31 день после выклева наблюдалась следующая сила связи: средняя положительная корреляция между высотой тела и общей длиной, длиной по Смитту, длиной туловища, андедорсальным расстоянием; сильную положительную корреляцию между всеми остальными размерными показателями. В опытной группе через 31 день после выклева наблюдалась сильная положительная корреляционная связь между всеми размерными показателями (рисунок 4).

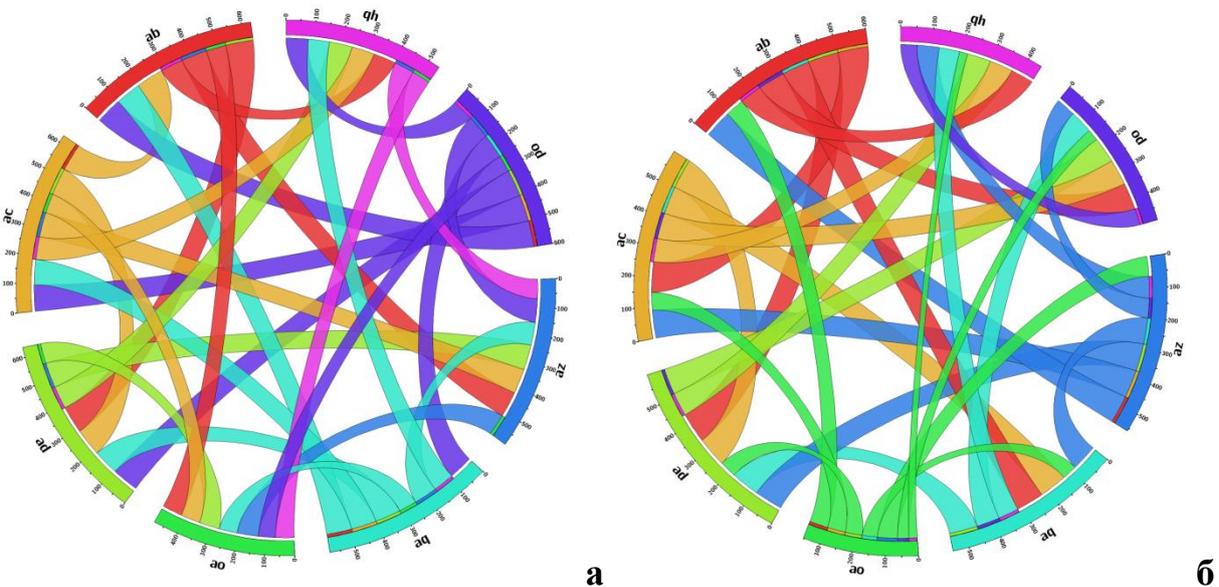


Рисунок 4. (начало рисунка)

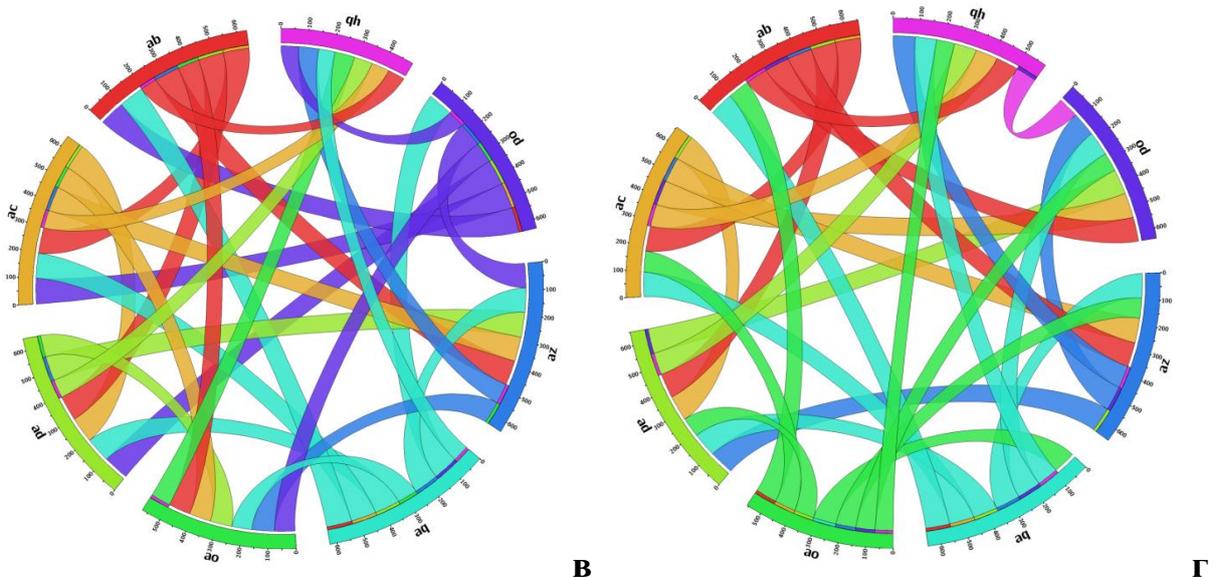


Рисунок 4. Корреляционная связь между размерными показателями личинок радужной форели в контрольной (а, в) и опытной (б, г) группе: (после выклева (а, б) и через 31 день после выклева (в, г)).

Цвет линии на рисунке обозначает соответствующий параметр: ab – общая длина, ac – длина по Смитту ad – промысловая длина, ao – длина головы, od – длина туловища, qh – высота тела, aq – антедорсальное расстояние, az – антевентральное расстояние.

Толщина линии зависит силы корреляционной связи

Экстерьерные индексы в исследуемых группах достоверно не отличались и варьировали следующим образом: сразу после выклева личинок индекс прогонистости от 6,98 до 7,04, индекс высокоспинности от 14,27 до 14,39, индекс большеголовости от 25,68 до 25,87. Через 31 день после выклева в контрольной группе средние значения экстерьерных индексов составили 4,97; 20,49; 27,39 для индекса прогонистости, индекса высокоспинности и индекса большеголовости, соответственно. Через 31 день после выклева в опытной группе средние значения экстерьерных индексов составили 4,72; 21,27; 27,63 для индекса прогонистости, индекса высокоспинности и индекса большеголовости, соответственно. Различия статистически недостоверны ($p > 0,05$).

Анализ коэффициентов корреляции между экстерьерными индексами не выявил достоверных отличий между исследуемыми группами (рисунок 5).

Представленные выше данные позволяют заключить, что излучение лазерно-оптического прибора «Стронга» оказывает стимулирующий эффект на размерно-весовые показатели личинок радужной форели после выклева. Величина стимулирующего эффекта по показателю средней массы к 31 дню наблюдения достигала 33,3 %, по размерным показателям к 31 дню наблюдения варьировала от 5,1 до 11,0 % (в зависимости от показателя). Обращают на себя внимание резкое увеличение абсолютного среднесуточного прироста массы и относительной скорости роста массы в опытной группе в течении последнего периода наблюдений, что свидетельствует о более раннем начале этапа перехода из стадии личинки в стадию малька.

Необходимо обратить внимание на высокие значения силы корреляционных связей размерных показателей личинок радужной форели в опытной группе, что на фоне высоких значений экстерьерных индексов, по

сравнению с контрольной группой, свидетельствует о более гармоничном развитии личинок.

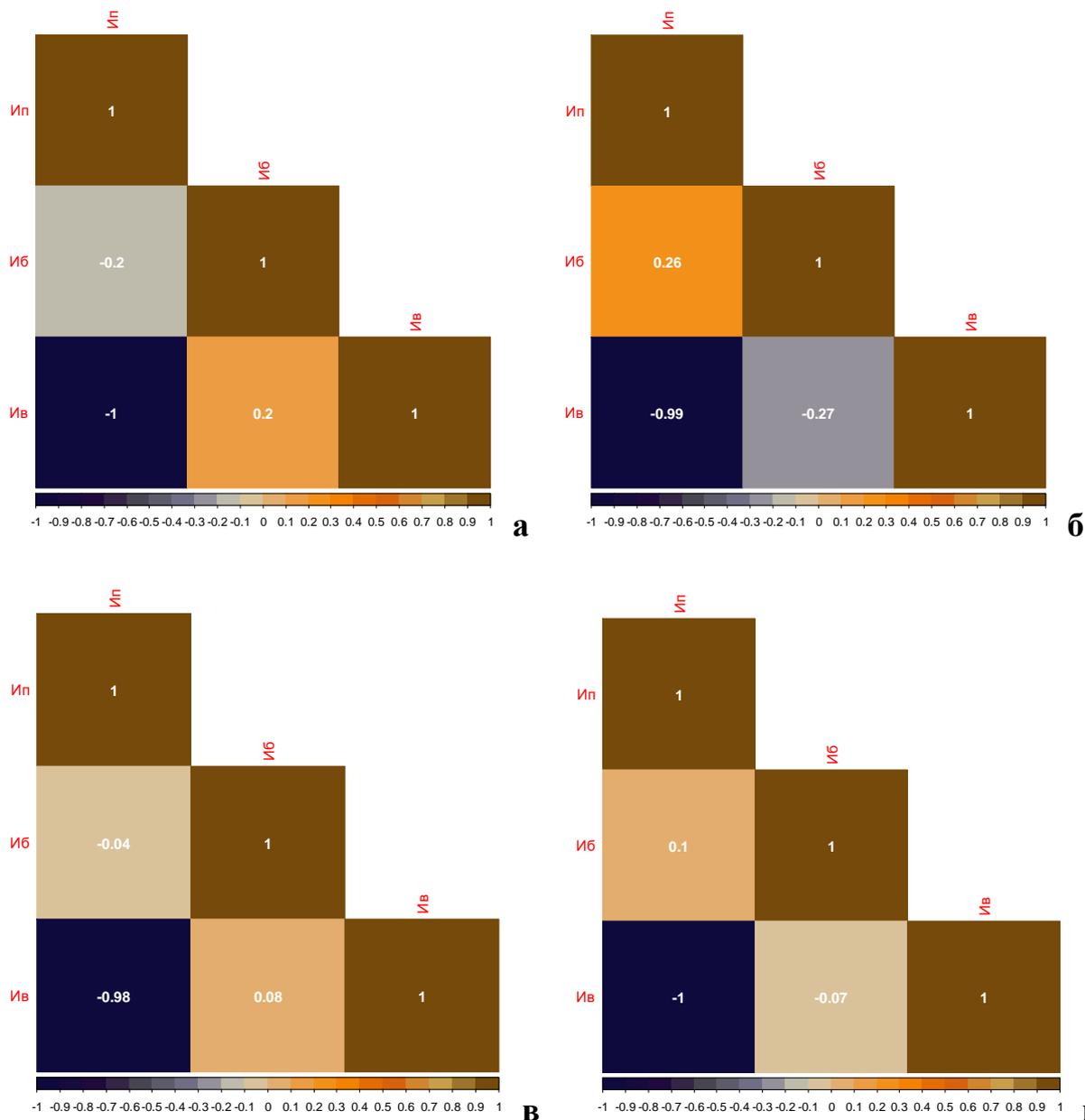


Рисунок 5. - Мультиколлинеарная матрица корреляционных связей экстерьерных индексов личинок радужной форели в контрольной (а, в) и опытной (б, г) группе (после выклева (а, б) и через 31 день после выклева (в, г). Условные обозначения: Ип – индекс прогонистости, Иб – индекс большеголовости, Ив – индекс высокоспинности

На основании ранее проведенных исследований, мы считаем, что в основе фотофизического механизма, определяющего биологическое действие оптического излучения низкой интенсивности при его воздействии на

эмбрионы рыб, кроме диполь–дипольных взаимодействий, лежит ориентационный эффект нефотохимической природы [21, 22].

Заключение

Таким образом, разработанные нами лазерно-оптические приборы «Стронга» для периодического светового воздействия на икру рыб в инкубаторе лоткового типа обеспечивает повышение эффективности искусственного воспроизводства и выращивания лососевых рыб за счет стимуляции размерно-весовых показателей, а также оптимизации технологии товарной аквакультуры при низкой стоимости оборудования для ее реализации.

Остается открытым вопрос о влиянии лазерно-оптического прибора «Стронга» на дальнейший рост и развитие рыбопосадочного материала радужной форели в промышленных условиях. Однако данный вопрос, тема последующих публикаций.

Список использованных источников

1. Барулин, Н. В. Системный подход к технологии регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах / Н. В. Барулин // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2015. – № 3. – С. 107–111.

2. Портная, Т. В. Характер эмбрионального и постэмбрионального развития радужной форели при доинкубации икры в условиях неблагоприятного повышения температуры воды / Т. В. Портная, А. И. Портной, А. А. Сопот // Животноводство и ветеринар. медицина. – 2015. – № 2 (17). – С. 26–33.

3. Барулин, Н. В. Жаброногий рачок *Artemia salina* L. как объект для исследования биологической активности оптического излучения низкой интенсивности / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский, В. А. Орлович // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2012. – Вып. 28. – С. 42–49.

4. Плавский, В. Ю. Роль поляризации и когерентности оптического излучения во взаимодействии со сперматозоидами осетровых рыб / В. Ю.

Плавский, Н. В. Барулин // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству, Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2009. – Вып. 25. – С. 56–63.

5. Лиман, М. С. Лазерно-оптические приборы для повышения эффективности инкубации икры радужной форели и стерляди в рыбоводных промышленных комплексах / М. С. Лиман, Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2016. – Вып. 32. – С. 121–134.

6. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.

7. Портная, Т. В. Рыбоводство. Устройство прудового хозяйства, воспроизводство, рост и развитие рыб : метод. указания к лабораторным занятиям для студентов специальности 1-74 03 01 «Зоотехния» / Т. В. Портная ; Белорус. гос. с.-х. акад., Каф. ихтиологии и рыбоводства. – Горки : [б. и.], 2014. – 40 с.

8. Шитиков, В. К. Экотоксикология и статистическое моделирование эффекта с использованием R. / В. К. Шитиков. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2016. – 149 с.

9. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. – 2017. – URL <https://www.R-project.org/>.

10. Wood, S. N. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models / S. N. Wood // J. of the Royal Statistical Society. Ser. B. – 2011. – Vol. 73, № 1. – P. 3–36.

11. Wickham, H. Ggplot2: elegant graphics for data analysis / H. Wickham. – Dordrecht [etc.] : Springer, 2009. – 212 p.

12. Venables, W. N. Modern applied statistics with S / W. N. Venables, B. D. Ripley. – New York : Springer-Verlag, 2002. – 495 p.

13. Dose-response analysis using R / C. Ritz [et al.] // PLoS ONE. – 2015. – Vol. 10, № 12. – P. 1–13.
14. Corrplot: visualization of a correlation matrix [Electronic resources] // R package version 0.77. – 2016. – <https://CRAN.R-project.org/package=corrplot>
15. Fox, J. The R commander: a basic statistics graphical user interface to R / J. Fox // J. of Statistical Software. – 2005. – Vol. 14, № 1. – P. 1–42.
16. Мастицкий, С. Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R [Электронный ресурс] / С. Э. Мастицкий, В. К. Шитиков. – Хайдельберг ; Лондон ; Тольятти, 2014. – 401 с. – Режим доступа: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/R/Mastitsky%20and%20Shitikov%202014.pdf>. – Дата доступа: 15.11.2017.
17. Мастицкий, С. Э. Визуализация данных с помощью ggplot2 / С. Э. Мастицкий. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 222 с.
18. Circos: an information aesthetic for comparative genomics / M. Krzywinski [et al.] // Genome Research. – 2009. – Vol. 19, № 9. – P. 1639–1645.
18. Ritz, C. Dose-Response Analysis Using R / C. Ritz, F. Baty, J.C. Streibig, D. Gerhard // (2015) PLOS ONE. – 2015. – 10(12), e0146021.
19. Рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в рыбоводных индустриальных комплексах (с временными нормативами) / Н. В. Барулин [и др.]. - Горки: БГСХА, 2016. - 179 с.
20. Ritz, C. Towards a unified approach to dose-response modeling in ecotoxicology / C. Ritz // Environmental Toxicology and Chemistry. – 2010. – Vol. 29, № 1. – P. 220–229.
21. Плавский, В. Ю. Влияние низкоинтенсивного лазерного облучения икры на жизнестойкость молоди осетровых рыб / В.Ю. Плавский, Н.В. Барулин // Журнал прикладной спектроскопии. – 2008 – Т. 75, 2 – С. 233 – 241.
22. Плавский, В.Ю., Влияние поляризации и когерентности оптического излучения низкой интенсивности на эмбрионы рыб / В.Ю. Плавский, Н.В. Барулин // Журнал прикладной спектроскопии. – 2008. – Т.75, № 6. – С. 843 – 858.

МЕТОД ОЦЕНКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

С. С. Астафьева, А. К. Аюпова, Л. М. Васильева

*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,
г. Астрахань, ул. Татищева, 20 а, 414056, Россия
т.+7 (8512) 485343 e-mail: bios94@mail.ru*

METHOD FOR EVALUATING PHYSIOLOGICAL STATE OF STURGEONS UNDER THE AQUACULTURE CONDITIONS

S. S. Astafyeva, A. K. Ayupova, L. M. Vasilyeva

*«Astrakhan State University», Astrakhan, Tatishcheva Str., 20 a, Russia.
Phone: +7 (8512) 485343, e-mail: bios94@mail.ru*

Резюме. Проведено обследование стерляди и русского осетра с целью оценки их физиологического состояния методом морфологического анализа биологических жидкостей (краевой дегидратации). Для верификации полученных данных были определены основные гематологические и биохимические показатели крови рыб. Установлена информативность метода краевой дегидратации при оценке физиологического состояния рыбы и ее адаптационных возможностей.

Ключевые слова: осетровые рыбы, физиологические показатели крови, краевая дегидратация, норма и патология.

Abstract. Examination of a sterlet and the Russian sturgeon for the purpose of assessment of their physiological state is conducted by method of the morphological analysis of biological liquids (a edge dehydration). For verification of the obtained data the key hematological and biochemical indicators of blood of fishes were defined. The informational content of a method of a regional dehydration at assessment of a physiological condition of fish and her adaptation opportunities is established.

Keywords: sturgeons, physiological parameters of blood, edge dehydration, norm and pathology.

Введение. Интенсификация процессов рыбоводства на современном уровне развития требует нового взгляда на проблемы диагностики состояния рыб на всех этапах выращивания. К применяемым методикам оценки физиологического статуса рыб предъявляются строгие требования по их информативности, нетравматичности, доступности в исполнении и возможности получать результат в короткие сроки.

Традиционно физиологически значимые сведения о состоянии рыб извлекается из биологических жидкостей (кровь, слизь и т.п.) биохимическими (химический состав, активность отдельных компонентов и др.), иммунологическими и физико-химическими (плотность, электропроводность, спектральные характеристики и т.п.) методами. Однако использование указанных подходов позволяет получить лишь фрагментарную информацию о состоянии организма. Анализ структурных характеристик биологических жидкостей с использованием методов клиновидной и краевой дегидратации дает возможность осуществлять многопараметрический мониторинг состояния, т.к. структурная форма твердой фазы биологических жидкостей представляет собой информационный комплекс, позволяющий отличить физиологическую картину от патологической, установить характер происходящих в организме изменений, определить его устойчивость к внешним воздействиям и оценить эффективность проводимых профилактических и лечебных мероприятий.

При краевой дегидратации капля исследуемого материала помещается между предметным и покровным стеклами для создания аналитической (оптической) ячейки, в которой обеспечивается постепенное испарение воды из данного образца. В этих условиях компоненты, содержащиеся в биологической жидкости, создают центры кристаллизации и образуют структуры определенной конфигурации и размера.

В настоящее время в ходе многочисленных исследований убедительно показано, что использование методов краевой и клиновидной дегидратации позволяет наблюдать даже самые начальные трансформации молекулярных структур без «инкубационного периода», необходимого для изменений на клеточном, органном и/или системном уровнях. Следовательно, морфологический анализ биологических жидкостей открывает возможности для ранней регистрации изменений, происходящих в организме.

На основании вышеизложенного, целью настоящего исследования являлось определение возможности использования анализа структурно-

оптических свойств сыворотки крови осетровых рыб методом краевой дегидратации для оценки их физиологического состояния.

Материалы и методы. Были обследованы двухгодовики стерляди *Acipenser ruthenus* – 10 особей (средняя масса - $240 \pm 3,5$ г); годовики и двухгодовики русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* – 20 особей (средняя масса $185,5 \pm 10,0$ и $452,5 \pm 14,9$ г, соответственно). Исследования стерляди проводили в апреле (после периода продолжительной зимовки), а особей русского осетра - в июне, в период наиболее благоприятных гидрохимических показателей водной среды для осетровых рыб. Кровь брали прижизненно путем пункции хвостовой вены. С помощью метода краевой дегидратации проведено изучение структурно-оптических свойств сыворотки крови осетровых рыб [1,2]. С целью верификации полученных данных в крови определяли содержание гемоглобина и эритроцитов, а также в сыворотке крови оценивали концентрацию холестерина, глюкозы и общего белка унифицированными методами [3].

Результаты исследований и обсуждение. Взятие крови для физиолого-биохимического анализа у двухлетков стерляди осуществлялось в апреле, после продолжительного зимнего содержания. Содержание гемоглобина в сыворотке крови двухлетков стерляди составляло в среднем $65,12 \pm 13,24$ г/л. Данный показатель варьировал от 60,2 до 71,5 г/л. Количество эритроцитов было на уровне $0,73 \pm 0,3 \times 10^{12}$ л⁻¹. Показатель общего белка сыворотки крови после зимовки у стерляди был $24,35 \pm 4,23$ г/л. Концентрация холестерина в сыворотке крови изменялась в пределах $3,45 \div 8,35$ ммоль/л при среднем значении $5,157 \pm 0,6483$ ммоль/л, коэффициент вариации составил 37,7 %. Отмеченная повышенная вариабельность показателей холестерина отражает пониженную устойчивость части рыб обследованной группы к длительному периоду пониженных температур и дальнейшую затрудненную адаптацию обменных процессов к изменяющимся условиям.

Содержание глюкозы в сыворотке крови двухлетков стерляди изменялось в пределах $1,51 \div 4,12$ ммоль/л при среднем значении $3,144 \pm 0,2753$ ммоль/л. Коэффициент вариации составил 26,3 %.

Анализ физиологического состояния русского осетра выполняли в июне, после полной их адаптации после зимовки к условиям содержания, в период наиболее благоприятных гидрохимических показателей водной среды для осетровых рыб, при которых отмечаются наибольшая интенсивность обменных процессов, отражающаяся на увеличении активности рыб и роста массы тела (температура воды 20°C , содержание кислорода в воде 6,8 мг/л).

Содержание гемоглобина в крови у двухлетков русского осетра немного снизилось по сравнению с весенними показателями и составляло $58,4 \pm 4,85$ г/л. У годовиков русского осетра данный показатель понизился до $52,4 \pm 6,15$ г/л. Аналогичная тенденция была установлена и для показателя общего сывороточного белка крови у двухлетков русского осетра, который понизился до $23,1 \pm 3,15$ г/л. У годовиков при этом произошло небольшое увеличение данного показателя по сравнению с весенними данными до $25,14 \pm 4,6$ г/л. Однако, полученные изменения не были достоверными, а проявлялись как тенденция. Достоверные изменения в сторону снижения по сравнению с весенними данными были отмечены по показателям липидного и углеводного обменов.

В группе двухлетков русского осетра холестерин варьировал в пределах $1,23 \div 2,10$ ммоль/л при среднем значении $1,586 \pm 0,0947$ ммоль/л (коэффициент вариации 18,9 %). Содержание холестерина в плазме крови годовиков русского осетра составлял от 1,42 до 2,26 ммоль/л (среднее значение $1,967 \pm 0,0978$ ммоль/л). Коэффициент вариации был невысоким и составлял 14,9 %.

Невысокая вариабельность содержания холестерина свидетельствует об удовлетворительном физиологическом состоянии всех обследованных особей русского осетра. Равномерность показателей и отсутствие

достоверных различий между показателями сывороточного холестерина двухлетков и годовиков русского осетра подтверждает благоприятные условия содержания рыб, так как на величину показателя холестерина в первую очередь влияют условия содержания и кормления, и, как правило, не отражаются возрастные особенности.

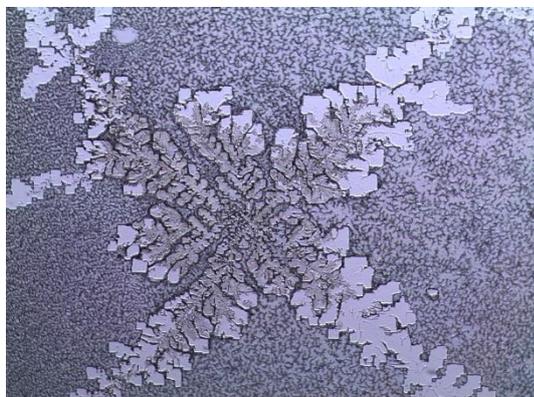
У двухлетков русского осетра показатели глюкозы сыворотки крови варьировали в пределах $0,6 \div 2,9$ ммоль/л при среднем значении $1,857 \pm 0,2152$ ммоль/л (коэффициент вариации 18,9 %). Содержание глюкозы в плазме крови годовиков русского осетра составлял от 0,69 до 4,05 ммоль/л (среднее значение $2,101 \pm 0,3456$ ммоль/л). Коэффициент вариации был высоким и составлял 46,5 %.

Высокая вариативность признака содержание глюкозы в сыворотке крови годовиков указывает на индивидуальные особенности рыб данной возрастной группы реагировать на влияние стресс-факторов, возникающих при осуществлении рыбоводных манипуляций во время выращивания.

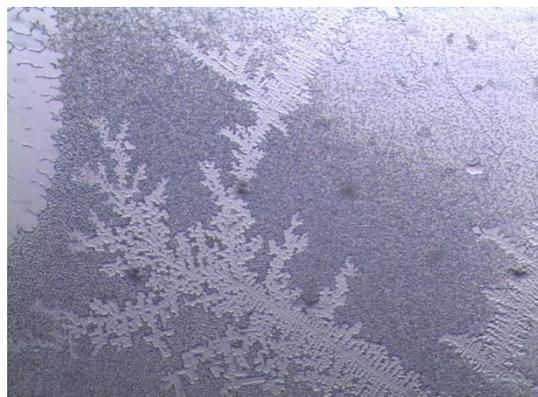
Полученные результаты по гематологическим и биохимическим показателям были сопоставлены с материалами изучения структурно-оптических свойств сыворотки крови обследованных осетровых рыб. Анализ данных позволил установить основные морфологические типы структур твердой фазы сыворотки крови осетровых рыб. В аналитических ячейках наблюдались пластинчатые, дендритные и переходные формы кристаллов, представлены на рисунке.

Характерным признаком твердой фазы сыворотки крови стерляди (таблица) являлось присутствие пластинчатых структур (отмечены во всех образцах), имеющих значительный разброс по величине: от мелких образований до крупных, занимающих значительную площадь аналитических ячеек. Несколько реже встречались переходные формы кристаллов (60 % случаев). Дендритные структуры зарегистрированы в 30% случаев. У годовиков русского осетра также отмечена высокая частота встречаемости пластинчатых структур (90%). Однако, при этом,

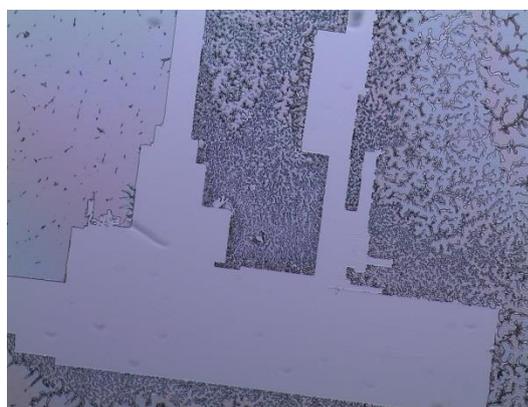
значительно возросло количество наблюдений дендритных и переходных форм кристаллов (90% и 100% соответственно) по сравнению с таковым у двухлеток стерляди.



а.



б.



в.



г.

**Рисунок. - Морфотипы кристаллов сыворотки крови осетровых рыб:
а, б – дендритные, в – пластинчатый, г – переходные**

Постоянными морфологическими элементами твердой фазы сыворотки крови двухлеток русского осетра являлись дендритные и переходные структуры (100% сл.). Пластинчатые формы зарегистрированы у 2 из 10 обследованных особей.

Существует мнение, что конфигурация кристаллов, образуемых в условиях аналитической ячейки (метод краевой дегидратации), представляет собой естественную систему индикации метаболических процессов, протекающих как при физиологических, так и при патологических состояниях.

Таблица. Распределение морфологических типов кристаллов сыворотки крови у обследованных рыб

Группы	Возраст	Морфологические типы кристаллов (%)		
		Пластинчатые	Дендритные	Переходные
Стерлядь	2	100	30	60
Русский осетр	1	90	90	100
Русский осетр	2	20	100	100

Согласно литературным данным, наличие дендритных и переходных кристаллических структур характерно для физиологического состояния гомеостаза, присутствие паутинчатых и пластинчатых форм – для патологических состояний. Указывается, что паутинчатые структуры являются маркером гипоксии, пластинчатые – маркером деструктивных изменений, происходящих в организме. Кроме этого, считается, что формирующим материалом пластинчатых структур является холестерин, что позволяет объяснить их преобладание в морфологической картине сыворотки крови при гиперхолестеринемии.

Проведенное нами исследование показало, что в аналитических ячейках сыворотки крови обследованных рыб присутствуют как структуры – показатели нормы (дендритные и переходные), так структуры, указывающие на патологические изменения (пластинчатые).

У большинства двухлетков русского осетра морфологическая картина сыворотки крови свидетельствовала о физиологическом состоянии гомеостаза. У годовиков русского осетра и двухлетков стерляди в структуре твердой фазы сыворотки крови отмечались маркеры деструктивных изменений. Вероятно, что у двухлетков стерляди присутствие данных структур в 100% случаев может быть связано со значительным накоплением в организме продуктов метаболизма, обусловленным предшествующим продолжительным периодом содержания рыб при низких температурах, что подтверждается результатами биохимического исследования. У годовиков русского осетра формирование пластинчатых структур может указывать на низкий уровень адаптационных

механизмов молодых осетров при стрессовых воздействиях. Полученные результаты морфологического изучения твердой фазы сыворотки крови этой группы рыб согласуются с таковыми изучения уровня глюкозы, высокая вариабельность которого в сыворотке крови у данных особей также указывала на их низкую устойчивость к стрессу.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют об информативности метода краевой дегидратации при оценке физиологического состояния рыбы и ее адаптационных возможностей. Выявленные факты показывают возможность использования данного метода с целью своевременного выявления и предупреждения снижения резистентности особей к условиям содержания и своевременного принятия мер по их корректировке. Предлагаемая методика является нетравматичной, доступной и не сложной в выполнении. Для ее реализации используется незначительное количество доступного биологического материала, не требуется специализированной лаборатории, дорогостоящей аппаратуры, реактивов, красителей, что может свидетельствовать о перспективности применения такого метода в рыбоводстве.

Список использованных источников

1. Краевой, С. А. Диагностика по капле крови. Кристаллизация биожидкостей / С. А. Краевой, Н. А. Колтовой. – М. ; Смоленск : Электрон. математ. и медикобиол. журн. «Математическая морфология», 2016. – Кн. 2 : Кристаллизация сыворотки крови методом закрытой капли (краевая дегидратация). –120 с.
2. Способ тестирования физиологического состояния осетровых рыб : пат. RU 2602662 / А. К. Аюпова, С. С. Астафьева, Л. М. Васильева, А. З. Юсупова. – Оpubл. 20.11.2016.
3. Лабораторные методы исследований в клинике : справочник / В. В. Меньшиков [и др.] ; под ред. В. В. Меньшикова. – М. : Медицина, 1987. – 365 с.

**ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И РОСТА МОЛОДИ СЕВРЮГИ,
ВЫРАЩЕННЫХ В ВЫРОСТНЫХ ПРУДАХ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
СРОКОВ ЗАРЫБЛЕНИЯ**

К. А. Ветрова, Н. В. Судакова, С. С. Астафьева, А. З. Анохина

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»

г. Астрахань, ул. Татищева, 20 «А», Россия.

Тел. +7 (8512) 485343, e-mail: bios94@mail.ru

**FEEDING HABITS AND GROWTH OF JUVENILES OF STELLATE
STURGEON REARED IN NURSERY PONDS, DEPENDING ON THE
TIMING OF FISH STOCKING**

K. A. Vetrova, N. V. Sudakova, S. S. Astafyeva, A. Z. Anohina

Astrakhan state University" Astrakhan, St. Tatishcheva, 20 «A», Russia

Phone: +7 (8512) 485343, e-mail: bios94@mail.ru

Резюме. Для повышения эффективности выращивания молоди осетровых рыб для целей искусственного воспроизводства необходимо добиваться снижения потерь на начальных этапах биотехнического процесса. Одним из путей решения вопроса является создание оптимальных условий по формированию кормовой базы и эффективного использования биологической продуктивности выростных водоемов рыбоводных заводов. В статье рассматриваются результаты исследований по питанию и темпам роста севрюги в выростных прудах при ранних и традиционных сроках наполнения их водой. Показано, что заливка водоёмов на 2 недели раньше обычных сроков увеличивает биомассу и видовой состав кормовой базы, что способствует улучшению питания и темпам роста молоди севрюги, повышению их физиологического статуса.

Ключевые слова: севрюга, искусственное воспроизводство, выростные пруды, личинки, молодь, питание, темпы роста.

Abstract. To improve the efficiency of cultivation of sturgeon juveniles for artificial reproduction purposes it is necessary to reduce losses in the initial stages of biotechnical process. One way of solving the issue is to create optimal conditions for the formation of food resources and the effective use of the biological productivity of the rearing ponds fish hatcheries. The article discusses the results of studies on nutrition and growth of stellate sturgeon in the rearing ponds in early and traditional time filling them with water. It is shown that the flooded with nursery ponds for 2 weeks earlier increases the biomass and species composition of forage that improves nutrition and growth of juveniles of stellate sturgeon, and improve their physiological status.

Keywords: stellate sturgeon, artificial propagation, rearing ponds, larvae, juveniles, food, the rate of growth.

Введение. В связи с истощением запасов популяций каспийских осетровых усилия науки и практики должны быть сосредоточены на разработке мер, способствующих стабильному выходу рыболовной продукции на всех этапах биотехнического процесса искусственного воспроизводства этой уникальной реликтовой ихтиофауны. Для повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых необходим поиск более эффективных технологических вариантов, направленных на снижение потерь, прежде всего, на начальных этапах биотехнического процесса [2]. Существенные резервы для этого имеются при условии более эффективного использования биологической продуктивности выростных водоемов рыболовных заводов. В этой ситуации возникла необходимость оптимизации биотехнических процессов на действующих осетровых рыболовных заводах (ОРЗ) Нижнего Поволжья за счет перевода начальных звеньев на управляемый температурный режим со смещением начала рыболовных работ на более ранний весенний период, уделив при этом особое внимание особенностям формирования кормовой базы в прудах. Управление нерестовым процессом производителей осетровых рыб позволяет оптимизировать посадку личинок, перешедших на активное питание, в выростные пруды в период пика развития естественной кормовой базы в них, при этом выращивание стандартной молоди совпадет с соответствующими температурными условиями водной среды в этих водоемах [3,5].

Цель работы состояла в изучении питания и роста молоди севрюги, выращенных в прудах в зависимости от различных сроков их заливки.

Материалы и методы. Исследования проводились на Сергиевском осетровом рыболовном заводе весной 2016 г. В работе были задействованы 2 выростных пруда: контрольный № 19, который заливался в традиционные сроки 28–29 мая и опытный № 7, обводнение которого проводилось на 2 недели раньше 14–15 мая [6]. Перешедших на экзогенное питание личинок севрюги пересадили

в пруды плотностью 110 тыс. шт./га. Один раз в пятидневку контролировали состояние кормовой базы, темпа роста, характера питания молоди по наполнению ЖКТ и коэффициента упитанности по Фультону [1].

Результаты исследований. Личинки севрюги, перешедшие на смешенное питание, были пересажены из бассейнов в пруды для выращивания до стандартной массы. Сравнительный анализ данных по накормленности молоди севрюги показал, что средний индекс наполнения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) у мальков, выращенных в водоеме, зарыбленном личинками на 15-16 суток раньше традиционных сроков составил в среднем 343 ‰. У молоди, выращенной по общепринятой схеме он не превысил 165 ‰ (таблица 1).

Таблица 1. - Интенсивность питания молоди севрюги, выращенной в разные сроки обводнения выростных прудов

Дата сбора проб	Масса молоди, г	Индекс наполнения ЖКТ, ‰	Упитанность (по Фультону)
Ранние сроки зарыбления прудов			
3.06.06	0,021	434,2	0,56
8.06.06	0,059	357	0,62
13.06.06	0,25	206	0,44
19.06.06	0,27	85	0,36
27.06.06	1,55	632	0,34
Традиционные сроки зарыбления прудов			
18.06.06	0,02	182	0,6
23.06.06	0,14	66	0,41
5.07.06	0,36	212,3	0,55
14.07.06	0,65	201,5	0,35

Следует отметить, что среди планктонных организмов в пищевом комке растущей молоди севрюги встречались представители отрядов *Branchiopoda*,

Cladocera и *Copepoda*. Наряду с этим к концу выращивания был установлен факт интенсивного потребления *Branchiopoda* – *Streptocephalus torvicornis*. Его встречаемость в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ), в среднем составляла 95 %. На всем протяжении выращивания основным пищевым компонентом являлись представители отряда *Cladocera*: *D. longispina* и *D. pulex*. На конечном этапе выращивания индекс наполнения ЖКТ у молоди севрюги оказался достаточно высоким, достигнув 632 ‰. У молоди, выращенной при более поздних сроках посадки личинок он оказался заметно ниже 201,5 ‰. В тоже время обращает на себя внимание тот факт, что во второй половине срока выращивания молоди севрюги индексы наполнения ЖКТ резко снижаются. Скорее всего, это связано со снижением кормовой базы в прудах, что объясняется завершением жизненного цикла беспозвоночных, которых условно можно назвать генерацией первого поколения.

В целом, можно подчеркнуть, что интенсивность питания молоди севрюги в прудах осетрового рыбоводного завода по искусственному воспроизводству, которые обводнялись в более ранние сроки, значительно выше, в сравнении с той, которая выращивалась в поздние сроки рыбоводного сезона. (таблица 1). Темпы роста мальков опытной партии характеризовались более интенсивным массонакоплением, чем молодь в контрольном варианте, но динамика процесса была более стабильной (рисунок 1).

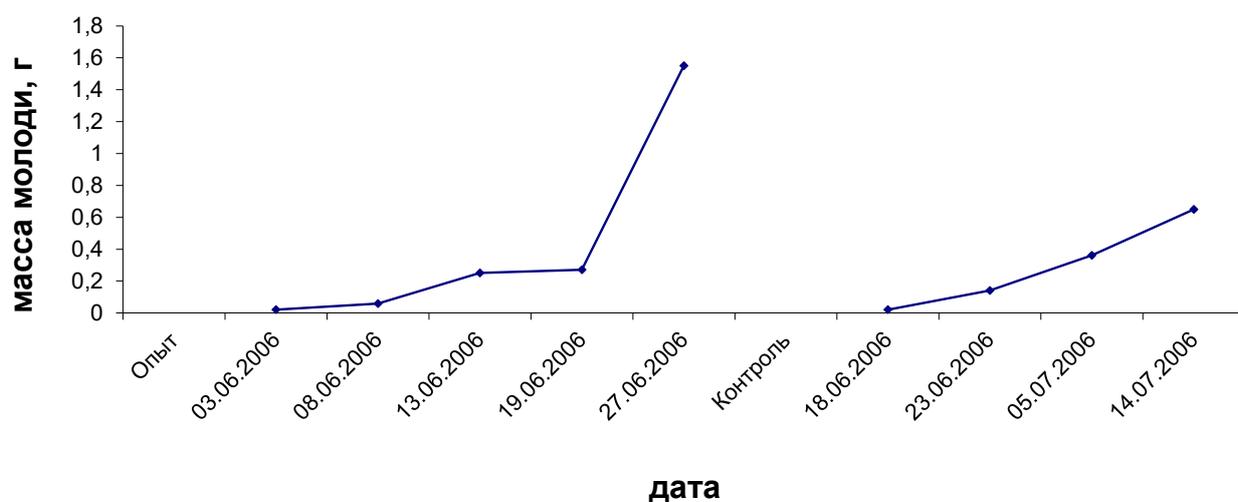


Рисунок 1. – Темп роста молоди севрюги, выращенной в разные сроки обводнения выростных прудов

Средняя масса выращенной молоди в более ранние сроки рыбоводного сезона на этапе выпуска из прудов в естественные водоёмы оказалась средним более 1,5 г в то время как в пруду, зарыбленном на 15-16 суток позже этот показатель не превысил 0,65 г. Согласно морфометрическим данным, изложенным в таблице 2, можно констатировать, что во второй половине срока выращивания интенсивность роста молоди севрюги резко возросла. К этому времени температура воды в выростном водоеме, зарыбленном в более ранние сроки, ещё не достигла экстремальных значений, что положительно сказалось на темпах роста на фоне относительно удовлетворительной кормовой базы. В водоеме, зарыбленном позже, напротив, температурные и гидробиологические условия оказались худшими для нормального роста и развития мальков.

Таблица 2. – Рыбоводно-биологические показатели молоди севрюги, выращенной в разные сроки обводнения выростных прудов

Дата сбора проб	Масса, г	Длина, мм
Ранние сроки зарыбления прудов		
3.06.06	0,021	11
8.06.06	0,059	17
13.06.06	0,25	38
19.06.06	0,27	42
27.06.06	1,55	76,3
Традиционные сроки зарыбления прудов		
18.06.06	0,02	10
23.06.06	0,14	29,3
5.07.06	0,36	44
14.07.06	0,65	57

На рисунке 2 в виде гистограммы представлены данные, характеризующие структуру массы молоди севрюги, выращенной в разные сроки

рыбоводного сезона. Согласно выраженности гистограммы можно отметить, что в опытной партии преобладали мальки массой от 1,3 до 1,5 г, тогда как в контрольной партии максимальное количество молоди достигло массы не более 0,4 - 0,6 г. При этом, в конце выращивания в выростных прудах, зарыбленных на 2 недели раньше традиционных сроков максимальная молоди севрюги составляла 2,2 – 2,4 г, а в контрольном (традиционные сроки зарыбления) – этот показатель не превысил 0,7-0,9г.

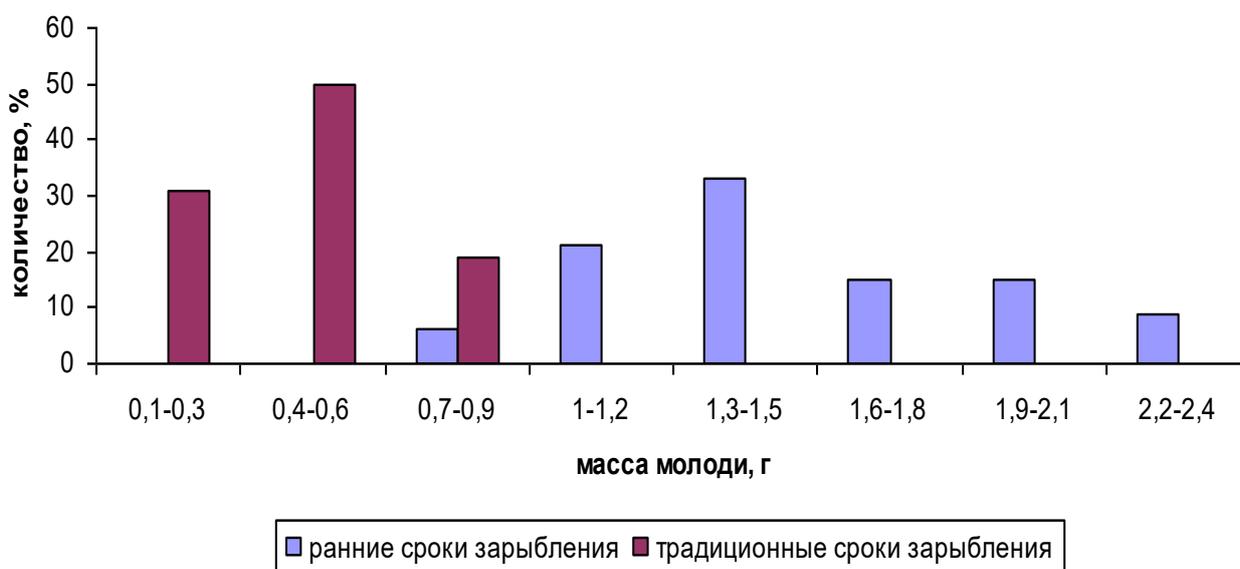


Рисунок 6. – Показатели массы молоди севрюги, выращенной в прудах, обводненных в разные сроки рыбоводного сезона

В общем, характеризуя распределение массы выращенной молоди севрюги в разные сроки вегетационного периода на этапе выпуска ее в естественные условия можно отметить, что в контрольном пруду, количество мальков массой от 0,4 до 0,6 г составили 50 % от общей численности. Значительная часть молоди севрюги приходилась на массу от 0,1 до 0,3 г (31 %). В опытном выростном пруду, которые были зарыблены личинкой, перешедшей на активной питание, на 2 недели раньше основная доля (45%) приходилась на молодь севрюги массой 1,3-1,5 г., а основное количество севрюжат, выращенных в ранние сроки оказалось массой вариабельностью от 0,7 до 2,4 г.

Заключение. Суммируя полученные данные, характеризующие темп роста молоди севрюги в опытном и контрольном водоемах, можно отметить, что интенсивность формирования кормовой базы существенно зависит от сроков обводнения выростных прудов. Благодаря возможности перевода личинок севрюги на активное питание в условиях бассейнового содержания с управляемым температурным режимом водной среды, представляется целесообразным зарыблять выростные пруды в период благоприятного температурного и гидробиологического режимов в водоёмах осетровых рыбодных заводов по искусственному воспроизводству, что оказывает положительный эффект на качество потомства [4].

Список использованных источников

1. Березина, Н. А. Практикум по гидробиологии : учеб. пособие / Н. А. Березина. – М. : Агропромиздат, 1989. – 208 с.
2. Кокоза, А. А. Искусственное воспроизводство осетровых рыб / А. А. Кокоза. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2004. – 207 с.
3. Дюбин, В. П. Эвригалинность молоди севрюги на ранних этапах онтогенеза / В. П. Дюбин // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХА, 6–10 марта 1972 г. / Центр. науч.- исслед. ин-т осетрового хоз-ва МРХ СССР ; редкол.: В. Н. Беляева [и др.]. – Астрахань, 1972. – С. 50–51.
4. Константинов, А. С. Влияние колебаний температуры на рост, энергетику и физиологическое состояние молоди рыб / А. С. Константинов // Изв. Рос. акад. наук. Сер. биол. – 1993. – № 1. – С. 55–63.
5. Лаврентьев, А. Ю. К проблеме оптимизации воспроизводства каспийской севрюги на рыбодных заводах Нижней Волги / А. Ю. Лаврентьев, В. Ж. Ветрова, А. А. Кокоза // Вестн. Астрах. гос. техн. ун-та. – 2007. – № 3. – С. 25–28.
6. Ветрова, К. А. Особенности формирования зоопланктона в выростных прудах, обводнённых в разные сроки рыбодного сезона / К. А. Ветрова, Л. М. Васильева, Н. В. Судакова // Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 10–12 окт. 2017 г., г. Астрахань / Астрах. гос. ун-т [и др.]. – Махачкала, 2017. – С. 64–68.

**ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО
В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РЫБ**

Ж. В. Кошак

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

**PROBLEMS OF QUALITY OF RAW MATERIALS IN FODDER FOR
FISH MIXED FODDER**

Zh. Koshak

*RUE "Fish industry institute", 22 Stebeneva St., Minsk, 220024, Belarus,
belniirh@tut.by*

Резюме. В статье показано современное состояние сырьевой базы для производства комбикормов для пресноводных рыб. Рассмотрены новые возможные виды сырья, такие как зерно овса, крупяные мучки, рыбный гидролизат, гемоглобиновая мука. Рассмотрены преимущества производства экструдированных комбикормов над гранулированными.

Ключевые слова: комбикорм, овес, экструдирование, рыбный гидролизат, гранулирование.

Abstract. The article shows the current state of the raw material base for the production of mixed fodders for freshwater fish. New possible types of raw materials, such as oat grain, cereal flour, fish hydrolyzate, hemoglobin flour are considered. The advantages of production of extruded mixed fodders over granulated fodders are considered.

Key words: feed, oats, extruding, fish hydrolyzate, granulation.

Введение. Одним из важнейших направлений при разработке комбикормов для рыб – это разработка новых видов сырья.

В настоящее время для производства рыбных комбикормов используют крайне ограниченный набор сырья, что связано не только с особенностями обмена веществ рыбы, но и со стоимостью сырья. В Республике Беларусь основное количество производимых комбикормов – это комбикорма для карпа. Производство этих комбикормов сконцентрировано на нескольких комбикормовых заводах республики. За многие годы рыбхозы нашли себе производителя комбикормов, который способен удовлетворить их запросы. К

сожалению, в настоящее время наиболее частые пожелания – это низкая стоимость комбикорма. На сегодняшний день стоимость одного и того же комбикорма может значительно отличаться и 80 % этих различий связана со стоимостью сырья. Поэтому наиболее перспективным является поиск новых сырьевых ресурсов, в том числе из отходов пищевых производств.

Результаты исследований и их обсуждение. Большинство комбикормов, используемых для кормления карпа в прудах – это комбикорма, разработанные РУП «Институт рыбного хозяйства». За последние годы наиболее удачный опыт внесения новых сырьевых компонентов в состав комбикормов для разновозрастного карпа – это рапсовые шрота и жмыхи. На настоящий момент это самый востребованный комбикорм, изготавливаемый по ТУ ВУ 100035627.018-2015. В 2017 году только один рыбхоз «Селец» скормил разновозрастному карпу 7309 тонн комбикорма К-111.

Однако для снижения стоимости комбикормов для карпа и повышения их питательной ценности одного рапсового шрота недостаточно. Если рассмотреть рецептуры комбикормов для карпа, то можно отметить следующее:

- зерновая группа присутствует в количестве 30 – 40 %, причем это ячмень, пшеница и тритикале. Другие зерновые практически отсутствуют в рецептурах. Однако спектр выращиваемых зерновых и бобовых культур в Республике Беларусь намного шире. Пользуясь современными технологиями производства комбикормов и ферментными препаратами, а также опытом Украины и Российской Федерации следует вспомнить про такую культуру как овес.

Овес – это зерновая культура, которая широко используется как сырье для производства комбикормов для других видов животных и птиц. По энергетической питательности овес среди зерновых культур находится на лидирующих позициях (таблица 1) [1].

Анализируя таблицу 1 можно сделать заключение, что по содержанию незаменимых аминокислот на 1 килограмм комбикорма овес занимает

четвертую позицию среди представленных зерновых культур. Благодаря высокому содержанию незаменимых аминокислот белок овса имеет большую биологическую ценность. Однако до настоящего момента сдерживающим фактором при использовании овса в комбикормах для карпа является содержание в нем клетчатки. Так, в среднем в зерне овса содержится 11,5 – 14 % клетчатки в пересчете на сухое вещество. Для сравнения в зерне пшеницы – 2 – 3 % клетчатки в пересчете на сухое вещество.

Таблица 1 – Энергетическая питательность зерновых культур

Культура	Содержится в 1 кг корма		
	сырого протеина, г	незаменимых аминокислот, г	лизина, % от сырого протеина
Ячмень	113	45,2	3,6
Овес	108	44,2	3,4
Кукуруза	103	38,9	2,0
Пшеница	133	46,3	2,9
Рожь	120	40,7	3,5
Просо	108	42,6	2,4
Тритикале	130	47,6	3,6

Несмотря на то, что карп считается всеядной рыбой, содержание клетчатки в комбикормах строго нормируется. Для сеголетков карпа содержание сырой клетчатки в комбикормах не должно превышать 6,0 %, а двух- и трехлетков карпа – 9,0 %. Поэтому при внесении зерна овса в состав комбикорма будет существенно повышаться содержание клетчатки.

Проблема высокого содержания сырой клетчатки в зерне овса может быть решена несколькими способами:

- использование голозерного овса;
- предварительная обработка зерна овса для перевода неусвояемой клетчатки в более усвояемые формы (экструдирование).

Голозерный овес – ценная кормовая культура. Зерновка голозерного овса содержит все незаменимые для животных аминокислоты. По их количеству белок овса не уступает белку пшеницы, а даже превосходит его. Содержание сырого белка (14,3-19,5 %) в зерновке голозерного овса значительно превосходит этот показатель у пленчатых сортов (12,4-16,0 %). Содержание клетчатки у голозерного овса 7-9 %. Овес голозерный может использоваться для кормовых без предварительного шелушения, что значительно снижает трудозатраты и себестоимость продукции. В технологическом плане культура еще недостаточно изучена. Поэтому в настоящее время не распространена на территории Республики Беларусь, однако целесообразно определить, возможно ли применять голозерный овес в комбикормах для карпа и как это повлияет на их эффективность.

В основе экструдирования лежат три процесса:

1. температурная обработка кормового средства под давлением;
2. механохимическое деформирование продукта;
3. "взрыв" продукта во фронте ударного разряжения.

После тепловой обработки улучшаются вкусовые качества комбикормов, так как образуются различные ароматические вещества и т.д., значительно возрастает активность ферментов в перевариваемости кормов, а также нейтрализация некоторых токсинов и гибель их продуцентов.

В овсе в значительном количестве полисахарид – клетчатка. Обработка клетчатки в экструдере частично изменяет её физико-химические свойства и физиологические качества – образуются более простые сахара, которые могут усваиваться карповыми видами.

Кроме всего прочего экструдированные комбикорма для карпа уже широко выпускаются за рубежом. В настоящее время в ГОСТ 10385-2014 «Комбикорма для рыб. Общие технические условия» указаны показатели качества экструдированных комбикормов для карпа. В дополнение к этому экструдированные комбикорма обладают повышенной пищевой ценностью по сравнению с гранулированными, водостойкостью в течение как минимум 4

часов при хорошо отлаженной технологии. Поэтому разработка отечественных рецептур экструдированных карповых комбикормов, в том числе и с зерном овса, актуально для Республики Беларусь.

В мировой практике доля зерновых культур в составе комбикормов неуклонно снижается, однако у нас в республике ситуация с точностью до наоборот. По этой причине комплексная переработка зерна, наиболее полное извлечение из него ценных компонентов и рациональное использование вторичных сырьевых ресурсов являются важнейшими резервами увеличения выработки продукции и повышения эффективности производства.

Одним из фундаментальных направлений в решении вопросов рационального использования сырьевых ресурсов является переход на мало- и безотходные циклы их переработки. На сегодня вес глубокой переработки сырья в России составляет 30 %, а в развитых странах Европы и США - 90-98%. Так, при переработке зерна в крупу из него извлекают сравнительно небольшую часть ценного содержимого (45-67%), являющегося конечными продуктами производства, остальную часть составляют побочные продукты, отходы [2]. Во многих публикациях отмечается, что кормовые мучки являются ценным сырьем для производства комбикормов. Однако всегда рассматривается один вид мучек, однако если скомпоновать несколько видов крупяных мучек по аминокислотному составу оптимальному для карпа получится хорошая кормовая добавка, превосходящая по своим свойства зерновые культуры.

Следующим направлением развития комбикормов является разработка высокобелковой кормовой добавки для ценных видов рыб. В настоящее время в комбикормах для ценных видов рыб до 50 % - это рыбная мука. Подмена дорогостоящих компонентов более дешевыми рассматривается как предприимчивость, лежащая в основе сверхприбыли и сильно распространена в настоящее время. Ассортимент фальсифицирующих и фальсифицируемых сырьевых компонентов стремительно расширяется. Объектами фальсификации наиболее часто служат рыбная мука.

Рыбная мука - важный источник лизина и других незаменимых аминокислот, а также жира, кальция, фосфора в комбикормах для сельскохозяйственных животных и птицы. Протеин рыбной муки усваивается на 93 - 95%. В то же время это один из самых дорогостоящих макрокомпонентов.

Из всех показателей наибольший интерес представляет содержание в рыбной муке сырого протеина, которое в конечном счете и определяет основную стоимость продукта. Сам по себе показатель «сырой протеин» достаточно условный и представляет собой определенное лабораторными методами содержание в муке общего азота, умноженное на эмпирический коэффициент (6,25). Причем для лабораторного анализа происхождение общего азота не имеет значения, чем и пользуются недобросовестные поставщики рыбной муки, фальсифицируя ее разными способами, начиная с «классического» применения мочевины (карбамида). Например, 1% мочевины с содержанием 46,64 % азота при добавлении в рыбную муку повышает сырой протеин на 2,92% [3].

Чаще всего рыбную муку фальсифицируют мясной мукой, в том числе птичьей, перьевой мукой, дрожжами, шротами, отходами кожевенного производства, то есть тем, что намного дешевле (при высоком уровне сырого протеина) и имеется в наличии. Иногда добавляют даже сульфат аммония. Фальсифицируют продукт таким образом, чтобы получить желаемое содержание сырого протеина (иногда еще кальция и фосфора) в конечной смеси. Все эти манипуляции негативно сказываются на свойствах продукта, особенно на аминокислотном профиле, наличии и соотношении незаменимых аминокислот, их доступности. Подобный фальсификат крайне негативно скажется на физиологическом состоянии ценных видов рыб.

Так, лабораторией кормов в течение 2017 года выявлялись случаи использования фальсифицированной муки в комбикормах для радужной форели. Причем по основным показателям качества данной рыбной муки нарушений выявлено не было.

Общепринятые показатели качества представленного образца рыбной муки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества образца рыбной муки

Наименование сырья	Сухое вещество, %	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Кислотное число, мгКОН/г	Перекисное число, %J ₂
Рыбная мука (Мавритания)	93,93	60,8±0,42	15,45±0,23	8,14	0,05

Для оценки полноценности белков представленного образца рыбной муки рассчитывался аминокислотный скор. Оценку питательности кормовых белков принято давать по тем незаменимым аминокислотам, которые содержатся в наименьших количествах и носят название *лимитирующих*. Аминокислотный скор исследуемой рыбной муки представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет аминокислотного сора рыбной муки (Мавритания)

Аминокислота (АК)	Содержание АК, мг/100 г	мг АК/1 г белка	АК в идеальном белке (ФАО/ВОЗ)	Аминокислотный скор, %
Лизин	4221,6	69,43	55	126,24
Треонин	2583,7	42,50	40	106,24
Метионин+ цистеин	2013,7	33,12	35	94,63
Валин	3004,3	49,41	50	98,83
Фенилаланин + тирозин	4898,1	80,56	60	134,27
Лейцин	2486,8	40,90	70	58,43
Изолейцин	4268,8	70,21	40	175,53

Белок признается полноценным, если аминокислотный скор равен или больше 100. В случае если какая-то из аминокислот в конкретном сырье показывает аминокислотный скор меньше 100, то эта аминокислота признается лимитирующей и сырье может использоваться как компонент комбикормов для рыб только при балансировании комбикорма недостающими аминокислотами.

Высококачественная рыбная мука по содержанию незаменимых аминокислот - лизина, метионина, цистина, треонина и триптофана является полноценной. Анализируя таблицу 3, можно отметить, что представленный образец рыбной муки является неполноценным по содержанию метионина, цистина, валина и лейцина, что вызывает сомнение в ее качестве.

Недостаток незаменимых аминокислот в комбикормах прежде всего резко тормозит рост рыб, снижает усвояемость пищи, негативно отражается на аппетите и жизнестойкости. Дефицит некоторых аминокислот вызывает патологические отклонения: например, удаление триптофана из рационов радужной форели может привести уже через 4 недели к искривлению позвоночника (лордоз, сколиоз) более чем у половины особей. Эти признаки исчезают после включения триптофана в диету. При дефиците метионина у радужной форели развивается катаракта глаз и снижается жизнестойкость рыб. Недостаток в рационе метионина и цистина в ряде случаев вызывает увеличение размеров печени у форели (индекс 4,2 % при норме до 2,0 %).

Поэтому наиболее актуальным для Республики Беларусь является разработка отечественного, высококачественного и сбалансированного по аминокислотному составу продукта - белкового гидролизата из отходов переработки пресноводных рыб.

В настоящее время лаборатория кормов изучает образцы сырья для переработки их в гидролизаты. Отобраны отходы переработки рыбы из рыбхозов «Любань», «Селец», «Волма», «Красная Слобода». Отходы представляют собой речную рыбу, не подходящую для пищевых нужд,

внутренности толстолобика, карпа и т.п. из цехов по их переработки. Был исследован основной химический состав этих отходов, который представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Данные химического состава отходов переработки рыб

Объекты исследования	Содержание, %		
	воды	сырого протеина	липидов
Внутренности толстолобика	75,4	22,8	62,6
Внутренности карпа	50,5	31,0	39,2
Внутренности прудовой рыбы	63,3	46,2	52,7

Данные отходы были отобраны в весенний период. В таблице 4 очевидно, что отходы обладают потенциалом для переработки их в рыбный гидролизат и кормовой рыбий жир.

Кроме всего вышеперечисленного еще один высокоэффективный кормовой белок для рыб, обладающий сбалансированным аминокислотным составом – это гемоглобиновая мука [4].

Материалом для исследований служила - кормовая добавка Актипро 95 BHS (сухой порошок гемоглобина), производства VAPRANS.A.S., Франция.

Испытания кормовой добавки Актипро 95 BHS и комбикормов с добавлением Актипро 95 BHS проводились в аквариальных условиях института.

Был проведен анализ аминокислотного состава кормовой добавки Актипро 95 BHS до термической обработки и после обработки добавки паром при температуре 100 °С. На основании полученных данных был рассчитан аминокислотный скор кормовой добавки Актипро 95 BHS с целью определения полноценности белка. Результаты представлены на рисунке 1.

Анализируя представленные данные на рисунке 1, следует отметить, что лимитирующей аминокислотой до термической обработки является **изолейцин**, а после термической обработки лимитирующей аминокислотой становится – **метионин**.

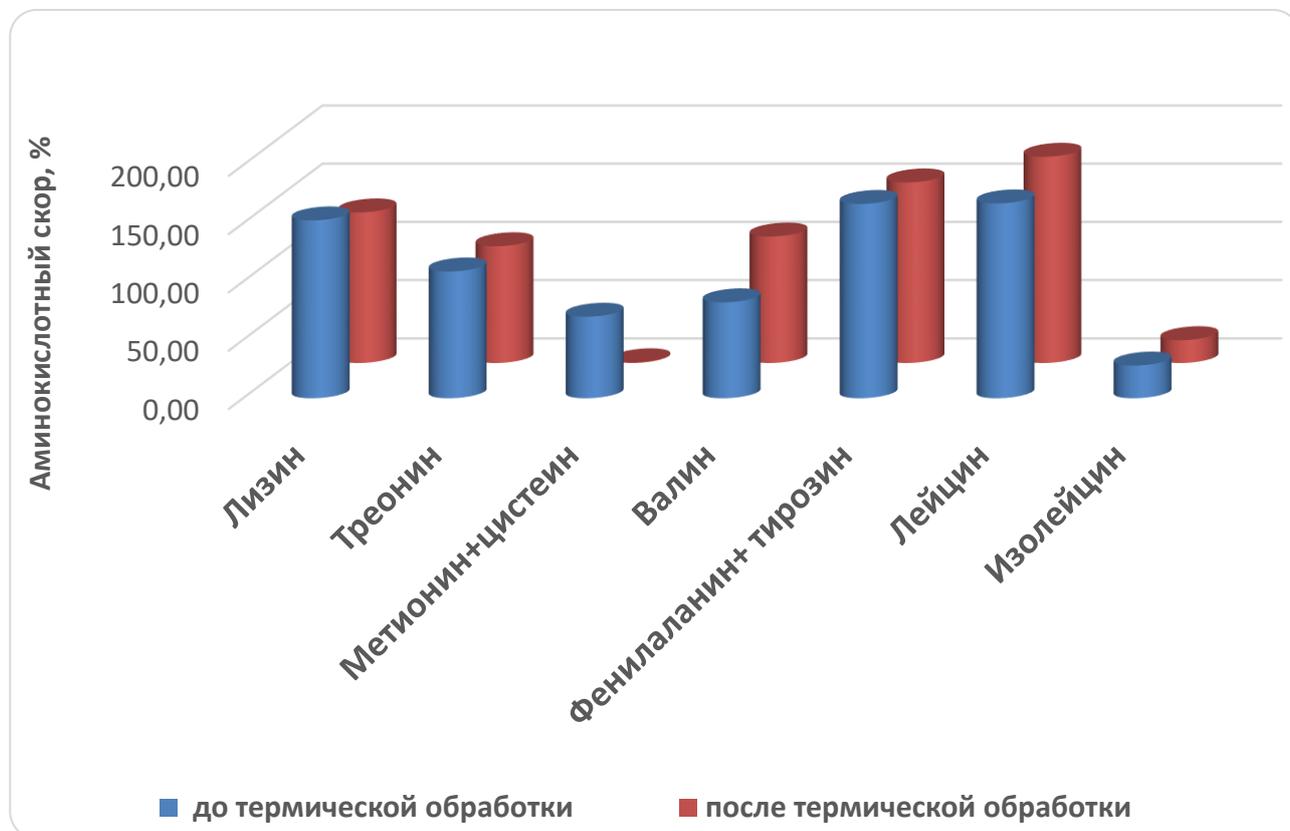


Рисунок 1 – Аминокислотный скор кормовой добавки Актипро 95 BHS (сушеный порошок гемоглобина)

Причем 99 % метионина теряется при воздействии высокой температуры. Получается, что кормовая добавка Актипро 95 BHS содержит три лимитирующие аминокислоты после термической обработки – изолейцин, цистеин и метионин. Поэтому данный факт необходимо учитывать при составлении рецептуры комбикормов для рыб с использованием добавки Актипро 95 BHS.

Следует обратить внимание, и на тот факт, что после термической обработки увеличивается на 24 % содержание в кормовой добавке такой важной аминокислоты как валин, и на 5,6 % увеличилось содержание лейцина. Данный факт может быть связан с возможным взаимодействием этих

аминокислот с парами воды и с нативной конформацией белковой молекулы при воздействии высокой температуры.

Некоторые качественные характеристики кормовой добавки Актипро 95 BHS и рыбной муки представлены на рисунке 2.

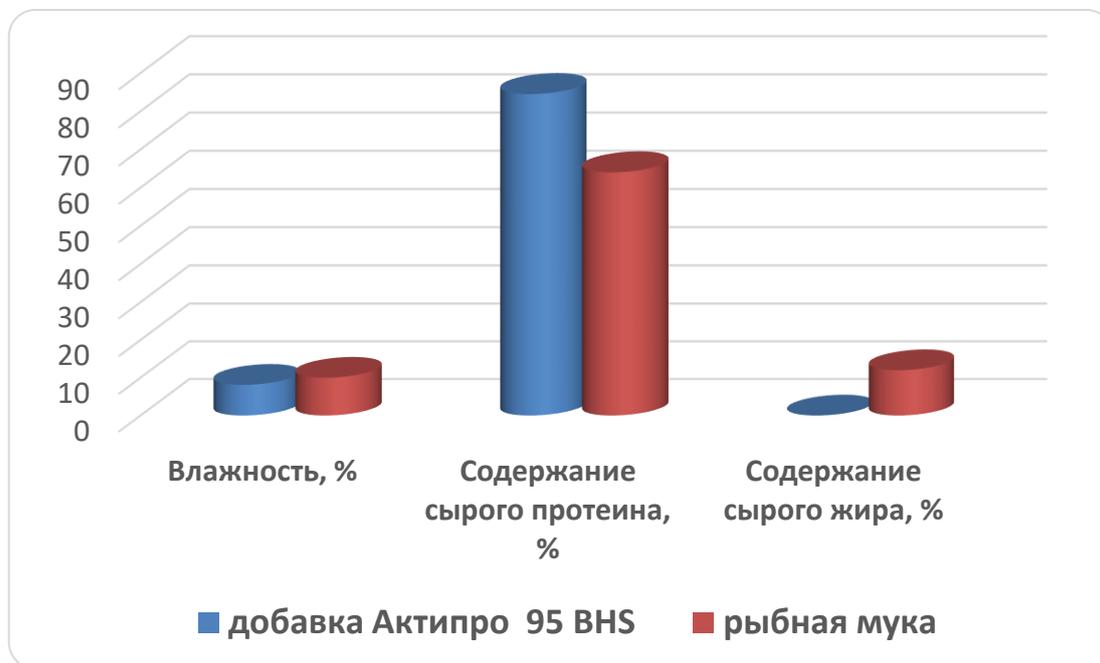


Рисунок 2 – Значение некоторых показателей качества кормовой добавки Актипро 95 BHS и рыбной муки

Анализируя рисунок 2, следует обратить внимание на следующее:

- содержание сырого протеина у кормовой добавки Актипро 95 BHS выше на 25,7 % по сравнению с рыбной мукой хорошего качества;

- сырой жир в кормовой добавке отсутствует, что очень благоприятно при хранении сырья (нет прогоркания и прокисания) и при воздействии высокой температуры при экструдировании.

Переваримость сырого протеина кормовой добавки оказалась на уровне переваримости рыбной муки (для карпа - 71,75 %, для радужной форели и стерляди – 72,1 %). Максимальная удельная скорость роста радужной форели наблюдается при вводе в рецептуру от 20 до 40 % кормовой добавки Актипро 95 BHS. При большем проценте ввода удельная скорость роста снижается при одновременном повышении значений кормового коэффициента. В комбикорма

для карпа кормовую добавку Актипро 95 BHS рекомендуется вводить не более 2 % , что обеспечивает приемлемую цену комбикорма и хорошие весоростовые показатели, а также получено, что несмотря на более высокую стоимость кормовой добавки Актипро 95 BHS по сравнению с соевым или подсолнечным шротом, замена 2 % растительного протеина животным дает снижение кормовых затрат на 7,9 %, а кормовых коэффициентов на 50 %.

Заключение. Одним из важнейших направлений при разработке комбикормов для рыб – это разработка и использование новых видов сырья.

В настоящее время для получения эффективных и приемлемых по цене отечественных комбикормов для рыб необходимо сконцентрировать усилия на разработке комбикормов с использованием зерна овса, отходов крупной промышленности (мучек), разработке и использовании в комбикормах для ценных видов рыб рыбного гидролизата отечественного производства из отходов переработки пресноводной рыбы. Требуется также изучение импортных кормовых добавок, которые позволят поднять эффективность отечественных комбикормов для рыб и не удорожить стоимость комбикорма, а также необходимо больше уделять внимание разработке отечественных аналогов ценного белкового сырья, например, гемоглобиновой муки.

Список использованной литературы:

1. Косарева, Т. В. Эффективность использования зерна сорго в кормлении карпа : дис. ... канд. техн. наук : 06.02.08 / Т. В. Косарева. – Саратов, 2014. – 111 л.
2. Пономарев, С. Г. Разработка ресурсосберегающей технологии использования побочных продуктов переработки гороха : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / С. Г. Пономарев ; [Моск. гос. ун-т технологий и упр. им. К. Г. Разумовского]. – М., 2011. – 25 с.
3. Аминокислотный профиль рыбной муки / М. Филиппов [и др.] // Комбикорма. – 2012. – № 5. – С. 79–81.
4. Кошак, Ж. Сухой гемоглобин в комбикормах для радужной форели / Ж. Кошак, Н. Гадлевская, А. Кошак // Комбикорма. – 2017. – № 7–8. – С. 55–57.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
БОБОВЫХ КУЛЬТУР КАК СЫРЬЯ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ**

*Ж. В. Кошак, Л. В. Руksан, А. Н. Русина, Н. В. Зенович
РУП «Институт рыбного хозяйства» 220024, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Стебенева, 22, e-mail: belniirh@tut.by*

**RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LEGUMES AS RAW
MATERIAL FOR PRODUCTION OF MIXED FODDERS FOR FISH**

*Z. Koshak, L. Ruksan, A. Rusina, N. Zenovich
RUE “Fish industry institute”, 22 Stebeneva St., Minsk, 220024, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Реферат. Дана сравнительная характеристика разных сортов люпина и фасоли. В результате проведенных исследований установлены перспективные сорта фасоли и люпина для дальнейшего использования при производстве комбикормов для рыб.

Ключевые слова: люпин, фасоль, сахар, жир, клетчатка, белок, зола, влажность, натура, масса 1000 семян.

Abstract. Comparative characteristics of different varieties of lupine and beans are given. As a result of the conducted researches, perspective varieties of beans and lupine have been established for further use in the production of mixed fodders for fish.

Key words: lupine, beans, sugar, fat, fiber, protein, ash, moisture, nature, weight of 1000 seeds

Введение. Бобовые – это крупное семейство класса двудольных. Оно включает более 20 тыс. видов. Зерновые бобовые культуры возделывают для получения семян с высоким содержанием белка. В мировом земледелии зерновые бобовые занимают около 13 – 14 % посева зерновых хлебов. По посевным площадям горох и соя занимают первое место, затем – люпин. Фасоль возделывают на небольших площадях [1].

Люпин начали возделывать 4000 лет тому назад. Самым первым в культуру был введён люпин белый (*L. albus*), который использовался в Древней Греции, Египте, Римской империи для пищевых, кормовых, лечебных и

удобрительных целей. На Американском континенте был окультурен люпин изменчивый (*L. mutabilis*) [2]. В условиях Беларуси широкое распространение в 70 – 80-е годы XX в. имел желтый люпин. Последовавшее за тем массовое распространение фузариоза вызвало резкое сокращение посевных площадей. Позже были созданы устойчивые сорта желтого люпина, и посевные площади начали опять увеличиваться. В 90-е годы создана принципиально новая культура – узколиственный кормовой люпин, урожайность которого достигла уровня зерновых культур.

Фасоль на территорию Республики Беларусь попала сравнительно недавно – в 16 веке – из Турции и Франции. Сначала ее называли бобами и специально выращивали только в декоративных целях. Как овощ фасоль стали выращивать только в 18 столетии. В последние годы фасоль стала более популярной [3].

Рецептуры рыбных комбикормов наиболее сложные для производства из-за небольшого количества зерновой составляющей, повышенного содержания протеина и жиров, пониженного содержания клетчатки. Все комбикорма для рыб в республике выпускаются только в гранулированном или экструдированном виде и к ним предъявляются некоторые специфические требования, а именно водостойкость или разбухаемость гранул. Комбикорма для рыб с учетом всех их особенностей имеют высокую стоимость, а в наших экономических условиях это приводит к сокращению их потребления и к упрощению рецептуры комбикорма. Все это в конечном итоге отражается на темпах роста рыбы и кормовых затратах.

В настоящее время основная проблема в комбикормах для рыб – это отсутствие качественного и дешевого протеина. Поэтому исследования технологических характеристик бобовых культур в настоящее время актуально Республике Беларусь.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2017 году на кафедре технологии хлебопродуктов в УО «Могилевский государственный университет продовольствия» и в лаборатории кормов РУП

«Институт рыбного хозяйства». Объектом исследования являлись семена цветной (красной), белой (крупной и мелкой) фасоли и трех сортов люпина (Ян, Першацвет, Прывабны). При выполнении работы были использованы стандартные методы исследования: определены технологические, физические, физико-химические и химические свойства исследуемых образцов.

Результаты исследований и их обсуждение. Технологические свойства в значительной степени определяются структурой семян, соотношением масс анатомических частей, а также распределением по ним химических веществ. Особенности анатомического строения семян оказывают решающее влияние на организацию и ведение технологического процесса. Поэтому результат переработки семян во многом определяется их относительным содержанием анатомических частей. Количество анатомических частей семян исследованных бобовых культур представлены в таблице 1.

Таблица 1. - Количество анатомических частей семян исследуемых бобовых культур

Сорт	Количество, %			Отношение $\varepsilon = m_c / (m_k + m_{co})$
	корешок, m_k	семенные оболочки, m_{co}	семядоли, m_c	
Фасоль:				
Белая мелкая	2,99	12,10	84,91	5,63
Белая крупная	3,21	9,80	86,99	6,69
Цветная (красная)	4,41	10,80	84,79	5,57
Предел вариации	$3,7 \pm 0,71$	$10,95 \pm 1,15$	$85,89 \pm 1,10$	$6,13 \pm 0,56$
Сорта люпина:				
Ян	1,91	26,77	71,32	2,49
Першацвет	2,14	26,01	71,85	2,55
Прывабны	1,56	26,23	72,21	2,60
Предел вариации	$1,85 \pm 0,29$	$26,39 \pm 0,38$	$71,76 \pm 0,45$	$2,55 \pm 0,05$

Из таблицы 1 видно, что незначительные вариации содержания анатомических частей характерны для исследуемых сортов семян люпина. Для фасоли это нехарактерно. Так, шаг варьирования анатомических частей семян люпина изменяется от 0,29 до 0,45 %, а фасоли – от 0,71 до 1,15 %.

Опытные данные показали, что содержание семенной оболочки у люпина больше чем у фасоли. Соответственно содержание корешка и семядолей у фасоли больше, чем у люпина. Отмечено, что наибольшим потенциалом при производстве любой продукции обладает люпин сорта Прывабны ($\epsilon=2,60$), а фасоли – белая крупная ($\epsilon=6,69$).

Форма является особенностью рода, вида и сорта. Встречаются семена с такими линейными размерами как длина, ширина, толщина и диаметр. Длина – это расстояние между его основанием и верхушкой. Ширина – это наибольшее расстояние между боковыми сторонами. Толщина – наибольшее расстояние между спинной и брюшной сторонами. Диаметр – линейный размер среднего поперечного сечения семени. Средние значения и пределы вариации линейных размеров, исследуемых образцов семян фасоли представлены в таблице 2.

Таблица 2. - Средние значения и пределы вариации линейных размеров, исследуемых образцов семян фасоли

Наименование сорта	Значение					
	Линейные размеры семени, мм					
	длина		толщина		ширина	
	Среднее значение	Предел вариации	Среднее значение	Предел вариации	Среднее значение	Предел вариации
Белая мелкая	7,5	7,50±0,50	6,0	6,00±0,50	5,0	5,1±0,30
Белая крупная	15,1	15,4±1,00	8,6	8,65±0,35	5,5	6,0±0,60
Цветная (красная)	10,0	10,1±1,00	6,7	6,90±0,40	4,9	5,0±0,25

Средние значения и пределы вариации линейных размеров, исследуемых образцов семян люпина приведены в таблице 3.

Таблица 3. - Средние значения и предел вариации диаметра исследуемых образцов семян люпина

Наименование сорта	Среднее значение диаметра, мм	Предел варьирования, мм
Ян	5,3	5,3±0,30
Першацвет	5,9	6,0±0,60
Прывабны	7,4	7,65±0,55

Из таблицы 2 видно, что наибольшее значение шага варьирования наблюдается в основном по длине у белой крупной и цветной фасоли.

Анализ результатов показал, что средние значения длины семян фасоли в зависимости от типа колеблется в разных пределах. Так, для белой мелкой фасоли, значения длины изменяются в пределах 7,0-8,0 мм, для белой крупной – 14,4-16,4 мм, для цветной – 9,1-11,1 мм. Значения ширины исследуемых образцов так же колеблется в разных пределах. Для белой мелкой фасоли, белой крупной и цветной пределы изменения длины соответственно равны 5,5-6,5 мм, 8,3-9,0 мм, 6,5-7,3 мм. Толщина исследуемых образцов изменяется в пределах 4,5-6,6 мм.

На основании полученных данных были построены вариационные кривые распределения линейных размеров для определения распределения размеров для исследуемых образцов и шага варьирования. Вариационные кривые на примере семян цветной фасоли представлены на рисунке 1.

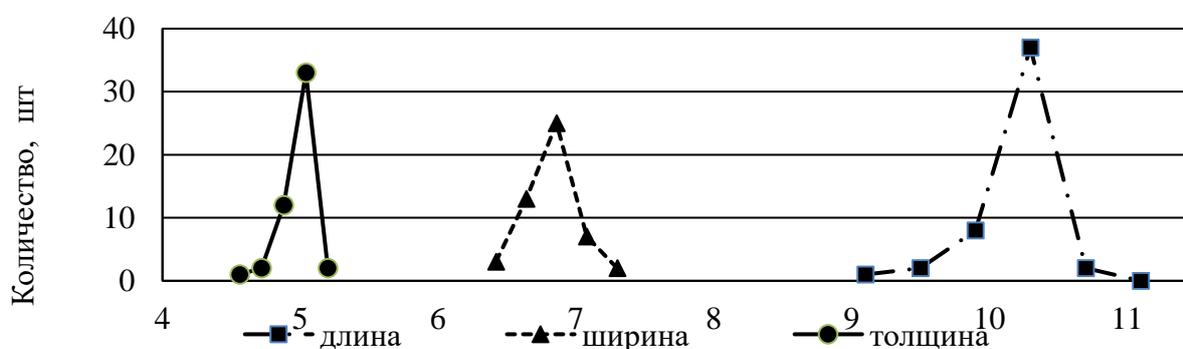


Рисунок 1 – Вариационные кривые изменения длины, толщины и ширины семян цветной фасоли

Анализ вариационных кривых показал, что и длина, и толщина, и ширина варьируются в достаточно широких пределах, что приведет к невысокому значению показателя выравненности исследуемых образцов, а в последствии повлияет на стабильность технологического процесса переработки. Однако, при подготовке семян фасоли имеется возможность деления семян по любому из минимальных размеров.

Для семян люпина анализ результатов показал, что средние значения диаметра семян люпина в зависимости от сорта колеблются в разных пределах. Так для люпина сорта Ян значения диаметра изменяются в пределах 5,0-5,6 мм, для сорта Першацвет – 5,5-6,7 мм, для сорта Прывабны – 6,9-8,2 мм. При этом наибольший шаг варьирования наблюдается у люпина сорта Першацвет и Прывабны.

Важным показателем качества зерна как сырья в комбикормах для рыб является натура. Натурой зерна называется масса 1 литра семян в граммах. На величину натуры влияют примеси, состояние поверхности зерна, форма зерна, крупность, плотность, влажность, плёнчатость, зрелость и выполненность зерна, масса 1000 зёрен, выравненность. Натура приближённо показывает степень выполненности зерна. Зерно выполненное, полновесное имеет повышенную натуру и тем самым более высокое содержание эндосперма – основного источника протеина.

Результаты исследования натуры семян фасоли и люпина представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Натура семян фасоли и люпина

Анализ полученных результатов показал, что значения натуре фасоли в зависимости от типа изменяется в пределах 821–893 г/л, а люпина в зависимости от сорта – 781-801 г/л. Высокое значение натуре отмечено у белой мелкой фасоли (893 г/л) и у люпина сорта Прывабны (801 г/л).

Масса 1000 зерен - важный показатель физических свойств. Данный показатель отражает крупность зерна и связан со степенью зрелости зерна, плотностью его тканей и количеством содержащегося в зерне эндосперма. Естественно, что более крупное зерно имеет и более высокую массу 1000 зёрен. В крупном зерне количество оболочек и масса зародыша по отношению к ядру наименьшие. На рисунке 2 представлены результаты исследования массы 1000 зерен семян фасоли и люпина. Согласно литературным данным масса 1000 семян фасоли от 140 до 1100 г, а люпина от 60 до 600 г [1]. Было установлено, что масса 1000 семян исследуемых образцов фасоли в зависимости от типа изменяется в пределах от 93,23 г до 190,325 г, а люпина – от 120,78 г до 140,31 г.

Плотность можно рассматривать как комплексную характеристику, суммарно отражающую такие показатели как структура, химический состав, массу 1000 зерен и т.д. Согласно литературным данным плотность фасоли и люпина находится в пределах 1,350 – 1,440 г/см³[1]. Анализ полученных данных показал, что плотность исследуемых образцов фасоли изменяется от 1,249 до 1,334, а для люпина - от 1,227 до 1,431 г/см³. Отмечено, что наибольшими значениями данного показателя обладает фасоль белая мелкая и люпин сорта Прывабны.

В таблице 4 приведены значения физико-химических свойств, исследуемых образцов семян фасоли и люпина.

Из таблицы 4 видно, что влажность исследуемых образцов находится в пределах допустимых для данной культуры (фасоль до 15 %, люпин до 14%). Кислотность данных образцов фасоли колеблется в пределах от 10,5 до 11,1, а люпина – от 15,6 до 16,3. По сравнению с фасолью, люпин имеет большие значения кислотности, так как семена люпина содержат больше жира.

Таблица 4. - Физико-химических свойств исследуемых образцов семян фасоли и люпина

Сорт	Значение			
	Влажность,%	седимента- ционный осадок, СО, мл	щелочеудер- живающая способность, ЩУ, %	кислотность, град.
Фасоль				
Белая мелкая	13,7	58	149	11,1
Белая крупная	14,5	57	150	10,9
Цветная (красная)	13,5	63	146	10,5
Предел вариации	14±0,5	60±3	148±2	10,8±0,3
Люпин				
Ян	9,6	19	66	16,3
Першацвет	11,7	18	71	15,6
Прывабны	9,9	17	72	15,7
Предел вариации	10,7±1,0	18±1	69±3	156,0±0,3

Седиментационный осадок у исследуемых образцов фасоли находится в пределах от 57 до 63, а у люпина – от 17 до 19. Щелочеудерживающая способность данных образцов фасоли в зависимости от типа изменяется от 146 до 150 %, а люпина – 66-72 %.

При определении качества, пищевой ценности и потребительских достоинств пищевых продуктов важным является химический состав. Именно от большего или меньшего содержания и от биохимических и физико-химических свойств веществ, находящихся в продукте, зависят наиболее важные показатели их питательности и качества: усвояемость, энергетическая и биологическая ценность, вкус, запах, цвет, консистенция, пригодность для хранения, а также технологические достоинства.

Данные химического состава семян фасоли и люпина представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Химический состав семян фасоли и люпина на сухое вещество

Наименование сорта	Содержание, %						
	Белок	Углеводы			Жир	Зола	Вода
		Крахмал	Сахар	Клетчатка			
Фасоль							
Белая мелкая	23,95	45,99	4,61	5,81	1,92	3,54	14,18
Белая крупная	24,74	47,56	4,93	6,54	1,85	3,2	11,18
Цветная (красная)	21,64	46,67	4,19	6,67	1,98	3,85	14,0
Предел вариации	23,19±1,5 5	46,78±0,79	4,9±0,2 9	6,24±0,43	1,92±0,07	3,53±0,33	12,59±1,41
Люпин							
Ян	33,69	20,34	3,36	15,21	5,95	4,52	16,93
Першацвет	30,87	21,57	3,19	14,92	5,62	3,92	19,91
Прывабны	34,01	22,87	3,25	16,34	5,81	4,21	13,51
Предел вариации	32,44±1,5 7	21,61±1,26	3,28±0,09	15,63±0,71	5,79±0,17	4,22±0,3	16,71±3,2

По литературным данным в семенах фасоли содержатся 23,2% белков, 2,1% жиров, 53,8% углеводов, клетчатки 3,6%; а в люпине 23,4% белков, 2,4% жиров, 53,1% углеводов, клетчатки 4,7% [1]. Анализ химического состава семян фасоли и люпина показал, что содержание белка в исследуемых образцах фасоли составляет 21,64-24,74%, а в люпине 30,87-34,01%. Больше всего белка содержится в фасоли белой крупной и в люпине сорта Прывабны.

Важнейшим углеводом семян является крахмал, который содержится в виде крахмальных зерен (гранул) различного размера и имеют овальную сферическую или неправильную форму. По своему строению крахмал представляет собой высокомолекулярный полимер, состоящий из полисахаридов двух типов – амилозы и амилопектина, различающихся по своим свойствам. Молекулы обоих этих полисахаридов построены из

остатков глюкозы, связанных между собой в цепочки. Однако молекула амилозы имеет линейную структуру, а молекула амилопектина - разветвленную. Содержание крахмала в исследуемых образцах фасоли находится в пределах 45,99-47,56%, а люпина 20,34-22,87%. Люпин сорта Прывабны отличается высоким содержанием крахмала.

Особое внимание уделяется собственным сахарам, которые широко распространены в растительном мире. Они находятся в семенах в свободном состоянии или входят в состав полисахаридов. Содержание сахаров в исследуемых образцах фасоли колеблется незначительно и составляет 4,61-5,19 %, а люпина 3,19-3,36 %. Высоким содержанием сахаров отличается люпин сорта Ян.

Наиболее распространенным органическим соединением, образующим структурную основу оболочек растительных клеток, является клетчатка. Она содержится, главным образом, в стенках клеток алейронового слоя и оболочках. Клетчатка является элементом, снижающим питательную ценность продукта. Это очень прочное химическое вещество, нерастворимое в воде и большинстве других растворителей. Содержание клетчатки в исследуемых образцах фасоли составило 5,81-6,67%, люпина – 14,92-16,34%.

Важную роль в растительном организме в качестве запасных веществ и важнейших компонентов протоплазмы и биологических мембран играют жиры. Жиры являются водонерастворимыми веществами биологического происхождения, состоящие из триглицеридов жирных кислот. Содержание жира в исследуемых образцах фасоли 1,85-1,98% и соответствует средним значениям данного показателя. Содержание жира в исследуемых образцах люпина 5,62-5,95% и соответствует средним значениям данного показателя. Больше всего жира содержится в люпине сорта Ян.

Было определено содержание микро- и макроэлементов в образце цветной фасоли и люпина сорта Ян. Было установлено, что в люпине по сравнению с фасолью содержится больше калия, магния, цинка и марганца. Фасоль содержит больше натрия, кальция, меди и железа.

Таким образом, по содержанию химических веществ следует выделить среди исследуемых сортов фасоль белую крупную и люпин сорта Прывабны как сырья для производства комбикормов для рыб.

Заключение. В данной статье приведена оценка органолептических, физических, физико-химических и химических показателей качества бобовых культур (люпина, фасоли) как сырья для производства комбикормов для рыб.

На основании проведенных исследований было установлено:

- наилучшими физико-химическими показателями качества, наблюдаются у люпина сорта Прывабны, и фасоли белая крупная.

- при определении линейных размеров наибольшим интегрированным показателем крупности обладает люпин сорта Прывабны, фасоль белая крупная;

- при определении физических свойств наилучшие показатели были отмечены у люпина сорта Прывабны и фасоли белой крупной;

- наилучшей сыпучестью обладают семена с шарообразной формой –люпин;

- каждый из изученных компонентов может быть источником полезных и питательных веществ в комбикормах для рыб. Так, бобовые культуры является источником растительного белка, макро- и микроэлементов, обладают лечебно-профилактическими свойствами.

Список использованных источников

1. Марчик, Т. П. Почвоведение с основами растениеводства : учеб. пособие / Т. П. Марчик, А. Л. Ефремов. – Гродно : ГрГУ, 2006. – 248 с.

2. Люпин [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D>. – Дата доступа: 06.09.2017.

3. Фасоль [Электронный ресурс] // KM.ru. – Режим доступа: <http://www.km.ru/kukhnya/encyclopedia/fasol>. – Дата доступа: 07.09.2017.

4. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства : учебник для студентов вузов / Е. Д. Казаков. – 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1973. – 352 с.

**ПЕРЕВАРИМОСТЬ КОРМОВОЙ БЕЛКОВОЙ ДОБАВКИ «ЭКСТРА»
РАЗНОВОЗРАСТНЫМ КАРПОМ**

*Н. Н. Гадлевская, М. Н. Тютюнова, И. А Орлов, И. Н. Селивончик.
РУП «Институт рыбного хозяйства» 220024, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Стебенева, 22, e-mail: belniirh@tut.by*

**DIGESTIBILITY OF THE FODDER PROTEIN ADDITIVE "EXTRA"
BY THE AGE-OLD CARP**

*N. N. Hadlevkaya, M. N. Tiutiunova, I. A. Orlov, I. N. Selivonchik
RUE "Fish industry institute", 22 Stebeneva St., Minsk, 220024, Belarus,
belniirh@tut.by*

Резюме. В статье изложены результаты по переваримости белка кормовой белковой добавки «Экстра» сеголетком, двух- и трехлетком карпа. Установлено, что переваримость белка кормовой добавки разновозрастным карпом находится на уровне переваримости мясокостной муки.

Ключевые слова: кормовая белковая добавка, сеголеток, двухлеток, трехлеток, переваримость

Abstract. In this article are presented the results of the protein digestibility of the fodder protein additive "Extra" by the fingerling, two- and three-year-old carp. It has been established that the protein digestibility of the fodder additive by the age-old carp is on a par of digestibility of meat-and-bone meal.

Key words: fodder protein additive, fingerling, two-year-old carp, three-year-old carp, digestibility.

Введение. В зоотехнии широко изучать переваримость питательных веществ рационов и отдельных кормов начали со второй половины XIX века.

В рыбоводстве это направление, несмотря на всеобщее признание его важности, развивалось чрезвычайно медленно, что было связано с методическими трудностями.

Традиционное для животноводства определение переваримости, построенное на основе балансовых методов, несмотря на существующие его модификации для рыб Г.С. Карзинкина [1,2], Е.А. Яблонской [3], для искусственных кормов оказалось неприменимым. Чрезвычайно сложным оказался и фистульный метод, разработанный для рыб В.В.Краюхиным [4].

В своих исследованиях мы руководствовались методикой М.А.Щербины [5] согласно которой переваримость корма определяется по разности между количеством питательных веществ, принятых с кормом, и количеством их, выделенных с экскрементами. Эта величина, называемая показателем «видимой переваримости», отличается от истинной переваримости. Несмотря на некоторые погрешности, показатели «видимой переваримости» дают количественную характеристику полезной части пищи, доступной организму теплокровных животных и рыб. Они являются выражением конечных результатов процессов расщепления, всасывания и обмена, происходящих в пищеварительном аппарате и зависят от многих внешних и внутренних факторов. Белковая кормовая добавка «Экстра» производится методом экструзии из измельченного подкожного эпителия сельскохозяйственных животных и является новым продуктом на рынке кормового сырья республики.

Поэтому целью исследований было установление переваримости новой кормовой белковой добавки «Экстра» сеголетком, двухлетком и трехлетком карпа.

Материалы и методы. Эксперимент проводился в аквариумах объемом по 50 л, в каждом из которых содержалось по 7 экз. сеголетков карпа среднештучной массой 22,4 г, по 4 экз. трехлетка карпа, среднештучной массой 248 г, по 10 экз. двухлетков, среднештучной массой 76,1 г. Опыты проводились в двукратной повторности. В течение экспериментальных работ контролировалась температура воды и содержание в ней растворенного кислорода. Температура воды в аквариумах была в пределах 16,2 – 17,1°C. Содержание растворенного в воде кислорода находилось на уровне 6,0 - 7,5 мг/л. Кормили рыбу по поедаемости в течение 10 дней. Использовали кормовую смесь, состоящую из белковой кормовой добавки «Экстра» и муки пшеничной 1 сорта, поскольку в монодиете кормовая добавка не была привлекательной для карпа. Протеин такой смеси был представлен на 78,5 % протеином белковой добавки и 21,5 % протеином пшеницы. Для привлекательности в кормовую смесь добавляли аттрактант. Корм задавался 3

раза в сутки: в 9⁰⁰ ч, 13⁰⁰ч, 17⁰⁰ч с интервалом в 4 часа из расчета 3 % от массы. Расход кормов устанавливали путем учета заданного корма и остатков корма. Отхода рыбы во время эксперимента не наблюдалось.

Для установления переваримости на 11 сутки через 12 часов голода рыбе дали разовую дозу корма, через 1 час убрали несъеденные остатки корма. Через 8 часов после кормления на анализ взято содержимое заднего отдела кишечника рыб. Экскременты изымались из всех рыб, участвовавших в опыте. Все извлеченные экскременты из рыб одного аквариума объединялись в одну пробу.

Расчет коэффициента переваримости протеина белковой кормовой добавки и коэффициента использования сырого протеина добавки вели по методике Щербины М.А. [5] по формуле:

$$КВП = \frac{Пк*Ск - Пэ*Сэ}{Пк*Ск} * 100\%, \text{ где}$$

$Пк$ и $Пэ$ – содержание питательного вещества в корме и экскрементах, %;

$Ск$ и $Сэ$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.

и формуле:

$$К = \frac{V1*П1 - V0*П0}{З*(V1 - V0)} * 1000\%, \text{ где}$$

$К$ – коэффициент использования питательного вещества, %;

V_0 – средняя масса рыбы в начале опыта, г;

V_1 – средняя масса рыбы в конце опыта, г;

$П_0$ – процент питательного вещества в рыбе в начале опыта;

$П_1$ – процент питательного вещества в рыбе в конце опыта;

$З$ – затраты питательного вещества, г на 1 кг прироста рыбы.

Результаты исследований и их обсуждение.

Как показали результаты исследований в кормовой смеси, состоящей из добавки «Экстра» и пшеничной муки, содержание сырого протеина было

32,97 %, сырого жира – 2,19 %. В исследованных экскрементах содержание протеина было следующим (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание сырого протеина в экскрементах разновозрастного карпа

Тип экскрементов	Сырой протеин, %
сеголетков	10,50±0,5
двухлетков	8,91±0,5
трехлетков	5,20±0,3

Рассчитав коэффициенты видимой переваримости кормовой смеси, установили, что самый высокий оказался у трехлетков карпа (табл. 2), а самый низкий у сеголетков.

Таблица 2 - Переваримость протеина кормовой смеси разновозрастным карпом

Возраст рыбы	Протеин, %		
	Пк	Пэ	Квп
сеголетки	32,97	10,5±0,5	86,0±3,0
двухлетки	32,97	8,91±0,5	97,5±2,4
трехлетки	32,97	5,20±0,3	98,9±3,3

Поскольку, белок в кормовой смеси был представлен на 78,5 % белком добавки и на 21,5 % пшеничной муки и приняв, что белок пшеницы усвоился полностью, рассчитали потенциальную переваримость белка добавки «Экстра», которая составила:

для сеголетков $86,0 \% - 21,5 \% = 64,5 \%$;

для двухлетков $97,5 \% - 21,5 \% = 76,0 \%$;

для трехлетков $98,9 \% - 21,5 \% = 77,4 \%$.

Данный продукт экструдированный, то есть он может лучше усваиваться рыбой. Анализ данных показал, что переваримость белка кормовой добавки сеголетком, оказалась на уровне переваримости белка мясокостной муки и составила 64,5 %. Переваримость белка добавки

карпом старшего возраста оказалась выше 76,0-77,4 %. Полученные коэффициенты переваримости белка кормовой добавки хорошо согласуются с данными установленными российскими исследователями [6] для гранулированной и экструдированной мясокостной муки. Следовательно, можно ожидать, что новая кормовая добавка может в рецептуре заменять мясокостную муку.

Об изменениях, произошедших в организме рыбы при кормлении новой кормовой добавкой, судили по изменению ее химического состава до и после окончания опыта. Ответная реакция рыбы выражалась в абсолютном приросте массы, а также в изменениях относительного содержания влаги, сырого протеина и сырого жира.

Как показали результаты биохимических исследований (табл. 3) в теле сеголетков карпа увеличилось содержание белка к исходному количеству на 1,6 %, двухлетков на 1,7 % и трехлетков – на 17,3 %. В мышцах рыб увеличилось и содержание сырого жира на 11,7 % у сеголетков, на 75,3 % и 22,2 % у двухлетков и трехлетков соответственно.

Таблица 3 – Изменения в химическом составе мышц разновозрастного карпа в опытный период

Возраст рыбы	Химический состав (в % сырой массы)				Прирост (в % к исходному уровню)	
	начало опыта		конец опыта		сырой протеин	сырой жир
	сырой протеин	сырой жир	сырой протеин	сырой жир		
сеголетки	14,44±0,06	2,57±0,05	14,67±0,03	2,87±0,07	1,6	11,7
двухлетки	15,25±0,08	1,99±0,02	15,50±0,01	3,49±0,04	1,7	75,3
трехлетки	13,62±0,05	1,85±0,04	15,98±0,09	2,26±0,2	17,3	22,2

Учитывая изменения, которые произошли в химическом составе рыбы, рассчитали показатели эффективности использования питательных веществ на прирост рыб. Как показали исследования, на прирост белка в теле сеголетков

карпов было использовано лишь 1,2 % переваримого белка добавки (табл.4). Переваримость жира была выше протеина и составила в среднем 7,55 %. Показатели эффективности использования сырого протеина и сырого жира у карпов старшего возраста были не на много выше, по сравнению с таковыми у сеголетков.

Таблица 4 – Коэффициент использования протеина кормовой добавки на рост разновозрастного карпа

Возраст рыбы	Переваримые вещества			
	затраты (в кг на 1 кг прироста рыбы)		коэффициент использования, %	
	сырого протеина	сырого жира	сырого протеина	сырого жира
сеголетки	19,2	1,2	1,2	7,55
двухлетки	19,0	0,2	1,5	71,5
трехлетки	11,5	0,75	8,1	24,5

На низкий коэффициент использования сырого протеина в большей степени, по нашему мнению, оказало влияние соотношение аминокислот в кормовой белковой добавке (скорее всего недостаток метионина и фосфора). Применение белковой добавки в кормлении разновозрастного карпа дает низкий темп роста, неадекватный содержащемуся в нем большому количеству белка. Затраты белка на единицу прироста рыбной продукции были в десятки раз выше, при этом значительные количества белка, поступающие с кормом, не привели к его накоплению в теле рыбы. Коэффициент использования белка оказался весьма низким, это свидетельствует о том, что большая часть азотсодержащих веществ, поступивших с пищей, использована на обменные процессы.

Анализируя данные эксперимента можно сделать вывод, что при использовании кормовой белковой добавки «Экстра», возможно, потребуется дополнительно вводить в состав рецептуры отдельные аминокислоты.

Заключение. Анализ полученных результатов по переваримости белка кормовой белковой добавки «Экстра» показал, что её можно использовать в кормах для карпа аналогично мясокостной муке.

Список использованных источников

1. Карзинкин, Г. С. К изучению физиологии пищеварения рыб / Г. С. Карзинкин // Тр. Лимнол. ст. в Косине. – М., 1932. – Вып. 15. – С. 85–120.
2. Карзинкин, Г. С. К познанию рыбной продуктивности водоемов. Сообщение II. Изучение физиологии питания сеголеток зеркального карпа / Г. С. Карзинкин // Тр. Лимнол. ст. в Косине. – М., 1935. – Вып. 19. – С. 21–59.
3. Яблонская, Е. А. К познанию рыбной продуктивности водоемов. Сообщение V. Усвоение естественных кормов зеркальным карпом и оценка с этой точки зрения кормности водоёмов / Е. А. Яблонская // Тр. Лимнол. ст. в Косине. – М., 1935. – Вып. 20. – С. 99–121.
4. Краюхин, Б. В. Физиология пищеварения пресноводных костистых рыб / Б. В. Краюхин. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1963. – 139 с.
5. Щербина, М. А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М. А. Щербина. – М. : Пищевая пром-сть, 1973. – 131 с.
6. Щербина, М. А. Влияние экструзии на питательную ценность кормового сырья для рыб / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин, И. А. Салькова // Корма и кормление рыб : информ. пакет. – М., 1996. – Вып. 2. – С. 1–11. – (Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура / Всерос. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т экономики, информ. и автоматизир. систем упр. рыб. хоз-ва).

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

УДК 639.2.052.2

ДИНАМИКА ПРОМЫСЛОВЫХ УЛОВОВ РЫБЫ ИЗ ВОДОЕМОВ/ВОДОТОКОВ БЕЛАРУСИ ЗА ПОСЛЕВОЕННЫЙ ПЕРИОД

В. К. Ризевский

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
Минск, ул. Академическая, 27, 220072, Беларусь, e-mail: RVK869@mail.ru*

DYNAMICS OF COMMERCIAL FISH CATCHES FROM WATER RESERVOIRS\STREAMS IN THE REPUBLIC OF BELARUS FOR AFTER WW2 PERIOD

V. Rizevsky

*State scientific and production amalgamation «The Scientific and Practical
Center of the National Academy of Sciences of Belarus for biological resources»
Minsk, e-mail: RVK869@mail.ru*

Резюме. Показано, что динамика общего вылова и видовой структуры промысловых уловов за последние годы во многом связана с реорганизацией рыбного хозяйства Беларуси и ориентацией промысла на добычу ценных видов рыб. Отмечено, что главным аборигенным объектом по объёмам добычи в Беларуси становится лещ, объёмы промыслового изъятия которого в настоящее время составляют более четверти всего улова рыбы и сопоставимы с суммарным выловом всех зарыбляемых видов.

Ключевые слова. Вылов рыбы, промысел, объем добычи, лещ

Abstract. It is demonstrated that recently the dynamic of total catch and species structure of commercial catches for has been determined significantly by restructuring of fish industry in the Republic of Belarus and targeting to the catch valuable species of fish. It is observed that the bream (*Abramis brama*) is turning into the major native species in terms of catch volumes with commercial catch amounting currently to over a quarter of the total fish catch and actually is comparable with the aggregated catch of all stocked species.

Key words: fish catch, fishing, catch volume, bream (*Abramis brama*).

Введение. Одним из наиболее значимых и явных антропогенных факторов, оказывающих влияние на структуру рыбного населения естественных водоемов и водотоков, является изъятие рыбы из среды обитания

или рыболовство. В отдельных случаях именно рыболовство (перелов) является причиной полного выпадения вида, как из состава рыбного населения отдельного водоема, так и ихтиофауны региона в целом. С другой стороны, зарыбление водоемов, осуществляемое в рамках ведения рыболовного хозяйства арендаторами и/или пользователями рыболовных угодий, приводит к появлению в регионе новых видов рыб и изменению видового состава рыбного населения Беларуси.

Основная часть. Динамика объемов промыслового изъятия. По имеющимся материалам [1] ежегодные уловы рыбы из внутренних водоемов Беларуси, достигавшие в конце XIX в. 70 тыс. ц, в начале XX в. упали до 10-15 тыс. ц. В этот период основные рыбохозяйственные водоемы переходили от одного ведомства к другому, на большинстве водоемов велся хищнический лов рыбы, что естественно, губительно влияло на состояние рыбных ресурсов. С середины 20-х годов в эксплуатации рыбных угодий начал наводиться порядок. Были созданы рыбохозяйственные структуры, государственный контроль над промыслом, производились работы по активному воспроизводству ценных видов рыб и т.д. Это не замедлило сказаться и на состоянии уловов, которые возросли с 1,7 тыс. ц в 1921 г. до 23,7 тыс. ц в 1931 г., 33,1 тыс. ц в 1937 г. и 41,2 тыс. ц в 1940 г.

В послевоенный период максимальный вылов рыбы из естественных водоемов/водотоков Беларуси достигнут рыбохозяйственными предприятиями в 50-е годы и составлял более 35 тыс. ц (рис. 1). В структуре вылова доминировали малоценные виды рыб, а также молодь рыб, не достигшая промысловой меры, которая проходила под видом сборных сортов «мелочь» различных групп. С принятием в 1962 г. новых Правил промыслового рыболовства и увеличением размеров ячеи в орудиях лова, уловы рыбы снизились и на протяжении последующих 30-ти лет находились на уровне 20 тыс. ц.

С начала 90-х годов произошло еще одно снижение промысловых уловов рыбы, обусловленное дестабилизацией социально-экономических процессов в

республике, негативно отразившихся, в том числе, и на рыбном хозяйстве. Стабилизировавшиеся в конце XX столетия на уровне около 10 тыс. ц промысловые уловы рыбы к 2004 г. снизились до минимальных значений, и с 2005 г. наметилась тенденция медленного и постепенного увеличения промысловых уловов.

Необходимо отметить, что с 2004 по 2007 гг. среднегодовой вылов рыбы из естественных водоемов/водотоков Беларуси оказался самым низким за весь послевоенный период наблюдений и составил в среднем 6218 ц при колебании от 5829,4 ц (в 2004 г.) до 6879,3 ц (в 2007 г.).

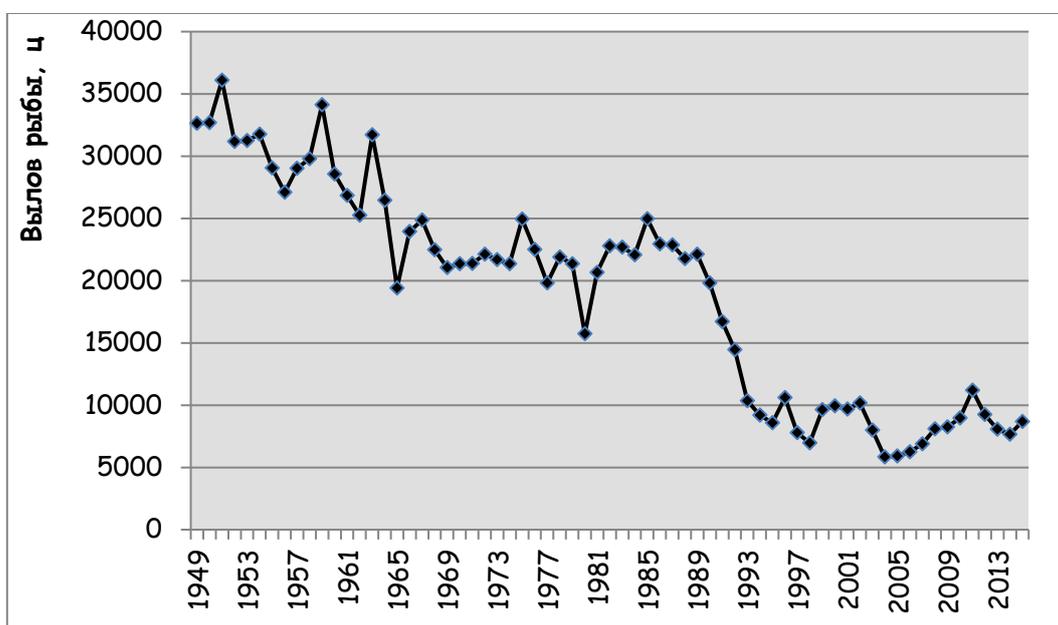


Рисунок 1 - Динамика вылова (ц) рыбы из водоемов/водотоков Беларуси за послевоенный период наблюдений

Динамика видовой структуры промысловых уловов. Помимо отрицательной динамики общего объема промыслового изъятия рыбы из водоемов Беларуси наблюдается и изменение видовой структуры уловов. Всего с 1946 г. по настоящее время в промысловых уловах рыбы статистикой отмечалось 35 видов рыб. На протяжении данного периода во все годы отмечались 18 видов: лещ, щука, карась (без разграничения на виды), густера, окунь, уклейка, плотва, карп, ерш, линь, язь, сом, налим, жерех, угорь, судак, сомик американский и сиг (таблица 1).

Таблица 1 – Встречаемость (да) отдельных видов рыб в промысловых уловах по данным промысловой статистики

Период (годы)	Виды рыб (товарный сорт)																	Всего видов
	голавль	ряпушка	подуст	чехонь	синец	красноперка	елец	усач	пелядь	снеток	рипус	лосось	стерлядь	верховка	толстолобик	амур белый	белоглазка	
1946-1950	да	да	да	да	-	да	-	да	-	да	-	-	-	да	-	-	-	26
1951-1955	да	да	да	да	-	да	да	да	-	да	-	да	-	да	-	-	-	28
1956-1960	да	да	да	-	-	-	да	да	-	да	да	да	да	-	-	-	-	27
1961-1965	да	да	да	да	да	-	-	да	да	да	да	-	-	-	-	-	да	28
1966-1970	да	да	да	да	да	-	-	да	да	да	да	-	-	-	-	-	да	28
1971-1975	да	да	да	-	да	-	-	да	да	-	-	-	-	-	да	да	да	27
1976-1980	-	да	да	-	-	-	-	да	-	-	-	-	-	-	да	да	да	24
1981-1985	да	да	да	-	-	-	-	да	-	-	-	-	-	-	да	да	да	25
1986-1990	да	да	да	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	да	да	да	24
1991-1995	да	да	да	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	да	да	да	24
1996-2000	да	да	да	да	да	да	да	-	-	-	-	-	-	-	да	да	да	28
2001-2005	да	да	да	да	да	да	да	-	-	-	-	-	-	-	да	да	да	28
2006-2010	да	да	-	да	да	да	да	-	-	-	-	-	-	-	да	да	да	27
2011-2015	да	-	да	да	да	да	да	-	-	-	-	-	-	-	да	да	да	27

Практически во все годы в уловах отмечались голавль, ряпушка и подуст. Отсутствие двух последних в уловах в отдельные годы обусловлено включением этих видов в Красную книгу Беларуси. По тем или иным причинам на протяжении ряда лет промысловой статистикой в уловах не отмечался такой товарный сорт как чехонь, синец, красноперка и елец. Только до 1955 г. отдельно учитывался такой вид как верховка, до 1982 – усач. Только в 1956 г. статистикой была отмечена стерлядь, в 1952 и 1957 гг. – лосось. С другой стороны, с 1964 г. в уловах стала отмечаться белоглазка, с 1972 г. - амур белый и толстолобик (без разграничения на виды).

В последние годы основу уловов составляют 4 вида: плотва, лещ, карась и густера. С другой стороны, единично отмечаются елец, голавль и налим. Практически выпали из промысла такие виды как ряпушка, чехонь и сиг. Анализ видовой динамики промысловых уловов рыбы за послевоенный период указывает на явное снижение доли в уловах щуки. И хотя, вследствие проводимого в последние годы зарыбления, отмечается определенное увеличение вылова данного вида, общая динамика все еще отрицательная (таблица 2).

С середины 80-х годов отмечается резкое снижение доли и общего количества в уловах плотвы. Если в 2003 г. этот вид занимал в общем улове 34,5 %, то в 2008 г. ее доля составила 19,6 %, а в 2015 г. – 13,8 %. При этом, если возможной причиной снижения численности щуки является ее перелов, то для плотвы – наоборот, наблюдается ее недолов.

С другой стороны, в последние годы закономерно возрастает доля в уловах зарыбляемых видов рыб: карася серебряного, карпа, амура белого и толстолобика. Увеличение доли карася в промысловых уловах, начавшееся после регулярного зарыбления этим видом естественных водоемов в середине XX в., несколько снизилось в 70-тые годы, однако затем постоянно возрастает. В последние годы (2011-2015) доля его в общем объеме годового изъятия рыбы промыслом в среднем составляет более 19 %, уступая этому показателю только лещу [2, 3].

Таблица 2 - Доля (% в общем улове, средняя величина за 5 лет) отдельных видов рыб в промысловых уловах из водоемов Беларуси

Период(годы)	Виды рыб (товарный сорт)										
	толсто- лобик	амур белый	густера	лещ	карась	карп (сазан)	угорь	плотва	окунь	укляя	щука
1946-1950	0	0	1,09	5,75	0,75	0,23	0,25	18,65	3,63	2,92	14,91
1951-1955	0	0	0,97	5,38	0,63	0,03	0,47	22,75	3,58	2,92	13,10
1956-1960	0	0	0,02	6,53	3,00	0,40	0,33	3,33	1,45	4,11	15,14
1961-1965	0	0	6,17	6,32	10,67	1,92	0,28	18,32	5,71	3,74	11,47
1966-1970	0	0	8,05	10,06	11,58	0,94	1,08	22,74	5,59	3,12	13,11
1971-1975	0,30	0,04	4,58	12,69	9,46	1,84	1,44	29,39	4,80	3,41	10,46
1976-1980	0,67	0,04	0,67	14,63	4,94	1,43	1,60	31,64	4,94	1,78	9,23
1981-1985	0,10	0,02	3,00	13,14	5,65	1,50	1,44	39,55	2,92	1,02	7,41
1986-1990	0,37	0,01	2,72	15,96	9,28	5,14	1,62	37,1	3,28	0,18	7,19
1991-1995	1,07	0,01	4,57	18,66	12,15	7,13	1,84	35,97	3,36	0,78	4,59
1996-2000	0,33	0,02	7,69	26,54	17,65	3,46	2,12	28,59	3,67	1,35	3,50
2001-2005	1,10	0,49	13,85	19,49	14,31	4,65	1,63	31,78	3,65	0,95	3,95
2006-2010	7,27	0,25	11,53	23,98	14,57	4,67	1,73	19,16	4,15	0,56	6,38
2011-2015	11,84	0,41	11,48	26,21	19,05	3,55	0,88	10,49	3,24	0,32	5,06

В отличие от карася серебряного, натурализовавшегося в водоемах Беларуси, количество вылавливаемых амура белого и толстолобиков зависит от объемов вселения этих видов в водоемы. Увеличивается и доля в уловах зарыбляемого в водоемы Беларуси карпа. Резкое возрастание его доли в уловах, отмеченное в начале 90-х годов, к концу 90-х снизилось и в XXI в. стабилизировалось на уровне 4-5 %.

В последние годы наблюдается возрастание доли судака в промысловых уловах. Подорванные в 90-ые годы запасы этого ценного в промысловом отношении вида с начала XXI в. неуклонно возрастают, что и отражается промысловой статистикой вылова. Однако в целом за послевоенный период доля судака в промысловых уловах всегда была незначительной, и колебалась в пределах 0,5-2,0 % массы всего улова.

Особый интерес вызывает динамика доли в промысловых уловах такого вида как лещ. Анализ динамики доли этого вида по годам указывает на явную тенденцию ее увеличения от 5,8 % в среднем за 5 лет в период 1946-1950 г. до 26,2 % за последние 5 лет (2011-2015 гг.). После некоторого спада вылова леща в период 2001-2005 гг. в последние годы, начиная с 2004 г., объемы вылова его вновь неуклонно возрастают. Так, официальный объем его промыслового изъятия из естественных водоемов и водотоков Беларуси в 2004 г. составил 1085 ц, в 2015 г. – 2628 ц, что почти в 2,5 раза больше.

Сравнение объемов промыслового изъятия леща с выловом зарыбляемых видов (а это карась, щука, карп, толстолобик и амур белый), показывает, что суммарная доля всех зарыбляемых видов в уловах сопоставима с долей одного леща (рисунок 3). Помимо этого, здесь также необходимо отметить, что большая часть молоди леща скрыта от официальной статистики промыслового вылова рыбы в сборном товарном сорте «Мелочь» и «Густера» [4]. Так, анализ контрольных промысловых уловы рыбы, проведенный нами на реках Днепр и Припять, показал, что как минимум половина всего количества выловленного неводом леща из этих рек имеет длину тела меньше допустимой промысловой меры (27 см), и в связи с этим не указывается как товарный сорт «лещ» [5-7].

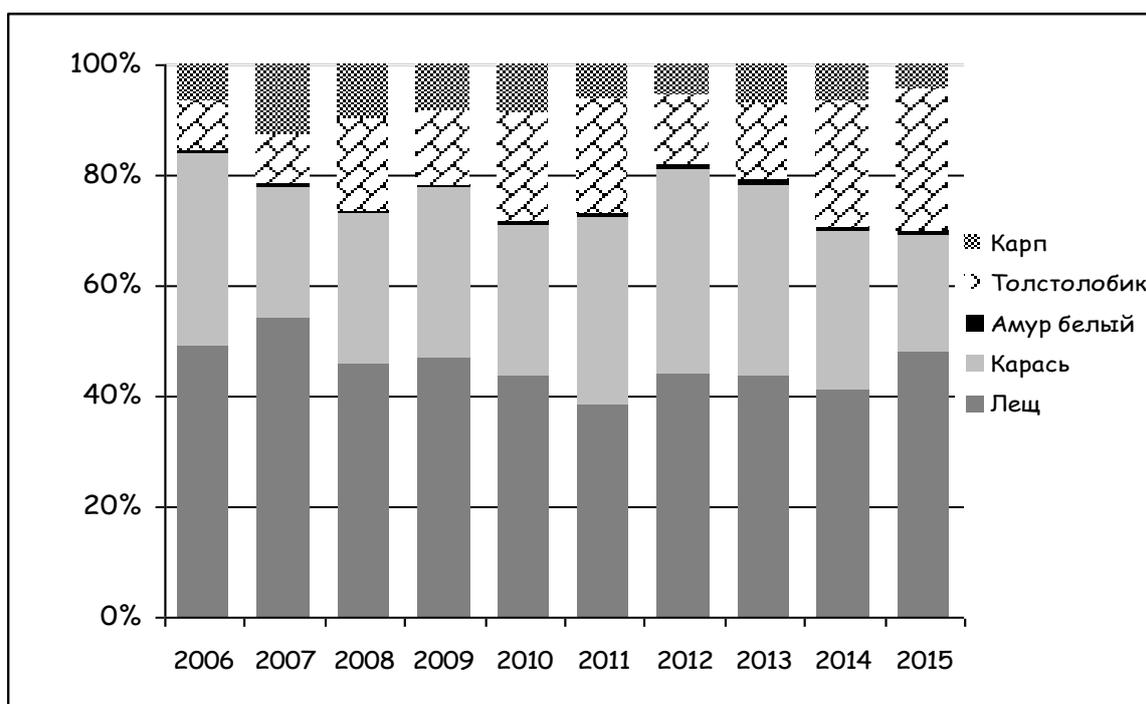


Рисунок 3 - Доля (% общего улова по массе) леща и зарыбляемых видов в промысловых уловах рыбы из водоемов/водотоков Беларуси) водоемов/водотоков Беларуси в последние годы

Все это значительно занижает общий объем отражаемой официальной статистикой промыслового изъятия леща и свидетельствует о положительной динамике его численности в водоемах и водотоках Беларуси.

В целом, в последние годы доля так называемых «ценных» видов рыб в промысловых уловах увеличивается, «малоценных» – уменьшается [8, 9] (рис. 4).

По имеющимся статистическим данным в период с 1946 г. по 1960 г. общий среднегодовой вылов малоценных видов превосходил вылов ценных в 2,7-3,2 раза. Вплоть до начала 1990 г. данное превышение колебалось в пределах 1,90-1,21 раза. Сравнявшись по доле в уловах в период 1990-2005 гг., в дальнейшем среднегодовой вылов (за пятилетку) ценных видов стал превосходить вылов малоценных (в период 2006-2010 гг. – в 1,7 раза, в 2011-2015 гг. – в 2,5 раза). Однако, при этом нельзя не отметить, что в отличие от малоценных, общий вылов ценных видов за весь послевоенный период колеблется в довольно узких пределах.

Так, при общем падении уловов малоценных видов рыб с 24200 ц в среднем за год в период 1961-1965 гг. до 2491 ц в последние годы (2011-2015 гг.), вылов ценных видов рыб за этот период колебался в пределах от 10445 ц в 1951-1955 гг. до 3770 ц в 2001-2005 гг.

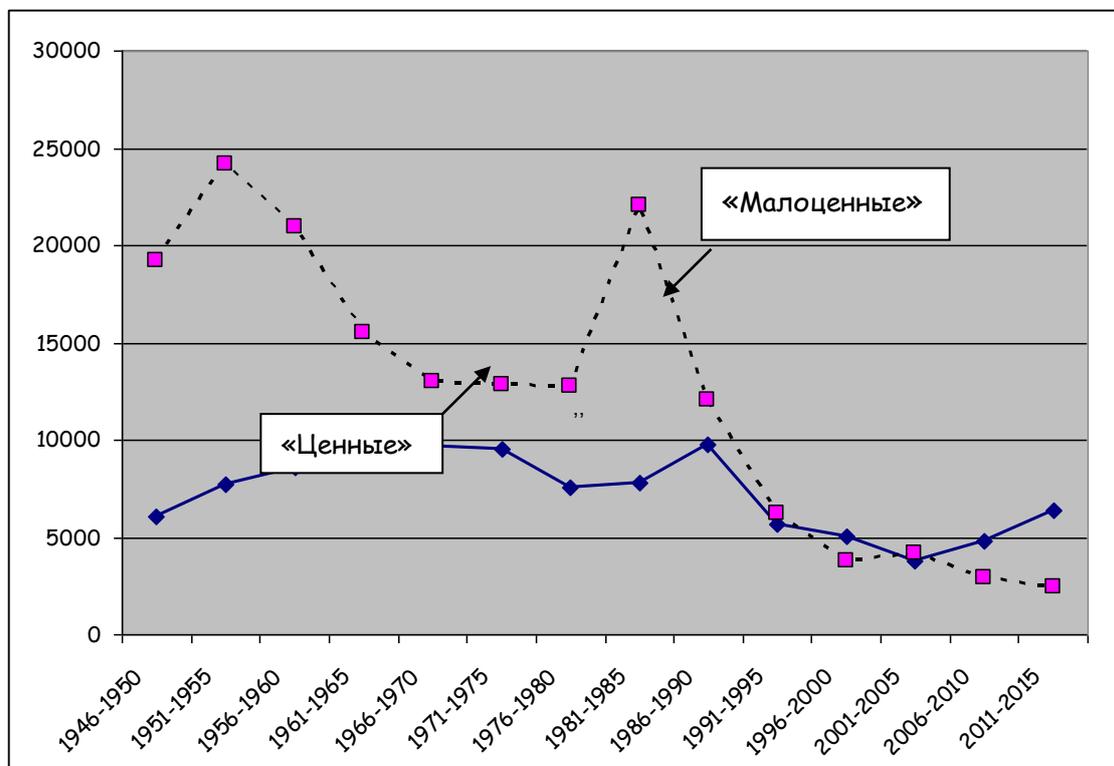


Рисунок 4 - Динамика общего вылова (ц) ценных и малоценных видов рыб в промысловых уловах из водоемов/водотоков Беларуси

Наблюдаемое увеличение доли так называемых «ценных» видов рыб в промысловых уловах обусловлено не только увеличением объемов зарыбления ценных в промысловом отношении вселенцев, но и ориентацией на вылов крупной рыбы и применением селективных орудий лова [10, 11]. Если в 60-80-тые годы прошлого столетия промысел в основном базировался на неводном лове, и более 85 % всей рыбы вылавливалось именно неводами, то в период 2004-2006 гг. неводами вылавливали в среднем 62,0 % рыбы, в период 2007-2009 - только 47,6 %. С 2004 по 2009 годы доля использования специализированных ловушек уменьшилась почти в 2,5 раза, неводного лова сократилась практически на 25 %, а сетного лова, наоборот, выросла с 34,1 % до 51,6 %.

Заключение

Проведенный анализ промысловой статистики вылова рыбы из водоемов/водотоков Беларуси за послевоенный период позволил прийти к следующему заключению.

1. Максимальный объем промыслового изъятия рыбы из естественных водоемов/водотоков Беларуси в послевоенный период был достигнут в 50-е годы и составлял более 3,5 тыс. тонн в год. Снизившиеся к концу XX в. до 694 ц к настоящему времени промысловые уловы стабилизировались на уровне около 1 тыс. тонн.

2. В течение послевоенного времени наблюдается смена доминирующих объектов промысла, выражающаяся в снижении в промысловых уловах доли так называемых малоценных видов рыб и увеличения доли ценных видов. В последние годы вылов ценных видов рыб в уловах превосходит вылов малоценных.

3. Современный промысел на внутренних водоемах Беларуси ориентирован главным образом на добычу ценных видов рыб, в то время как запасы малоценных промысловых рыб эксплуатируются недостаточно.

4. В настоящее время в промысловых уловах значительно снизилась доля плотвы, закономерно возрастает доля зарыбляемых видов рыб: карася серебряного, карпа, амура белого, толстолобика.

5. Увеличение доли так называемых ценных видов рыб в промысловых уловах обусловлено как увеличением объемов зарыбления ценных в промысловом отношении вселенцев, так и применением селективных орудий лова, и ориентацией на вылов крупной рыбы.

6. В течение последних 50 лет прослеживается явная тенденция увеличения в промысловых уловах доли леща, ставшим главным аборигенным объектом по объёмам добычи. В настоящее время объемы промыслового изъятия данного вида составляют более четверти общего промыслового улова в Беларуси и сопоставимы с суммарным выловом всех зарыбляемых видов.

Список использованных источников

1. Жуков, П. И. Динамика вылова рыбы из водоемов Белоруссии за 1945-1995 годы / П. И. Жуков // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1997. – Вып. 15. – С. 105–118.
2. Ризевский, В. К. Эффективность зарыбления карасем серебряным водоемов Беларуси / В. К. Ризевский // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура : материалы V междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 25–26 окт. 2012 / Мозыр. гос. пед. ун-т им. И. П. Шамякина ; ред.: О. Г. Акушко [и др.]. – Мозырь, 2012. – С. 165–167.
3. Ризевский, В. К. Соотношение между объемами зарыбления карасем серебряным естественных водоемов Беларуси и его промысловым изъятием / В. К. Ризевский, А. В. Зубей // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2012. – Вып. 28. – С. 233–240.
4. Жуков, П. И. Экология леща *Abramis brama* (L.) водоемов Беларуси / П. И. Жуков, В. К. Ризевский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1997. – Вып. 15. – С. 118–135.
5. Лещенко, А. В. Результаты мониторинговых исследований промысловых уловов рыбы на реке Припять в 2011–2013 годах / А. В. Лещенко, В. К. Ризевский, И. А. Ермолаева // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура : материалы VI междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 23–24 окт. 2014 г. / Мозыр. гос. пед. ун-т им. И. П. Шамякина, Биол. фак. ; под общ. ред. В. В. Валетова. – Мозырь, 2014. – С. 26–29.
6. Лещенко, В. А. Результаты мониторинга за видами диких животных, относящихся к объектам рыболовства за 2013 год / А. В. Лещенко, В. К. Ризевский, И. А. Ермолаева // Сахаровские чтения 2014 года: экологические

проблемы XXI века : материалы 14-й междунар. науч. конф., Минск, 29–30 мая 2014 г. / М-во образования Респ. Беларусь [и др.] ; ред.: В. И. Дунай, С. С. Позняк, Н. А. Лысухо. – Минск, 2014. – С. 163.

7. Лещенко, А. В. Результаты мониторинговых исследований промысловых уловов рыбы на реке Днепр в 2011–2015 годах / А. В. Лещенко, И. А. Ермолаева, В. К. Ризевский // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. междунар. науч. конф., Минск, 14–17 сент. 2016 г. : в 2 т. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 2. – С. 415–419.

8. Рыбы и рыбные ресурсы / А. В. Алехнович [и др.] // Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2010 / Нац. акад. наук Беларуси, М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды ; ред. В. Ф. Логинов. – Минск, 2011. – Гл. 8. – С. 293–303.

9. Рыбы и рыбные ресурсы / А. В. Алехнович [и др.] // Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2009 / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2010. – Гл. 8, § 3. – С. 288–303.

10. Костоусов, В. Г. О состоянии рыбных ресурсов и рыболовства в естественных водоемах республики Беларусь / В. Г. Костоусов, И. И. Оношко, А. В. Лещенко // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2006. – Вып. 22. – С. 76–89.

11. Костоусов, В. Г. Промысловое рыболовство на территории Республики Беларусь / В. Г. Костоусов // Агропанорама.– 2008. – № 3. – С. 5–8.

СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В СЕВЕРНОЙ И СРЕДНЕЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

С. А. Гуцуляк¹, Л. М. Васильева¹, К. Б. Адырбекова²

¹ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет» г. Астрахань, ул. Татищева, 20 «А», Россия, тел. +7 (8512) 485343, e-mail: gutculiak@mail.ru

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» 050016, г. Алматы, пр. Суюнбая, 89 «А», Казахстан. e-mail: kazniirh@mail.ru

THE MODERN ENVIRONMENTAL SITUATION IN CENTRAL AND NORTHERN PART OF THE CASPIAN SEA

S. A. Gutsulyak¹, L. M. Vasilyeva¹, K. B. Adyrbekova²

¹"Astrakhan state University" Astrakhan, St. Tatishcheva, 20 «А», Russia
Phone: +7 (8512) 485343, e-mail: gutculiak@mail.ru

²Kazakh scientific and research institute of fishery
050016, Almaty, Suyunbai Ave., 89 a, Kazakhstan. e-mail: kazniirh@mail.ru

Резюме. Дан краткий обзор Каспийского моря, его географический статус, гидрологические условия, сведения об его условном географическом и рыбохозяйственном подразделении. Приведена общая история нефтедобычи в Каспийском море, перечислены новые углеводородные месторождения на шельфе северного и среднего Каспия. Дается современная характеристика нефтегазовых месторождений восточной части северного Каспия (Казахстан). Рассматривается экологическая ситуация, сложившаяся в настоящее время в водоеме, факторы характеризующие ее, проблемы и пути их решения на современном этапе.

Ключевые слова: Каспийское море, соленость нефте-газовые месторождения, уровень моря, негативное воздействие, антропогенное загрязнение, углеводородное сырье, экологический мониторинг.

Abstract. A brief overview of the Caspian sea, its geographic status, hydrological conditions, information about his conditional geographical and management unit. The General history of oil production in the Caspian sea, listed new gas and oil fields on the shelf of the Northern and middle Caspian. Given the modern characteristics of oil and gas fields in the Eastern part of the North Caspian sea (Kazakhstan). We consider the environmental situation prevailing currently in the reservoir, the factors that characterize it, the problems and their solutions at the present stage.

Key words: Caspian sea, solenosti, oil and gas fields, sea level, negative impact of, anthropogenic pollution, hydrocarbons, environmental monitoring.

Каспийское море – это крупнейший в мире бессточный водоем, обладающий признаками как озера - замкнутостью, так и моря - постоянством солевого состава [12,17]. По своим физико-географическим, геоэкономическим, геополитическими, геоэкологическим особенностям Каспий является исключительным объектом, не имеющим аналогов на Земле. Природно-экономический комплекс побережья Каспийского моря, который разграничен пятью Прикаспийскими странами - Россией, Казахстаном, Азербайджаном, Туркменистаном и Ираном - представляет собой совершенно особое скопление и сочетание природных ресурсов [2,15,20].

Каспийское море - уникальный водоем, с богатой геологической историей, сочетающий в себе черты континентального и морского типа. В настоящее время Каспийское море не имеет естественной связи с Мировым океаном, являясь самым масштабным озером Земного шара. Хотя по своему размеру, характеру процессов и происхождения, гидрометеорологическому режиму и видовому разнообразию фауны оно в основательной степени напоминает полноценный морской водоём [1,5;10].

Исходя из особенностей морфологического строения и физико-географических условий, Каспийское море установлено делить на три части: Северный, Средний и Южный Каспий, и изолированный залив Кара-Богаз-Гол. За условную границу между Северным и Средним Каспием как правило учитывают линию, соединяющую о-в Чечень с м. Тюб-Караган, а между Средним и Южным Каспием линию о-в Жилой - м. Куули. Подводная морфологическая граница между Северной и Средней частями выделяется по Мангышлакскому порогу. Подводный Апшеронский порог отделяет Средний и Южный Каспий [12, 20,21].

Казахстанская акватория Каспийского моря охватывает восточные части Северного и Среднего Каспия. По административному делению побережье относится к Атырауской и Мангистауской областям Республики Казахстан. Его северо-восточная часть находится в пределах Прикаспийской

низменности, а восточная представлена возвышенными плато полуостровов Бузачи, Тюб-Караган и Мангышлак.

Водный баланс Каспийского моря состоит из речного стока, атмосферных осадков, испарения и оттока воды в залив Кара-Богаз-Гол. Речная сеть и поступление стока в море крайне неравномерно распределены по побережью. Каспийское море принимает воды 130 рек с водосборной площади. Реки Волга, Урал и Терек впадают в северную часть моря, их суммарный годовой сток даёт более 90% общего материкового стока. Сулак, Самур, Кура и более мелкие реки впадают в море с запада и в сумме дают около 9% стока. На восточном побережье сейчас нет ни одного постоянного водотока в море. Хорошо выраженные пространственные различия поступления речных вод в Каспийское море — значимая географическая особенность этого водоёма [22].

Для Каспийского моря, как и для любого замкнутого водоема, свойственны значительные изменения природных условий, обусловленные комплексом климатических, гидрологических и геологических процессов, протекающих в пределах его водосборного бассейна. Физические параметры моря постоянно меняются, так как, уровень воды часто подвергается колебаниям [22;5]. Основная причина изменения уровня Каспия считается изменение объемов речного стока и значительного испарения, хотя климатические, геологические и антропогенные факторы в такой же мере считаются имеющими значение [10,20,25]. Важно отметить, что изменение уровня моря определенно влияет на характер и распределение биотопов, а именно в зонах малых глубин и в прибрежье, меняя расположение береговой полосы.

Поле солёности претерпевает пространственно-временные изменения, но их степень неодинакова в разных районах моря в зависимости от сезона. Как известно, северная часть моря, характеризуется крайне выраженным градиентом солёности от 0 до 3–4‰ в водах, прилежащих дельте Волги, и до

12–12,5‰ на границе со Средним Каспием, при этом в Южном Каспии она составляет 13‰ [3;16].

Увеличение солености на поверхности в глубоководных частях моря идет с севера на юг и с запада на восток. Такое распределение солености связано с опресняющим влиянием речного стока по западному побережью и осолонением вод у восточного берега, в условиях абсолютного отсутствия здесь пресного стока и усиленного испарения [17;26].

Пресноводную зону составляет достаточно обширная акватория у дельты Волги в Северном Каспии и незначительные участки около устьев прочих крупных рек. В этой части моря существует градиент солености и представлены переходная пресноводно-солонатоводная и основная солонатоводная соленостные зоны. Средний и Южный Каспий принадлежат к переходной солонатоводно-морской соленостной зоне. Морская и переходная морская-гипергалинная соленостные зоны существуют в усеченном градиенте солености у входа в залив Кара-Богаз-Гол. Остальная часть этого залива относится к гипергалинной зоне [18;16].

Изменение уровня моря за период 1978–1996 гг. серьезно осложнило экологическую ситуацию на его побережьях, создав целый комплекс проблем. Сокращение биологических ресурсов моря, обусловленная деградацией экосистем и непрекращающимся браконьерским ловом рыбы, в первую очередь осетровых рыб. Загрязнение морской среды, связанное с возрастающей антропогенной нагрузкой на море, в том числе и в связи с началом поиска и освоения шельфовых зон [6,8;15].

Охрана природной среды – одна из самых насущных проблем Каспийского моря. Динамика загрязнения моря связана с его основными источниками – реками, промышленностью, городским, сельским, транспортным хозяйством прикаспийских республик [17, 15].

Экологическая ситуация в целом характеризуется, как тяжёлая, что определяется совместным действием ряда негативных природных и

антропогенных факторов и нарастающими угрозами деградации природных комплексов береговой зоны и экосистемы всего Каспийского моря [23;4,2].

Одним из главных источников антропогенного загрязнения Каспийского моря является сток впадающих рек. Несомненно, изменение качества воды обусловлено наличием сельскохозяйственных отходов, так как, с речной водой в Каспийское море попадает значительное количество органических веществ [10;19,27]. С прикаспийских государств ежегодно в море поступают различные тяжелые металлы, химические удобрения, хлорные органические соединения и нефтепродукты. Загрязняющие вещества попадают в него с речными водами и в большинстве случаев, уже не покидают систему Каспийского моря. К тому же, с 1990-х годов расширение объемов крупного судоходства и строительства новых портов также могли повлиять на увеличение загрязнения.

Первое место в ряду факторов негативного воздействия занимает нефтяное загрязнение, в том числе в результате разливов нефти. Поскольку здесь комплекс двух масштабных и жизненно важных для экономики региона видов морских промыслов- нефтяного и рыбного, предпочтение отдается добыче нефти. После исчерпания нефти и газа, то есть невозобновляемых ресурсов, территория станет непригодной для промышленного освоения. Биологические ресурсы моря в отличие от нефтяных запасов самовоспроизводятся и потому бесценны. Вместе с тем, в Каспийском бассейне сосредоточено около 90% мирового запаса осетровых, популяционная структура и численность которых, находятся сейчас в критическом состоянии.

Лидирующее положение по объему добычи и запасам нефти сейчас занимают Казахстан и Азербайджан, в морской зоне которых находятся крупнейшие месторождения [9,13].

По расчетам специалистов, запасы нефти в Казахстанском секторе Каспия составляет 7 млрд тонн, в Азербайджанском секторе – 3,5–4 млрд тонн, в Туркменском секторе – 2 млрд тонн, а в Российском секторе – 0,3–0,7 млрд тонн. Общий расчетный запас нефти в Каспийском море превосходит 200 млрд

баррелей, что дает основание считать этот регион одним из крупнейших мировых центров углеводородного сырья.

Добыча нефти и газа в Казахстане, начиная с 1993 года значительно возросла. В стране находится три месторождения с потенциалом развития – Тенгиз, Карачаганак и Кашаган. На побережье Каспийского моря, включая затопленные территории, находится 19 месторождений нефти с 1485 нефтяными скважинами [18,31]. Из-за повышения уровня Каспийского моря затопляются многие прибрежные территории и места расположения скважин. Затопленные нефтяные скважины являются еще одной актуальной экологической проблемой Казахстана. По сведениям «Вестника Каспия» на территории Казахстана в прибрежной зоне Каспия из-за недостатков нефтепромысловых технологий образовались «водно-нефтяные озера» и при нагонной волне они могут быть поглощены морем [29]. Особо угрожающим источником возможных катастрофических выбросов является верхнепалеозойская нефть шельфа и побережья Каспийского моря (Тенгиз, Кашаган). Эти месторождения представляют собой гигантскую «пороховую» емкость, которая в случае разлива и катастрофических выбросов губительно повлияет на биоразнообразие Каспийского моря, так как палеозойская нефть характерна экстремальным пластовым давлением до 1100 атм., температурой 125–150°C и содержанием сероводорода до 20 %. Добыча подобной нефти ожидается и на других структурах шельфа (месторождение Курмангазы). Следует подчеркнуть, что нефть, добываемая в остальных четырех странах, имеет молодой надсолевой возраст с пластовым давлением всего 60 атм. и температурой 35°C и характеризуются отсутствием сернистых соединений.

В Мангистауской области разведано 69 месторождений, из них на 27 ведется добыча нефти и газа. Еще одну экологическую угрозу для Каспийского моря представляет проблема пересыхания хвостохранилища Кошкар-Ата (Мангистауская обл.), где хранятся отходы переработки ураносодержащих и редкоземельных руд. В хвостохранилище сброшено 355 790 тыс. т отходов активностью 11242 кюри [25,14]. Кроме того, в хранилище радиоактивных

отходов РПГ «МАЭК» захоронено 6031 т твердых и 4857 т жидких радиоактивных отходов с активностью 14466 кюри. Источником экологической напряженности Прикаспия представляются также жидкие отходы в виде сточных загрязненных вод. Опасен для моря отстойник «Тухлая балка», где скопилось около 70 млн. м³ жидких отходов, сильно загрязненных нефтепродуктами (до 200 ПДК), фенолами (80 ПДК), хлоридами, солями аммония, сульфатами и тяжелыми металлами (медь, цинк, хром и др.). В результате подъема уровня Каспия морская вода приблизилась к отстойнику до 10 км. Во время штормового нагона воды расстояние от отстойника до моря сокращается до 3 км.

При нефтегазодобывающей деятельности загрязняющее воздействие на окружающую среду имеет место на всех стадиях производственного цикла – при геологоразведочных работах, бурении скважин, добыче нефти и газа, их подготовке и хранении, транспортировке и переработке [7,13].

Нефтеуглеводороды выступают не только в качестве автономных токсинов, но и как вещества, усиливающие негативное действие других поллютантов. Одна тонна сырой нефти загрязняет участок моря с площадью в 12 кв. км, в результате чего нарушается биологический баланс и уравновешенность бассейна [14;24].

Дальнейшее массовое освоение углеводородного сырья в казахстанском секторе моря предполагает вероятную угрозу экологической безопасности страны и требует проведения специальных исследований по определению предельно допустимого уровня добычи углеводородов без нанесения ущерба морским и прибрежным экосистемам, осуществление мониторинга, ликвидацию бесхозных нефтяных скважин, принятие мер неразрешенного захоронения нефтяных труб и оборудования, имеющих радиоактивное загрязнение.

С каждым годом экологическая обстановка в Каспийском регионе ухудшается. Разрушение целостности местообитаний каспийской биоты, сокращение нерестилищ, нерациональная эксплуатация биологических

ресурсов и криминальный промысел составляют еще одну существенную угрозу для морской среды Каспия.

Таким образом, анализ литературы показывает, что основными проблемами экологической обстановки является отсутствие единой организованной системы мониторинга акватории Каспийского моря, неполное проведение комплексных исследований (морской воды, донных отложений и содержания токсических веществ в гидробиоте) и отсутствие единого механизма по контролю за соблюдением нефтяными и промышленными компаниями параметров экологической безопасности.

Следовательно, для сохранности биоэкологической целостности Каспийского моря следует дать объективную экологическую оценку источников нефтяного загрязнения и разработать план конкретных мероприятий по улучшению ситуации в водоёме. Без реализации конкретных мер, данная ситуация может выйти из-под контроля и перерасти из регионального масштаба в глобальную экологическую проблему.

Список использованных источников

1. Аладин, Н. В. Палеолимнология и палеогалинность Каспия и предшествующих ему водоёмов за последние 15 миллионов лет / Н. В. Аладин, И. С. Плотников // Касп. плавучий ун-т : науч. бюл. – 2000. – № 1. – С. 51–64.
2. Алиев, Ш. М. Проблемы геоэкологического и геоэкономического развития Каспийского региона после распада СССР / Ш. М. Алиев // Изв. Дагест. гос. пед. ун-та. Естеств. и точ. науки. – 2007. – № 1. – С. 1–6.
3. Каспийское море. Гидрология и гидрохимия / Р. В. Николаева [и др.] ; АН СССР, Гос. ком. СССР по науке и технике, Науч. совет по комплекс. изучению проблем Касп. моря, Ин-т вод. проблем ; отв. ред. С. С. Байдин, А. Н. Косарев. – М. : Наука, 1986. – 262 с.
4. Баркелиев, Т. Главные экологические проблемы Каспийского моря [Электронный ресурс] / Т. Баркелиев // Центр охраны дикой природы. – Режим доступа: <http://www.biodiversity.ru/programs/seal/publications/soes20020709.html>. – Дата доступа: 12.10.2017.

5. Болгов, М. В. Каспийское море: экстремальные гидрологические события / М. В. Болгов, Г. Ф. Красножон, А. А. Любушин ; ред. М. Г. Хубларян. – М. : Наука, 2007. – 381 с.
6. Бутаев, А. М. Правовой статус и проблемы единства и разнообразия экосистем Каспия [Электронный ресурс] / А. М. Бутаев // CASPIY.NET. – Режим доступа: <http://caspiy.net/stati/7-pravovoj-status-i-problemy-edinstva-i-raznoobraziya-ekosistem-kaspiya.html>. – Дата доступа: 14.10.2017.
7. Быстрова, А. К. Проблемы транспортной инфраструктуры и экологии в Каспийском регионе (добыча и экспортные перевозки углеводородов) / А. К. Быстрова ; Ин-т мировой экономики междунар. отношений Рос. акад. наук. – М. : ИМЭМО РАН, 2009. – 96 с.
8. Гаврилов, В. П. Экологические проблемы Каспийского моря / В. П. Гаврилов // Тр. Рос. гос. ун-та нефти и газа им. И. М. Губкина. – 2011. – № 4. – С. 37–45.
9. Анализ экологического состояния Среднего Каспия и проблема воспроизводства / А. А. Гаджиев [и др.] ; Прикасп. ин-т биол. ресурсов [и др.]. – М. : Наука, 2003. – 420 с.
10. Добровольский, А. Д. Моря СССР / А. Д. Добровольский, Б. С. Залогин. – М. : Изд-во МГУ, 1982. – 192 с.
11. Зонн, И. С. Каспийский регион: география, экономика, политика, сотрудничество / И. С. Зонн, С. С. Жильцов. – М. : Эдэль-М, 2004. – 456 с.
12. Зенкевич, Л. А. Биология морей СССР / Л. А. Зенкевич ; АН СССР, Ин-т океанологии. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 739 с.
13. Имрани З.Т. Нефтяной фактор и экологическое состояние Каспийского моря // Научный журнал «Туран». Стамбул: 2010. – С. 91–94.
14. Карыгина, Н. В. Нефтяное загрязнение экосистемы Северного Каспия (вода, донные отложения, гидробионты) в современный период / Н. В. Карыгина, Э. С. Попова // Вестн. Астрах. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыб. хоз-во. – 2016. – № 1. – С. 14–21.

15. Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря // Бюл. междунар. договоров. – 2016. – № 11. – С. 3–25.
16. Касымов, А. Г. Биоразнообразие: нефть и биологические ресурсы Каспийского моря / А. Г. Касымов, Ф. С. Аскеров. – Баку : Print studio, 2001. – 325 с.
17. Касымов, А. Г. Экология Каспийского моря / А. Г. Касымов. – Баку : Изд-во АзерНИРО, 1994. – 236 с.
18. Касымов, А. Г. Каспийское море / А. Г. Касымов. – М. : Гидрометеиздат, 1987. – 152 с.
19. Катунин, Д. Отраслевая наука. Комплексный подход к проблемам Каспия. – 2010 г.:// www.Fishnews.ru. – Дата доступа: 14.10.2017.
20. Косарев, А. И. Гидрология Каспийского и Аральского морей / А. И. Косарев ; под ред. А. Д. Добровольского. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1975. – 272 с.
21. Косарев, А. И. Основные физико-географические сведения / А. И. Косарев, О. К. Леонтьев // Каспийское море / под ред. А. Д. Добровольского, А. Н. Косарева, О. К. Леонтьева. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1969. – С. 5–16.
22. Леонтьев, О. К. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря / О. К. Леонтьев, Е. Г. Маев, Г. И. Рычагов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 208 с.
23. Дельты каспийских рек и их реакция на изменения уровня моря / В. Н. Михайлов [и др.] // Вестн. Каспия. – 2004. – № 6. – С. 60–104.
24. Панасенко, Д. Н. Экологическая безопасность Каспийского моря в условиях нефтегазодобывающей деятельности / Д. Н. Панасенко // Вестн. Астрах. гос. техн. ун-та. – 2004. – № 2. – С. 136–144.
25. Патин, С. А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы / С. А. Патин. – М. : Изд-во ВНИРО, 2008. – 508 с.
26. Патин, С.А. Эколого-токсикологические подходы к оценке на морскую среду и биоресурсы // Проблемы охраны водоемов. – Борок : ИБВВ РАН, 2000. - С. 102-113.
27. Пахомова, А. С. Гидрохимия Каспийского моря / А. С. Пахомова, В. М. Затучная. – Л. : Гидрометеиздат, 1966. – 342 с.

28. Рябина, З. Н. Концепция экологической безопасности Республики Казахстан / З. Н. Рябина, Г. С. Маханова, Б. М. Исабаев // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2011. – № 17. – С. 362–365.

29. CEP (2007 f). Towards a Convention and Action Programme for the Protection of the Caspian Sea Environment, updated draft. The Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan, Astana. 46 p.

30. Korshenko, A. Pollution of the Caspian Sea / A. Korshenko, A. G. Gul // The Caspian Sea environment / ed. A. N. Kosarev. – Berlin, 2005. – P. 109–142.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА БИОТУ В
ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ
(КАЗАХСТАН)**

С. А. Гуцуляк¹, К. Б. Адырбекова²

¹*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»*

г. Астрахань, ул. Татищева, 20 «А», Россия.

Тел. +7 (8512) 485343, e-mail: gutculiak@mail.ru

²*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»*

050016, г. Алматы, пр. Суяунбая, 89 «А», Казахстан.

e-mail: kazniirh@mail.ru

**THE IMPACT OF NEGATIVE FACTORS ON THE BIOTA IN THE
COASTAL ZONE OF THE MIDDLE PART OF THE CASPIAN SEA
(KAZAKHSTAN)**

S. A. Gutsulyak¹, K. B. Adyrbekova²

¹*«Astrakhan state University» Astrakhan, St. Tatishcheva, 20 «A», Russia*

Phone: +7 (8512) 485343, e-mail: gutculiak@mail.ru

²*LLP "Kazakh research Institute of fishery"*

050016, Almaty, Suyunbai Ave., 89 a, Kazakhstan.

e-mail: kazniirh@mail.ru

Резюме. При освоении нефтяных и газовых месторождений на шельфе морей, увеличение содержания нефтепродуктов в морской среде, как правило, приводит к ухудшению кормовой базы рыб, обеднению ее видового состава, личиночные формы многих рыб оказываются под угрозой. В результате резко уменьшается численность рыб, в их организме устанавливаются патологические изменения, их физиологическое состояние характеризуется функциональными отклонениями различной степени. В статье представлены данные по содержанию тяжёлых металлов в донных отложениях в весенне-осенний период 2016 года

Ключевые слова: Биота, нефтяное загрязнение, гидробионты, Каспийское море, углеводороды, тяжёлые металлы, донные отложения, токсиканты.

Abstract. During the development of oil and gas fields on the shelf of the seas, the increase in the content of petroleum products in the marine environment, as a rule, leads to deterioration of the forage base for fish, the depletion of species composition, larval forms of many fish are under threat. As a result of sharply reduced the number of fish in their body and the pathological changes are established,

their physiological state is characterized by functional abnormalities of varying degrees. The article presents data on the content of heavy metals in sediments in the spring and autumn of 2016

Keywords: Biota, oil pollution, aquatic organisms, the Caspian sea, hydrocarbons, heavy metals, sediment, toxicants.

Введение. Освоение углеводородных месторождений на шельфе каспийского моря, увеличение содержания нефтепродуктов в морской воде приводит к ухудшению кормовой базы рыб, обеднению её видового состава, личиночные формы которых оказываются под угрозой [7] Это приводит к резкому уменьшению численности рыб, в их организме устанавливаются патологические изменения, физиологическое состояние характеризуется функциональными отклонениями различного типа [8].

Негативное воздействие нефтяного загрязнения на биоту прослеживается во всех звеньях пресноводных и морских экосистем[8]. Многие из нефтепродуктов могут накапливаться, удерживаться, метаболизироваться в организмах гидробионтов и передаваться по пищевым цепям. Эти факторы не приводят к выработке зафиксированных в геноме рыб механизмов приспособления, даже гидробионты, оказавшиеся, на длительном сроке в неблагоприятных условиях не адаптируются к нефтяным загрязнениям и ядовитые компоненты нефти становятся причиной гибели гидробионтов [10]

Согласно результатам некоторых исследований, нефтяные углеводороды концентрации 0,05–0,5 мг/л, как правило, не влияют на выживаемость морских организмов, если их токсическое действие не усугубляется действием других токсикантов. При этом практически во всех тканях и органах наблюдаются физиологические и биохимические изменения, приобретающие необратимый характер при увеличении концентрации нефти от 0,5 до 50 мг/л [1,13] Уже у самой нижней границы этого интервала (0,5–1,0 мг/л) изменения физиологических и биохимических показателей сопровождаются нарушениями роста и развития, а также плодовитости рыб [3]. Снижение плодовитости, выход недоразвитых личинок рыб и аномалии их развития проявляются в большей степени у последующих поколений. Степень выраженности

скелетных, черепных (отсутствие слуховых капсул, деформация челюстей) и плавниковых аномалий значительно выше в загрязненных районах. Личинки из района разлива нефти были длиннее при вылуплении, но весили меньше, чем интактные [14]. Наряду с этим, они имели гистопатологические цитогенетические нарушения, росли в медленном темпе и со временем становились короче, чем в чистых водах [15].

Следует также отметить, что устойчивость водных и донных организмов к токсическому воздействию нефти зависит от их таксономической принадлежности и стадии развития, концентрации углеводородов, продолжительности воздействия и его сочетания с другими факторами и условиями среды [9,5]

Так же одними из основных загрязнителей, поступающих в водные экосистемы из антропогенных и природных источников, являются тяжелые металлы (ТМ) как растворенные и осадочные, так и привнесенные в виде компонентов промышленных отходов с речным стоком. Как микроэлементы металлы имеют большое значение в жизни рыб, они входят в состав ферментов, витаминов, гормонов, участвующих в биохимических процессах, протекающих в организме рыб. Но находясь в больших количествах, оказывают антибиотическое влияние на все жизненные процессы и вызывают генетические изменения.

Материалы и методы. В 2016 году республиканским государственным предприятием (РГП) «Казгидромет» проводились исследования по экологическому мониторингу в весенне-осенний периоды, одним из критериев оценки загрязнения водоема послужило содержание тяжелых металлов в донных отложениях. Пробы отбирались на прибрежных станциях Среднего Каспия и специальной экономической зоны "Морпорт Актау" Мангистауской области. Для оценки возможного загрязнения были отобраны пробы морской воды и донных отложений. В отобранных пробах определялись следующие металлы: марганец (Mn), хром (Cr), цинк (Zn), никель (Ni), свинец (Pb) и медь (Cu). Гидрологические показатели такие, как температура воды (22,5 °C), pH

(8,5), содержание растворенного кислорода ($10,2 \text{ мг/дм}^3$) находились на уровне 2015 года. По биохимическому потреблению кислорода за 5 суток ($\text{БПК}_5 - 3,2 \text{ мг/дм}^3$), этот показатель ухудшился по сравнению с 2015 годом, но тем не менее не повлиял на качества вод, которые оценивались как «умеренного уровня загрязнения» [6].

Результаты исследований и обсуждение. Тяжелые металлы такие, как кобальт, медь, никель, цинк и железо в гидросфере характеризуются двойственным действием: в малых концентрациях они обеспечивают нормальное протекание жизненных функций гидробионтов, являясь катализаторами практически всех биохимических процессов в организме рыб. Но эти же соединения при более высоких концентрациях или иных абиотических, биотических факторов оказывают на гидробионты отрицательное влияние, выступая как токсиканты что проявляется в нарушении гомеостаза на всех уровнях. Другие тяжёлые металлы кадмий и свинец - токсичны, не являются жизненно необходимыми и вызывают тяжёлые нарушения в физиологическом состоянии гидробионтов, нередко приводят к необратимым последствиям. Среди всех тяжёлых металлов наиболее часто встречаются медь, цинк, свинец и кадмий, при этом первые два - являются микроэлементами, а последние два и их соли - ксенобиотиками и рассматриваются как самые опасные в экотоксикологическом отношении элементы, они являются наиболее распространенной группой высокотоксичных и долго сохраняющихся веществ. Ряд солей этих металлов аккумулируется почвой, илом, планктоном, водными растениями [4].

Мангистауская область является одним из основных районов добычи углеводородного сырья, где сосредоточены крупные морские и наземные нефтяные месторождения [12]. В районе месторождения Каражанбас в 2014 г. в весенне-осенний периоды были проведены исследования по состоянию затопленных скважин, полученные результаты показали, что концентрация нефтепродуктов в воде и в донных отложениях колебалась в широком диапазоне. Максимальное превышение ПДК были зафиксированы в весенний

период в воде в 500 раз, в донных отложениях в 189,5 раз, что почти в 7 раз больше значения осеннего периода.

В весенний период на прибрежных станциях Среднего Каспия содержания тяжелых металлов в пробах донных отложений колебались в диапазоне: марганца 1,15-1,56 мг/кг, хрома (6+) – 0,03-0,05 мг/кг, цинка – 1,4-1,60 мг/кг, никеля – 1,28-1,60 мг/кг, свинца – 0,004 мг/кг и меди – 1,68-1,85 мг/кг. На территории СЭЗ «Морпорт Актау» диапазон колебаний составлял: меди 1,55-2,05 мг/кг, марганца – 1,1 -1,54 мг/кг, хрома (6+) - 0,02-0,04 мг/кг, свинца – 0,002-0,004 мг/кг, цинка – 1,1-1,4 мг/кг, никеля – 1,1 -1,5 мг/кг, средние значения представлены в таблице.

В осенний период в пробах донных отложений на прибрежных станциях Среднего Каспия содержание марганца находилось в пределах 1,28-1,45 мг/кг, хрома (6+) – 0,04-0,05 мг/кг, цинка – 1,46-1,52 мг/кг, никеля – 1,35-1,43 мг/кг, свинца – 0,004 мг/кг и меди – 1,72-1,83 мг/кг. На территории СЭЗ «Морпорт Актау» содержание меди находилось в пределах от 1,6 -1,8 мг/кг, марганца – 1,1-1,35 мг/кг, хрома (6+) – 0,02-0,04 мг/кг, свинца – 0,002-0,004 мг/кг, цинка – 1,1 - 1,35 мг/кг, никеля – 1,1 -1,35 мг/кг, средние значения – таблица.

Таблица. Средние значения содержания тяжелых металлов в донных отложениях в весенне-осенний периоды 2016 г (мг/кг)

	Весна		Осень	
	Прибрежные станции	Морпорт «Актау»	Прибрежные станции	Морпорт «Актау»
Марганец	1,28	1,28	1,31	1,25
Хром (6+)	0,039	0,029	0,043	0,028
Цинк	1,45	1,27	1,48	1,22
Никель	1,43	1,32	1,4	1,19
Свинец	0,004	0,0027	0,004	0,0031
Медь	1,73	1,83	1,78	1,7

Содержания тяжелых металлов в донных отложениях не значительно меняются от весны к осени это касается, как прибрежных станций

исследования, так и территории СЭЗ «Морпорт Актау». Если сравнивать районы исследования, то показатели ниже СЭЗ «Морпорт Актау», чем прибрежных станциях, а в целом содержание тяжелых металлов не превышало допустимых концентраций по Кларку [2].

Заключение. Выполненные исследования позволят констатировать, что токсикологическая обстановка в исследуемых районах оставалась стабильной, содержание тяжелых металлов в донных отложениях морского водоёма не претерпела существенных изменений. Экосистема моря включает в себя как саму среду (воду), так и другие компоненты (донные отложения и живые организмы - гидробионты), поэтому необходимы сведения о распределении тяжелых металлов по всем составляющим с тем, чтобы иметь представление о том, где аккумулируются основные элементы, представляющих угрозу для биоты моря. В связи с этим, возникает необходимость проведения регулярных и целенаправленных исследований как морской среды, так и составляющих биоты для анализа всей информации о распределении и фоновом уровне изучаемых элементов и дальнейшей оценке антропогенной нагрузки на водоем.

Список использованных источников

1. Абдурахманов, Г. М. Загрязнение западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами и биологическое разнообразие / Г. М. Абдурахманов, Г. А. Ахмедова, А. Г. Гасангаджиева // Вестн. Астрах. гос. техн. ун-та. – 2006. – № 3. – С. 151–158.

2. Виноградов, А. К. Нефтяное загрязнение морей и онтогенез морских костистых рыб / В. К. Виноградов // Научные основы установления ПДК в водной среде и самоочищение поверхностных вод: тез. докл. на Всесоюз. симп., 23–25 окт. 1972 г. / АН СССР [и др.] ; гл. ред. Н. С. Строганов. – М., 1972. – С. 114–117.

3. Нефтяное загрязнение Каспийского моря как один из факторов негативного влияния на физиологическое состояние осетровых рыб / П. П. Гераскин [и др.] // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: материалы I Междунар. науч.-

практ. конф., Астрахань, 16–18 февр. 2005 г. / Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Астрахань, 2005. – С. 54–60.

4. Гуцуляк, С. А. Содержание тяжелых металлов в организме бычковых в российской зоне Северного Каспия / С. А. Гуцуляк, Л. М. Васильева // Технологии пищевой и перераб. пром-сти АПК – продукты здорового питания. –2016. – № 2. – С. 19–25.

5. Иванов, В. П. Нефтяная экспансия и биологические ресурсы Каспийского моря / В. П. Иванов // Материалы IV Ассамблеи Ассоциации университетов Прикаспийских государств. – Махачкала, 1999. – С. 28–29.

6. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды [Электронный ресурс] // РГП «Казгидромет». – Режим доступа: <https://kazhydromet.kz/ru/bulleten/okrsreda?year=2016>. – Дата доступа 11.10.2017.

7. Катунин, Д. Н. Ожидаемые последствия добычи углеводородов в Северном Каспии для гидробионтов // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: материалы IV науч.-практ. междунар. конф., Астрахань, 11–13 окт. 2011 г. / Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Астрахань, 2011. – С. 113–120.

8. Михайлова, Л. В. Регламентация нефти в донных отложениях (ДО) пресноводных водоемов / Л. В. Михайлова // Современные проблемы водной токсикологии: тез. докл. междунар. конф., Петрозаводск, 17–19 мая 2011 г. / Петрозавод. гос. ун-т ; редкол.: Л. П. Рыжков [и др.]. – Петрозаводск, 2011. – С. 97–98.

9. Биоэкологические основы и практические разработки системы защиты биологического разнообразия Каспийского моря от нефтяного загрязнения / А. Ф. Сокольский [и др.]. – Астрахань : КаспНИРХ, 2005. – 128 с.

10. Бутаев, А. М. Грозит ли Каспию нефтяное загрязнение / А. М. Бутаев, Н. Ф. Кабыш // Современные проблемы Каспия : материалы междунар. конф., Астрахань, 24–25 дек. 2002 г. / Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Астрахань, 2002. – С. 33–39.

11. Черкашин, С. А. Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб и ракообразных / С. А. Черкашин // Вестн. Дальневост. отд-ния РАН. – 2005. – № 3. – С. 83–91.
12. Шалабаева, Г. С. Экологическое состояние затопленных скважин Мангистауской области / Г. С. Шалабаева // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. экол. – 2014. – № 2. – С. 159–162.
13. Behaviour of some hydrobionts in experimental conditions of accidental oil pollution / К. В. Adyrbekova [et al.] // Intern. J. of Biology a. Chemistry. – 2016. – Vol. 9, № 1. – P. 3–7.
14. Injury to the early life history stages of Pacific herring in Prince William Sound after the Exxon Valdez oil spill / E. D. Brown [et al.] // Amer. Fisheries Soc. Symp. – 1996. – Vol. 18. – P. 448–462.
15. Distribution, abundance, morphological condition, and cytogenetic abnormalities of larval herring in Prince William Sound, Alaska, following the Exxon Valdez oil spill / B. I. Norcross [et al.] // Canad. J. Fisheries a. Aquatic Sciences. – 1996. – Vol. 53, № 10. – P. 2376–2387.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗООПЛАНКТОНА РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ С ЗАВИСИМЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ КАСКАДНОГО ТИПА

Л. В. Камлюк

*Белорусский государственный университет, г. Минск, просп. Независимости, 4,
220030, Беларусь, e-mail: ecodept@tut.by*

FORMATION OF ZOOPLANKTONE IN FISH BREEDING PONDS WITH CONTINGENT WATER SUPPLY OF CASCADE TYPE

L. Kamljuk

*Belarussian State University, Minsk, Belarus, 220030, Nezavisimostiavenu, 4,
e-mail: ecodept@tut.by*

Резюме. Изучение зоопланктонного сообщества нагульных прудов с зависимым водоснабжением в связи с каскадностью их расположения. В течение полного вегетационного сезона изучены видовое богатство, таксономическая структура, оценены уровни плотностей, биомасс и динамика развития зоопланктона в трех нагульных карповых прудах с зависимым водообеспечением рыбокомбината «Белое» Житковичского района Гомельской области. Пруды сходны по площадям, плотностям выращивания годовика карпа и объемам внесенных комбикормов. В результате исследований установлено, что в результате переноса органического вещества в прудах каскада в Нижнем пруду формируется в три раза больший уровень развития зоопланктона по сравнению с Верхним. Рыбопродукция Нижнего пруда также была выше Верхнего пруда на 25%.

Ключевые слова: зоопланктон, видовое богатство, таксономическая структура, сезонная динамика развития, рыбопродуктивность, каскадное расположение прудов, органическое вещество.

Abstract. Research was carried out on the subject of species richness and the taxonomic structure during the entire growing season. Densities levels, biomass and dynamics of zooplankton development in three feeding carp ponds with dependent water supply of the fish factory «Beloye» in the Zhitkovichsky district of the Gomel region were assessed. Ponds are similar in terms of areas, densities of growing a year old carp and the volume of introduced mixed fodder. As a result of the research, was established that as a result of the transfer of organic matter in the ponds of the cascade in the Lower Pond, the level of development of zooplankton is three times higher than in the Upper Pond. The fish production of the Lower Pond was also 25% above the Upper Pond.

Keywords: zooplankton, species richness, taxonomic structure, seasonal dynamics of the population, fish productivity, the cascade arrangement of ponds, organic matter.

Введение. В прудах с зависимым водоснабжением, расположенных в виде каскада, вода из верхних прудов перепускается в нижние с целью поддержания постоянной их глубины для восполнения ее потерь за счет испарения и фильтрации через ложе. Доля прудов с каскадным водоснабжением в Республике Беларусь составляет около 10% от суммарной площади выростных и нагульных прудов. Естественно, что для организации рационального рыборазведения необходимо обладать сведениями об особенностях функционирования биологических сообществ в условиях зависимого водоснабжения. Основным предметом изучения прудов каскадного типа является оценка влияния поступающего органического вещества из верхних прудов на формирование биологических сообществ нижних прудов.

Гидробиологические особенности функционирования прудов каскадного типа активно исследовались многими гидробиологами в 70-80-е годы прошлого столетия, однако полученные ими результаты, не исключали противоречивых выводов. Так, С. А. Исаева при изучении каскадных прудов Украины при высокоуплотненных посадках рыбы (6-16 тыс. экз./га) в поликультуре карпа, белого амура, белого и пестрого толстолобиков выявила увеличение уровня развития зоопланктона в нижних прудах каскада [1]. Однако, как пишет сам автор в статье, имевшиеся различия в плотностях выращивания рыбы, а именно более высокие в нижних прудах, несомненно вносили свои существенные коррективы в уровень развития зоопланктона и четкого ответа на вопрос о влиянии каскадности на уровень его развития не было дано.

На нагульных прудах Чимкентского рыбхоза (Республика Казахстан) аналогичную задачу решала М. Я. Ветышева [2]. В исследованных прудах как их площади (16-28 га), так и плотности выращиваемых рыб (поликультура карпа с полным набором растительноядных рыб амурского комплекса) мало различались. В результате выполненной работы было найдено, что естественная рыбопродуктивность нижнего пруда превосходила таковую верхнего в три раза. В результате осеннего облова оказалось, что общая рыбопродуктивность нижнего пруда была вдвое больше верхнего.

Сходные результаты были получены на прудах Республики Чехии [3]. В то же время результаты гидробиологических исследований каскада прудов реки Кумы показали, что на развитие зоопланктона и зообентоса решающее влияние оказывают локальные факторы конкретных прудов [4].

Исследования Е. А. Кузнецова, проведенные на Глушковской системе высоко интенсифицированных нагульных прудов Белоцерковского рыбокомбината Киевской области с применением поликультуры рыб, позволили обнаружить эффект влияния каскадности только для некоторых элементов прудовой экосистемы [5]. Так, в нижних прудах каскада отмечалось возрастание величин первичной продукции и деструкции органического вещества планктона, уровня развития бактериопланктона и общей рыбопродукции. Однако в развитии зоопланктона и зообентоса отмечена обратная тенденция.

В проведенных исследованиях на прудах Республики Беларусь анализировался гидробиологический режим каскадно расположенных прудов рыбокомбината «Белое» Житковичского района Гомельской области [6]. Для исследований была взята система из десяти нагульных прудов, общей протяженностью 13 км. Пруды системы характеризовались интенсивным рыборазведением при плотности выращивания карпа от 5,9 до 7,1 тыс. экз./га. В результате проведенных исследований было найдено, что прозрачность воды по диску Секки снижалась от верхнего пруда к нижнему. Четко прослеживалась обратная связь величин ассимиляционных чисел с уровнем развития фитопланктона от верхних прудов к нижним. Сообщество зоопланктона в прудах каскада включало 67 видов, в его доминирующий комплекс входило только пять: *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus calyciflorus*. Различия в таксономической структуре зоопланктона в разных прудах каскада не имели связи с каскадным их расположением. Отмечалась лишь тенденция увеличения количества видов коловраток рода *Brachionus* в зоопланктоне нижних прудах.

Таким образом, полученные разными исследователями гидробиологические материалы показывают, что несмотря на общее увеличение биологической продуктивности от верхних прудов к нижним, формирование уровней развития биологических сообществ в прудах внутри каскада управляется собственными локальными причинами и прежде всего различием в плотностях выращивания рыб и объемах вносимых комбикормов. Этот вывод становится понятным, если учесть, что полная смена воды в прудах за счет перепуска ее из верхних прудов в нижние происходит не более одного раза за вегетационный сезон, т.е. удельная суточная величина проточности весьма незначительна, и, следовательно, удобрительный эффект органического вещества с поступающей водой в нижние пруды будет небольшой. Более того, в результате своеобразной формы рыбоводных прудов и их значительной площади водообмен происходит вдоль центральных спускных канав. В пруду образуется некое подобие реки за счет воды, поступающей из верхнего пруда, которая привносит незначительное количество органического вещества по сравнению с вносимым в виде комбикормов. Следовательно, плотность выращиваемой рыбы, режим кормления карпа в каждом конкретном пруду, особенности морфометрии пруда, характер зарастаемости ложа макрофитами, расположение пруда среди лесов или на открытом пространстве, что сказывается на степени циркуляции водной массы пруда и насыщении ее кислородом за счет инвазии атмосферного кислорода, и ряд других факторов могут существенно влиять на формирование биологических сообществ и величину развития зоопланктона в промышленных рыбоводных прудах с высокой интенсивностью рыбоводного процесса.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в течение полного вегетационного сезона в рыбокомбинате «Белое» Житковичского района Гомельской области. Водоснабжение прудов осуществлялось из озера Белое. Для исследования были выбраны три нагульных пруда 16, 17, 18 с зависимым водоснабжением, расположенных друг за другом. Для поддержания постоянного уровня воды в прудах, теряемой за счет ее испарения с

поверхности и фильтрации через дно, вода из Верхнего пруда (№16) перетекала в Средний (№17), а из него в Нижний (№18). Основные характерные параметры и рыбоводные показатели в этих прудах представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рыбоводные показатели и средства интенсификации прудов каскада

Показатели	№16 -Верхний	№17- Средний	№18 -Нижний
Площадь, га*	32	20	30
Карп 1+ , тыс. экз./га*	3,1	4,0	3,9
Средняя масса, г/экз.	25	20	25
Внесено за сезон, кг/га:*			
Суперфосфата*	78	75	62
Сильвинита*	180	167	156
Негашеной извести*	344	450	517
Комбикорм, т/га*	6,7	6,0	6,6
Прозрачность	70±10,2	55,0±9,4	45±8,3
Окисляемость перманг.мг О/л*	11,6±2,2	15,4±3,5	18,9±4,9
Конечная ср-няя масса карпа, г	350	340	540
Общ. рыбопродуктивность,ц/га*	7,75	9,03	11,01

Примечание: Данные параметров, обозначенные * предоставлены главным рыбоводом рыбхоза и сотрудниками производственной лаборатории.

Как видно из таблицы 1, площади прудов, плотности выращивания и средняя индивидуальная масса карпа при зарыблении были примерно равными, что очень важно для оценки влияния переноса органического вещества из верхних прудов в нижние на развитие зоопланктона, что и является целью настоящей работы.

Количественные пробы зоопланктона отбирали с недельным интервалом в течение всего вегетационного сезона. Учитывая неравномерность распределения особей зоопланктона в толще воды пробы отбирали с лодки по двум диагоналям пруда с учетом направления ветра, что позволило репрезентативно оценить уровень развития зоопланктона в исследованных прудах.

Общий объем отобранной прудовой воды в 20 разных точках пруда составлял 20 л. Воду профильтровывали через сеть Апштейна (мельничное сито № 68). Сконцентрированный зоопланктон переливали в склянки объемом 150 мл и фиксировали 4% раствором формалина. Собранный материал составил 39 количественных интегральных проб зоопланктона.

Результаты исследования и их обсуждение. Общее число видов и родов зоопланктона трех прудов составило 50. Из них число видов в планктоне Верхнего пруда составило 32: ветвистоусых раков – 12, веслоногих 6 видов и родов, коловраток 14 видов; Среднего пруда 37: ветвистоусых раков – 20, веслоногих - 6 видов и родов, коловраток - 18 вида; Верхнего пруда 44, из них: 14 видов – ветвистоусых раков, 6 видов и родов веслоногих и 22 вида коловраток.

Коэффициент видовой общности Нижнего и Верхнего прудов составил 75%. В состав доминирующего комплекса зоопланктона Верхнего пруда вошли следующие виды: *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Polyarthra trigla*, *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis*. В зоопланктоне Нижнего пруда доминантный комплекс был несколько иным: наряду с *Daphnia longispina* в него входила *Daphnia pulex*. Массово в планктоне была представлена *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachiurum*, *Brachionus calyciflorus*.

В видовом отношении наиболее богато представлены коловратки, особенно род *Brachionus* (13 видов). Таксономическая структура зоопланктонного сообщества трех изученных прудов представлена в таблице 2.

Таблица 2. Таксономическая структура зоопланктона (в % от общей биомассы) в нагульных прудах каскада.

Пруды	Ветвистоусые	Веслоногие	Коловратки
Верхний	56,3±11,4	40,5±8,9	3,2±2,6
Средний	52,6±9,5	38,7±6,7	8,7±4,3
Нижний	49,7±6,3	41,1±5,6	9,2±3,4

Как видим из таблицы, доля ветвистоусых в общей биомассе зоопланктона укладывалась в пределах от 52% до 56%, веслоногих 38-41% и коловраток от 3% до 9%. Прослеживалась тенденция увеличения доли коловраток рода *Brachionus* (13 видов) в планктоне Нижнего пруда. Величины общей численности и биомасс в зоопланктонном сообществе исследованных прудов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Общая биомасса (мг/л) и численность (экз./л) зоопланктона рыбоводных прудов каскада.

Пруд	Биомасса	Численность
Верхний	6,44±1,84	457 ±194
Средний	13,29±3,02	669 ±167
Нижний	18,11 ± 4,60	799 ±284

По данным таблицы 3 видим, что уровень развития зоопланктона (по биомассе) Нижнего пруда превышает таковой Верхнего в три раза. Сезонная динамика развития зоопланктона, выраженная величинами ее суммарной биомассы в трех нагульных прудах каскада, представлена на рис. 1.

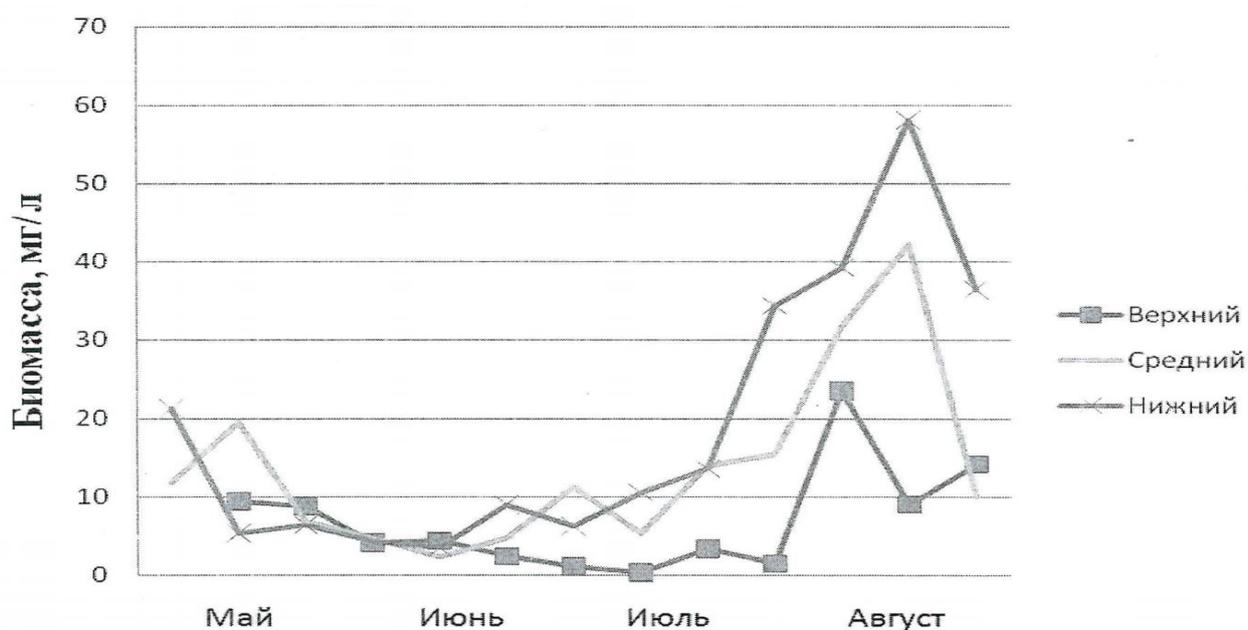


Рисунок 1. Сезонная динамика развития зоопланктона в нагульных прудах каскада.

Как видим, динамика развития зоопланктона имеет форму кривой с большим максимумом во второй половине августа и небольшим майским увеличением развития. Рисунок демонстрирует большой по величине августовский максимум развития зоопланктона в Нижнем пруду по сравнению с Верхним.

Трофическая структура сообщества зоопланктона состоит из двух взаимодействующих систем хищник-жертва. Анализ поведения организмов этих систем позволяет судить о мере их сбалансированности, степени их взаимодействия, что чрезвычайно важно при оценке воздействия на экосистему прудов. Сосуществование сообщества типа хищник-жертва предполагает наличие определенного равновесия между адаптивными признаками и функциями хищника и жертвы, создаваемого в процессе эволюции. Трофический статус видов может меняться в зависимости обилия и доступности пищевых объектов (таблица 4).

Таблица 4. Соотношение биомасс хищного зоопланктона и фильтраторов в зоопланктоне прудов каскада

Пруды	Фильтраторы	Хищники		
В, мг/м ³	%	В, мг/м ³	%	
Верхний	4,46	76	1,41	24
Средний	10,14	75	3,42	25
Нижний	12,02	72	4,68	28

Как видим, доля хищников в планктоне изученных прудов составляла по биомассе от 24 до 28%, демонстрируя тенденцию ее увеличения от Верхнего пруда к Нижнему, что можно объяснить большим развитием и по численности и биомассе мелких коловраток, в особенности рода *Brachionus*, являющихся подходящим по размерам пищевым ресурсом для хищного зоопланктона. Таким образом, полученные данные по уровню развития зоопланктона, его таксономической структуры указывают на сильную связь с количеством органического вещества, попадающего в пруды.

Планктонное сообщество, и в частности зоопланктонное, чрезвычайно чувствительно к уровню интенсификации и водному режиму, благодаря которому формируется тот или иной структурный облик зоопланктонного сообщества рыбоводного пруда. Перенос органического вещества из верхнего и нижние пруды каскада привел к повышению численности и биомассы зоопланктона в три раза, перестройке таксономической и трофической структуры его сообщества, что отразилось и на возрастании величин естественной и общей рыбопродукции нижних прудов по сравнению с верхним. О наличии переноса органического вещества в системе каскадно расположенных прудов свидетельствуют также повышенные величины перманганатной окисляемости прудовой воды и снижение ее прозрачности в нижних прудах по сравнению с верхним (таблица 1).

Выводы

1. Видовое богатство зоопланктона каскада из трех прудов: Верхнего, Среднего и Нижнего представлено 50 видами и родами, из которых доля ветвистоусых раков составляла 52-56%, веслоногих раков 38-41 %, коловраток 3-9%. Прослеживалась тенденция увеличения доли коловраток рода *Brachionus* (13 видов) в планктоне Нижнего пруда.

2. Доминантный комплекс видов Верхнего пруда составили: *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Polyarthra trigla.*, *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis*. В зоопланктоне Нижнего пруда доминантный комплекс был несколько иным, наряду с *Daphnia longispina* в него входила *Daphnia pulex*. Массово в планктоне была представлена *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *B. calyciflorus*. В видовом отношении наиболее богато представлены коловратки, особенно род *Brachionus* (13 видов).

3. Среднесезонная плотность (экз./л) и биомасса (мг/л) зоопланктона Верхнего пруда составила соответственно: 457 ± 194 и $6,44 \pm 1,84$; Среднего пруда: 669 ± 167 и $13,29 \pm 3,02$; Нижнего пруда 799 ± 284 и $18,11 \pm 4,60$ т.е. как плотность, так и биомасса зоопланктона возрастали от Верхнего к Нижнему пруду.

4. Доля зоопланктеров с хищным способом питания составляла от 24 до 28%. Наибольшая ее величина была зарегистрирована в планктоне Нижнего пруда.

5. В сезонной динамике биомассы зоопланктонного сообщества отмечалось два максимума развития: небольшой - майский и большой максимум во второй половине августа. Величина второго августовского максимума зоопланктона в Нижнем пруду была значительно превышала таковой Верхнего пруда.

6. Принимая во внимание, что в трех прудах каскада плотность выращивания карпа и объемы внесенных кормов были примерно равными, можно сделать вывод, что более высокие величины плотностей и биомасс зоопланктона связаны с переносом органического вещества по каскаду прудов от Верхнего к Нижнему. Судя по величинам прозрачности воды, которая напрямую зависит от уровня развития фитопланктона, в Нижнем пруду его биомассы должны быть также наибольшими, что в итоге и сформировало выявленную структуру и уровень развития зоопланктона в прудах с зависимым водоснабжением. Повышение уровней развития биологических сообществ (фито и зоопланктона) в нижних прудах каскада вызвали адекватное повышение рыбопродуктивности.

Список использованных источников

1. Исаева, С. А. Влияние искусственных кормов на развитие зоопланктона / С. А. Исаева // Рыбное хозяйство : респ. межведомств. темат. сб. / М-во рыб. хоз-ва СССР. – Киев, 1976. – Вып. 23. – С. 45–49.

2. Ветышева, М. Я. Зоопланктон нагульных прудов Чимкентского прудового хозяйства и его использование рыбами / М. Я. Ветышева // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана : сб. науч. ст. / Казах. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Алма-Ата, 1973. – Вып. 8. – С. 56–61.

3. Punccharova-Novacova M – Archiv Hydrobiol., Suppl.49, 1976, № 17, p.450.

4. Кузнецов, Е. А. Бактериопланктон в каскаде рыбоводных прудов с зависимым водоснабжением / Е. А. Кузнецов // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1983. – № 7. – С. 74–78.

5. Касымов, А. Г. Гидробиологическая характеристика каскадов прудов / А. Г. Касымов, Т. Д. Слепухина // Каскады прудов на водосборе реки Кумы. Заиление и гидробиология / Ин-т озераведения АН СССР ; отв. ред.: Г. В. Назаров, М. Я. Прыткова. – М., 1975. – Гл. 6. – С. 219–249.

6. Камлюк, Л. В. Гидробиологический режим систем рыбоводных прудов каскадного типа / Л. В. Камлюк, Ю. С. Потапенко // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 1984. – № 3. – С. 43–46.

**ТРОФИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И ХИЩНЫЕ РЫБЫ КЛАСТЕРА
«ЗАБЕЛОВСКИЙ» ЗАПОВЕДНИКА «БАСТАК»**

В. Н. Бурик

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
г. Биробиджан, Россия, e-mail: vburik2007@rambler.ru*

**TROPHIC CIRCUITS AND PREDATORY FISHES OF A CLUSTER
ZABELOVSKY OF THE RESERVE BASTAK**

Vitalii N. Burik

*Academy of Sciences of Russia, Regional problems complex analysis Institute
Birobijan, Russia, e-mail: vburik2007@rambler.ru*

Резюме: В статье рассмотрены результаты исследований ихтиофауны кластера «Забеловский» государственного природного заповедника «Бастак» (Еврейская автономная область, Россия). На основании анализа материалов полевых исследований 2001 – 2017 гг. приводятся данные по обитанию в водоёмах кластера хищных рыб, представителей равнинной ихтиофауны бассейна р. Амур. Выявлено 18 видов обитающих в кластере рыб, являющихся облигатными либо факультативными хищниками. Рассмотрены вопросы роли хищных видов в трофических цепях экосистемы кластера.

Ключевые слова: ихтиофауна, заповедник, хищные рыбы, река Амур, экосистема, трофические цепи.

Abstract. In article results of researches of a fish fauna of a cluster Zabelovsky of the national natural reserve Bastak (Jewish Autonomous Region, Russia) are considered. Based on the analysis of materials of field surveys of 2001 - 2017 data on dwelling are provided in reservoirs of a cluster of predatory fishes, representatives of a flat fish fauna of the basin of the Amur River. 18 species of the fishes living in a cluster which are obligate or optional predators are revealed. Questions of a role of predatory types in trophic circuits of an ecosystem of a cluster are considered.

Keywords: ichthyofauna, nature reserve, its fish, the river Amur, ecosystem, trophic chains.

Введение. Река Амур отличается наибольшим видовым разнообразием ихтиофауны (более 128 видов) среди пресноводных водоёмов России. Озёра, периодически соединяющиеся с руслом, старичные заливы р. Амур в тёплый период года являются местом нагула и нереста значительной популяции амурских рыб. С 2011 г. на территории Еврейской автономной области в состав

заповедника «Бастак» включён участок амурской поймы, составляющий кластер «Забеловский». Основной водоём кластера – озеро Забеловское – типичное крупное озеро поймы среднего Амура, соединяющееся с руслом реки сетью протоков. Это зарастающий слабопроточный водоём, с илистым дном, значительными колебаниями уровня воды (от 0,4 до 2,5 м), средняя площадь зеркала – 4 км².

С 2001 по 2017 гг. в оз. Забеловское и прилежащих водоёмах кластера «Забеловский» нами проводились исследования, целью которых было изучение видового состава ихтиоценоза, роли в нём рыб различных трофических уровней, в том числе – хищных видов (рисунок). Разнообразие и представленность хищных видов в экосистеме является не только прямым показателем биоразнообразия и широты спектра биотопических характеристик, но говорит и о степени стабильности этой экосистемы [6].

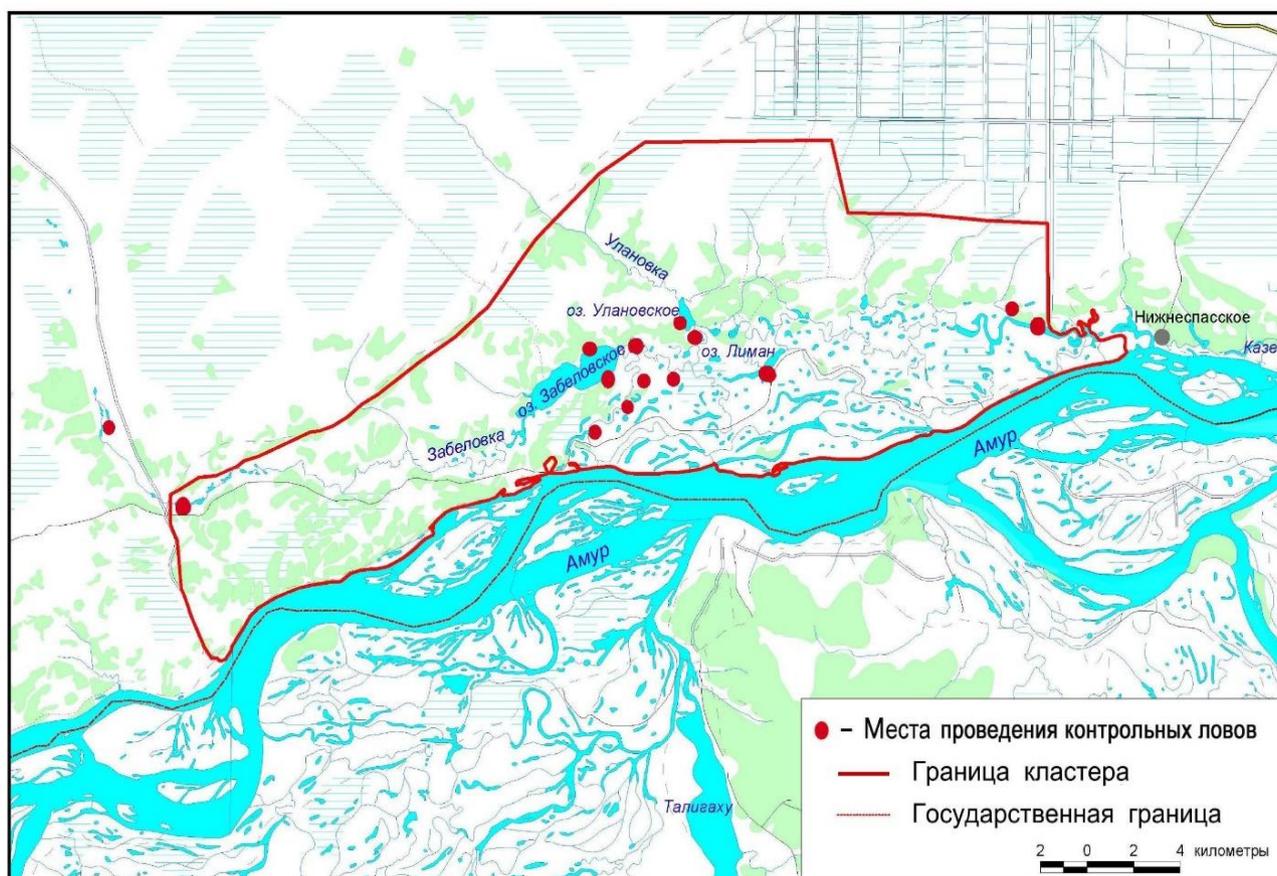


Рисунок – Ихтиологические исследования на территории кластера «Забеловский»

Материалы и методы. Методами работы являлись полевые маршрутные и стационарные исследования, ихтиологические контрольные ловы, метод непосредственного наблюдения в природе, биометрические измерения, обработка и использование литературных данных, ведомственных материалов. Производились статистическая и компьютерная обработка, анализ материалов.

При изучении видового состава были использованы определители: Определитель пресноводных рыб фауны СССР. Веселов Е.А., 1977 [3]; Определитель позвоночных животных фауны СССР. Ч.1, Кузнецов Б.А., 1974 [5]; Фауна Еврейской автономной области. Часть 2. Рыбы. Горобейко В. В., 1995 [4]. Классификация систематических групп приводится в соответствии со справочным изданием Богуцкой и Насеки, 2004 [1].

Результаты и обсуждение. В водоёмах кластера «Забеловский», являющихся придаточными водоёмами амурской поймы, широко представлены виды равнинной ихтиофауны амурского бассейна. В настоящее время выявленный видовой состав ихтиофауны бассейна р. Забеловка и прилегающей поймы р. Амур включает 46 видов рыб, представителей 34 родов, 11 семейств, 6 отрядов [2].

В ихтиофауне кластера представлены три крупные трофические группы: всеядные мирные рыбы, фитофаги и хищники. По типу питания кроме всеядных рыб со смешанным питанием, можно выделить типичных фитофагов, растительноядных планктонофагов, насекомоядных планктонофагов, детритофагов, активных хищников, хищников с незначительной долей других форм питания. Такое деление условно, так как у многих рыб по мере роста кормовые объекты меняются. Картина трофических цепей, в которые включены представители ихтиофауны кластера, такова:

- первый (низший) уровень - водоросли, фитопланктон, высшие растения, мелкие планктонные и бентосные организмы, разлагающаяся органика;
- второй уровень: а) мальки различных видов рыб, б) типичные фитофаги, детритофаги и планктонофаги;
- третий уровень: взрослые мирные рыбы, питающиеся объектами первого уровня и активно - мальками рыб (объект второго уровня);

- четвёртый уровень: а) хищные рыбы, питающиеся объектами первого, второго и третьего уровня, б) крупные особи хищных рыб, жертвой которых могут являться так же хищные рыбы более мелких размеров, земноводные, птицы, мелкие млекопитающие.

В целом большинство видов включено в трофические цепи более высокого порядка, как кормовые объекты водоплавающих (чайки, крачки, бакланы и др.), околоводных (аист, цапли), рыбоядных (скопа, орлан-белохвост) птиц, хищных млекопитающих (выдра, медведи), однако выедание рыб этими животными в данной экосистеме незначительно. Соотношение мирных и хищных видов – 2,6: 1, а количественное соотношение особей этих рыб в научных ловах – 11: 1. Значительное видовое разнообразие хищных рыб сбалансировано умеренным количеством особей этих видов в водной экосистеме кластера «Забеловский», что может служить показателем относительной стабильности и благополучия данной экосистемы.

К хищным рыбам, питающимся в значительной степени мальками и взрослыми рыбами, мы можем отнести 18 видов рыб:

Отряд *Salmoniformes* (Лососеобразные): семейство *Salmonidae* (Лососевые): *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) – кета; семейство *Coregonidae* (Сиговые): *Coregonus ussuriensis* (Berg, 1906) – сиг уссурийский (амурский).

Отряд *Esociformes* (Щукообразные): семейство *Esocidae* (Щуковые): *Esox reichertii* (Dybowski, 1869) – амурская щука.

Отряд *Cypriniformes* (Карпообразные): семейство *Cyprinidae* (Карповые): *Leuciscus waleckii* (Dybowski, 1869) – амурский язь (чебак), *Pseudaspius leptocephalus* (Pallas, 1776) – амурский плоскоголовый жерех, *Hemibarbus maculatus* (Bleeker, 1871) – пёстрый конь, *Hemibarbus labeo* (Pallas, 1776) – конь-губарь, *Chanodichthys erythropterus* (Basilewsky, 1855) – верхогляд, *Chanodichthys (Erythroculter) mongolicus* (Basilewsky, 1855) – монгольский краснопёр, *Culter alburnus* (Basilewsky, 1855) – уклея, *Elopichthys bambusa* (Richardson, 1845) – желтощёк, *Opsariichthys bidens* (Gunter, 1873) – китайская трегубка.

Отряд *Siluriformes* (Сомообразные): семейство *Bagridae* (Косатковые): *Pelteobagrus fulvidraco* (Richardson, 1846) – китайская косатка-скрипун; семейство

Siluridae (Сомовые): *Silurus asotus* (Linnaeus, 1758) – амурский сом, *Silurus soldatovi* (Nikolsky et Soin, 1948) – сом Солдатова.

Отряд *Perciformes* (Окунеобразные): семейство *Percichthyidae* (Перцихтовые): *Siniperca chuatsi* (Basilewsky, 1855) – ауха; семейство *Odontobutidae* (Головешковые): *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877) – ротан-головёшка; семейство *Channidae* (Змееголовые): *Channa argus* (Cantor, 1842) – змееголов.

Из приведённых выше рыб облигатными хищниками являются взрослые особи амурской щуки, желтощёка, верхогляда, монгольского краснопёра, уклея, амурского плоскоголового жереха, китайской трегубки, сома Солдатова, аухи, змееголова. К факультативным хищникам, в чьём рационе представлена доля беспозвоночных и растительной пищи, относятся такие рыбы как: сиг уссурийский (амурский), амурский язь, пёстрый конь, конь-губарь, косатка-скрипун, амурский сом, ротан-головёшка. Кета, хотя и является облигатным хищником, заходит в водоёмы кластера в нерестовый период и практически не питается.

Активность питания хищных рыб зависит как от температуры воды, так и от нерестового цикла. Для некоторых видов (амурская щука, змееголов) время нереста и охраны потомства (у змееголова) характеризуется снижением активности питания. Следующий за этим период – время наиболее активного питания данных видов. Щука начинает активно питаться после нереста, отнерестившиеся особи охотятся уже в последних числах апреля. У амурского язья с повышением температуры воды до середины июня активность питания возрастает, затем стабилизируется или несколько снижается. Пёстрый конь питается с примерно одинаковой активностью в течение всего тёплого периода. Так же стабильна активность питания сомообразных и верхогляда.

Размерно-весовые показатели для хищных видов рыб средних и умеренно-крупных размеров в основном гетерогенны, значительно количество половозрелых особей. В выборках пелагических хищников – верхогляда, желтощёка – значительно представлены ювенильные особи (таблица 1).

Таблица 1. – Биометрические характеристики хищных рыб ихтиофауны кластера «Забеловский», 2000 – 2014 гг.

Вид	Длина АД, см			Вес, г			Соотн. полов ♀ : ♂	Соотн. взросл. и ювенил.	Количество рыб
	пределы колебаний	преобл. группа	средний размер	пределы колебаний	преобл. группа	средний вес			
Щука амурская	33,5 – 92,5	60 – 65	57,65	300 – 6000	1500–2000	1730	2 : 1	15,25 : 1	65
Верхогляд	25 – 44	43 – 45	35,6	270 – 1250	200 – 300	1010	2 : 1	1,5 : 1	5
Уклей	16,5 – 35,8	23 – 24	25,79	40 – 400	200 – 250	220	1 : 1	9,7 : 1	64
Желтощёк	29,1 – 30,7	29 – 30	29,9	260 – 320	250 – 300	285	-	0 : 5	5
Конь пёстрый	13 – 38,7	27 – 28	26,08	50 – 950	400 – 450	371,7	2,5 : 1	10,4 : 1	206
Язь амурский	12 – 28	18 – 19	20,2	25 – 400	100 – 150	169	1,3 : 1	9,25 : 1	41
Сом амурский	17,5 – 66,3	30 – 35	38,25	50 – 2100	200 – 300	588	1,5 : 1	5,8 : 1	165
Змеёголов	32,7 – 66,3	44 – 46	46,36	420 – 2850	500 – 600	1290,5	2 : 1	3 : 1	37

В мелководные водоёмы кластера хищные виды мигрируют в тёплый период из русла р. Амур. Начиная с апреля на нерест и нагул эти виды рыб приходят одновременно (таблица 2).

Таблица 2. – Весенняя миграция рыб из Амура в озеро Забеловское

Вид	Сроки появления в озере в 2001-2017 гг.	Температура воды, min - max t °C
Щукаамурская	I декада апреля – II декада мая	3 - 15
Сиг амурский	III декада апреля	5 - 7
Ротан-головёшка	II декада апреля – III декада апреля	5 - 12
Язьамурский	II декада апреля – II декада мая	5 - 15
Пёстрыйконь	II декада апреля – III декада мая	5 - 17
Сом амурский	III декада апреля – I декада мая	9 - 12
Косатка-скрипун	I декада мая – II декада июня	9 - 17
Сом Солдатов	III декада апреля – II декада мая	12 - 14
Конь-губарь	II декада мая – III декада мая	12 - 14
Верхогляд	II декада мая – III декада мая	12 - 17
Змееголов	II декада мая	14 - 21
Ауха	I декада мая – II декада июня	14 - 22
Уклей	II декада мая – II декада июня	15 - 20
Желтощёк	III декада мая – III декада июня	17 - 20

Обилие и распространение хищных видов, значительное присутствие крупных взрослых особей в водоёмах кластера, их скат на зимовку в Амур, зависит от колебаний уровня воды в оз. Забеловское и сопредельных протоках. В годы аномально низкого уровня воды массовый скат рыбы из оз. Забеловское наблюдается во второй декаде сентября. В многоводные годы скат длится до конца октября, в особо многоводные – часть рыбы остаётся зимовать в глубоких местах протоки Крестовая.

Заключение

В озере Забеловское и прилежащих водоёмах сложилась устойчивая пойменная экосистема, отличающаяся разнообразием и относительным постоянством видового состава ихтиоценоза. Хищные виды рыб кластера являются малоспецифичными по предпочтению жертвы и разнообразными по стратегии охоты: засадные хищники – «спринтеры» (щука, ауха, змееголов), догоняющие «стаеры» (сомы), пелагофиты (верхогляд, краснопёр, желтощёк), бентофиты (конь пёстрый, конь-губарь) и др. Примерно равное количество хищных видов относится к облигатным и факультативным хищникам. Данное разнообразие покрывает широкий видовой и размерный спектр жертвы и снижает пищевую конкуренцию хищников. Экосистема озера характеризуется обильной и относительно стабильной кормовой базой для ценных промысловых видов рыб, наличием благоприятных для данных видов условий воспроизводства популяций.

Список использованных источников

1. Богуцкая, Н. Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями = Catalogue of agnathans and fishes of fresh and brackish waters of Russia with comments on nomenclature and taxonomy / Н. Г. Богуцкая, А. М. Насека ; Рос. акад. наук, Зоол. музей. – М. : КМК, 2004. – 389 с.

2. Бурик, В. Н. Пойменные ихтиоценозы равнинных притоков Амура (на примере рек Еврейской автономной области) / В. Н. Бурик // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2014. – Вып. 30. – С. 248–266.

3. Веселов, Е. А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР : пособие / Е. А. Веселов. – М. : Просвещение, 1977. – 238 с.

4. Горобейко, В. В. Фауна Еврейской автономной области. Ч. 2. Рыбы / В. В. Горобейко. – Биробиджан : ИКАРП ДВО РАН, 1995. – 43 с.

5. Кузнецов, Б. А. Определитель позвоночных животных фауны СССР. Ч. 1. Круглоротые, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся / Б. А. Кузнецов. – М. : Просвещение, 1974. – 208 с.

6. Никольский, Г. В. Экология рыб : учеб. пособие / Г. В. Никольский. – М. : Высш. шк., 1963. – 68 с.

ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

УДК 576.895.1:574.91:597(476)

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ЧЕРВЕЙ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ РЫБ В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ

Е. И. Бычкова¹, С. М. Дегтярик², Л. Н. Акимова¹, М. М. Якович¹

¹Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» г. Минск, ул. Академическая, д. 27, 220072, Республика Беларусь, e-mail: zoology@biobel.by

²Республиканское научно-исследовательское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» г. Минск, ул. Стебенева, д. 22, 220024, Республика Беларусь, e-mail: belniirh@tut.by

ALIEN SPECIES OF PARASITIC WORMS OF INTRODUCED FISH SPECIES IN RESERVOIRS OF BELARUS

E. I. Bychkova¹, S. M. Degtyarik², L. N. Akimova¹, M. M. Yakovich¹

¹State Scientific and Production Amalgamation «The Scientific and Practical Center National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources», Minsk, Belarus, e-mail: zoology@biobel.by

²Republican Subsidiary Unitary Enterprise «The Institute for Fish Industry», 22, Stebeneva Str., Minsk, 220024, Belarus, e-mail: belniirh@tut.by

Резюме. В статье приводятся данные по видовому составу чужеродных видов гельминтов у интродуцированных видов рыб в прудовых хозяйствах и естественных водоемах Беларуси. Выделены инвазивные виды гельминтов, которые наносят значительный ущерб рыбоводной отрасли, приводя к гибели выращиваемых в прудовых хозяйствах интродуцированных видов рыб. На основе полученных результатов исследований и анализа литературных данных отмечены основные тенденции адаптации чужеродных видов гельминтов в водоемах Беларуси: широкое распространение ряда инвазивных видов паразитических червей в популяциях интродуцентов, а также освоение ими новых хозяев среди аборигенных видов рыб.

Ключевые слова чужеродные и инвазивные виды, гельминты, рыбы-интродуценты, водоемы, рыбоводные пруды

Abstract. The article provides data on the species composition of alien species of helminthes in introduced fish species in pondfish cultures (pond fish farms) and natural reservoirs of Belarus. Invasive species of helminthes that cause substantial damage to the fish husbandry are identified, that leads to the death of introduced fish

species in pondfish cultures (pond fish farms). Based on the evidence found and literature data analysis, the main trends in the adaptation of alien helminth species in the reservoirs of Belarus are noted: the widespread of a number of invasive species of parasitic worms in the populations of introduced species, as well as the development of new hosts among the native fish species.

Keywords: alien and invasive species, helminthes, introduced fish, reservoirs, fishponds.

Введение. В Республике Беларусь развитие рыбохозяйственной отрасли осуществляется по двум направлениям: разведение, выращивание рыбы в искусственных условиях (аквакультура) и ведение рыболовного хозяйства в естественных рыболовных угодьях. Для селекционных целей, а также с целью создания поликультуры в рыбоводные хозяйства республики с Дальнего Востока, из Украины и других регионов были завезены новые виды рыб (сазан амурский, толстолобики белый и пестрый, амур белый и др.). Одной из важных проблем, связанных с вселением чужеродных видов рыб, является интродукция в водоемы новых, различных по степени патогенности видов паразитов. Следует отметить, что натурализовавшихся паразитов, попавших преднамеренно или случайно в новые условия обитания практически невозможно изъять, в результате чего появляется ряд новых опасных паразитарных заболеваний, приводящих к массовой гибели как рыб-интродуцентов, так и представителей нативной фауны. Многие паразиты рыб, привнесенные в экосистемы Беларуси, имеют сложный цикл развития со сменой хозяев. Именно благодаря наличию в водоемах подходящих промежуточных хозяев с высокой численностью проникшие в водоемы Беларуси паразиты смогли широко распространиться среди нативных видов рыб и наносят значительный ущерб рыбоводной отрасли. Кроме того, интродуцированные виды рыб (такие как карп, амур белый, толстолобик пестрый, осетр ленский и др.) интенсивно заражаются «местными» паразитами, что, в силу отсутствия у рыб иммунитета к данным видам, влечет за собой развитие эпизоотий.

Среди гельминтологических исследований рыб на территории Беларуси следует отметить ряд работ, привнесших принципиально новые сведения о

разнообразии паразитических червей [2, 3, 4]. Это, в первую очередь, относится к паразитам чужеродных видов рыб, многие годы не попадавших в поле зрения гельминтологов в связи с тем, что целенаправленные исследования в данном направлении на территории Беларуси не проводились. Все это и определило актуальность исследований в данном направлении.

Материалы и методы исследований. Материалом для настоящей статьи послужили результаты гельминтологических вскрытий интродуцированных видов рыб различных возрастных групп в 2016-2017 гг. из рыбоводных прудов ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» (отд. «Белоозерск» и «Центральное»), ОАО «Рыбокомбинат «Любань», ОАО «Рыбхоз «Свислочь», ОАО «Рыбхоз «Волма», СПУ «Изобелино», из оз. Белое и Черное Брестской обл., из оз. Лукомльское. Всего обследовано 590 экз. рыб (каarp – 275 экз., карась серебряный – 90 экз., толстолобик пестрый – 50 экз., амур белый – 55 экз., осетр ленский – 80 экз., стерлядь – 40 экз.). Полное паразитологическое обследование рыб проводили согласно общепринятым методикам [1, 7]. Для анализа материалов использованы опубликованные данные авторов по гельминтофауне интродуцированных видов рыб естественных водоемов Беларуси [2, 3, 9, 11, 16 и др.].

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали, что паразиты интродуцированных видов рыб широко распространены как в естественных водоемах, так и в прудовых хозяйствах Беларуси. Анализ литературных данных и результатов гельминтологических вскрытий показал, что у 8 видов интродуцентов (каarp серебряный, карп, угорь европейский, толстолобики белый и пестрый, амур белый, осетр ленский и стерлядь) в прудовых хозяйствах и в естественных водоемах Беларуси паразитирует 33 вида паразитических червей: моногенетические сосальщики – 10, цестоды – 7, трематоды – 11, нематоды – 2, акантоцефалы – 3. Среди зарегистрированных гельминтов 9 видов являются чужеродными (*Dactylogyrus dulkeiti* Burchowsky, 1936; *Khawiasinensis* Hsü, 1935; *Bothriocephalus acheilognathi*, Yamaguti, 1934; *Bothriocephalus claviceps* (Goeze, 1782); *Caryophyllae usfimbriceps* Annenkova-

Chlopina, 1919; *Anguillicolacrossus* Kuwahara 1974; *Philometroides cyprini* (Ishii, 1931) = Syn.: *Philometroides lusiana* (Vismanis, 1966), *Apophallus donicum*, larvae (Skrjabinet Lindtrop, 1919), *Apophallus muehlingi*, larvae (Jagerskiold, 1899). Ряд видов гельминтов (*D. dulkeiti*, *Kh. sinensis*, *B. acheilognathi*, *C. fimbriceps*, *B. claviceps*, *An. crassus*, *Ph. cyprini*) появились в прудовых хозяйствах и естественных водоемах при зарыблении их посадочным материалом промысловых видов рыб. Проникновением в оз.Лукомльское инвазивного вида моллюсков (*Lithoglyphus naticoides*) обусловлено появление метацеркарных стадий трематод *Ap. Donicum* и *Ap. muhlingi*, которые являются узкоспецифичными для литоглифа видами трематод.

Среди чужеродных видов гельминтов имеются виды, обладающие широкой биологической валентностью (*Kh. sinensis*, *B. Acheilognathi* и *C. fimbriceps*), которые паразитируют как у интродуцентов, так и у видов нативной фауны, и узкоспецифичные виды (*D. dulkeiti*, *An. crassus*, *B. claviceps*, *Ph. cyprini*), характерные только для одного вида рыб.

Наиболее широко среди рыб распространена цестода *Kh. sinensis*. За более чем 50 лет *Kh. sinensis*, завезенная на территорию Беларуси с посадочным материалом амурского сазана с Дальнего Востока, быстро распространилась по рыбоводным хозяйствам, а затем и по естественным водоемам страны, представляя существенную угрозу для рыбоводства. Она регистрируется не только у интродуцированных, но и у аборигенных видов рыб. Возбудители кавиоза, цестоды *Kh. sinensis*, в обследованных нами рыбоводных хозяйствах, были выявлены у карпа различных возрастных групп: от сеголетков до производителей. Экстенсивность инвазии (ЭИ) карпов составила 28,6 %, интенсивность инвазии (ИИ) – 1-22 экз./ особь. При изучении сезонной динамики зараженности карпа цестодой *Kh. sinensis* установлено, что в начале вегетационного периода (июнь-июль) гельминтами чаще бывают поражены более крупные сеголетки карпа, которые в первую очередь переходят на бентосное питание, поедая олигохет, инвазированных личинками кавий. В конце вегетационного периода (август-сентябрь) наблюдается снижение

экстенсивности и интенсивности инвазии, что обусловлено завершением жизненного цикла кавий в организме рыб.

В естественных водоемах цестоды данного вида регистрируются, в основном, у аборигенных видов рыб (лещ, плотва, густера, карась золотой). Так, например, уровень инвазии леща цестодами *Kh. sinensis* в озерах и реках колебался в широких пределах: ЭИ – от 2-10 до 100 %, ИИ – от 1 до 73 экземпляров (экз.) / особь. В среднем лещ был поражен на 30-60 % при интенсивности инвазии не более 20 экз./особь [14]. Из рыб-интродуцентов в естественных водоемах цестодой *Kh. sinensis* заражен карась серебряный (ЭИ – 10; ИИ – 1-2). Широкому распространению *Kh. sinensis* способствовало наличие в водоемах промежуточных хозяев, что позволяет ей завершить цикл развития в условиях Беларуси.

Цестоды *B. Acheilognathi* и *C. fimbriceps* были завезены на территорию Беларуси в то же время что и *Kh. sinensis*, однако кругих хозяев из аборигенных видов рыб значительно уже, чем у *Kh. sinensis*. Возбудители ботриоцефалеза, цестоды *B. acheilognathi*, в обследованных нами рыбоводных хозяйствах, были выявлены у карпа (ЭИ – 16,0; ИИ – 1-2) и амура белого (ЭИ – 40,0; ИИ – 4-9). В среднем интродуценты были поражены данным видом цестод на 28,0 % с интенсивностью инвазии от 1 до 9 экз./особь. По данным С. М. Дегтярик с соавторами [14], цестода *B. acheilognathi* в естественных водоемах регистрируется у уклей (ЭИ – 10; ИИ – 1), окуня (ЭИ – 40; ИИ – 2), леща (ЭИ – 10; ИИ – 1), и у чехони (ЭИ – 15; ИИ – 1-2). Среднее значение экстенсивности инвазии нативных видов рыб в естественных водоемах составило 37,5 % при интенсивности инвазии 1-2 экз./особь.

Цестода *C. fimbriceps* является паразитом карповых рыб. Ее исторической родиной является Юго-Восточная Азия. На территории Беларуси она регистрируется только в естественных водоемах у карпа, леща плотвы, густеры. Так инвазированность леща в озерах составила 9,5 %, а интенсивность инвазии 1-4 экз./особь.

Настоящей проблемой для прудовых хозяйств, разводящих карпа, является нематода *Ph. cyprini* (Syn.: *Ph. lusiana*). Согласно литературным данным, она отмечалась в разные годы, в ряде рыбхозов Беларуси. Проникшие в естественные водоемы нематоды сформировали мощный очаг филометроидоза в бассейнах рек Днепр и Буг. Переносчиками возбудителя послужили карпы, по разным причинам попавшие в естественные водоемы [10, 13]. Возбудители филометроидоза нематоды *Ph. cyprini*, в обследованных нами рыбоводных хозяйствах, были выявлены у карпа (ЭИ – 13,3; ИИ – 1-4). Для снижения степени заражения карпов нематодой *Ph. cyprini*, инвазированных рыб выращивают до товарного веса в прудах, расположенных последними по водотоку при зависимой системе водоснабжения. Это исключает занос инвазии в другие пруды. В естественных водоемах на территории Беларуси данный вид нематод в последнее время не регистрировался. Возможно, это связано с хорошо налаженной системой биологической очистки прудов в весенний период и предотвращения попадания зараженных промежуточных хозяев в естественные водоемы.

Среди узкоспецифичных видов гельминтов следует отметить паразита серебряного карася *D. dulkeiti* и 2 паразитов европейского угря: нематоду *An. crassus*, цестоду *B. claviceps*. Будучи чужеродными видами паразитов, обладающие приуроченностью к одному виду хозяев, эти виды широко распространились в их популяциях и наносят существенный ущерб рыбоводной отрасли.

В 70-е годы прошлого столетия в ряде прудовых хозяйств Беларуси у карася карася серебряного регистрировались моногенеи *D. dulkeiti* [15], появление которых в прудовых хозяйствах связано с зарыблением их посадочным материалом из российских рыбопитомников, где этот вид является широко распространенным в популяциях данного вида рыб. По нашим данным, в последние годы *D. Dulkeiti* у карася серебряного на территории Беларуси встречается только в естественных водоемах. Так в озерах Нарочанской группы этот вид гельминтов регистрируется у данного вида рыб с экстенсивностью

инвазии (32,0 %) и интенсивностью инвазии – 1-2 экз./особь [2, 3]. *D. dulkeiti* – является узкоспецифичным чужеродным паразитом карася серебряного. Этот вид моногеней успешно адаптировался в водоемах Национального парка «Нарочанский», чему способствовал достаточно простой цикл развития без смены хозяев и чередования поколений. Его высокая частота встречаемости в популяциях карася серебряного обусловлена биологией паразита и высокой плотностью популяций данного вида рыб в озерах Нарочанской группы.

В связи с сокращением естественных запасов угря возрастает интерес к его искусственному выращиванию. Беларусь закупает угря на стадии стекловидной личинки и зарыбляет естественные водоемы для поддержания промысловых популяций. Вместе с посадочным материалом в водоемы попадают и характерные для европейского угря виды гельминтов – *B. claviceps*, *An. crassus*. По данным С. М. Дегтярик с соавторами [14], цестода *B. Claviceps* в водоемах Беларуси регистрируется у особей данного вида в оз. Нещердо и оз. Дривяты с частотой встречаемости 10-20 % и интенсивностью инвазии, не превышающей 3-4 пары/ на особь.

Проникновение в водоёмы Беларуси паразитической нематоды *An. crassus* в 80 годах поставило под угрозу угреводство в масштабах всей страны. В 1990 г. у европейского угря в четырёх крупных промысловых озёрах (Лукомльское, Свирь, Нещердо и Дривяты) отмечено паразитирование нематоды *An. crassus*. В трёх из них, исключая последнее, инвазия сопровождалась гибелью угрей, иногда принимавшей массовый характер. При обследовании рыбы из озёр Лукомльское, Нещердо, было установлено, что экстенсивность инвазии угря в оз. Нещердо составляла 76,0 %, а в озере Лукомльское – около 100 %. Интенсивность инвазии достигала 31 экз./особь половозрелых нематод [5, 12].

Ряд естественных водоемов являются водоисточниками большинства рыбоводных хозяйств и обеспечивают циркуляцию инвазионного начала в системе рыбоводное хозяйство – водоисточник. В этом плане особый интерес представляет оз. Лукомское, так как в данном водоеме регистрируется

инвазивный вид моллюсков *Lithoglyphus naticoides*, у которого отмечены метацеркарии 2 видов трематод *Ap. donicum*, *Ap. muhlingi*. Это узкоспецифичные для литоглифа виды трематод, которые проникли в водоем вместе с инвазивным видом моллюсков – *Lithoglyphus naticoides*. Во взрослой стадии на территории Беларуси *Ap. Donicum* паразитирует у ряда позвоночных животных, питающихся рыбой, которая в жизненном цикле данного вида трематод играет роль метацеркарного хозяина. Ряд авторов [6, 8]. указывают на возможность паразитирования *Ap. donicum* человека. Что касается *Ap. muhlingi*, то на территории Беларуси дефинитивный хозяин для него не известен. Метацеркарными хозяевами для него являются аборигенные виды рыб [5, 17, 18, 19, 20 и др.].

Заключение

В результате проведенных исследований у интродуцированных видов рыб в прудовых хозяйствах и естественных водоемах Беларуси зарегистрировано 7 чужеродных видов гельминтов (*Dactylogyrus dulkeiti*, *Khawias inensis*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Bothriocephalus claviceps*, *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Philometroides cyprini* (Ishii, 1931) = Syn.: *Philometroides lusiana*, *Anguillicolacrassus*,) в половозрелой стадии и 2 вида трематод (*Apophalus donicum*, *Apophallus muhlingi*) на стадии метацеркарии. Ряд видов (*Kh. sinensis*, *B. acheilognathi*, *Ph. cyprini*, *An. crassus*) для территории Беларуси являются инвазивными и наносят значительный ущерб рыбоводной отрасли, приводя к гибели выращиваемых в прудовых хозяйствах интродуцированных видов рыб. На основе полученных результатов исследований и анализа литературных данных можно наметить основные тенденции адаптации чужеродных видов гельминтов в водоемах Беларуси: во-первых, широкое распространение отдельных видов (*Khawiasinensis*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Philometroides cyprini*, *Anguillicolacrassus*) в популяциях интродуцентов и нанесение ущерба рыбоводной отрасли, во-вторых, освоение чужеродными видами гельминтов (*Khawiasinensis*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Caryophyllaeus fimbriceps*) новых хозяев среди

аборигенных видов рыб. Полученные результаты исследований имеют важное практическое значение. При своевременном обнаружении возбудителя опасных заболеваний представляется возможным принятие ряда превентивных мер, направленных на предотвращение его распространения и разработки для каждого водоема или хозяйства индивидуального комплекса профилактических и оздоровительных мероприятий.

Список использованных источников

1 Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб : руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. – 121 с.

2 Бычкова, Е. И. Формирование гельминтофауны инвазивного вида рыб серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в водоемах Беларуси / Е. И. Бычкова // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2013. – Т. 57, № 6. – С. 82–84.

3 Бычкова, Е. И. Гельминтофауна серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) водных экосистем Беларуси / Е. И. Бычкова // Экол. вестн. – 2014. – № 2 (28). – С. 85–91.

4 Бычкова, Е. И. Гельминтофауна чужеродных видов рыб сем. Gobiidae в речных экосистемах Беларуси / Е. И. Бычкова // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2015. – Т. 59, № 2. – С. 84–86.

5 Дегтярик, С. Паразиты, встречающиеся у рыб-обитателей естественных водоемов Беларуси / С. Дегтярик // Ветеринар. дело. – 2015. – № 1 (43). – С. 11–16.

6. Дубина, И. Н. Собаки и кошки как источник гельминтозов, опасных для человека / И. Н. Дубина, А. И. Ятусевич // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология, санитария. – 2005. – № 4. – С. 17–21.

7. Лабораторный практикум по болезням рыб : учеб. пособие / А. А. Вихман [и др.] ; под ред. В. А. Мусселиус. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1983. – 296 с.

8. Линник, В. Я. Паразиты рыб / В. Я. Линник. – Минск : Ураджай, 1988. – 80 с.

9. Паразитофауна рыб Национального парка «Браславские озера» / Т. В. Шендрик [и др.] // Весн. Палес. дзярж. ун-та. Сер. прыродазн. навук. – 2015. – № 1. – С. 44–48.

10. Скурат, Э. К. Результаты гематологических исследований при филометроидозе карпов / Э. К. Скурат, Е. И. Гребнева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1994. – Вып. 12. – С. 135–142.

11. Сравнительный анализ видового богатства паразитических организмов рыб водоемов на территории национальных парков «Браславские озера» и «Нарочанский» / Е. И. Бычкова [и др.] // Новини на научния прогрес – 2012 : материали за VIII Междунар. науч. практ. конф., София, 17–25 авг. 2012 г. / ред. М. Т. Петков. – София, 2012. – Т. 7 : Лекарство. Биологии. – С. 64–68.

12. Ус, В. В. Биология *Anguillicola crassus* (Kuwahara, 1974) (Nematoda. Camallanata) возбудителя ангуилликолеза угрей и эпизоотология заболевания : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.19 / В. В. Ус ; Всерос.науч.-исслед. ин-т гельминтологии им. К. Н. Скрыбина. – М., 1997. – 30 с.

13. Филометроидоз карпа в условиях Республики Беларусь / Э. К. Скурат [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1994. – Вып. 12. – С. 121–126.

14. Цестоды, встречающиеся у рыб в условиях рыбоводных хозяйств и естественных водоемов Республики Беларусь / С. М. Дегтярик [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Минск, 2013. – Вып. 29. – С. 21–30.

15. Чечина, А. С. Паразитофауна серебряного карася, акклиматизированного в прудовых хозяйствах Белоруссии / А. С. Чечина // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва. – Минск, 1972. – Вып. 8. – С. 155–157.

16. Шендрик, Т. В. Паразитофауна инвазивных видов рыб на территории Беларуси / Т. В. Шендрик, Е. И. Бычкова, М. М. Якович // Экология и живот. мир. – 2015. – № 1. – С. 36–41.

17. Шималов, В. В. Метацеркарии трематод карповых рыб реки западный Буг – потенциальные паразиты человека в Беларуси / В. В. Шималов // Тканевые гельминтозы: диагностика, патогенез, клиника, лечение и эпидемиология : тр. науч.-практ. конф. / Витеб. гос. мед. ун-т ; ред. О.-Я. Л. Бекиш. – Витебск, 2000. – С. 67–71.

18. Шималов, В. В. Многоклеточные паразиты рыб реки Буг / В. В. Шималов // Паразитология. – 2008. – Т. 42, № 4. – С. 318–324.

19. Юрченко, И. С. Оценка зараженности пресноводных рыб трематодами в водоемах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / И. С. Юрченко, Е. И. Анисимова // Зоологические чтения – 2017 : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 15–17 марта 2017 г. / Гродн. гос. ун-т им. Я. Купалы ; редкол.: О. В. Янчуревич (отв. ред.), А. В. Рыжая, В. Н. Бурдь. – Гродно, 2017. – С. 226–229.

20. Юрченко, И. С. Видовое разнообразие рыб и их гельминтов в водоемах на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / И. С. Юрченко, Д. Н. Иванцов // Зоологические чтения – 2017 : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 15–17 марта 2017 г. / Гродн. гос. ун-т им. Я. Купалы ; редкол.: О. В. Янчуревич (отв. ред.), А. В. Рыжая, В. Н. Бурдь. – Гродно, 2017. – С. 229–232.

Требования к оформлению статей для публикации в сборнике

«Вопросы рыбного хозяйства Беларуси»

Статьи объемом не более 12 страниц (включая список литературы) машинописного текста (формат А4), использовать редактор 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 не жирный. Далее через интервал печатается полное название учреждения, адрес, страна и e-mail, шрифт – курсив.

Название статьи, фамилии авторов и название организации дублируются на английском языке (оформление – как и на русском).

Резюме на русском языке объемом не более 10 строк, резюме на английском языке объемом не более 10 строк.

Таблицы следует представлять в тексте с номерами и заголовками. Графики оформляются в редакторе Excel (черно-белые), рисунки – в формате jpg,tif.

Ссылки на литературные источники в тексте указываются в квадратных скобках по порядковому номеру в списке литературы, ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Оформление – в соответствии с приложением 2 к Инструкции ВАК по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации.

Текст статьи (за исключением обзорной) должен содержать разделы: **Введение, Материалы и методы, Результаты исследований и обсуждение, Заключение, Список использованных источников.**

Название файла должно включать фамилию первого автора, например, Ivanov.doc.

При 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!

**ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЛАДШЕГО РЕМОНТА
БЕЛОРУССКИХ ПОПУЛЯЦИЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

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

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

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

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

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

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

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

Резюме

Ключевые слова

Abstract

Keyword

Введение

Материалы и методы

Результаты исследований и обсуждения

Заключение

Список использованных источников

Научное издание

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1957 году

Выпуск 33

Ответственный редактор Г. И. Корнеева
Компьютерная верстка Г. И. Корнеева, Н. П. Денисович
Дизайн обложки Н. А. Чистая

Подписано в печать 29.12.2017 г. Формат 60x84 /16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Печать цифровая. Усл. печ. л. 13,9. Уч.-изд. л. 8,1.
Тираж 60 экз.

Издатель
Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства»
Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии
наук Беларуси по животноводству»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/453 от 19.12.2014 г.
220024, г. Минск,
ул. Стебенева, д. 22.

Отпечатано в ЧИУП «Логвинов»
220005, г. Минск, пр. Независимости, 37а.