

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 29**

Минск

РУП "Институт рыбного хозяйства"

2013

**Редакционная коллегия:**

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

**Рецензенты:**

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

**Вопросы рыбного хозяйства Беларуси:** сб. науч. тр. Вып. 29 / Под общ. ред.  
В74 В.Ю. Агееца. - Минск, 2013. - 276 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

**29<sup>th</sup> issue**

Minsk  
RUE "Fish Industry Institute"  
2013

**Editorial board:**

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

Dr. V. Kostousov (vice editor-in-chief)

Dr. R. Asadchaya (executive secretary)

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

Dr. L. Kamljuk, professor (BSU)

Dr. A. Gusev, professor (RNIUP “IAV named in honor of S. Vysheslesky”)

Dr. N. Barulin (Belarussian state agricultural academy)

**Reviewers:**

Dr. A. Gusev, professor (RNIUP “IAV named in honor of S. Vysheslesky”)

Dr. I. Sheiko, 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)

Dr. N. Barulin (Belarussian state agricultural academy)

**Belarus Fish Industry Problems:** Collected transactions. 31<sup>nd</sup> Issue/ Under general  
B74 editorship of V. Ageyets. - Mn., 2013. - 276 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.

UDC 639.2/3(476)(082)

## Содержание

<b>АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АКВАКУЛЬТУРЫ</b> .....	8
<b>В.Ю. Агеец</b> Научное обеспечение инновационного развития рыбной отрасли	8
<b>СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА</b> .....	23
<b>С.М. Дегтярик, Р.Л. Асадчая, Э.К. Скурат, Н.А. Бенецкая, Е.И. Гребнева, Т.А. Говор, В.А. Сиволоцкая</b> Цестоиды, встречающиеся у рыб в условиях рыбоводных хозяйств и естественных водоемов Республики Беларусь .....	23
<b>М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич, В.В. Шумак</b> Рыбохозяйственная характеристика сеголетков первой генерации двух линий четвертого поколения белорусского зеркального карпа .....	34
<b>М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич, В.В. Шумак</b> Применение методов отбора по независимым границам и селекционному индексу при формировании белорусской зеркальной породы карпа .....	43
<b>М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич, В.В. Шумак</b> Сравнительная характеристика рыбохозяйственных признаков двухлетков семей первой генерации линий четвертого поколения белорусского зеркального карпа .....	54
<b>М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич</b> Характеристика воспроизводительных качеств самок карпов разного происхождения .....	64
<b>В.В. Шумак</b> Нормативные показатели племенной работы - основа разработки модели роста карпа .....	75
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ</b> .....	87
<b>Г.П. Воронова, Л.А. Куцко, В.В. Супранович, А.И. Макаревич</b> Мобилизация биогенов из грунтов разного типа при использовании химических реагентов .....	87
<b>Г.П. Воронова, Л.А. Куцко, В.В. Супранович, А.И. Макаревич</b> Определение потребности интенсивно эксплуатируемых прудов разной категории в минеральных удобрениях .....	98

<b>Н.Н. Гадлевская, И.Н. Селивончик, М.Н. Тютюнова, И.А. Орлов</b> Влияние иммуностимуляторов нового поколения (Mix-oil) на жизнестойкость молоди осетровых рыб .....	110
<b>Н.Н. Гадлевская, В.Д. Сенникова, И.Н. Селивончик, Р.А. Мамедов, М.Н. Тютюнова, И.А. Орлов</b> Влияние витаминов Е и С на гематологические показатели и качество половых продуктов производителей осетровых рыб .....	120
<b>Н.Н. Гадлевская, С.М. Дегтярик, И.Н. Селивончик, М.Н. Тютюнова, И.А. Орлов</b> Оценка физиологического состояния сеголетков форели при использовании отечественного экструдированного комбикорма.....	127
<b>Н.Н. Гадлевская, Г.П. Воронова, М.Н. Тютюнова</b> Качество посадочного материала карпа в зависимости от технологии его выращивания.....	133
<b>В.Ю. Агеец, С.И. Докучаева, В.Д. Сенникова, А.Ю. Крук, М.С. Шарай</b> Подращивание личинок веслоноса в условиях инкубационного цеха СПУ «Изобелино» .....	141
<b>С.И. Докучаева, В.Д. Сенникова, А.Ю. Крук, М.С. Шарай, И.А. Савченко, А.И. Богоньков</b> Условия нагула и рыбоводно-биологические показатели выращивания десятилетков веслоноса в прудовых хозяйствах Беларуси .....	157
<b>В.Д. Сенникова</b> Динамика показателей крови разнополых особей веслоноса старшего возраста на разных стадиях зрелости.....	169
<b>В.Г. Костоусов, В.Н. Барулин, С.В. Роговцов, Е.Г. Новикова</b> Опыт выращивания сига COREGONUS LAVARETUS LAVARETUS (Linnaeus, 1758) в условиях промышленного форелевого комплекса.....	176
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ .....</b>	<b>192</b>
<b>А.С. Змачинский</b> Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани уклейки, плотвы и окуня р. Свислочь в пределах г. Минска .....	192
<b>В.Г. Костоусов, Т.И. Попиначенко, Т.Л. Баран, В.А. Мищенко</b> Изменчивость структуры литоральных комплексов зоопланктона малых эвтрофных озер и ее значение для рыб .....	204
<b>В.Г. Костоусов, И.И. Оношко</b> Опыт формирования популяции судака в гипертрофном озере .....	220

<b>В.А. Лещенко, М.В. Плюта</b> Оценка численности молоди лососевых видов рыб и использования ими бобровых прудов в качестве нагульных водоемов в нерестовых лососевых водотоках Беларуси.....	232
<b>В.А. Лещенко, М.В. Плюта, Г.Г. Янута</b> Оценка влияния прудообразующей деятельности речного бобра на эффективность нереста проходных лососевых рыб в водотоках Беларуси .....	243
<b>И.И. Лукина, И.В. Новик, В.К. Ризевский</b> Влияние вселения карпа обыкновенного <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 на экосистему водоема .....	250
<b>А.А. Жукова, О.С. Сулимова, Б.В. Адамович</b> Содержание сестона и хлорофилла в реках северо-запада Беларуси .....	263
<b>В.К. Ризевский, А.В. Зубей, И.А. Ермолаева</b> О вытеснении аборигенного карася золотого интродуцированным карасем серебряным.....	275

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АКВАКУЛЬТУРЫ

УДК 639.2

## НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

*В.Ю. Агеец*

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

## SCIENTIFIC SOFTWARE INNOVATION OF FISH INDUSTRY BELARUS

*V. Ageyets*

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

**Резюме.** В статье приведены данные по направлениям рыбохозяйственной деятельности в стране, объемы производства рыбной продукции, ее структура. Показана необходимость проведения селекционно-племенной работы в рамках селекционно-генетического центра в составе РУП «Институт рыбного хозяйства». Создание хозяйств-оригинаторов и селекционно-генетического центра по карпу в позволит обеспечить качественным чистопородным племенным материалом все рыбоводные хозяйства страны.

**Ключевые слова:** карп, пруд, производство рыбы, чистопородные стада, селекционно-племенная работа, специализированные рыбоводные организации.

**Abstract.** The article presents data on the areas of fisheries activities in the country, the volume of fish production, its structure. The necessity of selection and breeding work within breeding and genetic center as part of RUE «Fish Industry Institute». Creating a farm - originators and Genetic Selection Center for carp will ensure quality in thoroughbred breeding material of all fish farms of the country.

**Keywords:** carp, pond, fish production, purebred herd, selection and breeding work, specialized fish-water organizations.

### Введение

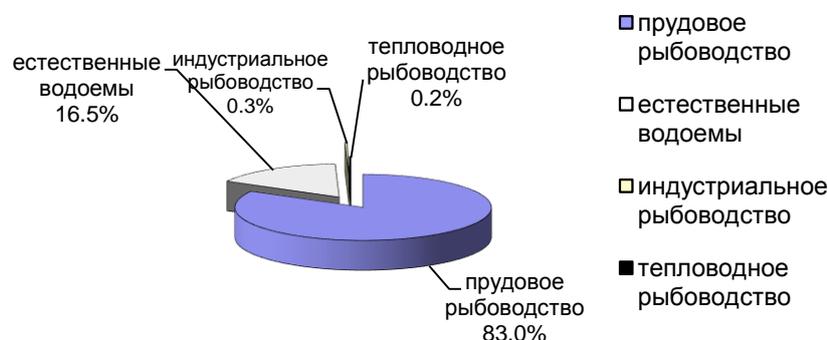
Рыбоводство на внутренних водоемах является уникальным видом

деятельности в области рыбного хозяйства. Основной задачей его является удовлетворение потребности людей в рыбе и рыбопродуктах - незаменимых продуктах в пищевом рационе человека. Технологические приемы его ведения принципиально отличаются от приемов животноводства и растениеводства, и, прежде всего тем, что позволяют с большей эффективностью использовать первичные звенья производственной цепи.

Важным преимуществом рыбоводства является способность рыб утилизировать имеющиеся в водоеме кормовые ресурсы (детрит, фито- и зоопланктон, бентос, высшую водную растительность и прочее) напрямую, преобразуя их в высококачественный белковый продукт.

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.

Рыбохозяйственная деятельность в республике осуществляется по двум основным направлениям: **рыбоводство** (разведение и выращивание рыбы в искусственных водоемах) и **рыболовство** (ведение вылова рыбы в естественных водоемах и водохранилищах).



**Рисунок 1 - Соотношение различных направлений производства в общем объеме рыбной продукции (среднее за 2000-2010 гг.)**

## **Рыбоводство**

Основное производство рыбы в Республике Беларусь (78-91 %) осуществляется путем выращивания ее в государственных прудовых хозяйствах, входящих в систему Министерства сельского хозяйства и продовольствия, а также в прудах сельхозпредприятий страны. Помимо этого, рыбоводство ведется в садках и в установках с замкнутым водоснабжением подсобных рыбоводных цехов промышленных предприятий, частных фирм и индивидуальных предпринимателей, а также вылова арендаторами рыболовных угодий из естественных водоемов - озер, рек и водохранилищ (рис. 1).

В настоящее время перечень специализированных рыбоводных хозяйств насчитывает 20 рыбхозов, из которых 18 ведомственно подчинены МСХП, 1 передан РО «БелАгроСервис», 1- ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский». Фонд прудовых площадей рыбоводных хозяйств составляет около 21 тыс. га, в том числе 16,3 тыс. га для выращивания товарной рыбы и 3,9 тыс. га для выращивания рыбопосадочного материала. Суммарная производственная мощность рыбхозов составляет около 19,5 тыс. тонн, в том числе 16,6 тыс. т по товарной рыбе. Перечень рыбоводных хозяйств, их площадь и проектная мощность представлены в табл. 1.

Прудовое рыбоводство является основным направлением в производстве товарной продукции рыбоводства, на долю которого приходится более 80 % объемов производства. Максимальный улов прудовой рыбы (17,4 тыс. т) был достигнут в 1989 г. При этом коэффициент использования производственных мощностей прудовых хозяйств составил 0,95, что на 10% превысило норматив (0,85). Выход товарной рыбопродукции достиг 14,3 ц/га, что выше рыбоводно-биологических нормативов выращивания карпа для II и III зон рыбоводства (10-12 ц/га), в которых находится республика.

**Таблица 1 – Производственные мощности рыбхозов Беларуси**

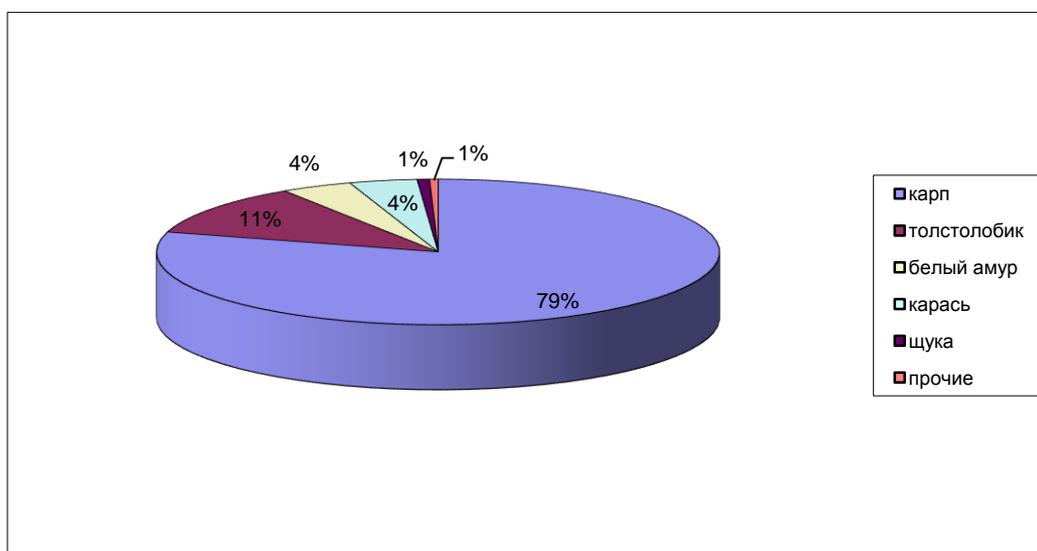
Область	Название рыбхоза	Общая площадь прудов, га	Проектная мощность, тонн	
Брестская	Днепробугский	986,5	2240,0	
	Лахва	524,8	516	
	Локтыши	2253,8	1937	
	Полесье	1155,2	1130	
	Селец, включая участок Белозерский*	2554	2586	
	Соколово	600	380	
<b>Всего</b>		<b>8072,3</b>	<b>8789</b>	
Витебская	Новолукомльский*	327	-	
	Новинки	967	825	
	Полоцкий*	77,2	-	
<b>Всего</b>		<b>1371,2</b>	<b>825</b>	
Гомельская	Белое	1649,7	1709	
	Красная Зорька	1265	1208	
	Тремля	1396,6	1222	
<b>Всего</b>		<b>4311,3</b>	<b>4139</b>	
Гродненская	Солы*	175	-	
<b>Всего</b>		<b>175</b>	<b>-</b>	
Минская	Альба	113	154	
	Волма	1399,6	950	
	Грицево	149	100	
	Красная Слобода	2450,3	2040	
	Любань	2238	2061	
	Хотово*	108,9	-	
	<b>Всего</b>		<b>6458,8</b>	<b>5305</b>
	Могилевская	Свислочь	483	405
<b>Всего</b>		<b>483</b>	<b>405</b>	
<b>Итого</b>		<b>20871,6</b>	<b>19463</b>	

\* - хозяйства первоначально строились как рыбопитомники, поэтому проектная мощность по товарной рыбе не закладывалась

Прудовое рыбоводство является основным направлением в производстве товарной продукции рыбоводства, на долю которого приходится более 80 % объемов производства.

Максимальный улов прудовой рыбы (17,4 тыс. т) был достигнут в 1989 г. При этом коэффициент использования производственных мощностей прудовых хозяйств составил 0,95, что на 10% превысило норматив (0,85). Выход товарной рыбопродукции достиг 14,3 ц/га, что выше рыбоводно-биологических нормативов выращивания карпа для II и III зон рыбоводства (10-12 ц/га), в которых находится республика.

Основным и главным объектом рыборазведения в Беларуси остается карп. В структуре вылова на его долю приходится около 80 % объемов производства (рис. 2). Вторым по значению объектом являются растительноядные рыбы (толстолобики и белый амур) – в сумме 15,5 %, в меньшем объеме выращивают карася (3,9 %) и щуку (0,7 %). На долю сома, линя, форели, судака и осетровых приходится 0,5 % от общего объема производства рыбы.



**Рисунок 2 - Видовая структура продукции аквакультуры Беларуси (2010 г.)**

Данная структура производства обусловлена тем фактором, что изначально рыбоводные хозяйства Беларуси проектировались и строились как

карповые, поэтому расширение спектра выращиваемых видов сталкивается с определенными проблемами, в первую очередь с недостатком качественного разнородного посадочного материала. Резкое увеличение объемов выращивания особо ценных видов рыб (лососевые, сиговые, осетровые) требует строительства специализированных мощностей, создаваемых с учетом требований биологии новых видов.

Особое внимание карпу уделяется по той причине, что этот вид является традиционным объектом рыбоводства ряда стран Европы и Азии. Беларусь входит в число крупнейших европейских производителей карпа, практически не уступая таким признанным странам, как Чехия, Венгрия и Польша.

**Таблица 2 - Объемы выращивания карпа европейскими странами, тыс. т\***

Страны Европейской федерации производителей аквакультуры (FEAP)	Прочие страны ЕС	Страны СНГ
Польша – 18,0 Чехия – 16,6 Венгрия – 13,8 Германия – 10,5 Франция – 6,0 Австрия – 0,5 Бельгия и Люксембург – 0,8	Румыния – 9,7 Болгария – 3,6	Российская федерация – 73,5 Украина – 25,6 Беларусь – 15,6 Молдова – 2,6

\* - данные по ситуации 2008-2009 гг.

Принятая в Республике Беларусь Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 годы предусматривает не только опережающий рост производства товарной рыбопродукции, но и качественное изменение в структуре прироста производственных мощностей и перечне выращиваемых видов рыб [1].

По ряду причин к середине 90-х годов прошлого столетия рыбоводные хозяйства практически утратили чистопородные стада производителей, формируя их методами массового несистемного отбора из товарной рыбы. В результате ремонтно-маточные стада (РМС) производственных рыбхозов были загибридизированы, представлены имбредным карпом неизвестного происхождения с невысокими товарными качествами. Сохранение в институте

и отдельных рыбхозах генофонда карпа белорусской селекции, широкое участие специалистов института в восстановлении селекционно-племенной работы в рамках всей страны, позволило переломить ситуацию в направлении роста доли численности чистопородных особей, переходе в производстве товарной рыбы на промышленные гибриды с заданными качествами. Так если в 2001 году на долю чистых пород карпа белорусской селекции приходилось уже 47,2 %, то к 2010 г. в маточных стадах промышленных рыбхозов они составили 65,5 %. К 2014 г. планируется полностью перевести рыбхозы на использование только чистых пород и линий. Усилиями ученых института и производителей к настоящему времени выведены и утверждены три породы белорусского карпа (Лахвинский, Изобелинский и Тремлянский), рекомендуемые для выращивания в условиях Центральной части и Полесской низменности страны. Данные породы максимально приспособлены к условиям среды регионов Беларуси, по продуктивным характеристикам не уступают, а во многом и превосходят аналогичные зарубежные [5, 6, 7].

По мнению ученых Института рыбного хозяйства доля чистых линий в общем объеме выращивания товарного карпа должна составлять до 30 %, доля производственных кроссов не менее 65 %.

В настоящее время селекционно-племенная работа с карпом в рыбоводных хозяйствах построена по трехуровневой схеме (хозяйство-оригинатор → племрассадник → производственный рыбхоз) и осуществляется в рамках разработанной программы ведения селекционно-племенной работы. Сложившаяся система не лишена недостатков. Выращивание ремонтного карпа в каждом хозяйстве нецелесообразно и экономически невыгодно. Получение чистопородного (чистолинейного) ремонтного карпа требует большого количества малых по площади прудов разных категорий. Формирование ремонтного карпа в соответствии с его породной принадлежностью включает процессы подбора производителей для получения потомства, а также отбор и мечение племенного материала. Для проведения подобных работ необходимы подготовленные высококвалифицированные специалисты, которых в рыбоводных хозяйствах

недостаточно. Разведение племенного материала в племрассадниках удлинит сроки внедрения новых селекционных достижений еще на 5 лет и увеличивает вероятность засорения чистопородного материала товарными кроссами (отбираемыми из нагульных прудов и практически не отличимыми по экстерьеру от чистопородных рыб).

В результате проведенных многолетних научных исследований предлагается переход на двухуровневую схему (хозяйство-оригинатор → производственный рыбхоз), позволяющую более качественно осуществлять племенную работу и оперативно реагировать на изменения запросов производителей товарной рыбы и рынка.

Институтом рыбного хозяйства предлагается новая система ведения племенной работы с карпом в Республике Беларусь (рис.3), которая предусматривает:

1. Создание селекционно-генетического центра на базе РУП «Институт рыбного хозяйства» и его структурных подразделений - СПУ «Изобелино» и ХРУ «Вилейка», осуществляющего руководство селекционными работами в республике и обеспечивающего ежегодное получение 5 млн. личинок карпа чистых породных линий и до 25 млн. личинок высокопродуктивных товарных кроссов, 800 экз. старших групп ремонта и 250 гнезд производителей изобелинского, немецкого, югославского, сарбоянского, молдавского карпов, амурского сазана, проявляющих высокий гетерозисный эффект при промышленной гибридизации.

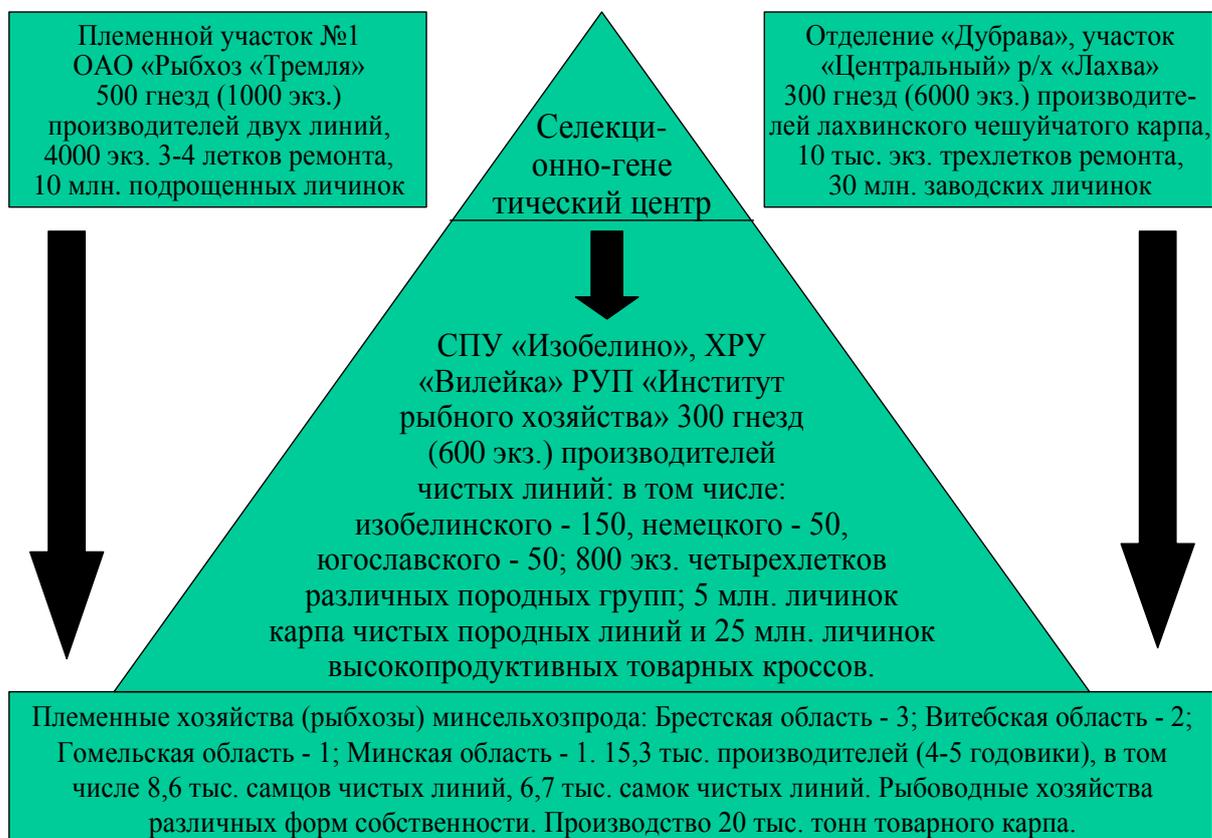
2. Создание оригинатора породы карпа «Лахвинский чешуйчатый» в отд. «Дубрава» рыбхоза «Лахва» по воспроизводству 30 млн. личинок, 10 тыс. экз. старших групп ремонта и 300 гнезд производителей чистых линий для передачи их в промышленные хозяйства республики.

3. Создание оригинатора породы карпа «Тремлянский» на участке №1 рыбхоза «Тремля». Мощность участка составит 1 тыс. экз. производителей, 4 тыс. экз. старших групп ремонта и 10 млн. экз. подрощенных личинок карпа.

4. Формирование и поддержание, где это необходимо, ремонтно-

маточных стад необходимой численности в целях получения чистых линий и производственных кроссов с заданными характеристиками.

### Система ведения племенной работы с карпом в Республике Беларусь



Таким образом, селекционно-генетический центр и два селекционно-племенных участка «Дубрава» и «Тремля» в массовом количестве смогут передавать селекционный материал всех возрастных групп, в зависимости от потребности, в товарные рыбные хозяйства разных форм собственности. Передача в товарные хозяйства посадочного отселекционированного материала (личинок, сеголетков) позволит сократить сроки внедрения новых селекционных достижений. Быстрая замена беспородных маточных стад генетически улучшенными производителями, формирование двух-, трёх-, четырехлинейных ремонтно-маточных стад, получение высокопродуктивных товарных кроссов позволит в короткие сроки (за 2-3года) повысить рыбопродуктивность выростных и нагульных прудов на 10-15 % и улучшить экономические показатели выращивания товарной продукции.

Кроме тиражирования чистых пород белорусского карпа, в СПУ «Изобелино» следует продолжить работы по воспроизводству, выращиванию и маркированию генетически чистых импортированных пород карпа (немецкий, югославский, сарбоянский и др.) и амурского сазана. Здесь же будут осуществляться селекционные работы по созданию сложных производственных кроссов, а также зеркальной породы карпа улучшенного экстерьера и устойчивой к заболеваниям.

Создание хозяйств-оригинаторов и селекционно-генетического центра по карпу в состоянии полностью обеспечить качественным чистопородным племенным материалом остальные рыбоводные хозяйства страны. Данная схема позволит исключить из производственного цикла промежуточное звено в формировании племенного материала и способствует прямой передаче его в товарные хозяйства.

### **Рыболовство**

Максимальный промысловый вылов из естественных водоемов был достигнут в 1951 г. и составил 3,6 тыс. т. С середины 60-х гг. и до начала 90-х гг. он стабилизировался в пределах 2,0-2,5 тыс. т в год. К началу 90-х гг. рыбным промыслом занималось 7 основных рыбозаготовителей (рыбзаводов и рыбхозов) и 66 второстепенных (колхозы, совхозы, лесхозы, БООР, коммунальные предприятия), при этом более 85% вылова рыбопродукции обеспечивалось именно основными рыбозаготовителями.

С принятием «Закона об аренде» рыболовные угодья стали передавать в аренду субъектам хозяйствования. В результате количество арендаторов, занимающихся рыболовным хозяйством на базе естественных водоемов существенно возросло (более 200), но объемы вылова рыбы сократились. К 2010 г. совокупный промысловый вылов озерно-речной рыбы составил 896 тонн. Причина – резкое уменьшение площади промысловых угодий приходящихся на одного арендатора, снижение интенсивности лова и изменение производственной базы промысла, сокращение объемов зарыбления

арендаторами водоемов, усилившийся пресс со стороны любительского вылова. Значительное количество рыбы вылавливается рыбаками-любителями, местным населением и браконьерами, учесть которое достаточно проблематично. По данным Министерства статистики и анализа Республики Беларусь, население страны вылавливало для собственных нужд 7,2 тыс. тонн рыбы. По ситуации 2010 г. объем вылова любителями оценивается величиной порядка 8,0 тыс. т (по данным статистического обследования хозяйств объем любительского вылова за 2006-2010 гг. составил 39.5 тыс. т или 39 % от общего улова прудовой и озерно-речной рыбы по республике).

По экспертным оценкам Института рыбного хозяйства из всего водного фонда страны для рыбохозяйственных целей (промысловый лов) пригодно не более 1 тыс. озер и водохранилищ общей площадью 170 тыс. га и 4,4 тыс. км протяженности рек всех категорий, остальные могут быть использованы только в целях любительского лова. Наличие рыбных запасов по водному фонду, имеющему рыбохозяйственное значение составляют примерно 17 тыс. т. При рациональной их эксплуатации всеми пользователями без дальнейшего подрыва ресурсной базы и при условии сохранения биоразнообразия суммарный годовой улов (промыслом и любителями) может составить около 5 тыс. т, в том числе из водоемов – 3,6 тыс. т, рек – 1,4 тыс. т. С учетом вышеприведенных данных можно констатировать, что рыболовством из этих угодий ежегодно изымается продукции больше, чем обеспечивается естественным воспроизводством. Очевидно, что имеющаяся разница компенсируется любительским выловом из угодий, не имеющих существенного рыбохозяйственного значения (малые озера и реки, различные пруды и карьеры), а также проводимым зарыблением [4].

### **Технологии выращивания**

Рыбопродуктивность нагульных прудов в Беларуси в настоящее время составляет порядка 9,0-14,0 ц/га и в целом соответствует нормативным величинам (10-12 ц/га). Можно констатировать, что рыбопродуктивность по

применяемым технологиям практически достигла максимальных значений. Для снижения себестоимости рыбы целесообразен перевод значительной части прудовых площадей под двухлетний оборот выращивания рыбы и более широкое использование растительноядных видов, не требующих для своего прироста концентрированных кормов, зарыбление прудов крупным посадочным материалом (40-60 г и более). Дальнейшее увеличение производства рыбы в республике на имеющихся площадях возможно при выборочном увеличении степени интенсификации с достижением рыбопродукции 15-18 ц/га, прежде всего за счет увеличения доли добавочных видов рыб (до 40-50 %) и более эффективного использования всех пищевых ресурсов прудовой экосистемы. Это, в основном, растительноядные (толстолобики, белый амур), детритоядные (карась) и хищные рыбы-санитары (щука, судак, сом), не требующие для своего прироста концентрированных кормов [2, 3]. Для производства в таких объемах товарной рыбы необходимо обеспечение прудовых хозяйств в нужном количестве посадочным материалом растительноядных рыб, что потребует увеличения мощностей производства личинок растительноядных рыб, в том числе увеличение производства промышленных гибридов толстолобиков, способных к потреблению фитопланктона (микроволорослей). Для повышения жизнестойкости молоди необходимым условием является двухлинейное разведение и селекционная работа [7].

При производстве товарной рыбы на уровне 30 ц/га рыбопродукции, выращивание рыбы должно осуществляться при очень высоком уровне интенсификации рыбоводного процесса (увеличенные плотности посадки рыб, применение минеральных удобрений, извести), обязательном проведении технической и химической аэрации и при 15-20 суточном водообмене.

Следует отметить, что получение рыбопродукции 30 ц/га и выше на существующих площадях рыбхозов республики практически невозможно. Применение сверхинтенсивных технологий выращивания рыбы потребует реконструкции прудов (до площади 0,5-1,0 га), использование высокобелковых

качественных кормов, высокого суточного водообмена и технической аэрации (оксигенации). Такого рода технологии будут высокочатратны, приведут к увеличению себестоимости рыбы, а целесообразность данного предложения должна быть оценена с позиции экономики.

Государственной Программой развития рыбохозяйственной деятельности Республики Беларусь предусмотрено увеличение производства товарной рыбы в республике в 2015 году до 25,2 тыс. тонн, в том числе прудовой рыбы - до 19,7 тыс. тонн, озерно-речной рыбы - до 1,7 тыс. т [1].

### **Заключение**

В ближайшей перспективе научное обеспечение будет направлено на повышение эффективности выращивания новых ценных видов рыб. Приоритетным 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.

Направленная селекция возможна только в условиях научных центров и силами подготовленных специалистов. Освоение селекционных достижений и племенная работа будут осуществляться на действующих и строящихся предприятиях. Отработка ускоренной селекции с применением методов биотехнологий и генной инженерии требует постоянного совершенствования. Аквакультура Беларуси включает прудовое и индустриальное рыбоводство (выращивание рыбы в садках, бассейнах и в установках замкнутого водообеспечения). 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 объемов, но и расширение видового состава, прежде всего за счет ускоренного наращивания объемов производства таких ценных видов рыб, как форель, осетровые и сомовые, на долю которых

сегодня приходится около 1,5% от общего объема производства и довести к 2015 г. их производство до 3,8 тыс. т.

Учитывая специфику биологии ценных видов и особенности индустриального рыбоводства, в части технологий научные исследования будут направлены на импортозамещение (корма и кормопроизводство) и поиск новых методов защиты рыб с учетом требований по биобезопасности.

В прудовом рыбоводстве будет продолжено совершенствование генотипичного разнообразия прудовых рыб и других видов, повышение их продуктивных качеств и отработка технологий снижения себестоимости.

### **Список использованных источников**

1. Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011 – 2015 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 159 от 17.02.2012 г.: офиц текст,

2. Жизнь животных. Т.4. Рыбы. – М.: Просвещение», 1983. – 575 с.

3. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром., 1966. – 156 с.

4. Костоусов, В.Г. Рыбопродуктивность озер Беларуси и факторы ее определяющие. Вопросы рыбного хозяйства. Вып. 26.- 2010. - С. 158-172

5. Воспроизводительная способность карпов белорусской селекции, импортированных пород и различных кроссов / Е.В. Таразевич, А.И. Чутаева, Г.А. Прохорчик и др // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : Сборник научных трудов / Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие "БелНИИРХ". - Минск, 2001. - Вып.17. - С. 65-73.

6. Технология выращивания карповых рыб в прудах с термоградиентными полями на основе использования возобновляемых источников энергии / В.В. Кузьмич, С.Г. Терешкова, Е.В. Таразевич, Г.А. Прохорчик // Аграрная энергетика в XXI-м столетии: Материалы 2-ой международной научно-технической конференции. - Минск, 2003. - С. 266-268

7. Таразевич, Е.В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа //Монография.: Тонпик, 2009. - 223 с.

# СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА

УДК 597-12:576.8

## ЦЕСТОДЫ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ У РЫБ В УСЛОВИЯХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*С.М. Дегтярик, Р.Л. Асадчая, Э.К. Скурат, Н.А. Бенецкая, Е.И. Гребнева,  
Т.А. Говор, В.А. Сиволоцкая*

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

## CESTODES OF FISH IN FISH-FARMS AND NATURAL RESERVOIRS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

*S.M. Degtyarik, R.L. Asadchaya, E.K. Skourat, N.A. Benetskaja, E.I. Grebneva,  
T.A. Govor, V.A. Sivolotskaja*

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

**Резюме.** В статье дана оценка встречаемости представителей класса Cestoidea - паразитов рыб, обитающих в естественных водоемах и разводимых в рыбоводных хозяйствах республики.

**Ключевые слова:** цестодозы рыб, ботриоцефалез, кавиоз, лигулез, триенофороз, дифиллоботриоз.

**Abstract.** The paper estimates the occurrence of *Cestoidea class representatives* – causative agents of parasite diseases of fish inhabiting natural reservoirs and reared in fish farms of the Republic of Belarus.

**Key words:** fish cestodosis, bothriocephalosis, khawiosis, ligulosis, trienophorosis, diphyllbothriosis.

### Введение

Современное прудовое рыбоводство характеризуется высокоэффективными формами ведения хозяйства. Высокий уровень

интенсификации рыбоводства в значительной степени изменяет среду обитания рыб, сказывается на организме рыбы и системе «паразит - хозяин». В этих условиях существует опасность возникновения болезней.

Благополучие водоемов по инвазионным болезням рыб является одним из важнейших условий их рационального использования, в связи с чем особое значение приобретает оценка паразитологической ситуации в них. В последние десятилетия многие паразиты, в том числе и возбудители инвазионных болезней рыб, ранее считавшиеся относительно безопасными, наносят значительный ущерб рыбоводной отрасли. Большую проблему, как для прудовых хозяйств, так и для естественных водоемов, представляют цестодозы, возбудители которых относятся к классу ленточных червей Cestoidea.

Класс Cestoidea включает в себя 9 отрядов и более 3-х тысяч видов, однако далеко не все из них вызывают заболевания. Встречаются высоко патогенные виды, вызывающие эпизоотии, сопровождающиеся гибелью рыбы и наносящие значительный экономический ущерб рыбоводным хозяйствам. Потери рыбопродукции от цестодозов также могут быть связаны с замедлением темпов роста рыбы.

Для профилактики цестодозов у рыб в рыбоводных хозяйствах необходимо проводить комплекс рыбоводно-мелиоративных и ветеринарно-санитарных мероприятий. Профилактические мероприятия должны быть основаны на знании биологии возбудителей, эпизоотологии гельминтозов, а также технологии выращивания прудовых рыб.

Биологические меры профилактики цестодозов основываются на принципах разрыва контакта между промежуточными и дефинитивными хозяевами, недопущении заражения промежуточных хозяев яйцами гельминтов и снижении их численности в неблагополучных водоемах.

## **Материалы и методы**

Паразитологический анализ рыб проводили в 2002-2013 гг. в ряде

рыбоводных хозяйств и естественных водоемов Беларуси. Цестоды обнаружены в следующих водоемах:

- рыбоводных хозяйствах: «Любань», «Селец», «Лахва», «Альба», «Красная Слобода», «Волма»;

- озерах: Кань-Белое, Рыбница, Ант, Лукомльское, Освейское, Лисно, Вымно, Дривяты, Нарочь, Мястро, Баторино, Мядельское, Свирь, Укля, Плиса Большая, Изубрица, Грецкое, Черес, Берново, Богинское, Струсто, Снуды, Неспиш, Нещердо, Недрово, Волосо, Войсо, Дрисвяты, Оболь, Бекешки, Загорное, Долгое, Черное, Споровское, Городно, Берново, Солонец;

- реках: Сож, Припять, Днепр, Виляя, Неман, Березина, Западная Двина, Свислочь;

- водохранилищах: «Копачи», «Днепро-Брагинское», «Вилейское», «Заславльское», «Селец».

При обследовании придерживались следующей схемы: сбор эпизоотологических и анамнестических данных, проведение клинического осмотра рыбы, проведение патологоанатомического вскрытия рыб и паразитологического анализа по общепринятой методике И.Е. Быховской-Павловской [1].

Наличие возбудителей дифиллоботриоза у рыб диагностировали методом компрессионной микроскопии мышечной ткани и паренхиматозных органов.

Для определения видовой принадлежности паразитов пользовались «Определителем паразитов пресноводных рыб» [2].

### **Результаты исследований и обсуждение**

За указанный выше период у рыб из обследованных водоемов обнаружено 10 видов цестод (см. Таблицу). В таблице представлена экстенсивность инвазии (ЭИ), интенсивность инвазии (ИИ), а также круг рыб – хозяев паразитов.

**Таблица – Цестоды, встречающиеся у рыб из естественных водоемов и рыбоводных хозяйств Беларуси**

№	Вид паразита	ЭИ, %	ИИ, пар./рыбу	Рыбы-хозяева
1	2	3	4	5
1	<i>Khawia sinensis</i>	2-100	1-73	Карп, лещ, плотва, густера, карась золотой, карась серебряный, угорь европейский
2	<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	4-40	1-7	Карп, уклея, окунь, лещ, чехонь
3	<i>Bothriocephalus claviceps</i>	10-20	1-4	Угорь европейский
4	<i>Caryophyllaeus fimbriceps</i>	9-70	1-11	Карп, лещ, плотва, густера
5	<i>Ligula intestinalis</i>	2-91	1-12	Лещ, плотва, густера, язь, белый амур
6	<i>Triaenophorus nodulosus</i>	5-90	1-32	Окунь, щука, язь, судак
7	<i>Proteocephalus torulosus</i>	10	3	Язь
8	<i>Proteocephalus esocius</i>	18	1	Щука
9	<i>Paradilepis scolecina</i>	5-6	2	Лещ
10	<i>Diphyllobothrium latum</i>	20-30	1-5	Судак, окунь

Как видно из таблицы, наиболее распространенными в наших водоемах являются цестоды *Khawia sinensis* – ЭИ достигает 100%, ИИ – 73 паразитов на 1 рыбу-хозяина. Следом идут *Ligula intestinalis*, *Triaenophorus nodulosus* и *Caryophyllaeus fimbriceps* (ЭИ – 70-91%, ИИ – 11-32 пар./рыбу). Остальные паразиты встречались единично у отдельных видов рыб.

Возбудители кавиоза, цестоды *Khawia sinensis*, в обследованных нами рыбоводных хозяйствах были выявлены у карпа различных возрастных групп: от сеголетков до производителей. Экстенсивность инвазии (ЭИ) колебалась от 8 до 60 % при интенсивности инвазии (ИИ) 1-12 паразитов на рыбу.

Зараженность ботриоцефалезом у прудовой рыбы была несколько ниже и составляла 4-40 %, при интенсивности инвазии 1-7 паразитов на рыбу. Возбудитель ботриоцефалеза (*Bothriocephalus acheilognathi*) встречался реже: он был выявлен в 2 обследованных хозяйствах, в то время как *Kh. sinensis* – в 5 из них. Следует отметить, что у отдельных экземпляров обследованных рыб наблюдалась ассоциативная инвазия, т.е. в кишечниках обнаруживались одновременно кавии и ботриоцефалюсы. Это в первую очередь характерно для двух- и трехлетки карпа.

В хозяйствах, обеспеченных комбикормами в полном объеме, ЭИ и ИИ были ниже (10-40 % при 2-7 паразитов на рыбу) по сравнению с хозяйствами, испытывающими недостаток кормов либо практикующими экстенсивные формы рыбоводства (20-60 % при 3-12 паразитов на рыбу соответственно).

При изучении сезонной динамики цестодозов в прудовых хозяйствах было установлено, что наиболее интенсивно заражаются двух- и трехлетки карпа после пересадки их из зимовальных прудов в нагульные. Пик заболевания приходится на III декаду июня и июль, когда в кишечниках рыб обнаруживаются половозрелые паразиты. Так, максимальная экстенсивность поражения цестодами в июне-июле составляла 60 %, при этом ИИ достигала 12 паразитов на рыбу. Отмечено, что в начале вегетационного сезона (июнь-июль) *Kh. sinensis* 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 инвазии до 10 % при интенсивности 1-2 паразита на рыбу, что объясняется завершением жизненного цикла гельминтов в организме рыбы. У сеголетков, начиная с 35-60 дневного возраста, происходит нарастание степени инвазированности цестодами и в конце августа-сентябре она достигает максимальных значений. Это связано с тем, что молодь к этому времени вынужденно переходит на бентосное питание из-за снижения численности зоопланктона.

Иная картина складывается при обследовании естественных водоемов – озер, рек и водохранилищ. Цестоды *Kh. sinensis* обнаружены нами у рыб в 19 озерах, 7 реках и 1 водохранилище. Основным носителем возбудителей кавиоза в естественных водоемах является лещ. Уровень инвазии леща в озерах и реках колебался в широких пределах: ЭИ – от 2-10 до 100 %, ИИ – от 1 до 73 пар./рыбу. В среднем, лещ был поражен на 30-60 % при интенсивности не более 20 пар./рыбу. Однако, достаточно часты случаи обнаружения леща с уровнем инвазии значительно выше среднего, намного более высоким, чем у рыб, разводимых в прудовых хозяйствах: 38 пар./рыбу – р. Березина; 50 пар./рыбу – оз. Кань-Белое; 52 пар./рыбу – р. Сож; 56 пар./рыбу – р. Вилия; 73 пар./рыбу – оз. Плиса Большая. Указанные цестоды обнаружены нами также у карася золотого из оз. Лукомльское и Неспиш, карася серебряного из оз. Бекешки, р. Свислочь и вдхр. «Копачи», угря европейского из оз. Дривяты. Следует отметить, что этот гельминт не является характерным для угря паразитом, он был обнаружен нами в единственном экземпляре у одной молодой особи угря. Таким образом, цестода *Kh. sinensis* может служить наиболее ярким примером паразита-интервента (в 60-е гг. XX в. она была завезена в рыбоводные хозяйства республики из Дальневосточного бассейна), за несколько десятилетий распространившегося из прудовых хозяйств по естественным водоемам, и в настоящее время показывающего гораздо более высокий уровень инвазии в озерах и реках по сравнению с прудами.

Иная ситуация возникла с возбудителем ботриоцефалеза. Цестода *V. acheilognathi* в естественных водоемах, как и в рыбоводных хозяйствах, встречается у рыб реже, чем возбудитель кавиоза. Она была обнаружена у уклей из оз. Дривяты (ЭИ – 10 %, ИИ – 1 пар./рыбу), у окуня из оз. Вымно (ЭИ – 40 %, ИИ – 2 пар./рыбу), леща из оз. Освейское (ЭИ – 10 %, ИИ – 1 пар./рыбу), чехони из р. Припять (ЭИ – 15 %, ИИ – 1-2 пар./рыбу).

Еще один вид ботриоцефалюса - *B. claviceps*, паразит, характерный преимущественно для угря, выявлен нами в кишечниках угря европейского из

оз. Нещердо и Дривяты. Уровень инвазии был невысок, экстенсивность составляла 10-20 %, интенсивность не превышала 3-4 пар./рыбу.

Следующий представитель кишечных цестод - *Caryophyllaeus fimbriceps*, встречался только в естественных водоемах преимущественно северо-западной части республики. Интенсивность инвазии составляла 1-4, и лишь в одном случае (лещ из оз. Кань-Белое) – 5-11 пар./рыбу; экстенсивность – 9-10 %, и только у леща из оз. Кань-Белое и Богинское – 70 %.

К чрезвычайно распространенным видам относится *Ligula intestinalis*, обитающая в личиночном состоянии (на стадии плероцеркоида) в полости тела рыб, а в дефинитивной стадии – в кишечнике рыбоядных птиц. Именно наличие птиц в качестве основных хозяев в цикле развития предопределило широкую распространенность указанных цестод. Более того, если очаг инвазии имеется в водоеме, даже не являющемся водоисточником прудового хозяйства, но находящемся неподалеку, существует постоянная угроза заноса инвазионного начала в пруды. Так, например, еще несколько лет тому назад на 50 % был поражен лигулезом белый амур (наиболее восприимчивый к этому заболеванию из разводимых в прудах видов рыб), содержащийся в прудах ОАО «Опытный рыбхоз «Селец». Инвазия заносилась в пруды из водоисточников – вдхр. «Селец» (лещ, плотва, густера), а также близлежащих водоемах - оз. Черное (лещ, густера), оз. Споровское (густера), где рыба была заражена возбудителями лигулеза.

Для борьбы с лигулезом рыб специалистами хозяйства был применен биологический метод. С этой целью в водохранилище и озера были вселены хищные виды рыб: сеголетки и личинка щуки, сеголетки и личинка судака, а также 572 экз. трехлетков судака массой 1,2-1,5 кг в водохранилище, который в возрасте четырехлетка отнерестился. В настоящее время судак в водохранилище Селец стал устойчиво промысловым видом, его запасы в водохранилище значительны. Хищники лигулой не заражаются, при этом активно потребляют ослабленных и малоподвижных больных лигулезом рыб. Вселение хищной рыбы позволило снизить интенсивность и экстенсивность

инвазии рыб сем. Карповых в водоемах на 40 и более процентов. В хозяйстве активно проводилась работа по снижению численности рыбоядных птиц посредством разрушения их гнезд, уничтожения кладок яиц, а также отпугивания.

Изучение эпизоотической ситуации по лигулезу в водоисточниках (оз. Белое, вдхр. «Селец») и прудах хозяйства свидетельствует о том, что она в настоящее время заметно улучшилась, следовательно, данные мероприятия оказались эффективными.

Примером успешного применения мероприятий, направленных на борьбу против лигулеза в естественных водоемах, может служить также водохранилище «Днепро-Брагинское». В 2006 году в водоеме наблюдалась массовая гибель рыбы из-за лигулеза; обследованный лещ, изъятый из уловов, был поражен на 96 %. Благодаря проведенным мероприятиям, а именно мелиоративному отлову и утилизации пораженной гельминтами рыбы, плавающей у поверхности воды рыбы, а также вселению хищных рыб (судак и щука), уровень инвазии резко снизился. Через 2-3 года у рыб из вдхр. «Днепро-Брагинское» встречались лишь единичные экземпляры *L. intestinalis*.

Наиболее пораженная *L. intestinalis* рыба попадалась в оз. Кань-Белое (густера, ЭИ – 60 %, ИИ – до 5 пар./рыбу), оз. Лукомльское (лещ, ЭИ – до 91 %, ИИ – до 7 пар./рыбу и густера, ЭИ – 70 %, ИИ – 1-5 пар./рыбу), вдхр. «Днепро-Брагинское» (лещ, ЭИ – 96 %, ИИ – до 12 пар./рыбу). Следует отметить, что из-за большого размера плероцеркоидов (как правило, они составляют несколько десятков сантиметров, а наиболее крупные экземпляры достигают 150-175 см) интенсивность инвазии, составляющая 2-3 паразита на рыбу – уже серьезная нагрузка на организм хозяина, не говоря уже о 5-12. Воздействие лигул в основном сводится к механическому влиянию, а также отнятию у хозяина части питательных веществ, нарушению углеводно-жирового обмена, изменениям в составе крови, недоразвитию половых желез [3].

В естественных водоемах практически повсеместно, независимо от сезона, встречались щуки и окуни, инвазированные *Triaenophorus nodulosus*.

Триенофороз – заболевание рыб, вызываемое как половозрелыми, так и личиночными стадиями гельминтов *Triaenophorus nodulosus* и *T. crassus* из сем. *Triaenophoridae*. Половозрелые цестоды паразитируют в кишечниках щук, очень редко у окуня, хариуса, не вызывая при этом признаков заболевания, истощения рыбы. Гораздо более опасны личиночные стадии гельминтов (плероцеркоиды), которые поражают печень, реже другие внутренние органы форели, окуня, щуки, судака и др. (*T. nodulosus*), либо локализуются в мускулатуре сиговых и лососевых рыб (*T. crassus*).

Нами при проведении исследований были обнаружены только представители вида *T. nodulosus*. Они зарегистрированы у окуня (цисты в печени) и щуки (половозрелые гельминты в кишечнике) в 27 озерах, 3 реках и 1 водохранилище. Единственным исключением является 1 экз. язя из оз. Освейское, в печени которого обнаружена циста триенофоруса. Экстенсивность инвазии, в зависимости от водоема, колебалась от 20 до 100 %, интенсивность – от 1 до 29 пар/рыбу. В среднем как окунь, так и щука, поражены с интенсивностью до 4 пар./рыбу, редко более чем на 50 %.

В одном из рыбоводных хозяйств у щук, выращиваемых в пруду, находили не только половозрелых *T. nodulosus* в кишечнике, но и цисты гельминтов того же вида в печени. Очевидно, пруд был очень хорошо защищен от проникновения дикой и сорной рыбы, вследствие чего ни окуня, ни других видов рыб (ерша, плотвы и др.), способных послужить паразиту промежуточным хозяином, в нем не нашлось. Поэтому паразиту пришлось приспособливаться, используя щуку не только как окончательного, но и как дополнительного хозяина.

Особую опасность цестода *T. nodulosus* представляет при проникновении в форелеводческие хозяйства. При массовом поражении плероцеркоидами может наблюдаться гибель молоди форели из-за поражения печени. Однако в рыбоводных хозяйствах нашей республики такие случаи до настоящего времени не отмечались.

Кроме перечисленных выше, в естественных водоемах республики нами было обнаружено еще несколько видов цестод, паразитирующих у рыб, как правило, в единичных экземплярах. Это *Proteocephalus torulosus*, обнаруженный в кишечнике 1 экз. язя из оз. Освейское (3 экз. паразита); также единственный экземпляр *Proteocephalus esocius*, извлеченный из кишечника щуки, выловленной в оз. Мястро; *Paradilepis scolecina*, выявленный в желчных пузырях лещей из оз. Мястро (ЭИ – 5 %, ИИ – 2 пар./рыбу) и оз. Рыбница (ЭИ – 6 %, ИИ – 2 пар./рыбу).

Опасный для человека и теплокровных животных гельминт *Diphyllobothrium latum* обнаружен только на одном из участков р. Сож у окуня (ЭИ – 20 %, ИИ – 1-2 пар./рыбу) и щуки (ЭИ – 30 %, ИИ – 1-5 пар./рыбу). Возбудитель данного заболевания в личиночном состоянии паразитирует в органах и тканях хищных рыб (щука, налим, окунь, судак, ерш, лососевые), половой зрелости достигает в организме человека и плотоядных животных, вызывая при этом тяжелое заболевание – дифиллоботриоз [4, 5]. Примечательно, что *D. latum* (лентец широкий) – самый крупный представитель среди паразитических червей. В кишечнике человека длина гельминта может достигать 20 м [6].

### **Заключение**

В результате проведения паразитологического анализа рыбы, выловленной из озер, рек и водохранилищ, а также выращиваемой в прудовых хозяйствах республики, нами обнаружено 10 представителей класса ленточных червей (Cestoidea): *Kh. sinensis*, *B. acheilognathi*, *B. claviceps*, *C. fimbriceps*, *L. intestinalis*, *T. nodulosus*, *P. torulosus*, *P. esocius*, *P. scolecina*, *D. latum*.

К наиболее распространенным видам относятся *Kh. sinensis*, *L. intestinalis* и *T. nodulosus*. Эти же три вида можно отметить, как обладающие наиболее высоким уровнем инвазии. Так, например, экстенсивность инвазии *Kh. sinensis* в отдельных водоемах достигала 80–100 %, интенсивность – 73 пар./рыб; экстенсивность инвазии леща плероцеркоидами *L. intestinalis* доходила до 91-96

% при интенсивности до 7-12 пар./рыбу; ЭИ окуня и щуки цестодами *T. nodulosus* достигала 80-90 %, ИИ – 29 пар./рыбу.

Остальные представители кл. Cestoidea встречались гораздо реже, они были обнаружены в отдельных водоемах в небольших количествах, либо представлены единичными экземплярами. Уровень инвазии этими гельминтами был, соответственно, тоже невысок.

### **Список использованных источников**

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. – М., 1985.

2. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР, т. 1-3. – Л.: «Наука», 1987.

3. Иммуно-физиологическое состояние леща Рыбинского водохранилища при лигулезе / В.Р. Микряков, Н.И. Силкина // Итоги науч.-практ. работ в ихтиопатологии / Межвед. итиол. комис., Центр. произв. ст. по акклиматизации и борьбе с болезнями рыб Минсельхозпрода Рос. Федерации. – М., 1997. – С. 79-80.

7. Профилактика описторхоза и дифиллоботриоза / Н.Л. Зимин, И.Ф. Адиатулин // Ветеринарный консультант. - М., 2005. - № 20. – С. 24-25.

8. Опасные для человека паразиты промысловых рыб дельты Волги / Л.А. Вьюшкина, В.В. Проскурина // Рыбоводство и рыболовство. – М., 2000. - № 4.- С.29-30.

9. Ежегодно в Беларуси выявляют не менее 20 человек с 20-метровыми паразитами / статья Interfax.by// <http://news.tut.by/health/108859.html>.

**РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕГОЛЕТКОВ ПЕРВОЙ  
ГЕНЕРАЦИИ ДВУХ ЛИНИЙ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ  
БЕЛОРУССКОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА**

*М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая,  
Д.А. Микулевич, В.В.Шумак\**

*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, versa@tut.by*

**FISHERY CHARACTERISTIC OF FINGERLINGS OF THE FIRST  
GENERATION OF TWO LINES OF THE FOURTH OF THE BELARUSIAN  
MIRROR CARP**

*M.V. Kniga, E.V. Tarazevich, L.N. Vashkevich, V.B. Sazanov, L.S. Tentevitskaya,  
D.A. Mikulevich, V.V. Shumak\**

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

*\*Educational institution "State University of Polessie", Pinsk, Belarus,  
versa@tut.by*

**Реферат.** В результате сравнительного анализа рыбохозяйственных показателей сеголетков I генерации двух селекционных линий белорусского зеркального карпа, представленных 18 семьями установлены наиболее продуктивные группы, которые отличаются повышенным темпом роста и выживаемостью.

**Ключевые слова:** карп, селекция, порода, линия, сеголеток, масса тела, выживаемость.

**Abstract.** At the result of comparative analysis of fishery indice of the 1st generation of one year old fishes of two breeding lines of Belarusian mirror carp represented by 18 families there were discovered the most productive groups which are distinguished with increased growing rate and survivability.

**Key words:** carp, selection, breed, line, fingerling, body weight, survivability.

## **Введение**

Начало селекционных работ по созданию новой зеркальной белорусской породы карпа обусловлено возросшим покупательским спросом на малочешуйчатые формы с улучшенным высокоспинным экстерьером. Наряду с фенотипическими признаками, определяющими рыночные преимущества, необходимо, чтобы создаваемая порода по уровню рыбохозяйственных показателей была как минимум не ниже чешуйчатых карпов, разводимых в республике [1]. Особенно это важно на ранних этапах выращивания, поскольку зеркальные карпы, именно на стадии сеголетков уступают чешуйчатым по темпу роста и выживаемости [2]. Четвертое поколение первой и второй линий зеркального карпа формируются методом семейной селекции, что позволяет установить наиболее продуктивные группы (семьи), которые и будут служить основным генофондом для дальнейшей селекционной работы.

## **Материал и методика исследований**

Материалом исследований являлись 18 семей двух линий селекционируемого зеркального карпа четвертого селекционного поколения, полученных согласно разработанной схеме создания белорусской зеркальной породы карпа в два этапа в 2011 г. и в 2012 г. [3]. Для сохранения генетической чистоты личинок карпа каждой семьи выращивали отдельно с плотностью зарыбления 30 тыс. экз./га [4]. Осенью, перед размещением на зимовку всех выловленных сеголетков метили серийными механическими метками, которые сохраняются до конца жизни рыбы. На основе инвентаризации и бонитировки по общепринятым методикам осенью проводили рыбохозяйственную оценку всех, выращенных селекционных семей карпа по комплексу признаков: среднештучная масса сеголетков, их выживаемость и резистентность [5]. Комплексную оценку рыбохозяйственных признаков проводили методом ранжирования [6]. Критериями при отборе на племя среди младших групп ремонта служили более высокая индивидуальная масса, отсутствие уродств, экстерьерные показатели (хорошо выраженный карповый экстерьер –

высокоспинность, малоголовость) и учитывалась устойчивость к заболеванию ВПШ [5].

### Результаты исследований и их обсуждение

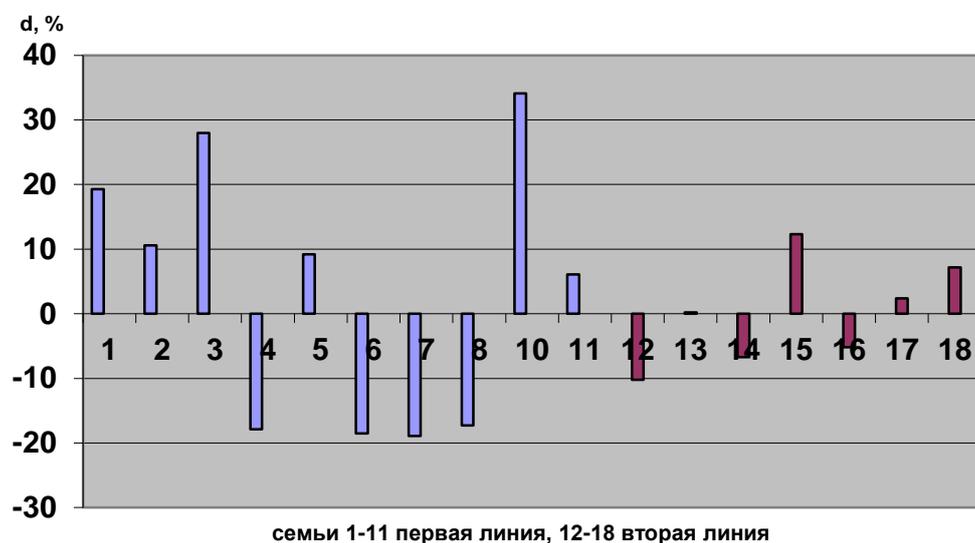
С 2011 г. начато формирование I генерации двух линий белорусского зеркального карпа четвертого поколения методом семейных скрещиваний. В первой генерации первой линии выращены 11 селекционных семей зеркального карпа, а во второй линии – 7 семей.

Средняя выживаемость семей первой линии составила 55,8% с колебаниями от 36,9 до 89,9 % (без учета семьи № 9) (табл. 1). Низкий выход сеголетков из этой семьи, очевидно, связан с неудовлетворительным состоянием гидросооружения, которое привело к выходу молоди из пруда. Высокой выживаемостью (более 70,0 %) характеризовались семьи 9, 3, 1, 8, а у семей 4, 6, 7 выход сеголетков оказался значительно ниже (36,9-37,5 %).

**Таблица 1 – Рыбохозяйственная характеристика семей I генерации первой и второй линий зеркального карпа**

Семья	Посажено, экз.	Выловлено			Выживаемость, %
		количество, экз.	масса		
			общая, кг	средняя, г	
1-я линия:					
1	2100	1577	40,7	25,8	75,1
2	2700	1794	40,8	22,7	66,4
3	2100	1760	37,0	21,0	83,8
4	2400	909	11,4	12,6	37,9
5	2100	1365	43,3	31,7	65,0
6	2400	895	18,3	20,4	37,3
7	2400	886	26,0	29,4	36,9
8	4500	3289	74,0	22,5	73,1
9	2400	94	10,5	111,7	3,9
10	3600	2157	68,0	31,5	89,9
11	2700	1671	42,0	25,1	61,9
$\bar{x}$	29400	16397	412,0	25,1	55,8
2-я линия:					
12	4800	1332	77,9	58,5	27,7
13	3200	1494	61,2	41,0	46,7
14	6200	1809	108,0	59,7	29,2
15	4800	1765	86,3	48,9	36,8
16	5400	1871	62,6	33,5	34,6
17	2800	677	43,8	64,7	24,2
18	5600	2330	105,2	45,2	41,6
$\bar{x}$	32800	11278	545,0	48,3	34,4

Для сравнительной характеристики каждой опытной группы (семьи) ее рыбоводные показатели сравнивали со средними значениями, рассчитанными по всем опытным группам. У шести семей отклонения от средней популяционной величины составило 6,1-34,1 %, то есть оказалось выше средней величины (рис. 1). Выход четырех семей был ниже среднего значения на 17,3-18,9 %.



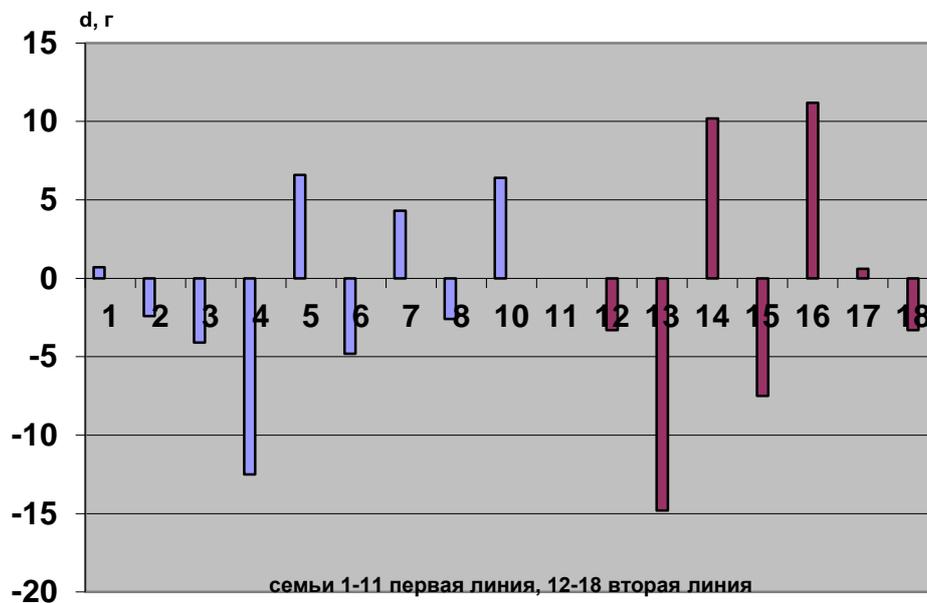
**Рисунок 1 – Отклонение выхода сеголетков селекционных семей от среднепопуляционного значения (1-11 номера семей).**

По выживаемости сеголетков карпов в I генерации второй линии семьи 15 и 18 обладали значительным преимуществом по сравнению со среднепопуляционной величиной этого показателя на 7,2 и 12,3 % соответственно. Выживаемость сеголетков семей 12; 14; 16 наоборот оказалась ниже средней величины. Средняя выживаемость зеркальных сеголетков I генерации второй линии составила 34,4 % с колебаниями от 27,7 % (семья 14) до 46,7 % (семья 15).

Средняя масса селекционных сеголетков первой линии составила 25,1 г, колеблясь по семьям от 12,6 до 31,7 г, что значительно ниже запланированных 40 г. Исключением является семья № 9, у которой средняя масса сеголетков достигла 111,7 г, за счет снижения плотности выращивания. Отставание молоди в росте связано, прежде всего, с недостаточным кормлением и низким качеством применяемых комбикормов.

У сеголетков из семей 1, 5, 7, 10, средняя масса тела превышала средне популяционную величину на 0,7-6,6 г (рис. 2). У сеголетков из семей 2, 3, 4, 6, наоборот, средняя масса тела оказалась ниже средне популяционного значения.

Все опытные семьи зеркального карпа второй линии характеризовались высокой средней массой тела, которая колебалась от 33,5 г (семья 13) до 64,7 г (семья 12) и составила в среднем 48,3 г, что выше нормативных требований (40 г) (табл.1). В первой генерации второй линии три семьи карпа №№ 12; 14; 16 характеризовались повышенной средней массой тела по сравнению со среднепопуляционным значением. Масса тела сеголетков из этих семей превосходила средние показатели на 10,2 – 17,4 г (рис. 2).



**Рисунок 2 – Отличия средней массы тела сеголетков семей зеркального карпа, от среднепопуляционного значения (1-11 номера семей).**

Для комплексной оценки рыбохозяйственных качеств селекционных семей белорусского зеркального карпа использован метод ранжирования (табл. 2).

**Таблица 2 – Комплексная оценка рыбохозяйственных показателей семей зеркального карпа**

Семья	Ранги по		Сумма рангов	Средний ранг
	выживаемости	средней массе		
I генерация первая линия: 1	5	3	8	0,36
2	7	4	11	0,50
3	9	2	11	0,50
4	11	8	19	0,86
5	2	5	7	0,32
6	10	9	19	0,86
7	4	10	14	0,64
8	8	7	15	0,68
9	1	11	12	0,54
10	3	1	4	0,18
11	6	6	12	0,54
I генерация вторая линия: 12	1	7	8	0,57
13	7	4	11	0,79
14	3	6	9	0,64
15	6	1	7	0,50
16	2	5	7	0,50
17	4	3	7	0,50
18	5	2	7	0,50

Изучение рыбохозяйственных показателей сеголетков четвертого селекционного поколения зеркального карпа проводили поэтапно. Для сопоставления результатов, полученных на всех этапах, рассчитывали средний ранг семьи для каждого из вариантов выращивания. По сумме рангов и среднему рангу, исследованных рыбохозяйственных показателей сеголетков, в I генерации первой линии наиболее перспективными являются семьи 10, 5 и 1. Четыре семьи I генерации второй линии обладали одинаковым, минимальным средним рангом (0,50) – 7 (15; 16; 17; 18). Самые низкие результаты выращивания отмечены у семьи 13. Таким образом, в каждой из генераций обеих линий зеркального карпа установлены семьи, характеризующиеся преимуществами по комплексу рыбохозяйственных показателей.

Среди сеголетков, каждой из опытных зеркальных селекционных семей, проведен массовый отбор по массе тела (табл. 3). На племя, как правило, отбирали особей с большей средней массой тела. Отбор проводили с умеренной напряженностью, которая в среднем составила 36,9 % с колебаниями от 58,3 % (семья 3) до 25,2 % (семья 11). Селекционный дифференциал соответственно также невысок 7,2-0,8 г.

**Таблица 3 – Показатели отбора сеголетков селекционных семей зеркального карпа**

Семья №	Количество, экз.	Средняя масса, г	Напряженность отбора, %	Селекционный дифференциал, г
1	510	32,4	32,3	6,6
2	756	22,2	42,1	-0,5
3	630	25,0	35,8	4,0
4	298	13,4	32,8	0,8
5	794	33,5	58,2	1,8
6	406	26,8	45,4	6,4
7	428	36,4	48,3	7,0
8	925	28,1	28,2	5,6
9	94	111,7	0,0	0,0
10	780	35,9	36,2	4,4
11	421	32,3	25,2	7,2
12	232	66,8	34,3	2,1
13	273	48,4	14,6	14,9
14	445	74,6	33,4	16,1
15	250	54,4	13,4	15,2
16	385	109,1	21,3	49,4
17	376	66,0	21,3	17,1
18	241	56,0	10,3	10,8
всего:	8244	48,5	29,6	9,4

Средняя напряженность отбора составила 29,6 %, что близко к рекомендуемой величине (приблизительно 20 %) [7]. Основными признаками, по которым проводился отбор, являлись масса тела, экстерьерные признаки, количество и расположение чешуи, отсутствие уродств и травм. Селекционный дифференциал, характеризующий отличие массы тела отобранных рыб от

средних величин этого показателя, в каждой опытной семье колеблется от 0,0 до 49,4 г и в среднем составляет 9,4 г. То есть, для дальнейшего выращивания отобран материал, обладающий повышенным темпом массонакопления.

### **Заключение**

В результате сравнительной оценки сеголетков, генофонда первой генерации двух линий зеркального карпа, установлены семьи, обладающие повышенным темпом роста и выживаемостью. В первой линии относительно более высокой массой тела отличались семьи 10, 3, а выживаемостью 9, 5. Во второй линии большая масса тела отмечена у семей 12 и 16, а выживаемость сеголетков у семей 15 и 18. По результатам комплексной оценки методом ранжирования установлены семьи, обладающие селекционным преимуществом по рыбохозяйственным показателям (10, 5, 1- первая линия и 15, 16, 17, 18 – вторая линия).

### **Список использованных источников**

1. Шумак, В.В. Эффективность научных исследований в рыбном хозяйстве Республики Беларусь/ В.В. Шумак, Е.В. Таразевич // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечение иностранных инвестиций: региональный аспект. Сб научн. тр. – Донецк: ДонНУ, 2011. – С. 425-430.

2. Книга, М. В. Сравнительная оценка рыбохозяйственных показателей сеголетков карпа с разным чешуйным покровом / М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Ус, Л.М. Вашкевич, И.А. Трубач, Л.С. Тентевицкая, А.П. Семенов, В.В. Шумак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2007. – вып. 23. – С. 262-271.

3. Книга, М. В. Схема селекции породы карпа «Белорусский зеркальный» / М. В. Книга, Е.В. Таразевич, А. П. Ус, В.В. Шумак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2009. – вып. 25. – С. 37-43.

4. Таразевич, Е.В. Технологическая инструкция по разведению племенного карпа белорусской селекции / Е.В.Таразевич, М.В.Книга, А.П.Семенов, В.Б.Сазанов, Л.С.Дударенко, А.П.Ус // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 6-20.

5. Головинская, К.А. Инструкция по племенной работе в рыбхозах / К.А. Головинская. – М.:ВНИИПРХ, 1975. – 26 с.

6. Таразевич, Е.В. К методике определения рыбохозяйственной ценности отдельных групп рыб методом ранжирования / Е.В.Таразевич, Г.А. Прохорчик, М.В. Книга, А.П. Ус, Л.С. Дударенко, А.П. Семенов, В.Б. Сазанов, Л.М. Вашкевич // Сб. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: РУП "ИРХ НАН Беларуси". - Мн. 2005. – Вып. 21. – С. – 45-55.

7. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников – Л. «Наука», 1987. – 520 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОТБОРА ПО НЕЗАВИСИМЫМ ГРАНИЦАМ  
И СЕЛЕКЦИОННОМУ ИНДЕКСУ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ  
БЕЛОРУССКОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ ПОРОДЫ КАРПА**

*М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая,  
Д.А. Микулевич, В.В.Шумак\**

*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, versa@tut.by*

**APPLICATION OF SELECTION METHODS BY INDEPENDENT  
BOARDS AND A SELECTION INDEX AT GENERATION OF  
BELARUSSIAN MIRROR CARP BREED**

*M.V. Kniga, E.V. Tarazevich, L.N. Vashkevich, V.B. Sazanov, L.S. Tentevitskaya,  
D.A. Mikulevich, V.V. Shumak\**

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

*\*Educational institution "State University of Polessie", Pinsk, Belarus,  
versa@tut.by*

**Реферат.** Представлены методы отбора младших групп ремонта селекционируемого белорусского зеркального карпа по независимым границам и селекционному индексу. Метод отбора по независимым границам предлагается использовать для фенотипических, экстерьерных признаков, а отбор по селекционным индексам – по комплексу рыбохозяйственных показателей.

**Ключевые слова:** селекция, карп, порода, сеголетки, двухлетки, отбор, экстерьер.

**Abstract.** There are presented the selection methods of repair junior groups of selected Belarussian mirror carp by independent borders and a selection index. It is suggested to apply the the selection methods by independent borders for phenotypical, exterior propeties and selection be selection indices by the complex of fishery indices, respectively.

**Key words:** selection, carp, breed, fingerlings, two year old fishes, sampling, exterior.

## **Введение**

В настоящее время идет активный процесс пороодообразования карповых рыб. Поскольку, в последнее время повышенным спросом у населения пользуются зеркальные карпы с улучшенными экстерьерными показателями, селекционные работы в республике направлены на создание зеркальной породы карпа, отвечающей указанным требованиям. Главным в селекционном процессе является совершенствование существующих, выведение новых, высокопродуктивных пород, линий и гибридов рыб, приспособленных к условиям прудовых хозяйств Беларуси [1]. В настоящее время формируется младший ремонт двух зеркальных линий четвертого поколения белорусского зеркального карпа, которые в соответствии с прогнозным стандартом должны характеризоваться устойчивой продуктивностью не ниже нормативных требований, а также отличаться по биохимико-генетическим признакам, экстерьерным показателям [2]. Успех селекционного процесса, прежде всего, зависит от того, какие методы используются при формировании породы. В связи с интенсификацией рыбоводства в стране крайне важно ускорить темпы селекции и одновременно не допустить селекционной депрессии при одностороннем отборе [3].

## **Материал и методика исследований**

Работа по селекции белорусского зеркального карпа проводится на базе СПУ «Изобелино» Молодечненского района Минской области.

Основным методом селекционных работ является отбор, который представляет собой комплекс приемов по всесторонней оценке и выделению в каждом поколении лучших животных (рыб) из общей массы для дальнейшего разведения. В селекции рыб основным является массовый отбор, при котором на племя используется потомство лучших по фенотипу особей. Признаки, в направлении которых проводится отбор, могут быть самыми разными, их

выбор зависит от целей селекции [4]. Эффект селекции в значительной степени зависит от числа признаков, по которым ведется отбор. Практика показывает, что чем меньше признаков, по которым ведется отбор, тем быстрее достигается желаемый результат. Однако в селекции карпа, сосредоточить внимание на каком то одном признаке, например зеркальном чешуйном покрове или форме тела, без учета продуктивных качеств, представляется методически не верным. Поскольку главными признаками при селекции любого объекта животноводства, считают продуктивные качества, соответствующие породному стандарту в соответствии с которым создается новая порода. В практической селекционной работе с карпом отбор всегда направлен на увеличение общей продуктивности, которая определяется комплексом рыбоводно-биологических признаков. Трудность селекции по комплексу признаков заключается в том, что основные хозяйственно полезные признаки являются полигенными с невысокой степенью наследуемости, а также между некоторыми из них существует отрицательная корреляция [5].

В формировании белорусской зеркальной породы карпа, использованы несколько методов отбора:

- Метод селекции по независимым границам широко применяется в животноводстве, особенно когда ведется отбор по двум и более показателям. При селекции по независимым границам устанавливают минимальные фенотипические требования для каждого селекционного признака, все особи, имеющие показатели ниже этих требований, исключаются из дальнейшего разведения. К воспроизводству не допускаются и такие животные, которые не соответствуют лимитам, хотя бы по одному даже не селекционируемому признаку.

- Для комплексной оценки селекционной ценности при отборе различных групп (семей) применяют метод отбора по зависимым границам (селекционным индексам). Селекционный индекс – показатель племенной ценности, основанный на учете нескольких хозяйственно-значимых признаков. Самый

простой и распространенный метод отбора по зависимым границам является комплексная оценка по сумме баллов или рангам [5, 6].

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

Основными фенотипическими признаками, характеризующими породы карпа, являются показатели телосложения рыб. Измерению подлежат следующие параметры: длина тела до конца чешуйного покрова ( $l$ ), длина хвостового стебля ( $pl$ ), наибольшая высота ( $H$ ) и ширина тела ( $Br$ ), наименьшая высота тела ( $h$ ), наибольший обхват тела ( $O$ ), длина головы ( $C$ ). По данным индивидуального взвешивания и измерений рассчитывают коэффициент упитанности ( $Ky = m/l^3 \cdot 100$ ) и индексы прогонистости ( $l/H$ ), широкоспинности ( $Br/l, \%$ ), обхвата тела ( $O/l, \%$ ), длины головы ( $C/l, \%$ ), относительной толщины хвостового стебля ( $pl/h$ ). Культурным отселекционированным формам карпа больше свойственны высокоспинность, округлая форма тела и высокие значения индексов  $Ky$ ,  $Br/l$ ,  $O/l$ , при соответственно меньшем значении показателя  $l/H$  [6]. Основным селекционным признаком на начальных этапах выращивания является масса тела. Величина массы тела у младшего ремонта (сеголетки, годовики, двухлетки) в значительной степени зависит от условий выращивания (плотность зарыбления, режим кормления, гидрохимические условия содержания). В связи с этим величина средней массы различных селекционных групп могут значительно варьировать как в различные годы, так в разных прудах (хозяйствах). Поэтому нельзя заранее определить с какой массой тела следует отбирать селекционный материал, хотя конечно, масса тела карпа на начальных этапах выращивания определяет его дальнейшую продуктивность. Желательно, чтобы отобранные селекционные сеголетки имели среднюю массу тела не менее 40 г, а двухлетки не менее 600 г (табл. 1). Необходимо учитывать, что при достаточном количестве материала следует проводить отбор модального (среднего) класса с 20 % отклонением. Например, при средней массе сеголетков 40 г, отобранные карпы, могут иметь массу от 32 до 48 г. То есть как более мелкие, так и более крупные особи не используются в

селекционном процессе. Более мелкие могут оказаться, генетически обусловлено тугорослыми, а крупные могут в дальнейшем оказаться с нарушениями в развитии воспроизводительной системы, что является крайне нежелательным на последующих этапах отбора.

**Таблица 1 – Целевой стандарт отбора младшего ремонта селекционного зеркального карпа по фенотипическим признакам (независимым границам)**

Показатели	Селекционные линии	
	1-я	2-я
масса тела сеголетков, г	35-45	35-45
масса тела двухлетков, г	650-800	600-800
коэффициент упитанности, $K_u$	3,1-3,3	3,0-3,2
относительная длина головы, $C/l$ , %	не более 30,0	не более 30,0
коэффициент высокоспинности, $l/H$	2,5-2,8	2,8-3,1
относительная ширина тела, $Br/l$ , %	15,5-18,0	15,5-18,0
относительная толщина хвостового стебля, $h/pl$	0,90-1,00	0,70-0,80
относительны обхват тела, $O/l$ , %	не менее 95,0	не менее 90,0
среднее количество чешуй на боковой линии	4-8	12-16

Важным показателем, учитываемым в селекционном процессе белорусского зеркального карпа, является его форма тела. Один из важнейших показателей, определяющий форму тела – величина индекса высокоспинности. У карпов из коллекционного стада СПУ «Изобелино» величина этого показателя колеблется в достаточно широких пределах от 2,1 у европейских пород до 4,2 у амурского сазана [7]. Селекционируемый зеркальный карп, является по своему происхождению сложным кроссом, находящемся на этапе стабилизирующего отбора. Величина высокоспинности его первой линии, отличающейся чисто карповым генотипом, составляет 2,50-2,80, а второй линии, включающей наследственность сазана – 2,80-3,10 [8]. Относительная толщина тела у селекционного зеркального карпа должна составлять не менее 15,5 %, а обхват тела у отобранных на племя двухлетков не менее 90,0 %.

Относительный размер головы не должен превышать 30,0 %. В последнее десятилетие при определении стабильности и однородности фенотипических признаков пород карпа используется показатель относительной толщины хвостового стебля [9]. У европейских пород (немецкий, югославский карпы) этот индекс составляет 1,0 и более, а у пород белорусской селекции значительно ниже – 0,7-0,8 [10]. Поскольку в геноме новой породы аккумулирована наследственность нескольких пород, величина этого показателя для первой линии 0,9-1,0, для второй 0,7-0,8.

Для зеркального карпа важным фенотипическим признаком является количество и расположение чешуи на поверхности тела. При формировании первой линии проводится отбор в направлении уменьшения чешуйного покрова и расположения его по рамчатому типу. Среднее количество чешуи вдоль боковой линии около 6, а во второй – 12-16 штук.

В рыбоводстве при селекции признаков, имеющие показатели наследуемости менее 0,4, применяется семейный или комбинированный отбор. Смысл семейной селекции заключается в том, что для племенного использования отбирают не отдельных особей, как при индивидуальном отборе, а родственные группы, имеющие превосходство по селекционируемым признакам по сравнению со средними показателями семей той же линии.

Для того, чтобы отбор по независимым границам не привел к снижению хозяйственно-ценных признаков, необходимо провести анализ качества селекционных групп (семей). Для отбора качественного селекционного материала (лучших семей) была проведена комплексная оценка семей на начальных этапах выращивания: по выживаемости, устойчивости сеголетков к ВПП, показателям массонакопления (среднештучной массе, приросту, кратности увеличения массы тела, потери массы тела в зимний период) методом ранжирования (табл. 2). 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.

$$R = [(R_{в} + R_{м} + R_{к.р.} + R_{ВПП...}): n_1]: n_2,$$

где R – суммарный ранг, R<sub>в</sub> – ранг по выживаемости, R<sub>м</sub> – суммарный ранг по массонакоплению, R<sub>к.р.</sub> – ранг по коэффициенту роста, R<sub>впп</sub> – ранг по заболеваемости ВПП, n<sub>1</sub> – количество рыбохозяйственных признаков, n<sub>2</sub> – количество семей [6].

Лучшие семьи характеризовались меньшими средними рангами, что свидетельствует о меньшем разбросе исследуемых признаков и лучшем их закреплении. Ранг по массонакоплению представляет собой средневзвешенный ранг, объединяющий несколько признаков: абсолютную массу тела, прирост, кратность увеличения массы за сезон и потерю массы за зимовку.

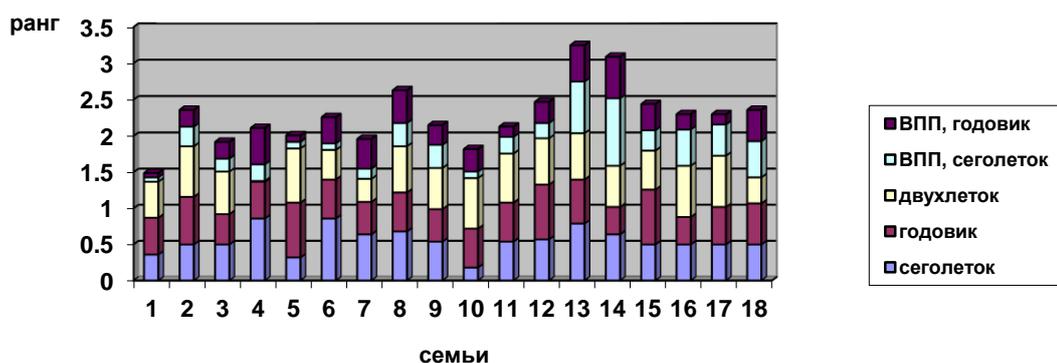
**Таблица 2 – Ранжирование семей зеркального карпа по рыбохозяйственным показателям младшего ремонта и экстенсивности проявления ВПП**

Линия, семья	Средние ранги					Сумма средних рангов
	сеголетк и	годовики	Двухлет- ки	экстенсивность ВПП		
				сеголетк и	годовик и	
1- я линия: 1	<b>0,36</b>	0,51	0,50	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>1,55</b>
2	0,50	0,66	0,70	0,27	0,23	2,36
3	0,50	<b>0,42</b>	0,59	<b>0,18</b>	0,23	<b>1,92</b>
4	0,86	0,51	<b>0,01</b>	0,23	0,50	2,11
5	<b>0,32</b>	0,76	0,75	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	2,01
6	0,86	0,54	<b>0,41</b>	<b>0,09</b>	0,36	2,26
7	0,64	<b>0,45</b>	<b>0,32</b>	<b>0,14</b>	0,41	<b>1,96</b>
8	0,68	0,54	0,64	0,32	0,45	2,63
9	0,54	<b>0,45</b>	0,57	0,32	0,27	2,15
10	<b>0,18</b>	0,54	0,70	<b>0,09</b>	0,31	<b>1,82</b>
11	0,54	0,54	0,68	0,23	<b>0,14</b>	2,13
2- я линия: 12	0,57	0,76	<b>0,46</b>	<b>0,21</b>	0,29	<b>2,29</b>
13	0,79	0,61	0,64	0,71	0,50	3,25
14	0,64	<b>0,38</b>	0,57	0,93	0,57	3,09
15	<b>0,50</b>	0,76	0,54	<b>0,28</b>	0,36	2,44
16	<b>0,50</b>	<b>0,38</b>	0,71	0,50	<b>0,21</b>	<b>2,30</b>
17	<b>0,50</b>	0,52	0,71	0,43	<b>0,14</b>	<b>2,30</b>
18	<b>0,50</b>	0,57	0,36	0,50	0,43	2,36

Определение селекционного индекса с помощью метода ранжирования рассмотрим на примере определения селекционной ценности семей I генерации двух линий зеркального белорусского карпа. По результатам комплексной оценки среди сеголетков лучшими оказались семьи 3, 7, 9 – первая линия и 14, 16 – вторая линия [11]. По результатам зимовки годовиков самыми зимостойкими оказались сеголетки из семей 10, 6, 1 (первая линия), 15, 16, 17, 18 (вторая линия). На этапе товарного выращивания наиболее перспективными в первой линии были семьи 4, 7, 6, во второй 12, и 18. То есть, на каждом этапе оценки лучшими оказывались различные селекционные семьи

Важным составляющим фактором селекционной ценности является устойчивость сеголетков и годовиков к заболеваниям, в частности к ВПП. В результате ранжирования определены более резистентные семьи, с меньшей экстенсивностью данного заболевания [12]. В результате проведения ихтиопатологического анализа сеголетков и годовиков среди семей первой линии устойчивыми оказались семьи 1 и 6. Во второй линии оценки экстенсивности проявления ВПП у сеголетков и годовиков не совпадают. Среди сеголетков более устойчивыми были семьи 12 и 15, а среди годовиков – 17, и 16.

Поскольку, оценки качества селекционного материала на разных этапах выращивания не совпадают, необходимо ввести критерий общей селекционной ценности (селекционный индекс). Так как средний ранг является относительной величиной, не зависящей от года проведения опыта и оцениваемых признаков, предлагаем общую селекционную ценность определять с помощью суммы средних рангов на всех этапах выращивания и устойчивости к ВПП сеголетков и годовиков. Сравнительный анализ продуктивности и резистентности селекционных семей, проведенный с помощью суммирования средних рангов, показывает на относительную ценность семей 1, 3, 10, 7 в первой линии и 12, 16, 17 во второй (рис.1).



**Рисунок 1 – Итоги ранжирования селекционно-значимых признаков семей зеркального карпа.**

Семьи 2, 8, 13, имеющие большую сумму рангов, у которых ни на одном из рассмотренных этапов не установлено повышение продуктивности или устойчивости, подлежат выбраковке. Таким образом, с помощью селекционного индекса, представляющего собой сумму средних рангов семей на каждом из этапов рыбохозяйственной оценки и устойчивости к ВПП, выделены наиболее перспективные в селекционном отношении семьи, которые являются материалом для дальнейшего формирования двух линий белорусского зеркального карпа.

### **Заключение**

Теоретически обоснованными критериями отбора отдельных особей является оценка по независимым границам, которая дает возможность более дифференцированно подходить к племенному использованию производителей карпа, вести целенаправленный их отбор по фенотипическим признакам (экстерьеру, расположению чешуи на поверхности тела).

Сравнительный анализ показателей продуктивности отдельных селекционных групп (семей) с помощью селекционных индексов, учитывающих комплекс рыбохозяйственных признаков, позволяет установить более ценные в селекционном отношении группы особей. При формировании пород и линий карпа предлагается использовать селекционный индекс, включающий показатели изменения массы тела (прирост за вегетационный период и потерю массы за зимовку), выживаемость в периоды выращивания,

нагула, зимовки, устойчивость к заболеваниям, в частности, к воспалению плавательного пузыря.

#### **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 международной научно – практической конференции 23 – 27 августа 2004г., Минск. – Минск: ОДО Тонпик, 2004 – С. 58 – 60.

2. Книга, М.В. Схема селекции породы карпа «Белорусский зеркальный» / М.В. Книга // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2009. – Вып. 25. – С. 37-43

3. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников – Л. «Наука», 1987. – 520 с.

4. Катасонов, В.Я. Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я. Катасонов, Н.Б. Черфас - М. Агропромиздат. - 1986. - С. 3 - 6.

5. Жебровский, Л.С. Селекционная работа в условиях интенсификации животноводства / Л.С. Жебровский Л. «Агропромиздат». – 1987. – 246 с.

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

7. Сборник нормативно - технологической документации по товарному рыбоводству. – М. «Агропромиздат», 1986 – т.1 – С. 4 – 105.

8. Таразевич, Е.В. Породы карпа Республики Беларусь /Е.В.Таразевич, А.П.Семенов, М.В.Книга, В.Б.Сазанов, А.П.Ус, Л.С. Дударенко, Л.М. Вашкевич // Каталог пород карпа (*Cyprinus carpio* L.) стран Центральной и Восточной Европы. – М., 2008. – С.5-13.

9. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность карпа (*Cyprinus carpio* L.). – М.: 1997. – 11с.

10. Книга, М.В., / Показатели телосложения сеголетков двухпородных кроссов карпа. // М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Ус, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, А.П. Семенов, Л.С. Дударенко // «Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства» сб. научных трудов "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия". - Горки, 2009. - Вып. 12, ч. 2. - С. 417-426.

11. Книга, М.В. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика сеголеток исходного селекционного материала зеркального карпа / М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Ус // Рибогосподарська наука України. Сб. научн. тр. - №2. – Киев, 2011. – С. 103-109.

12. Книга, М.В. Устойчивость к воспалению плавательного пузыря и рыбохозяйственные показатели двухпородных зеркальных кроссов карпа / М.В. Книга, А.П.Ус, Л.М. Вашкевич, Е. В. Щербинина, В.Б. Сазанов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2011 - вып. 27 – С. 23-30.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДВУХЛЕТКОВ СЕМЕЙ ПЕРВОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЛИНИЙ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ БЕЛОРУССКОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА**

*Е.В. Таразевич, М.В. Книга, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич, В.В. Шумак\*\**

*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, versa@tut.by*

**COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF FISHERY PROPERTIES OF TWO YEAR OLD FAMILIES OF THE FIRST GENERATION OF THE FOURTH GENERATION LINES FOR THE BELARUSSIAN MIRROR CARP**

*E.V. Tarazevich, M.V. Kniga, L.N. Vashkevich, V.B. Sazanov, L.S. Tentevitskaya, D.A. Mikulevich, V.V. Shumak\**

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

*\*Educational institution "State University of Polessie", Pinsk, Belarus,  
versa@tut.by*

**Реферат.** Представлена характеристика показателей массонакопления и выживаемости двухлетков 18 семей I генерации двух линий белорусского зеркального карпа. На основании комплексной оценки выделены семьи, отличающиеся повышенным темпом роста на данном этапе выращивания.

**Ключевые слова:** селекция, порода, линия, зеркальный карп, двухлетки, масса тела, выживаемость.

**Abstract.** There is provided the characteristic of mass accumulation and survival indices of two-year-old fish within 18 families of the 1st generation of two lines of Belarusian mirror carp. On the grounds of complex evaluation there were distinguished the families having increased grown rate at the said stage of growing.

**Key words:** selection, breed, line, mirror carp, two year old fish, mass of body, weight, survival.

## **Введение**

На данном этапе селекционных работ сформировано ремонтно-маточное стадо селекционного ядра, которое представлено двухпородными и сложными (3х-5ти породными) кроссами зеркального карпа [1]. Проведена комплексная оценка их рыбоводно-биологических показателей и определены перспективные в селекционном отношении комбинации скрещиваний. В создании белорусской зеркальной породы карпа основным направлением селекции является повышение резистентности к заболеваниям, в частности, к ВПП, с обязательным сохранением показателей продуктивности достижений белорусской селекции и с одновременным улучшением фенотипических признаков [2]. В настоящее время сформирован младший ремонт (сеголетки, годовики, двухлетки) I генерации первой и второй линий зеркального карпа [3]. Новая белорусская порода карпа должна отличаться не только повышенными товарными качествами (улучшенным экстерьером и зеркальным чешуйным покровом), но и высокими рыбохозяйственными показателями. С целью формирования высокопродуктивного селекционного материала выращены двухлетки восемнадцати семей двух линий I генерации и проведена оценка их рыбохозяйственных показателей.

## **Материал и методика исследований**

Объектами исследований послужили двухлетки семей I генерации первой и второй селекционируемого зеркального карпа [4]. На основе инвентаризации и бонитировки по общепринятым методикам проводили рыбохозяйственную и фенотипическую оценку всех, выращенных семей зеркального карпа по комплексу признаков [5]. Селекционные семьи сравнивали по следующим показателям: среднештучная масса двухлетков, прирост массы тела за вегетационный сезон, кратность увеличения массы тела, их выживаемость и коэффициент роста [6]. Поскольку семьи из двух линий получены не одновременно, а в разные годы, сравнение их рыбохозяйственных показателей проводили в каждом из вариантов выращивания отдельно. Для комплексной

оценки двухлетков из разных семей обеих линий использовали метод ранжирования [7].

### Результаты исследований и их обсуждение

В настоящее время селекция двух линий зеркального карпа находится на стадии формирования младшего ремонта. Выращены двухлетки семей I генерации обеих линий и проведена их оценка по рыбохозяйственным показателям.

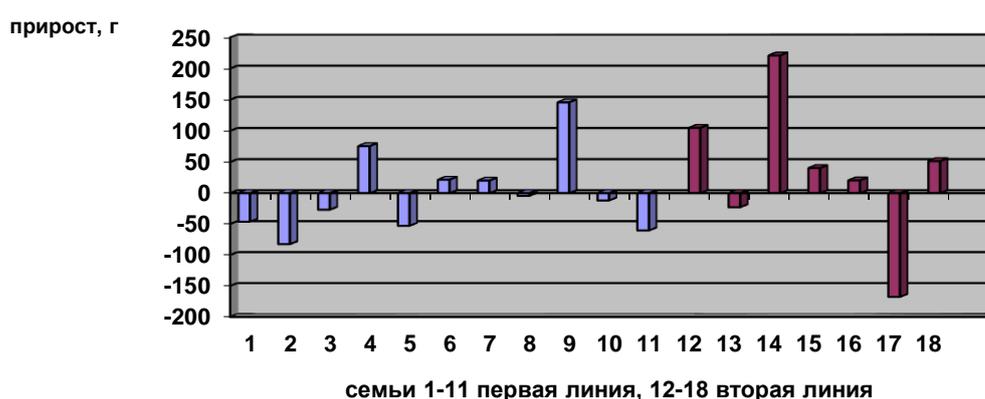
Двухлетков семей I генерации первой линии зеркального карпа в 2012 году выращивали совместно в одном пруду с нормативной для племенного ремонта плотностью зарыбления (1,2 тыс. экз./га). Масса селекционных двухлетков в среднем составила 988,1 г, с колебаниями по группам от 893,7 до 1196,4 г (табл. 1).

**Таблица 1 – Результаты выращивания двухлетков селекционных семей зеркального карпа**

Семья, №	Посажено годовиков			Выловлено двухлетков			При- рост г	Кратность увеличе- ния массы, раз	Выход %
	экз.	масса		экз.	масса				
		общая, кг	средняя, г		общая, кг	средняя, г			
первая линия									
1	110	3,8	34,5	43	40,4	939,5	905,0	27,2	39,1
2	80	2,0	25,0	16	14,3	893,7	868,7	35,7	20,0
3	80	2,9	36,3	28	26,9	960,7	924,4	26,5	35,0
4	30	0,6	20,0	30	31,4	1046,7	1026,7	52,3	100,0
5	160	5,1	31,9	33	30,7	930,3	898,4	29,2	20,6
6	80	2,6	32,5	19	19,1	1005,3	972,8	30,9	23,7
7	120	4,2	35,0	63	63,4	1006,4	971,4	28,8	52,5
8	120	3,9	32,5	24	23,5	979,2	946,7	30,1	20,0
9	67	6,7	100,0	28	33,5	1196,4	1096,4	11,9	41,8
10	120	4,4	36,7	25	24,4	976,0	939,3	26,6	20,8
11	135	4,6	34,1	36	33,3	925,0	890,9	27,1	26,7
Итого:	1102	40,8	37,0	345	340,9	988,1	951,1	26,7	31,3
вторая линия									
12	85	5,0	59,0	49	27,4	559,3	500,3	9,5	57,6
13	82	3,3	40,0	32	13,2	412,7	372	10,3	39,0
14	180	11,7	65,0	7	4,8	684,5	616	10,5	3,9
15	204	9,8	48,0	83	40,1	483,8	435	10,1	40,7
16	180	10,1	96,0	105	53,8	512,0	416	5,3	58,3
17	180	10,8	60,0	128	37,0	289,0	228	4,8	71,1
18	180	9,0	50,0	119	59,1	497,0	447	9,9	66,1
итого:	1091	59,7	54,7	523	235,4	450,1	395,4	8,2	47,9

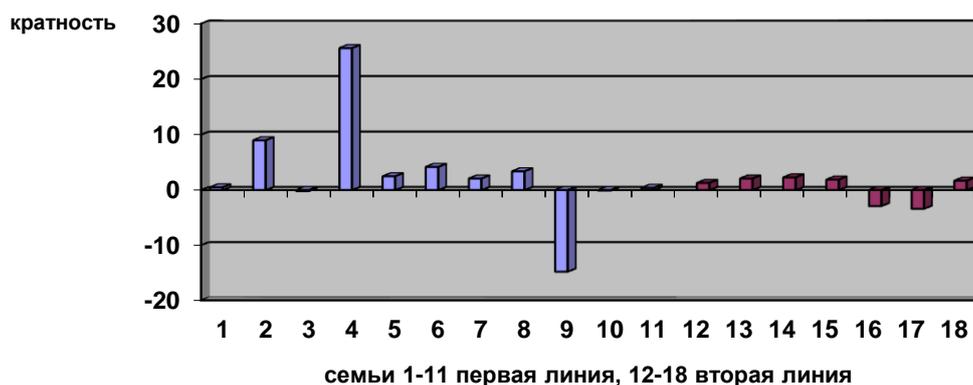
Самым высоким приростом массы тела (более 1 кг) отличались семьи №№ 9 и 4 (1096,4 и 1026,7 г). Одним из важных признаков, характеризующих прирост рыбы, является кратность увеличения массы тела. По этому показателю лучшей оказалась семья № 4, средняя масса которой увеличилась (52,3 раз). Более чем в 30 раз приросли двухлетки карпа из семей №№ 2, 6, 8. Низкой величиной данного показателя характеризовалась семья № 9. Прирост массы тела двухлетков второй линии составил в среднем 395,4 г, с колебаниями от 228,0 (семья 17) до 616,4 г (семья 14). Соответственно, эти семьи имели крайние величины и по показателю кратности увеличения массы тела.

По сравнению со средней популяционной величиной прироста массы тела, наибольшими преимуществами в первой линии обладают семьи 9 и 4 (145,3 и 75,6 г соответственно), а во второй – семьи 14 и 12 (221,1 и 104,9 г) (рис. 1).



**Рисунок 1– Отклонение прироста массы тела селекционных семей от среднепопуляционной величины.**

Кратность увеличения массы тела у семей первой линии колеблется в широких пределах от 11,9 (семья 9) до 52,3 (семья 4). Величина этого показателя в первой линии значительно выше, чем во второй, где масса тела двухлетков увеличилась в 4,8 (семья 17) – 10,5 раз (семья 17). Самой высокой кратностью увеличения массы тела по сравнению со среднепопуляционным значением характеризуется семья 4 из первой линии, разница составляет 25,6 раз (рис. 2).



**Рисунок 2 – Отклонение кратности увеличения массы тела селекционных семей от среднепопуляционной величины.**

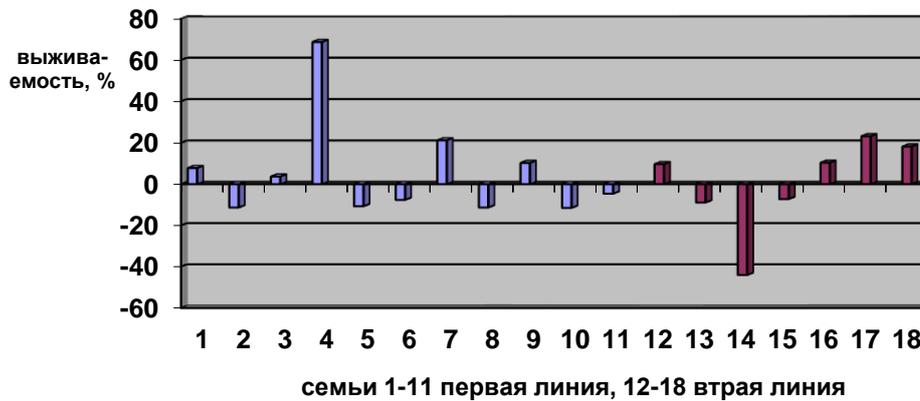
Значительно отстает от среднепопуляционной величины кратность увеличения массы тела у семьи 9 (первая линия). Во второй линии выявленные отличия не столь значительны и составляют от -3,4 до +2,3 раз.

Выход из нагула селекционных двухлетков первой линии составил в среднем 31,3 % с колебаниями от 20,0 до 100,0 %, причем максимальным выходом отличалась семья № 4, обладающая более прогонистой формой тела и разбросанным, а не рамчатым расположением чешуи.

В 2013 году I генерацию второй линии двухлетков зеркального карпа выращивали в малых выростных прудах площадью 0,8-0,17 га. Во всех опытных прудах отмечен низкий выход селекционного материала. Показатель выживаемости двухлетков второй линии колебался от 3,9 (семья 14) до 71,1 % (семья 17), составляя в среднем 47,9 %, что значительно ниже нормативных требований. Поскольку, болезней и отхода рыбы во время нагула не было зарегистрировано, низкий выход двухлетков обусловлен несоблюдением технологии заливки и облова прудов, и браконьерством в течение вегетационного сезона. Этот факт значительно снижает объективность оценки показателей выживаемости селекционного материала (зеркальных семей).

Отклонение показателя выживаемости двухлетков от среднепопуляционной величины варьирует в широких пределах (рис. 3). Самое высокое отклонение отмечено у семьи 4 (68,7 %). Значительные

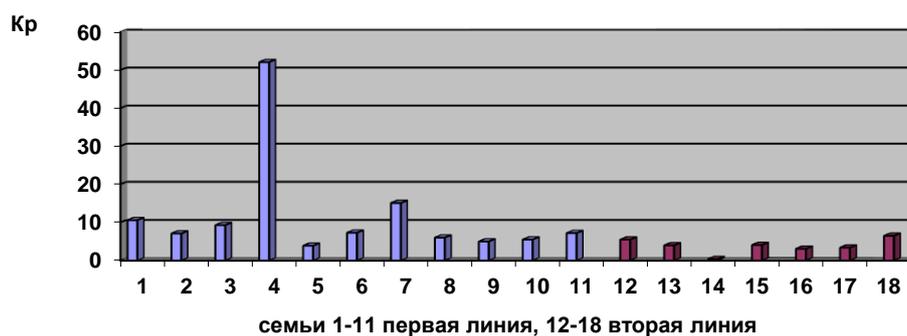
положительные отклонения установлены и для семей первой линии 7 и 9 (21,2 и 10,3 %).



**Рисунок 3 – Отклонение показателей выживаемости селекционных семей от среднепопуляционной величины.**

Во второй линии повышенной выживаемостью по сравнению со среднепопуляционной величиной характеризуются семьи 17, 18 и 16, отличия которых составляют 23,2, 18,2 и 10,4 % соответственно.

Коэффициент роста (Кр) по Бружинскасу является критерием оценки рыбохозяйственной ценности популяции рыб, коррелирующей с параметрами посадки и вылова [6]. Из семей I генерации первой линии, максимальным Кр (52,1) отличается семья № 4, у которой отмечен выход 100,0 % и максимальная кратность увеличения массы тела (рис.4).



**Рисунок 4 – Коэффициент роста двухлетков селекционных семей I генерации зеркального карпа (по Бружинскасу).**

В целом же величина Кр низкая для двухлетков, и вызвано это, прежде всего выходом из нагула значительно ниже нормативных требований (норматив

85,0 %). Относительно более высоким Кр, характеризуются семьи №№ 7 (15,1) и 1 (10,6) (I генерация первая линия). Во второй линии (I генерация) повышенным коэффициентом роста отличались семьи 18 и 12.

Комплексная оценка, рассмотренных рыбохозяйственных показателей двухлетков карпа, проведенная методом ранжирования, позволяет установить относительно более ценные группы для проведения дальнейших селекционных работ (табл. 2).

**Таблица 2 – Комплексная оценка рыбохозяйственных признаков двухлетков семей зеркального карпа**

Семья №	Ранги по признакам				Сумма рангов	Средний ранг
	прирост	кратность	выход	Кр		
I генерация первая линия						
1	8	7	4	3	22	0,50
2	11	2	10	7	31	0,70
3	7	10	5	4	26	0,59
4	2	1	1	1	5	0,01
5	9	5	9	11	33	0,75
6	3	3	7	5	18	0,41
7	4	6	2	2	14	0,32
8	5	4	10	8	27	0,61
9	1	11	3	10	25	0,57
10	6	9	8	9	32	0,73
11	10	8	6	6	30	0,68
I генерация вторая линия						
12	2	5	4	2	13	0,46
13	6	2	6	4	18	0,64
14	1	1	7	7	16	0,57
15	4	3	5	3	15	0,54
16	5	6	3	6	20	0,71
17	7	7	1	5	20	0,71
18	3	4	2	1	10	0,36

Максимальными преимуществами в первой линии по рыбохозяйственным показателям с суммой рангов 5 (средний ранг 0,01) обладает семья № 4. Средние ранги семей №№ 6 и 7 также не высоки и составляют 0,41 и 0,32 соответственно. Двухлетки семей №№ 2, 5, 10, и 11 менее продуктивные и отличаются повышенными средними рангами. По результатам ранжирования рыбохозяйственных показателей двухлетков во

второй линии некоторыми преимуществами обладали семьи 18 и 12 со средними рангами 0,36 и 0,46 соответственно, а семьи 16 и 17 наоборот оказались менее продуктивными.

Между рассмотренными показателями установлена высокая корреляционная взаимосвязь (таб. 3).

**Таблица 3 – Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (rs) показателей двухлетков**

<b>Признаки</b>	<b>rs</b>	<b>Признаки</b>	<b>rs</b>
прирост - кратность	0,75	прирост – средний ранг	0,62
прирост - выход	0,82	кратность - средний ранг	0,52
прирост - Кр	0,59	выход - средний ранг	0,60
прирост – выход	0,63	Кр - средний ранг	0,71
кратность – Кр	0,78	-	-
выход - Кр	0,88	-	-

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составляет от 0,59 (прирост – коэффициент роста) до 0,88 (выход – коэффициент роста). Вклад каждого, из рассмотренных признаков в средний ранг примерно одинаков, хотя, можно отметить тенденцию большего влияния на средний ранг комплексного расчетного показателя коэффициента роста (Кр). Коэффициент корреляции Спирмена между Кр и средним рангом составляет 0,71. Следовательно, Кр является относительно более объективным показателем, отражающим рыбохозяйственную ценность селекционной семьи, и его можно рассматривать как селекционный индекс для двух и трехлетков (этап товарного выращивания).

### **Заключение**

1. Ремонтное стадо двухлетков селекционного зеркального карпа представлено I генерацией двух линий, включает восемнадцать семей (11 – первая линия, 7 – вторая линия). Большое количество селекционных групп (семей) позволяет сочетать отбор по семьям (групповой) с массовым отбором внутри семей.

2. Среди двухлетков первой линии выделены четыре семьи, у которых средняя масса тела превышала 1,0 кг (№№ 4, 6, 7, 2). Прирост средней массы тела увеличился за вегетационный сезон более чем на 1 кг у семей 4 и 9. Причем, масса тела двухлетков из семьи 4 увеличилась по сравнению с годовиками в 52,3 раза. Прирост массы тела у семей второй линии значительно ниже. Относительно высокие показатели массонакопления отмечены у семьи 14 по сравнению с остальными семьями и среднепопуляционной величиной.

3. Выходы селекционных семей оказались ниже нормативных требований, что вызвано, прежде всего, абиотическими факторами. Относительно высоким выходом характеризовались семья 4 из первой линии и семья 17 из второй.

4. Между рассмотренными рыбохозяйственными показателями с помощью коэффициента ранговой корреляции выявлена высокая корреляционная зависимость. Установлено, что коэффициент роста является более объективным показателем, отражающим селекционную ценность семьи по комплексу рыбохозяйственных показателей.

### **Список использованных источников**

1. Книга, М.В. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика сложных зеркальных кроссов и чистопородных карпов / М.В. Книга, Е.В. Таразевич, А.П. Ус, Е.А. Щербинина, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2011. – вып. 27. – С.14-22.

2. Книга, М.В. Характеристика устойчивости сеголетков зеркальных карпов к заболеванию воспаления плавательного пузыря / М.В. Книга, А.П. Ус // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2010 - вып. 26. – С. 16-27.

3. Таразевич, Е.В. Сравнительная характеристика результатов зимовки сеголетков селекционных зеркальных карпов / Е.В. Таразевич, М.В. Книга, Л.М. Вашкевич, А.П. Ус, А.П. Семенов, Т.Ю. Кананович, Л.С. Тентевицкая // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2012 - вып. 28. – С. 8-21.

4. Книга, М. В. Схема селекции породы карпа «Белорусский зеркальный» / М. В. Книга, Е.В. Таразевич, А. П. Ус, В.В. Шумак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2009. – вып. 25. – С. 37-43.

5. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников – Л. «Наука», 1987. – 520 с.

6. Бружинскас, Ю.К. Методика изучения рыбохозяйственной ценности селекционируемых карпов / Ю.К. Бружинскас // Селекционно-племенная работа в прудовом рыбоводстве – Вильнюс, 1973. – С.41-47.

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

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ САМОК КАРПОВ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

*М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич*

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

## **CHARACTERISTIC OF REPRODUCTIVE QUALITIES OF CARP FEMALES OF VARIOUS ORIGIN**

*M.V. Kniga, E.V. Tarazevich, L.N. Vashkevich, L.S. Tentevitskaya, D.A. Mikulevich*

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

**Реферат.** В статье представлены результаты исследований плодовитости самок карпа линий белорусской селекции и завезенных в Беларусь пород. Высокая изменчивость самок по показателям рабочей и относительной рабочей плодовитости позволила сформировать группу, характеризующуюся повышенной плодовитостью, которая является генофондом для дальнейшей селекционной работы.

**Ключевые слова:** Карп, порода, самка, икра, рабочая плодовитость, относительная рабочая плодовитость.

**Abstract.** The paper provides the results of investigating the fertility of carp females of Belarussian selection lines and some breeds imported to the Republic of Belarus. High variability of females by indices of working fertility and relative working fertility made it possible to create a group featuring an increased fertility which represents a gene pool for further selective breeding programs.

**Key words:** carp, breed, female, spawn, working fertility, relative working fertility.

### **Введение**

Расширение ассортимента продуктов питания полученных от прудовой рыбы, является одним из методов повышающих эффективность рыбоводства в целом. В последние годы в Беларусь из России и других стран импортируется

большое количество пищевой икры промысловых рыб – трески, минтая, сельди, мойвы и других видов. Годовой объем импорта составляет до 2 тыс. тонн. Икра карпа представляет собой высококачественный белковый продукт, занимает четвертое место по своим вкусовым качествам после осетровой, лососевой, щучьей и может служить альтернативой импортируемому продукту, частично замещая его на внутреннем рынке, тем самым, экономя государству валютные средства. Важными положительными факторами получения пищевой карповой икры являются: прижизненное получение, ежегодный цикл созревания самок, большие сроки сохранения генеративной способности (8-10 лет) [1]. Производители карпа в репродуктивном возрасте способны продуцировать до 1,5 кг икры. Поэтому актуальным вопросом в настоящее время является проведение широкомасштабной селекции по повышению репродуктивных показателей самок карпа белорусской селекции.

### **Материал и методика исследований**

Воспроизводство чистых линий карпа и экспериментальные скрещивания проводили в селекционно-племенном участке «Изабелино» РУП «Институт рыбного хозяйства», где имеется коллекционный фонд пород белорусской и зарубежной селекции [2]. В заводском нересте было задействовано 103 экз. производителей при соотношении по полу 1:1. При отборе икры у половозрелых самок руководствовались методиками и схемами проведения искусственного нереста рыб [3, 4, 5]. В качестве стимулятора созревания икры применяли суспензию ацетонированных гипофизов карпа, вводимую дробными дозами (трехкратно) в соответствии с нормативами. С целью формирования ремонтно-маточного стада карпов, отличающихся повышенной плодовитостью, для получения селекционного материала использовали икру только от самок с высокой плодовитостью, отзывчивых на низкие дозы гипофиза. Доза гипофиза, стимулирующая одновременный нерест для большинства использованных самок составила 0,75 – 2,5 мг/кг. Обязательным условием при отборе самок для селекционных работ являлась полная отдача ими икры, без тромбов.

Инкубацию проводили в аппаратах Вейса. В нересте использованы средневозрастные наиболее продуктивные 7-8 годовалые самки разных пород и породных групп.

Гидрохимические показатели воды при преднерестовом содержании соответствовали нормативным требованиям проведения искусственного нереста, а температура была несколько ниже и составляла 16-20°C.

Рабочую плодовитость, которая представляет собой расчетный показатель (массу полученной икры делили на среднюю массу одной икринки), определяли опытным путем [6].

При проведении отбора определяли разницу между средней популяционной  $\bar{x}_0$  и средней величиной признака у отобранной группы  $\bar{x}_i$ , которую принято называть селекционным дифференциалом  $S$ , то есть  $S = \bar{x}_i - \bar{x}_0$  [7, 8]. Статистические показатели рассчитывали по общепринятым методикам [9, 10].

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

Формирование племенного генофонда с потенциально высокой плодовитостью начато в 2011 г. Самок каждой породной группы, использованных в заводском нересте, делили на две группы: первая (I) – полная отдача икры, без тромбов, отзывчивые на низкие дозы гипофиза; вторая (II) – самки с неполной отдачей икры, икра худшего качества.

При получении чистопородных групп и селекционных семей зеркального карпа введена оценка рабочей и относительной рабочей плодовитости самок. Самки с повышенной и пониженной плодовитостью объединены в отдельные группы. Для формирования генофонда карпа с повышенной плодовитостью использовали потомство, полученное только от высокоплодовитых самок (I).

В каждой из воспроизведенных чистопородных групп карпа и среди кроссов, использованных для получения селекционного материала, плодовитость самок колебалась в широких пределах (табл. 1).

**Таблица 1 – Характеристика воспроизводительных качеств самок**

Год	Породная принадлежность, группа	Масса		К – во икры в 1г, тыс. экз.	Плодовитость		
		самки, кг	икры, г		рабочая, тыс. экз.	относительная рабочая, тыс. экз./кг	
2011	Три прим	I	5,25±0,35	731±39,46	677,1±29,11	661,1±28,60	88,4±4,00
		II	3,9±0,41	187±13,04	705,7±44,77	132,9±8,21	33,8±2,77
2013	Три прим,	I	6,0±0,28	665±39,95	654,0±24,16	435±20,63	72,5±2,75
2011	Смесь чешуйчатая,	I	5,4±0,23	619±36,20	446,3±14,25	263,5±13,15	48,5±2,47
		II	5,8±0,35	199±7,44	425,0±30,68	83,2±5,34	14,2±1,02
2013	Смесь чешуйчатая,	I	6,3±0,27	865±33,50	592,0±24,05	435±20,63	72,5±2,75
2011	Столин XVIII,	I	6,4±0,28	719±39,44	379,0±14,22	272,5±12,18	47,1±2,31
		II	6,2±0,75	137±19,77	515,0±40,68	70,6±8,97	11,4±0,89
	Смесь зеркальная,	I	5,5±0,54	582±40,39	465,0±17,41	270,7±22,1	49,2±3,02
		II	5,6±0,29	103±10,70	485,0±29,50	50,0±7,50	8,9±1,13
2011	Лахвинский,	I	4,1±0,24	505±32,35	567,5±29,67	287,0±15,78	69,9±3,73
		II	3,4±0,41	67±5,42	550,0±60,33	36,6±5,28	10,7±0,92
2013	Лахвинский,	I	4,4±0,57	389±36,53	578,0±38,77	225±19,12	51,1±3,45
2011	Югославский,	I	6,0±0,46	424±31,29	770,7±51,38	320,7±14,9	54,7±3,23
		II	4,7±0,60	101,0±5,95	677,5±82,08	68,5±3,92	14,4±0,75
2012	Югославский,	I	5,6±0,22	395±21,72	335,0±16,47	132,3±12,59	23,7±1,66
2013	Югославский,	I	5,8±0,15	509±48,10	676,0±26,72	344±27,30	59,3±3,14
2011	Немецкий,	I	4,8±0,27	477±35,05	741,7±55,74	351,5±18,5	74,9±4,83
		II	5,4±0,62	119±8,25	737,0±89,36	87,8±8,57	16,3±1,69
2013	Немецкий,	I	6,2±0,18	337±22,01	637,0±37,79	215±12,29	34,7±2,12
2012	Сарбоаянский,	I	4,9±0,10	503±22,59	676,0±39,86	340,9±23,59	69,4±2,55
2011	Кроссы,	I	4,3±0,37	496±32,63	725,4±49,05	355,0±25,90	82,1±6,6,3
		II	5,1±0,46	135±6,28	574,6±48,86	77,9±3,31	15,8±1,11
2012	Кроссы,	I	5,1±0,03	623±43,16	518,0±22,60	322,8±17,70	63,4±2,74
2013	Кроссы,	I	5,8±0,34	431±32,20	617±39,08	265±13,26	45,6±2,24

**Примечание:**  $\bar{x}$  (I) – средние показатели самок с повышенной плодовитостью;  $\bar{x}$  (II) – средние показатели самок с пониженной плодовитостью.

В отводке три прим изобелинского карпа в 2011 году в нересте использовали 12 самок, из них 9 соответствовали указанным требованиям. Средняя масса икры, полученной от отобранных самок, составила 730,7 г. Средняя рабочая плодовитость в этой отводке 661,1 тыс. икринок, приходящихся на одну самку, а средняя относительная рабочая плодовитость 88,4 тыс. экз. икры на один килограмм массы самки. У трех самок из отводки три прим, участвовавших в нересте, показатели плодовитости ниже, их рабочая плодовитость составила 132,9 тыс. экз., а относительная рабочая плодовитость - 33,8 тыс. икринок. В нересте использовали 17 самок отводки смесь чешуйчатая изобелинского карпа, 10 из них отнерестились после двукратной инъекции с

суммарной дозой гипофиза 0,75 мг/кг. Количество икры, отобранной от этих самок, составило в среднем 618,8 г. Рабочая плодовитость в отобранной группе самок смеси чешуйчатой составила в среднем 263,5 тыс. экз., а относительная рабочая плодовитость - 48,5 тыс. икринок на 1 кг массы самки. Средние показатели плодовитости, в группе самок, потомство которых не использовали для селекции значительно ниже, и составляет в среднем 198,9 г икры, рабочая плодовитость – 83,2 тыс. экз., относительная рабочая плодовитость 14,3 тыс. экз./кг. Для характеристики результатов нереста 2012 и 2013 гг. в таблице 1 представлены данные плодовитости самок различной породной принадлежности из I группы (самки с повышенной плодовитостью) и II группы (самки с низкими показателями плодовитости).

В 2013 г. высокими рыбоводными показателями, характеризующими качество нереста, отличаются отводки три прим и смесь чешуйчатая. Их рабочая плодовитость составила в среднем 404 и 435 тыс. экз., а относительная рабочая плодовитость 66,2 и 72,5 тыс. экз./самку соответственно.

В отводке столин XVIII от 12 плодovitых самок (I) получено в среднем по 719 г икры (табл. 2). Масса, полученной от каждой самки икры, колебалась от 480 до 950 г. Средняя рабочая плодовитость в этой группе составила 301,4 тыс. икринок на 1 самку, а относительная рабочая плодовитость 47,1 тыс. икринок на 1 кг массы тела самки. В группе самок с низкой плодовитостью (II) количество икры, отобранной от одной самки, составило в среднем 137 г, рабочая плодовитость 70,6 тыс. экз., относительная рабочая плодовитость 11,4 тыс. икринок на 1 кг.

В отводке смесь зеркальная потомство получено от 6 самок, характеризующихся повышенной плодовитостью. Средняя масса икры, полученной от одной самки, составила 582 г. Рабочая плодовитость составила 270,7 тыс. экз., относительная рабочая плодовитость - 49,2 тыс. экз./кг. Во II группе самок этой отводки, характеризующейся низкой плодовитостью средняя масса икры, отданной одной самкой, составила 103 г, рабочая плодовитость – 50,0 экз., относительная рабочая плодовитость – 8,9 тыс. икринок на 1 кг.

У самок породы лахвинский чешуйчатый, использованных при получении потомства заводским методом, в 2011 г. наблюдалась достаточно высокая относительная рабочая плодовитость - 69,9 тыс. экз./кг. В 2013 г. самки лахвинского карпа отличались несколько меньшей плодовитостью по сравнению с самками изобелинского карпа (рабочая плодовитость – 225 тыс. экз., относительная рабочая плодовитость – 51,1 тыс. экз./самку).

Группа с повышенной плодовитостью включает самок кроссов, полученных от отводок изобелинского карпа (три прим, смесь чешуйчатая и столин XVIII). Причем одна самка из отводки столин XVIII полностью отнерестилась три года подряд, и ее потомство представляет собой ценный селекционный материал. От этой самки получено 865 г, она характеризуется большей рабочей и относительной рабочей плодовитостью. Из 12, отнерестившихся самок помесного происхождения в 2011 г., 7 отдали икру полностью. Масса, полученной от них икры составила в среднем 495,1 г. Величина рабочей плодовитости достигала 711,9 тыс. экз., а относительной рабочей плодовитости 114,2 тыс. экз./кг, составляя в среднем 355,0 тыс. икринок и 82,15 тыс. экз./кг соответственно. Среди самок помесного происхождения, использованных для получения селекционного потомства в 2012 г., количество отданной икры отдельными особями достигало 1000 г и в среднем составило 623 г на одну самку, но в 2013 г. величина этого показателя несколько ниже.

Перспективными для использования в селекционной работе, в направлении повышения плодовитости самок, могут быть импортные коллекционные породы: югославский, немецкий и сарбоянский карпы. Так, 5 самок из 8 югославского карпа, использованных в заводском воспроизводстве, характеризовались достаточно высокими показателями плодовитости (рабочая плодовитость 320,7 тыс. экз., относительная рабочая плодовитость 54,7 тыс. экз./кг). Из 8 самок немецкого карпа, использованных в заводском воспроизводстве, 6 отличались высокими показателями плодовитости (рабочая

плодовитость 351,5 тыс. экз., относительная рабочая плодовитость 74,9 тыс. экз./кг).

В нересте 2012 года участвовали производители югославского и сарбоянского карпов. Средняя рабочая плодовитость самок югославского карпа составила 132,5 тыс. экз., сарбоянского 339,9 тыс. экз., а относительная рабочая плодовитость 23,7 и 69,4 тыс. экз./кг соответственно.

Различия показателей плодовитости между высоко и низко плодовитыми самками из I и II групп статистически достоверны (табл. 2).

**Таблица 2 – Достоверность различий показателей плодовитости самок I и II групп**

Породная принадлежность	Показатели				
	масса тела	масса икры	количество икры в 1 г	рабочая плодовитость	относительная рабочая плодовитость
три прим	≈0,01	<0,001	>0,1	<0,001	<0,001
смесь чешуйчатая	>0,1	<0,05	>0,1	<0,001	<0,001
столин XVIII	>0,1	<0,001	≈0,001	<0,001	<0,001
смесь зеркальная	>0,1	<0,001	>0,1	<0,001	<0,001
лахвинский	>0,1	<0,001	>0,1	<0,001	<0,001
югославский	>0,1	<<0,01	>0,1	<0,001	<0,001
немецкий	>0,1	<0,001	>0,1	<0,001	<0,001
кроссы	>0,1	<0,001	0,05	<0,001	<0,001

Исходя из средних показателей рабочей плодовитости коллекционных групп, от которых в 2012 году получено потомство, более высокой плодовитостью характеризовался сарбоянский карп, а югославский карп имел относительно низкую плодовитость самок по сравнению с остальными породами и кроссами.

Из импортных пород большей плодовитостью характеризовался югославский карп. Из всех использованных в нересте чистопородных групп, самки немецкого карпа оказались менее плодовитыми (рабочая плодовитость – 215 тыс. экз., относительная рабочая плодовитость – 34,7 тыс. экз./самку).



**Рисунок 1 - Отклонение рабочей плодовитости самок первой группы от среднепопуляционного значения.**

Очевидно, что самки из II группы с низкой плодовитостью не пригодны к нересту и подлежат выбраковке. Для формирования исходного селекционного генофонда карпа, характеризующегося повышенной плодовитостью, используются только самки из I группы, и именно их потомство является ремонтом для племенных коллекционных групп.

Средняя рабочая плодовитость самок по трем годам исследований составила приблизительно 200 тыс. икринок на 1 самку, что совпадает с нормативными требованиями. Отклонение рабочей плодовитости (селекционный дифференциал) самок карпов разного происхождения (пород, отводок, линий) из первой группы от среднепопуляционной величины рабочей плодовитости представлены на рисунке 1.

На общем фоне наиболее плодовитые самки из чистопородных групп оказались в отводках изобелинского карпа три прим (2011 и 2013 гг.) и смесь чешуйчатая (2013 г.). Стабильные отклонения рабочей плодовитости в сторону увеличения наблюдались у самок югославского карпа (третье поколение) на протяжении трех нерестовых кампаний (120,7-160,3 тыс. экз.). Самки немецкого (2011 г.) и сарбоянского (2012 г.) также имели значительные преимущества (более 100 тыс. экз.) по сравнению со среднепопуляционной величиной. Самки первой группы помесного происхождения также характеризовались повышенной плодовитостью по сравнению со среднепопуляционной величиной, отклонение от которой в 2011 г. составило 155,0 тыс. икринок, в 2012 г. – 122,8 тыс. экз., в 2013 г. – 64,4 тыс. экз.

### **Заключение**

Формирование генофонда карпов, характеризующихся повышенной плодовитостью, продолжалось на протяжении 2011-2013 гг. Очевидно, отклонение средней рабочей плодовитости самок первой группы от среднепопуляционной величины колебалось в широких пределах в зависимости, как от породной принадлежности, так и от года проведения нереста.

В целом, в период нерестовых кампаний 2011-2013 гг. получено потомство от самок, прошедших отбор по плодовитости для создания исходного материала (ядра), с целью дальнейшей селекции в сторону повышения плодовитости и увеличения сроков эксплуатации самок.

Установлена высокая изменчивость показателей плодовитости самок карпа разного происхождения. Это позволило провести отбор и сформировать маточное стадо, характеризующиеся увеличенной плодовитостью и получить потомство от высокоплодовитых самок.

Вероятно, на последующих этапах селекционных работ в направлении повышения плодовитости, кроме белорусских пород следует использовать и

некоторые импортные коллекционные группы, характеризующиеся повышенной плодовитостью в условиях Беларуси.

### **Список использованных источников**

1. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л., Наука, 1987. – 519 с.
2. Таразевич, Е.В. Сравнительная характеристика воспроизводительных качеств самок карпов различных пород в условиях заводского нереста Таврійський науковий вісник / Е.В. Таразевич //Сб. науч. тр. – Выпуск 76. Херсон, 2011. – С. 266-276.
3. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. /Под общей редакцией Кончиц В.В.– Минск: Тонпик, 2006. - 331с.
4. Таразевич, Е.В. Книга М.В., Прохорчик Г.А. и др. Практика использования вытяжки из смеси древесной и торфяной золы для обесклеивания оплодотворенной икры карпа /Е.В. Таразевич Е.В. М.В.Книга, Г.А. Прохорчик // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн., 2005. – вып. 21 – С. 20 - 23.
5. Таразевич, Е.В. Сравнительная характеристика методов воспроизводства карпа /Е.В. Таразевич, М.В. Книга, Г.А. Прохорчик, И.В. Чимбур, А.П. Ус, Л.С. Дударенко, Л.М. Вашкевич, Л.С. Тентевицкая // Сб. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: РУП "ИРХ НАН Беларуси". - Мн. 2005. – Вып. 21. – С. -11-14.
6. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб /И.Ф.Правдин. - М.,1966. -375с.
7. Савченко, В.К.. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях / В.К.Савченко – Минск: Наука и техника, 1984. - 223с.
8. Книга, М.В. Показатели отбора среди сеголетков разного происхождения / М.В. Книга, А.П. Ус, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. - Мн., 2007. – вып. 23. – С. 272-280.

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

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

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

Пат. №5728 Способ обесклеивания оплодотворенной икры рыб./ А.И.Чутаева, И.В. Чимбур, А.П. Ус, Л.М. Вашкевич, Л.С., Тентевицкая. - Заявка № а 19990846. Заявл. 09.09. 1999. Оpubл. 22.07.03.

## НОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ - ОСНОВА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ РОСТА КАРПА

*В.В. Шумак*

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

## STANDARD SHOWINGS OF STOCK BREEDING – THE BASIS FOR DEVELOPMENT OF CARP GROWING MODEL

*V.V. Shumak*

*Educational institution “State University of Polessie”,  
Pinsk, Belarus,  
e-mail: versa@tut.by*

**Реферат.** В статье разработаны формулы для проведения анализа и комплексной оценки полученных рыбоводных результатов по племенной работе с карпом. Полученные результаты отражают эффективность процесса выращивания. Разработана модель роста в течении 175 суток для племенного сеголетка карпа. При удлинении срока выращивания до года и сохранении комфортных условий содержания, значение массы сеголетка карпа может достигать 1,7 кг. Подтверждается проведенными расчетами в модели роста, что в реальности достигается среднештучная масса двухлетка карпа в 660 г и выше. Племенной материал двухлетка карпа, используемый для формирования пополнения маточного стада, достигает массы 1 кг.

**Ключевые слова:** нормативы, сеголеток, рост, коэффициент массонакопления.

**Abstract.** In the paper there were designed the formulae for analyzing and complex evaluation of piscicultural results on carp stock breeding. The results obtained display the efficiency of growing process. There was developed the growing model for 175 days for pedigree one year old carp individual. If the growing period is extended to one year and comfortable keeping conditions are maintained, the mass of one year old carp individual may attain 1,7 kg. It is confirmed by calculations in growing model that inreality average mass of two year old carp fish makes 660 g and more. Pedigree material of two year old carp fish used for supplementing the mother stock increasing generation attains 1 kg mass.

**Key words:** standards, one year old fish, growing, mass accumulation ratio.

## **Введение**

В условиях производственных рыбохозяйственных предприятий большое внимание уделяют выращиванию стандартного сеголетка карпа среднештучной массой не менее 25 г. В то же время для выращивания племенного материала сеголетка карпа требования по среднештучной массе выше 40 - 45 г по 2 зоне рыбоводства при разреженных плотностях посадки. Селекционно-племенная работа всегда имела огромное влияние на результативность ведения рыбного хозяйства, и сейчас выходит на качественно новый уровень, ее значимость повышается. Для обеспечения полноценного физиологического состояния рыбы в зимний период, применяют различные методы интенсификации рыбоводства в летний период. Интенсификация ведения селекции и племенной работы в рыбоводстве, заключается в совершенствовании существующих подходов в оценке результативности мероприятий. Так, в прудах проводилось создание и поддержание естественной кормовой базы на высоком уровне, осуществлялось кормление искусственными комбикормами, поддерживался благополучный гидрохимический и газовый режим.

## **Материал и методика исследований**

Материалом для анализа темпа массонакопления племенного карпа являлись сеголетки и двухлетки чистопородных групп карпов из коллекции племенного стада СПУ «Изобелино» (2011 г.)

Анализ и оценку эффективности выращивания племенного посадочного материала карпа проводили многие именитые ученые [1, 2]. Процесс выращивания рыбы в естественной среде прудов очень подвержен влиянию условий окружающей среды.

Комплексный показатель оценки полученного племенного посадочного материала карпа по имеющимся рыбоводным данным представляет собой сочетание единичных показателей. Так, Плохинским Н.А. был предложен комплексный показатель такой оценки, который применяется до сих пор [3].

Любое хозяйственное действие должно быть обосновано. Расширение работ подразумевает широкое тиражирование селекционных достижений, создание и эффективную эксплуатацию маточных стад новых объектов рыбоводства [4]. Завоз рыбы допускается только с разрешения ветеринарных служб и из хозяйств, благополучных по карантинруемым заболеваниям. Перевозки проводятся со строжайшим соблюдением всех правил профилактики и выдержкой в карантинных прудах [5].

Указывалось на то, что прирост и кратность увеличения массы тела характеризуют процесс массонакопления рыбы, дополняя друг друга, но с разных позиций [6]. В данной работе предпринята попытка объединения разных единичных показателей в один комплексный показатель, описывающий рост племенного сеголетка карпа на основе технологических нормативов.

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

Целью данной работы является изучение качества племенного материала карпа и оценка рыбоводных результатов по комплексным показателям. Расширение работ позволяет тиражировать не только подходы к оценке эффективности выращивания племенного посадочного материала, но и моделировать рост рыбы при осуществлении производственной деятельности и получении товарной продукции. Разработанные и излагаемые в статье подходы к моделированию возможных максимальных значений среднестаточной массы рыбы можно применять к другим видам рыб при изучении их нормативных показателей выращивания. Оценить проявление хозяйственно полезных признаков в процессе выращивания помогает всесторонний анализ влияния разных факторов.

Критерии оценки выращенного посадочного материала рыбы могут быть достаточно разными. Но при ведении рыбоводства в прудовых хозяйствах в естественных условиях со всеми климатическими особенностями свойственными определенным территориям была разработана нормативная документация по рыбоводству.

По материалам Рыбоводно-биологических норм для эксплуатации прудовых хозяйств изданных в 1985 году по разработкам Всесоюзного научно-производственного объединения по рыбоводству (ВНПО по рыбоводству), Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) под руководством Министерства рыбного хозяйства СССР [7] работают хозяйства и сейчас (табл. 1). Селекционно-племенная работа выделена отдельно и занимает особое место в комплексе мероприятий по повышению эффективности рыбного хозяйства и обеспечению научно-технического прогресса в рыбоводстве.

**Таблица 1 – Нормативные значения по племенной работе с сеголетком карпа**

показатели	значения показателей						
	1	2	3	4	5	6	7
Зоны рыбоводства							
Количество дней с температурой выше 15 <sup>0</sup> С	60-75	76-90	91-105	106-120	121-135	136-150	151-175
Естественная рыбопродуктивность, кг/га	70	120	150	200	220	240	260
Общая рыбопродуктивность, кг/га	272	414	660	720	960	1080	1200
Плотность посадки, шт/га	17000	23000	30000	30000	30000	30000	30000
Выход, %	40	40	40	40	40	40	40
Среднeshтучная масса, г (по нормативам)	40	45	55	60	80	90	100

Но многие параметры можно рассматривать несколько по-иному в соответствии с накоплением и поступательным развитием знаний. Разработанные нормативы представляли собой материал для проведения расчетов. Расчеты проводились по следующей формуле:

$$K_m = (E/(P \times V \times M_0))^{1/T}, \quad (1)$$

где,  $K_m$  – коэффициент массонакопления,  $E$  – естественная рыбопродуктивность, кг/га;  $P$  – плотность посадки, шт/га;  $V$  – выход, как нормированный коэффициент от 0 до 1;  $M_0$  – начальная масса личинки, кг/шт;

T – максимальное или минимальное количество дней с температурой выше 15<sup>0</sup>C для изучаемой зоны рыбоводства.

Рассчитанные в таблице 2 коэффициенты потенциального накопления живой массы представляют собой комплексные показатели, которые учитывают возможности выростных площадей, в каждой из зон рыбоводства.

При работе с данной формулой и ориентируясь на достижение нормативной среднештучной массы, а также, обеспечение общей рыбопродуктивности получаем несколько более высокие показатели коэффициента массонакопления. Полученные значения описывают рост сеголетка при принятом уровне интенсификации рыбоводства.

При расчете данного коэффициента по естественной рыбопродуктивности не учитывается конечная масса сеголетка, все показатели описывают скорее технологический процесс, регламентированный в нормах. Данное значение показателя не менее информативно, чем далее проведенные исследования роста племенного сеголетка карпа.

Соизмерить коэффициенты массонакопления по двум разным зонам рыбоводства невозможно, но вполне реально использовать при оценке качества племенного сеголетка выращенного в одной зоне рыбоводства. Сеголеток может быть выращен с использованием мероприятий по интенсификации процесса рыбоводства, а может содержаться на естественной кормовой базе с минимальными затратами, но тогда достигнутая среднештучная масса будет изменяться от 10 г в первой зоне рыбоводства до почти 22 г в седьмой зоне рыбоводства. Расчет проводился по каждой зоне рыбоводства по следующей формуле:

$$M_T = M_0 \times (K_M)^T, \quad (2)$$

где,  $M_T$  – потенциальное массонакопление,  $M_0$  – начальная масса личинки, кг/шт;

T – максимальное или минимальное количество дней с температурой выше 15<sup>0</sup>C для изучаемой зоны рыбоводства, в зависимости от того, какие берутся для расчета и значения коэффициента массонакопления.

**Таблица 2 – Расчетные значения коэффициентов массонакопления по племенной работе с сеголетком карпа**

показатели	значения показателей						
Зоны рыбоводства	1	2	3	4	5	6	7
Среднештучная масса, г (по нормативам)	40	45	55	60	80	90	100
Max Км по естест рп	1,012108	1,012696	1,010120	1,011423	1,010796	1,010245	1,09758
Min Км по естест рп	1,009675	1,010711	1,008765	1,010084	1,009671	1,009285	1,008414
Max Км по общей рп	1,035265	1,029333	1,026701	1,023719	1,023178	1,021480	1,020037
Min Км по общей рп	1,028114	1, 024714	1,023100	1,020923	1,020750	1,019456	1,017266
Среднештучная масса, г (по Max Км по естест рп)	10,294	13,043	12,500	16,667	18,333	20,000	21,667
Среднештучная масса, г (по Min Км по естест рп)	10,294	13,043	12,500	16,667	18,333	20,000	21,667
Среднештучная масса, г (по Max Км по общей рп)	40,000	45,000	55,000	60,000	80,000	90,000	100,000
Среднештучная масса, г (по Min Км по общей рп)	40,000	45,000	55,000	60,000	80,000	90,000	100,000

Из таблицы 2 видно, что максимальные значения соответствовали минимальному количеству дней регламентированных для зоны рыбоводства. Максимальные значения коэффициента массонакопления значительно превышали минимальные значения и могли служить интервалом тех контрольных цифр, которые бы отражали качество полученного посадочного материала в виде сеголетка карпа. При расчете по реальным рыбоводным результатам полученные значения должны быть в интервале расчетных значений по нормативам для каждой зоны рыбоводства соответственно. Тогда качество сеголетка карпа будет удовлетворять требованиям предъявляемым технологическим нормативом.

Так, в 2011 году были выращены сеголетки шести коллекционных групп карпа разного происхождения на базе СПУ «Изобелино» (табл. 3). Статистическая обработка проведена с использованием методики Рокицкого П.Ф. [8]. Породы карпа белорусской селекции представлены лахвинским чешуйчатым карпом и двумя отводками изобелинского карпа (смесь чешуйчатая и три прим), а импортные породы югославским, немецким и зеркальным черепетским карпом, причем последний был впервые завезен в СПУ «Изобелино». Средняя масса сеголетков различных пород и отводок колебалась от 21,0 до 39,5 г, что несколько ниже, чем было запланировано в соответствии с нормативами 45,0 г. Плотность посадки составляла, также в соответствии нормативами, 23 тыс. экз/га.

**Таблица 3 – Рыбохозяйственные показатели сеголетков карпа ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ )**

Порода, отводка		Средняя масса, г	Выживаемость, %	Общая рыбопродуктивность, кг/га
Изобелинский карп	смесь чешуйчатая	21,0±1,15	58,6±0,64	283,90±2,29
	три прим	35,5±0,55	36,3±0,69	296,78±1,12
лахвинский чешуйчатый		33,1±0,54	79,1±0,46	602,18±1,12
югославский		39,5±0,97	61,1±0,62	555,09±1,26
немецкий		24,5±1,09	75,0±1,02	422,63±2,73
черепетский		29,6±0,84	54,8±0,28	373,08±0,76

Провели анализ рыбоводных данных в соответствии с предложенной выше методикой, так чтобы плотность посадки, выход, рыбопродуктивность единицы площади указывали качество полученного посадочного материала путем расчета комплексного показателя коэффициента массонакопления по началу, и по окончании нормативных значений ограничения 2 зоны рыбоводства в днях, к которой относится СПУ «Изобелино» (табл. 4).

Максимальные значения коэффициента массонакопления удовлетворяют интервалу по нормативным значениям. Эти же породы превысили 30 г рубеж по среднештучной массе таблица 3. Самая высокая среднештучная масса соответствует югославскому карпу 39,5 г.

**Таблица 4 –Расчетные показатели качества сеголетков племенного карпа** $(\bar{x} \pm S \bar{x})$ 

Порода, отводка		Max Km по нормативам	Min Km по нормативам	Max Km по расчетам	Min Km по расчетам	Вывод по качеству
Изобелинский карп	смесь чешуйчатая	1,029333	1, 024714	1,019060	1,016072	не удовлетворяют
	три прим	1,029333	1, 024714	1,026126	1,022018	удовлетворяют
лахвинский чешуйчатый		1,029333	1, 024714	1,025177	1,021220	удовлетворяют
югославский		1,029333	1, 024714	1,027569	1,023231	удовлетворяют
немецкий		1,029333	1, 024714	1,021131	1,017815	не удовлетворяют
черепетский		1,029333	1, 024714	1,023672	1,019953	не удовлетворяют

Моделировали потенциал роста племенного сеголетка карпа, добавляя к рассчитанным коэффициентам массонакопления по технологическим параметрам еще и коэффициенты массонакопления рассчитанные от начального и конечного их значения. Для того, чтобы выстроить ряд значений коэффициентов массонакопления от исходных значений от 1 до 7 зоны рыбоводства, разработана формула понижения значений, позволяющая откорректировать результаты, полученные опытным путем усилиями большого числа ученых и рыбоводов. Расчет понижающего коэффициента ( $K_p$ ) рассчитывался по следующей формуле:

$$K_p = (K_{m7}/K_{m1})^{1/6}, \quad (3)$$

где,  $K_{m7}$  – минимальный коэффициент массонакопления для 7 зоны рыбоводства,  $K_{m1}$  – минимальный коэффициент массонакопления для 1 зоны рыбоводства.

Принимали обратное значение степени равное 6, так как между значениями для 1 и 7 зон рыбоводства существует 6 промежутков, в соответствии с количеством дней с температурой выше 15<sup>0</sup>C которые регламентируют данные зоны. Минимальные значения брались для того, чтобы достоверно описать процессы роста сеголетка при максимальном количестве дней в соответствии с нормами принятыми для 1 и 7 зон рыбоводства.

Моделирование возможностей роста племенного карпа проводили по расчетным значениям в таблице 5. Понижающий коэффициент был рассчитан по формуле 3 и составил 0,998234. Он был использован для расчета следующих показателей коэффициента массонакопления, начинали с 1 зоны рыбоводства определяли коэффициент массонакопления для 2 зоны, и так далее, заканчивая 7 зоной рыбоводства.

$$K_{M(n+1)} = K_{Mn} \times K_p, \quad (4)$$

Расчет коэффициентов массонакопления провели по формуле 4.

**Таблица 5 – Моделирование значений роста племенного сеголетка карпа**

показатели	значения показателей						
Интервалы	1	2	3	4	5	6	7
Количество дней в интервале	75	15	15	15	15	15	25
Общее количество дней	75	90	105	120	135	150	175
Min K <sub>м</sub> по общей рп	1,028114	1,029333	1,023100	1,020923	1,020750	1,019456	1,017266
Среднештучная масса, г	40,000	57,689	81,258	110,858	150,855	201,412	308,993
Расчетный K <sub>м</sub> по общей рп	1,028114	1,026298	1,024485	1,022675	1,020869	1,019066	1,017266
Среднештучная масса, г	40,000	59,042	84,868	118,799	161,943	214,979	329,806

По сути проведенных расчетов, за 175 дней выращивания карпа при оптимизации технологических параметров процесса возможно достижение среднештучной массы почти 310 г, при том, что принимаются за значения коэффициенты массонакопления ранее рассчитанные в таблице 2. После окончания ограничения по одной зоне рыбоводства по дням, применялся коэффициент массонакопления в пределах следующей зоны рыбоводства по дням. Первая зона рыбоводства вошла целиком, тогда как, все последующие вошли в расчеты только по своим интервалам в днях (лучше, конечно, в сутках, но сохраняем единицы измерения в соответствии с нормативами).

Процессы моделирования роста племенного карпа можно продлить до 325 суток выращивания, тогда обеспечим получение товарной рыбы уже в пределах одного календарного года. Полученное ранее расчетное значение понижающего коэффициента сохраним, но периоды снижения - 25 суток. Тогда, просчитали еще 5 этапов роста при снижении коэффициента массонакопления и повышении среднештучной массы рыбы (табл. 6).

**Таблица 6 – Расчетные значения модели роста племенного сеголетка карпа**

показатели	значения показателей						
	1	2	3	4	5	6	7
Интервалы							
Количество дней в интервале	175	25	25	25	25	25	25
Общее количество дней	175	200	225	250	275	300	325
Расчетный Км по общей рп	1,017266	1,015469	1,013675	1,011885	1,010097	1,008313	1,006532
Среднештучная масса, г	329,806	484,089	679,825	913,4279	1174,239	1444,256	1699,562

Таким образом, рассчитанные значения выращивания карпа в течении года позволяют ожидать среднештучной массы в 1,7 кг, при соблюдении всех требований по технологии содержания рыбы.

По предложенной форме расчетов можно провести моделирование роста товарной рыбы после проведения зимовки. Если годовик будет иметь среднештучную массу 40 г, то за период следующего летнего выращивания с сохранением рассчитанных выше значений коэффициентов массонакопления товарная рыба может достичь среднештучной массы более 1 кг, в соответствии с таблицей 7.

**Таблица 7 – Моделирование значений роста двухлетка карпа**

показатели	значения показателей						
	1	2	3	4	5	6	7
Интервалы							
Количество дней в интервале	365	25	25	25	25	25	25
Общее количество дней	365	25	50	75	100	125	150
Расчетный Км по общей рп	1,028114	1,026298	1,024485	1,022675	1,020869	1,019066	1,017266
Среднештучная масса, г	40	76,54119	140,1315	245,4604	411,3698	659,612	1011,929

При моделировании выращивания товарного двухлетка использованы рассчитанные ранее коэффициенты массонакопления, которые сохраняют свою суть по окончании зимнего содержания. Отмечено, что на коэффициент массонакопления влияет среднештучная масса, генетически заложенный потенциал роста и время выращивания, естественно с сохранением комфортных условий содержания. В условиях 2 и 3 зоны рыбоводства Республики Беларусь при ведении карпового хозяйства наблюдается в реальности достижение среднештучной массы карпа в 660 г, что соответствует категории отборного карпа. При выращивании ремонтного поголовья отмечается вес в 1 кг и более. По итогам моделирования определен потенциал роста карпа и коэффициенты массонакопления.

### **Заключение**

Сравнивая показатель оценки сеголетка племенного карпа по Плохинскому Н.А. и предложенный в работе, отметим, что разработанные формулы комплексно оценивают полученные рыбоводные результаты и при этом следует, что на итог влияет сам процесс выращивания. А конечные результаты выглядят как подтверждение сделанных выводов. Также, исследователь тратит гораздо меньше времени на обработку материала.

При проведении моделирования процесса роста в течении 175 суток получили возможный результат максимальной среднештучной массы для племенного сеголетка карпа в 330 г. Но это не максимальный предел. При удлинении срока выращивания и сохранении комфортных условий содержания, значение среднештучной массы сеголетка карпа может быть еще выше. Таким образом, моделирование выращивания карпа в течении года позволяют ожидать среднештучной массы в 1,7 кг, при поддержании комфортных условий по технологии содержания рыбы

При моделировании выращивания товарного двухлетка были использованы рассчитанные ранее коэффициенты массонакопления, которые сохраняют свою суть по окончании зимнего содержания. Определено, что на

коэффициент массонакопления влияет среднештучная масса, генетически заложенный потенциал роста и время комфортных условий выращивания. В Республике Беларусь наблюдается в реальности достижение среднештучной массы двухлетка карпа в 660 г и выше, что соответствует категории отборного карпа. Племенной ремонтный материал карпа, используемый для формирования пополнения маточного стада, достигает массы 1 кг.

#### **Список использованных источников**

1. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб/Л.: «Наука», 1987. – 520 с.
2. Катасонов, В.Я. Поддубная, А.В. Методы комплексной оценки при селекции рыб// Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры/ Сб.науч.тр. Вып. 78. - М.:ВНИРО, 2002. - с.141-146
3. Плохинский, Н.А. Биометрия./М.: Изд-во МГУ, 1970. – с. 367.
4. Таразевич, Е.В. Проблема сохранения генофонда карпов в Республике Беларусь/ Е.В. Таразевич, М.в. Книга, А.П. Семенов, В.В. Шумак // Проблемы интенсификации производства продукции животноводства: тезисы докладов Международной научно-практической конференции (9-10 октября 2008 г.). – Жодино, 2008. – С.118-119.
5. Шумак, В.В. Селекция рыб: курс лекций/ В. В. Шумак, В.В. Ус, Е.В. Таразевич. – Минск: Мисанта, 2013. - 245 с.
6. Таразевич, Е.В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа: монография/ Е.В. Таразевич – Минск: Тонпик, 2009.– 224 с.
7. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств/Под общей редакцией Федорченко В.И. /М.: ВНИИПРХ, 1985. – 56 с.
8. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика/ Мн.: «Высшая школа», 1973. – 412 с.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ

УДК 639.311:631.8

## МОБИЛИЗАЦИЯ БИОГЕНОВ ИЗ ГРУНТОВ РАЗНОГО ТИПА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

*Г.П. Воронова, Л.А. Куцко, В.В. Супранович, А.И. Макаревич*

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

## MOBILIZATION OF BIOGEN SUBSTANCES FROM DIFFERENT TYPES OF SOILS AT USING OF CHEMICALS

*G.P. Voronova, L.A. Kutsko, V.V. Supranovich, A.I. Makarevich*

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

**Резюме.** В экспериментальных условиях изучено влияние химических десорбентов (сильвинит, хлористый калий, гашеная известь) на мобилизацию биогенных веществ из донных отложений.

**Ключевые слова:** донные отложения, десорбирующие вещества, мобилизация биогенов, рыбоводные пруды.

**Abstract.** In experimental conditions there was studied the influence of chemical desorbents (sylvinit, potassium chloride, slaked lime) at mobilization of biogenic substance from bottomset beds.

**Keywords:** bed silt, desorbing agents, mobilization of biogens, fish breeding ponds.

### **Введение**

В рыбхозах Беларуси для удобрения прудов ежегодно используется около 2 тыс. т дорогостоящих азотно-фосфорных удобрений. В то же время известно, что прудовые грунты богаты биогенными веществами, запас которых возрастает с каждым годом за счет пополнения иловых отложений. Кроме того,

свыше 50% вносимых в воду азотно-фосфорных удобрений аккумулируется прудовыми грунтами и переводится в трудно растворимые соединения, которые практически исключаются из биологического круговорота прудовой экосистемы [1,2].

Для рационального использования минеральных удобрений актуальное значение приобретает решение вопроса мобилизации биогенных веществ из донных отложений и вовлечение высвобождающего фосфора в биологические процессы, связанные с развитием естественной кормовой базы.

### **Материалы и методы исследований**

Влияние десорбирующих веществ на химический состав грунтов и воды, определение оптимальных норм их применения для мобилизации биогенных элементов (азот, фосфор) из грунтов проводили в модельных опытах (микрокосмах: грунт, грунт-вода).

В качестве десорбирующих реагентов использовали сильвинит (22% KCl и 78% NaCl), гашеную известь ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) и хлористый калий (95% KCl). Исследования проводили на заиленных песчаных, супесчаных и торфянистых грунтах, отобранных из прудов рыбхозов «Любань», «Вилейка», «Красная Слобода» Минской области.

Испытывали концентрации сильвинита от 20 до 70 г/м<sup>2</sup>, хлористого калия от 5 до 20 г/м<sup>2</sup>. Концентрацию гашеной извести рассчитывали для каждого типа грунтов исходя из гидролитической и обменной (по рНс) кислотности, а также из гидролитической с поправкой на обменную кислотность, величины которых в опытах с торфом составили от 30 до 136,1 г/м<sup>2</sup>, в опытах с песком от 4,8 до 14,4 г/м<sup>2</sup>. Контролем служили грунты, не обработанные десорбирующими реагентами. Опыты по десорбции биогенов проводили в стеклянных сосудах, объемом 4 л, толщина слоя грунта составляла 5-10 см. Влажный грунт перемешивали с реагентом. Спустя 10 суток грунт заливали водой. Общая продолжительность опыта составляла 40 суток.

В грунтах до и через 10 суток после их обработки сильвинитом

определяли величины таких показателей, как:  $pH_{KCl}$ , гидролитическую кислотность, кальций, магний, гумус, минеральный фосфор, аммонийный азот. В воде каждые 5 суток в течение опыта определяли температуру,  $pH$  среды, содержание аммонийного азота и минерального фосфора. Для оценки интенсивности десорбции биогенов из грунтов при воздействии на них сильвинитом было поставлено 4 опыта, состоящих из 24-х вариантов с двойной повторностью. Температура воды в микрокосмах в среднем за период опытов составляла  $12,4 \pm 0,4$  и  $7,5 \pm 0,5$  °С.

Обработку материалов при использовании химических реагентов в экспериментах осуществляли по общепринятым в гидрохимии и почвоведении методикам [3,4].

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

В практике прудового рыбоводства применяются разнообразные приемы и методы воздействия на грунты, такие как летование, боронование, известкование [5].

Положительное влияние на развитие кормовой базы и естественную продуктивность оказывает проведение обработки ложа прудов дефекационными осадками сахарного производства, содержащими до 85 % углекислого кальция и магния [6, 7]; аммиачной водой и сильвинитом [8, 9]. За счет мобилизации биогенов из донных отложений естественная рыбопродуктивность увеличивалась в 2-3 раза (до 240-490 кг/га), расход минеральных удобрений уменьшился в 1,5-2,0 раза. В тоже время, предложенные дозы химических десорбирующих реагентов, в частности сильвинита, в настоящее время требуют пересмотра, так как они были разработаны более 30 лет назад для категории прудов без учета типа почв, на которых расположены пруды, имеющих разную обеспеченность органическим веществом и биогенами. Кроме того, за такой длительный период эксплуатации прудов произошли количественные изменения в содержании в грунтах биогенных элементов, что также требует пересмотра норм внесения

десорбентов в пруды.

Как показали исследования, супесчаные и песчаные грунты с разной степенью заиленности прудов рыбхозов «Любань» и «Вилейка» имели нейтральную или близкую к нейтральной обменную кислотность ( $pH_{KCl} - 5,9-7,1$ ) и, соответственно, низкую гидролитическую кислотность (0,30-2,14 мг-экв/100 г в.-с. грунта). Грунты характеризовались небольшим содержанием кальция и магния, малым содержанием гумуса и подвижного аммонийного азота. В то же время они отличались по содержанию подвижного фосфора, которое в супесчаных грунтах выростного пруда рыбхоза «Любань» более чем в 7 раз превышало аналогичное содержание в песчаных грунтах нагульного пруда рыбхоза «Вилейка». Это, по-видимому, связано с ежегодным внесением в выростные системы навоза, который, минерализуясь, поставлял в экосистему и донный биотоп пруда соединения минерального фосфора. В нагульных системах прудов рыбхоза «Вилейка», куда навоз не вносится по технологии, основное количество биогенов формировалось за счет жизнедеятельности гидробионтов и минерализации комбикормов.

Заиленные торфянистые грунты выростного пруда рыбхоза «Красная Слобода» в отличие от аналогичного в рыбхозе «Любань» характеризовались более высокой гидролитической кислотностью, значительным содержанием кальция, магния, подвижного азота и гумуса, в то время как содержание минерального фосфора в торфянистых грунтах прудов обоих рыбхозов было сходным (на уровне 20,5-25,9 мг/100 г в.-с. грунта) (таблица 1).

**Таблица 1 – Агрохимическая характеристика грунтов рыбхозов «Любань», «Красная Слобода», «Вилейка»**

Рыбхоз, пруд	Тип грунта	$pH_{KCl}$	мг-экв/100 г в.-с. грунта			$P_{мин}$ , мг P/100 г в.-с. грунта	$NH_4$ , мг N/100 г в.-с. рунта	Гумус, %
			гидролит. кислотность	$Ca^{++}$	$Ca^{++}$ $+Mg^{++}$			
«Любань» Выр-3	супесь	5,9	2,14	4,38	5,2	30,5	0,21	4,1
	торф	6,2	5,28	20,0	25,1	25,9	0,42	18,8
«Красная Слобода» Выр-10	торф	5,7	16,20	33,5	41,2	20,5	4,0	51,3
«Вилейка» Н-8	песок	7,13	0,30	1,0	1,4	4,15	0,7	0,8

Обработка грунтов сильвинитом приводила к увеличению концентрации аммонийного азота в супесчаных грунтах в среднем на 137 %, в песчаных на 51 %, минерального фосфора на 29 %. В торфянистых грунтах через 10 дней после их обработки сильвинитом содержание аммонийного азота увеличилось в среднем на 19-40 %, минерального фосфора на 15-19 %.

Исследования показали, что обработка грунтов сильвинитом способствовала десорбции аммонийного азота и минерального фосфора в воду в основном на 10 день после заливания грунтов водой. При этом в микрокосмах, где грунты обрабатывались сильвинитом, мобилизационный эффект продолжался до конца опыта, в то время как в контроле концентрация биогенов в воде начинала снижаться в зависимости от типа грунта на 15-25 день опыта.

Обработка грунтов разного типа (супесь, песок, торф) сильвинитом в зависимости от используемых доз приводила к увеличению в воде аммонийного азота по сравнению с контролем на 18-131%, минерального фосфора на 8-200% (таблица 2).

При этом наибольший мобилизационный эффект наблюдался при обработке супесчаных грунтов сильвинитом в концентрации от 40 до 60 г/м<sup>2</sup>, гумусированного песка от 30 до 70 г/м<sup>2</sup>, торфяника от 40 до 50 г/м<sup>2</sup>. Средняя оптимальная норма применения сильвинита для всех типов грунтов укладывается в пределы от 40 до 50 г/м<sup>2</sup>.

Особый интерес представляет изучение процесса десорбции фосфора, который в грунтах находится в труднорастворимых соединениях. Как показали исследования, наиболее активно фосфор отдавали гумусированные пески, обработанные сильвинитом в концентрации 40 г/м<sup>2</sup>, при проведении дополнительного рыхления грунта. По сравнению с контролем концентрация фосфора в воде увеличилась на 555%. Рыхление грунтов под водой без дополнительной обработки их сильвинитом увеличивало выход фосфора из грунтов по сравнению с контролем на 427%.

**Таблица 2 – Среднее содержание аммонийного азота и минерального фосфора в воде при обработке грунтов селвинитом за период эксперимента**

Рыбхоз	Грунт	Вариант	Доза селвинита, г/м <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/л	P мин., мг P/л
«Любань»	торф	1	20	1,33	0,026
	торф	2	30	1,64	0,027
	торф	3	40	1,92	0,0026
	торф	4	50	1,83	0,039
	торф	5	70	1,43	0,0025
	торф	контроль	-	0,83	0,023
	супесь	1	20	1,53	0,258
	супесь	2	40	1,72	0,374
	супесь	3	60	1,75	0,324
	супесь	контроль	-	1,08	0,196
«Красная Слобода»	торф	1	20	0,66	0,004
	торф	2	30	0,46	0,004
	торф	3	40	0,51	0,006
	торф	4	50	0,51	0,009
	торф	5	60	0,45	0,006
	торф	6	70	0,49	0,006
	торф	контроль	-	0,38	0,003
«Вилейка»	песок	1*	-	1,35	0,095
	песок	2	20	1,61	0,023
	песок	3	30	1,83	0,023
	песок	4*	40	1,30	0,118
	песок	5	50	1,63	0,022
	песок	6	60	0,78	0,023
		7	70	1,79	0,023
		контроль	-	0,86	0,018

*Примечание* \* - после перемешивания грунта

При использовании в качестве десорбирующего вещества 95% хлористого калия (KCl) было установлено, что обработка песчаных грунтов хлористым калием в концентрации от 5 до 20 г/м<sup>2</sup> приводила к увеличению в воде содержания аммонийного азота на 43,6 – 80,0 %, фосфора на 34,2- 119,5 %. При этом наибольшая концентрация аммонийного азота и минерального фосфора в воде была отмечена при обработке грунтов в концентрации 15 г/м<sup>2</sup> (таблица 3).

Активная десорбция биогенов из грунтов под воздействием хлористого калия была отмечена на 5 день после их заливания водой и достигла максимума

на 20-25 день опыта. В это время концентрация азота в воде возросла до 4,40-5,65 мг N/л и минерального фосфора до 0,104-0,105 мг P/л.

**Таблица 3 – Средние значения химических показателей воды при обработке песчаных грунтов хлористым калием (за 30 суток)**

Вариант	Концентрация KCl, г/м <sup>2</sup>	Т °С, воды	pH воды	NH <sub>4</sub> , мг N/л	мин. P, мг P/л
1	5	6,1	7,86	3,16	0,073
2	10	6,1	7,78	3,35	0,081
3	15	6,1	7,79	3,96	0,101
4	20	6,1	7,84	3,28	0,062
контроль	-	6,1	7,88	2,20	0,046

Сравнение результатов воздействия на песчаные грунты 95 % хлористым калием и сильвинитом, содержащим 22 % KCl показало, что мобилизационный эффект от применяемых реагентов на выход в воду минерального фосфора был идентичен при концентрации сильвинита 40,0 г/м<sup>2</sup> с проведением рыхления грунта и хлористого калия 15,0 г/м<sup>2</sup>. Несмотря на то, что мобилизационную дозу реагента за счет применения хлористого калия можно снизить в 2,6 раза, использование хлористого калия на больших площадях экономически не выгодно, так как стоимость хлористого калия в 29-35 раз превышает стоимость сильвинита (стоимость сильвинита с НДС составляет 101,3 тыс. руб. за 1 т, в то время как хлористого калия 3,0-3,5 млн. руб/т в ценах на 01.01. 2013 г.).

Обработка грунтов гашеной известью оказала положительное влияние на структуру почвы, способствовала нейтрализации ее кислотности, повышению содержания гумуса. Значения окислительно-восстановительного потенциала грунтов (pH<sub>c</sub>) через 10 дней после обработки гашеной известью по сравнению с контролем увеличились в торфе на 7,0-26,0 %, в песке на 1,5-4,3 %. Величина гидролитической кислотности снизилась в торфе на 36-91 %, в песке на 10-21 %. Содержание кальция в зависимости от применяемых доз извести возросло в торфе на 5-20 %, в песке на 4-13 %. Существенных изменений в содержании аммонийного азота и фосфора в песчаных грунтах при использовании различных доз извести не выявлено. Отмечено небольшое увеличение

содержания минерального фосфора (на 5-7 %) и резкое (на 61 %) снижение аммонийного азота в торфянистых грунтах при применении высоких доз извести (таблица 4). Последнее говорит об интенсивности протекания процессов минерализации органического вещества при использовании высоких доз извести.

**Таблица 4 – Агрохимические показатели грунтов через 10 дней после их обработки известью**

Вариант	Грунт	Количество извести, г/м <sup>2</sup>	pH <sub>c</sub>	мг-экв/100 г в.-с. грунта			P <sub>мин</sub> , мг P/100 г в.-с. грунта	NH <sub>4</sub> , мг N/100 г в.-с. грунта	Гумус, %
				H	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>			
1	торф	136,1	7,77	1,05	62,00	48,00	22,50	4,2	56,4
2	торф	68,0	7,24	3,00	56,00	45,00	22,20	6,9	53,2
3	торф	30,0	6,57	7,35	55,00	42,00	22,20	10,4	54,3
контроль	торф	-	6,15	11,55	53,00	40,00	21,00	10,8	53,9
1	песок	14,4	7,20	0,35	3,10	2,60	7,40	1,6	2,0
2	песок	4,8	7,40	0,31	2,75	2,40	6,50	1,4	1,4
3	песок	10,0	7,29	0,39	3,10	2,60	6,70	1,8	1,7
контроль	песок	-	7,09	0,39	2,70	2,30	7,40	1,7	1,5

Анализ воды в микрокосмах (грунт-вода) при использовании различных доз извести показал увеличение водородного показателя по сравнению с контролем в опытах с торфом на 3-8 %, с песком на 0,7-2,0 %. Степень подщелачивания воды находилось в прямой зависимости от используемых доз извести в грунтах.

Обработка грунтов гашеной известью способствовала десорбции биогенов (азота и фосфора) из грунта в воду. Концентрация минерального фосфора в опытах с торфом в среднем за период наблюдения (30 суток) по сравнению с контролем увеличилась на 250-1200 %, с песком – на 63-2880 % (таблица 5).

Содержание аммонийного азота в воде при обработке торфянистых грунтов гашеной известью по сравнению с контролем выросло на 115 %, песчаных на 7-16 %. При этом наибольшая концентрация биогенов в воде

отмечалась в основном при обработке грунтов известью исходя из их гидролитической кислотности (таблица 5).

**Таблица 5 – Средние значения химических показателей воды при обработке грунтов гашеной известью в микрокосмах (за 30 суток)**

Вариант	Тип грунта	Количество внесенной гашеной извести, г/м <sup>2</sup>	t°С	pH	NH <sub>4</sub> , мг N/л	P <sub>мин</sub> , мг P/л	Примечание
1	торф	136,1	10,7	8,3	0,174	0,026	известь вносили исходя из гидролитической кислотности грунта
2	торф	68,0	10,7	8,2	0,070	0,007	½ гидролитической кислотности грунта
3	торф	30,0	10,7	7,9	0,073	0,032	по pH <sub>c</sub>
контроль	торф	-	10,7	7,7	0,081	0,002	-
1	песок	14,4	10,7	8,1	1,998	1,997	исходя из гидролитической кислотности грунта
2	песок	4,8	10,7	8,1	1,838	1,099	1/3 гидролитической кислотности грунта
3	песок	10,0	10,7	8,1	1,672	0,109	по pH <sub>c</sub>
контроль	песок	-	10,7	8,0	1,722	0,067	-

Наиболее активно процессы десорбции фосфора в торфяниках протекали на 5 сутки, в песках на 10 сутки, десорбции аммонийного азота, соответственно, на 10-15 и 20 сутки.

Известно, что торфянистые грунты, богатые органическим веществом, наиболее прочно удерживают биогенные элементы. В песчаных грунтах интенсивность обмена между грунтом и водой протекает более интенсивно, поэтому, несмотря на небольшие запасы в них биогенов, выход их при обработке песчаных грунтов десорбирующими реагентами на порядок превышает выход биогенов из торфов.

### **Заключение**

Изучено влияние десорбирующих веществ на химический состав грунта и воды. Выявлены оптимальные нормы их применения для мобилизации биогенных элементов (азот, фосфор) из грунта в условиях эксперимента.

Показано, что обработка сильвинитом заиленных грунтов разного типа (супеси, пески, торф) способствовала увеличению в грунтах содержания подвижных форм минерального фосфора в среднем на 15-29 % и аммонийного азота на 19-137 %.

Установлено, что мобилизационный эффект по выходу биогенов из грунта от применения сильвинита проявляется на десятый день и продолжается в течение 20 дней, при этом концентрации минерального фосфора в воде в зависимости от типа грунта достигают 0,22-0,46 мг P/л, аммонийного азота до 2,02-2,55 N/л. В контрольных микрокосмах содержание фосфора не превышало 0,025-0,039 мг P/л, аммонийного азота – 0,47-1,02 мг N/л.

Выявлено, что наибольший мобилизационный эффект по десорбции биогенов из грунта в воду в течение опыта в большинстве случаев наблюдался при обработке грунтов разного типа сильвинитом в концентрации от 40 до 50 г/м<sup>2</sup>. При этом наиболее активно минеральный фосфор поступал в воду при дополнительном рыхлении грунта.

При использовании в качестве десорбирующего вещества 95 % хлористого калия оптимальная норма десорбента на песчаных грунтах должна составлять 15 г/м<sup>2</sup>. Учитывая высокую стоимость 95 % KCl и низкую (в 29-35 раз меньше) сильвинита экономически целесообразно для мобилизации биогенов из грунтов рыбоводных прудов применять сильвинит.

Выявлено, что оптимальная мобилизационная норма внесения извести для различного типа грунтов должна рассчитываться исходя из гидролитической кислотности грунта с учетом его объемного веса.

### **Список использованных источников**

1. Фельдман М. Б. Разработка і обгрунтовання раціонального методу внесення у ставі мінеральних добрив / М. Б. Фельдман, В. С. Присяний, А. В. Суховії // Наукові праці Українського науково-дослідного інституту рібного господарства. – Київ, 1962. – N 14. С. 59-70.

2. Астапович И. Т. Роль грунта при минеральном удобрении рыбоводных прудов / И. А. Астапович, Л. А. Марцинкевич // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии. Тр. БелНИИРХ. –Т. VII. – 1970. – С. 128-134.
3. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин [и др.]. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. – С. 262
4. Александрова Л. Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л. Н. Александрова, О. А. Найденова. – Ленинград: Агропромиздат, 1986. – 295 с.
5. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство / Ф.Г. Мартышев и др. – М.,1969. – С. 349
6. Воронова Г. П. Гидрохимический режим и естественная кормовая база выростных прудов при использовании дефекационных осадков сахарного производства / Г. П. Воронова [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства. – Минск, 2003. – Вып.19. – С. 163-169.
7. Куцко Л. А. К вопросу использования отходов сахарного производства (дефеката) для удобрения рыбоводных прудов / Л.А. Куцко, Г. П. Воронова // Вопросы рыбного хозяйства. – Минск, 2003 г. – Вып. 19. – С. 159-163.
8. Цыганков И.В. Повышение естественной рыбопродуктивности прудов путем мобилизации биогенов из донных отложений / И.В. Цыганков // Обзорная информация. Серия: Сельское хозяйство. – Минск, 1976. – 28 с.
9. Астапович И.Т. Инструкция по совместному применению химической обработки ложа и минерального удобрения по воде с целью повышения рыбопродуктивности прудов/ И.Т. Астапович [и др.] // Сб. научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск, 2006. – С. 229-232.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ИНТЕНСИВНО  
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПРУДОВ РАЗНОЙ КАТЕГОРИИ В  
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЯХ**

*Г.П. Воронова, Л.А. Куцко, В.В. Супранович, А.И. Макаревич*

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

**DEFINING THE NEED INTENSIVELY OPERATED PONDS OF VARIOUS  
GRADES IN MINERAL FERTILIZERS**

*G.P. Voronova, L.A. Kutsko, V.V. Supranovich, A.I. Makarevich*

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

**Резюме.** Изучена потребность интенсивно эксплуатируемых прудовых экосистем в минеральных удобрениях. Показано, что за счет внутренних резервов прудовая экосистема способна продолжительное время эффективно функционировать без использования минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, первичная продукция, бактериальная минерализация, методы определения потребности, рыбоводные пруды.

**Abstract.** There was studied the need intensively operated pond ecological systems in mineral fertilizers. It is shown that due to internal resources the pond ecological system is quite capable of efficient functioning without mineral fertilizers being used.

**Keywords:** mineral fertilizers, primary products, bacterial mineralization, methods need defining, fish breeding ponds.

**Введение**

Минеральные удобрения являются одним из основных средств регулирования биологической продуктивности прудов, от которой зависит

естественная рыбопродуктивность, а также качество среды, формирующееся под влиянием живых организмов.

Внесение минеральных удобрений в пруды стимулирует развитие естественной кормовой базы и в первую очередь фитопланктона [1-5]. Исследованиями, проведенными на опытных прудах рыбхозов Беларуси, выявлено, что первичная продукция фитопланктона и рыбопродуктивность прудов находятся в прямой зависимости [6], а утилизация рыбами валовой продукции составляет 6-8% [7, 8].

В то же время современное ведение прудового хозяйства характеризуется высокими плотностями посадки выращиваемой рыбы и интенсивным кормлением ее комбикормами. В пруды поступают значительные количества растворенного и взвешенного органического вещества и биогенов в виде разложившихся остатков кормов и фекалий рыб. Известно, что около 30-40 % комбикормов, вносимых в пруд, не потребляется рыбой ввиду вымывания их в воду [9]. До 50-60 % от съеденного корма поступает в воду в виде экскрементов, с которыми вносится столько же фосфора и азота, сколько вносится с минеральными удобрениями при норме удобрения по 200-250 кг/га аммиачной селитры и суперфосфата [10].

В балансе питательных веществ большое значение имеют биогенные элементы почвы прудов, высвобождаемые в ходе различных биохимических реакций, и метаболиты гидробионтов. Гидробионты в процессе жизнедеятельности выделяют в окружающую среду значительное количество продуктов метаболизма различной химической природы: органические кислоты, углеводы, аминокислоты и другие продукты азотного обмена [11-13], которые хорошо усваиваются различными группами водорослей [14-16], вызывая «цветение» воды в прудах без внесения минеральных удобрений.

В настоящей статье представлены материалы исследований определения потребности интенсивно эксплуатируемых прудов в минеральных удобрениях.

## **Материалы и методы исследований**

Исследования проводили на шести производственных выростных и нагульных прудах рыбхоза «Вилейка» и «Красная Слобода», Минской области, отличающихся по типу и составу почв, на которых они расположены. Группы прудов рыбхоза «Вилейка» представлены гумусированным песком, рыбхоза «Красная Слобода» заиленными торфяно-болотными почвами, а также заиленным и заторфованным песком.

Определение потребности прудов в минеральных удобрениях осуществляли несколькими методами [17, 18, 19]:

- методом биологических испытаний, основанном на использовании склянок с введенными в них растворами биогенов (солей азота и фосфора);
- методом стационарных гидрохимических исследований;
- измерением прозрачности воды;
- определением уровня развития фитопланктона в прудах.

Интенсивность бактериальной минерализации органического вещества рассчитывали по формуле Н. Д. Иерусалимского [20]. При расчетах количества регенерируемых биогенных элементов исходили из предположения, что в сухой массе бактерий соотношение С:N:P составляет 106:16:1, содержание углерода в сухом органическом веществе 50 %.

## **Результаты исследований и их обсуждение**

Определение потребности прудовых экосистем в минеральных удобрениях методом биологических испытаний показало, что независимо от концентрации фитопланктона и доминирования комплекса водорослей в 8 случаях из 22 (36 %) проявилась нуждаемость прудов в азотно-фосфорных удобрениях, в 10 случаях (46 %) нуждаемость была только в одном из биогенных элементов, и только в 4-х случаях (18 %) потребность в биогенах отсутствовала (таблица 1, 2).

**Таблица 1 - Биологическая потребность планктона в азоте и фосфоре при разной концентрации фитопланктона в выростных и нагульных прудах рыбхоза «Красная Слобода», 2011 г.**

Пруд №№	Дата	Биомасса фитопланктона мг/л	Доминирующий комплекс водорослей	Потребность в биогенных элементах		
				N	P	N P
В-10	16.06	164,62	зеленый	+	-	+
	18.08	157,46	зеленый	-	+	+
	20.09	4,82	зеленый	+	+	+
В-11	16.06	132,52	зеленый	+	+	+
	18.08	188,65	зеленый	+	+	+
	20.09	15,218	динофитово-зеленый	+	-	+
Н-3	10.05	20,97	синезеленый	-	-	-
	16.06	133,65	синезеленый	-	-	-
	18.08	49,23	синезеленый	+	-	+
	20.09	32,64	зелено-синезеленый	+	+	-
Н-4	10.05	29,23	синезеленый	+	+	+
	16.06	127,01	синезеленый	+	-	-
	18.08	56,33	синезеленый	+	-	-

**Таблица 2 - Биологическая потребность планктона в азоте и фосфоре при разной концентрации фитопланктона в выростном и нагульном прудах рыбхоза «Вилейка», 2011 г.**

Пруд №№	Дата	Биомасса фитопланктона мг/л	Доминирующий комплекс водорослей	Потребность в биогенных элементах		
				N	P	N P
В-6	1.06	27,40	диатомово-зеленый	+	-	-
	6.07	21,84	диатомово-синезеленый	-	-	-
	9.08	39,39	диатомово-зеленый	+	+	+
	13.09	3,18	динофитово-золотистый	+	+	+
Н-8	4.05	8,73	зелено-диатомовый	+	+	+
	1.06	14,69	синезеленый	-	-	-
	6.07	53,57	синезеленый	+	-	-
	9.08	57,66	синезеленый	+	-	-
	13.09	32,44	синезеленый	+	+	+

Оценка потребности прудов в минеральных удобрениях методом стационарных гидрохимических исследований, исходя из содержания в воде азота и фосфора, указала на необходимость внесения фосфорных удобрений в 18 случаях из 22 (82%), азотных удобрений в 12 случаях из 22 (54%), когда

концентрация фосфора и азота ( $\text{NH}_4^+ \text{NO}_3^-$ ) была ниже технологической нормы для кормовых прудов (0,7-1,5 мг N/л и 0,1 мг P/л) (таблица 3).

**Таблица 3 - Содержание биогенных элементов в воде выростных и нагульных прудов рыбхозов «Красная Слобода» и «Вилейка», 2011 г.**

Пруд №№№	Дата	Показатели		
		$\text{NH}_4^+$ ,мг N/л	$\text{NO}_3^-$ ,мг N/л	P мин.,мг P/л
<b>рыбхоз «Красная Слобода»</b>				
Н-3	10.05	0,40	0,22	0,050
	16.06	0,06	0,32	0,046
	17.08	0,37	0,14	0,041
	20.09	0,30	0,24	0,034
Н-4	10.05	0,12	0,24	0,032
	16.06	0,30	0,12	0,040
	17.08	0,69	0,24	0,063
В-10	16.06	0,18	0,04	0,060
	17.08	0,66	0,20	0,004
	20.09	0,26	0,14	0,130
В-11	16.06	0,37	0,22	0,065
	17.08	0,52	0,14	0,022
	20.09	0,47	0,32	0,115
<b>рыбхоз «Вилейка»</b>				
Н-8	4.05	0,45	0,30	0,025
	1.06	0,14	0,20	0,028
	6.07	0,55	0,30	0,067
	9.08	0,35	0,38	0,034
	13.09	0,34	0,24	0,128
В-6	1.06	0,29	0,22	0,099
	6.07	0,72	0,52	0,27
	9.08	0,23	0,10	0,007
	13.09	0,29	0,52	0,032

В тоже время определение прозрачности по белому диску Секки показало, что при средней глубине выростных прудов 1,0 м, нагульных – 1,5 м, прозрачность воды в выростных прудах рыбхозов «Красная Слобода» и «Вилейка» в течение сезона составляла от 35 до 80 % глубины пруда, в нагульных от 17 до 47 % глубины пруда, что указывает на необходимость внесения удобрений только в выростном пруду рыбхоза «Вилейка» в июне, когда прозрачность воды составляла 65 % глубины пруда (таблица 4).

**Таблица 4 - Прозрачность воды в выростных и нагульных прудах рыбхозов «Красная Слобода» и «Вилейка», 2011 г.**

Пруд №№	Дата	Прозрачность, см	% от средней глубины пруда
<b>рыбхоз «Красная Слобода»</b>			
В-10	16.06	45	45
	18.08	40	40
	20.09	60	60
В-11	16.06	45	45
	18.08	35	35
	20.09	50	50
Н-3	10.05	40	27
	16.06	30	20
	18.08	30	20
	20.09	40	27
Н-4	10.05	30	20
	16.06	30	20
	18.08	25	17
<b>рыбхоз «Вилейка»</b>			
В-6	1.06	65	65
	6.07	35	35
	9.08	50	50
	13.09	80	80
Н-8	4.05	70	47
	1.06	65	43
	6.07	40	27
	9.08	35	23
	13.09	35	23

Внесение в пруды азотно-фосфорных удобрений при прозрачности воды ниже 50 % глубины пруда нецелесообразно, так как может привести к избыточному развитию водорослей и снижению фотосинтеза в результате самозатенения и отмирания. Также нецелесообразно вносить минеральные удобрения в сентябре, когда температура воды ниже 15°C и эффективность их применения снижается.

В исследуемых прудах отмечена тенденция к снижению прозрачности воды с увеличением концентрации фитопланктона. Максимальная прозрачность воды (60-80 % от средней глубины пруда) была зафиксирована в выростных прудах обоих рыбхозов в сентябре при минимальной биомассе водорослей (8,18-4,82 г/м<sup>3</sup>).

Используя комплексный подход, при оценке потребности прудов в минеральных удобрениях выявлена нуждаемость в них в начале сезона выростных прудов, расположенных на песках. В выростных прудах, расположенных на торфяниках, и нагульных прудах независимо от типа грунтов применение минеральных удобрений в изученных рыбхозах было нецелесообразно, из-за интенсивного развития фитопланктона. В результате проведенных исследований выявлено, что при определении потребности прудов в минеральных удобрениях как экспресс-метод можно использовать показатели прозрачности воды в прудах по белому диску Секки. При прозрачности воды более 50 % глубины пруда необходимо проведение дополнительных исследований методами биологических испытаний и стационарных наблюдений.

Проведенными исследованиями выявлено, что внутренние резервы интенсивно эксплуатируемых прудовых экосистем позволяют поддерживать концентрацию первичного звена – фитопланктона, на которое направлено действие минеральных удобрений, на высоком уровне (24-115 г/м<sup>3</sup> в среднем за сезон).

При этом величина валового фотосинтеза в интенсивно эксплуатируемых прудах составляла от 2,0 до 6,8 г O<sub>2</sub>/м<sup>3</sup>·сут<sup>-1</sup>, что соответствует продуктивным и высокопродуктивным прудам [7] (таблица 5).

Несмотря на интенсивное развитие фитопланктона в прудах рыбхоза «Красная Слобода», где биомассы в среднем за сезон составляли 73,6-112,0 г/м<sup>3</sup>, процессы продуцирования органического вещества в основном преобладали над деструкцией (A/R>1) (таблица 5). В то время как в прудах рыбхоза «Вилейка» при более низких показателях развития водорослей (24,8-39,6 г/м<sup>3</sup> в среднем за сезон) процессы распада органического вещества преобладали над фотосинтезом. Возможно, это связано с интенсивной минерализацией органического вещества микробальным сообществом, или вызвано слабой инсоляцией из-за пасмурных дней, приходящих на период постановки опытов.

**Таблица 5 - Средние значения валовой первичной продукции и деструкции планктона в производственных выростных и нагульных прудах рыбхозов «Красная Слобода» и «Вилейка», 2011 г.**

Пруд №№	A г O <sub>2</sub> /м <sup>3</sup> ·сут <sup>-1</sup>	R г O <sub>2</sub> /м <sup>3</sup> ·сут <sup>-1</sup>	A-R г O <sub>2</sub> /м <sup>3</sup> ·сут <sup>-1</sup>	A/R
<b>рыбхоз «Красная Слобода»</b>				
В-10	4,3	3,7	0,6	1,2
В-11	2,8	4,3	-1,5	0,6
Н-3	5,7	4,6	1,1	1,2
Н-4	6,8	4,4	2,4	1,5
<b>рыбхоз «Вилейка»</b>				
В-6	2,0	2,2	-0,2	0,9
Н-8	2,3	2,5	-0,2	0,9

*Примечание:*

A – валовая продукция; R – деструкция планктона; A-R – чистая продукция планктона.

Основная масса органического вещества в рыбоводных прудах образуется в результате фотосинтеза фитопланктона и макрофитов, биохимический состав которого наряду с бактериальными ценозами, температурой и степенью кислородного насыщения воды в основном определяют скорость бактериальной деструкции. Расчеты показали, что в исследуемых выростных и нагульных прудах за вегетационный сезон минерализуется от 861 до 2108 кг/га сухого вещества, что составляет от 30,4 до 95,0 % продукции фитопланктона (таблица 6).

За вегетационный сезон в результате минерализующей деятельности бактериопланктона в пруды поступает от 4,1 до 9,9 кг/га фосфора и от 65,0 до 159,1 кг/га азота, которые активно включаются в биотический круговорот экосистемы пруда, определяя тем самым формирование первичной продукции в водоеме.

**Таблица 6 - Интенсивность минерализации (D, кг/га сухого вещества) и регенерации биогенных элементов (азот, фосфор) и возможный за счет этого фотосинтез за вегетационный сезон 150 суток в нагульных и 90 суток в выростных прудах рыбхозов «Вилейка» и «Красная Слобода»**

Рыбхоз, пруд №	D, кг/га	D/P ф*, %	Регенерируемый, кг/га		P <sub>2</sub> ***, кг С/га	P <sub>1</sub> ** , кг С/га	P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub> , %
			азот	фосфор			
<b>рыбхоз «Красная Слобода»</b>							
В-10	924	42,6	69,7	4,3	430	1431	30,0
В-11	1027	72,8	77,5	4,8	480	936	51,3
Н-3	2108	44,0	159,1	9,9	990	3165	31,3
<i>Продолжение таблицы 6.</i>							
Н-4	1735	30,4	130,9	8,2	820	3780	21,7
<b>рыбхоз «Вилейка»</b>							
В-6	861	85,4	65,0	4,1	410	540	75,9
Н-8	1835	95,0	137,6	8,6	860	1275	67,5

*Примечание:*

\* D/P ф, % - отношение количества минерализованного вещества к первичной продукции фитопланктона, последняя рассчитывалась как 80 % от валового фотосинтеза.

\*\* P<sub>1</sub> – валовая первичная продукция в прудах

\*\*\* P<sub>2</sub> – возможный фотосинтез за счет бактериальной регенерации фосфора

Учитывая значимость процессов регенерации для обогащения фотического слоя в водоемах, представляет интерес оценить, какая часть общей первичной продукции в исследуемых нами рыбоводных прудах синтезируется за счет бактериальной регенерации фосфора. Расчеты показали, что за счет бактериальной регенерации фосфора в интенсивно эксплуатируемых прудах за вегетационный сезон 90-150 суток возможен синтез от 410 до 990 кг С/га, что составляет от 21,7 до 75,9 % валовой первичной продукции.

### **Заключение**

Проведенными исследованиями выявлено, что внутренние резервы интенсивно эксплуатируемых прудовых экосистем позволяют поддерживать концентрацию первичного звена – фитопланктона, на которое направлено

действие минеральных удобрений, на высоком уровне (24-115 г/м<sup>3</sup> в среднем за сезон).

Показано, что величина валового фотосинтеза в интенсивно эксплуатируемых прудах составляла 2,0-6,8 г O<sub>2</sub>/м<sup>3</sup>·сут<sup>-1</sup>, что соответствует продуктивным и высокопродуктивным прудам.

Рассчитана бактериальная минерализация органического вещества. Выявлено, что за счет регенерации фосфора в прудах создавалось от 21,7 до 75,9 % первичной продукции фитопланктона.

Используя комплексный подход, при оценке потребности прудов в минеральных удобрениях выявлена нуждаемость в них выростных прудов, расположенных на песках, в начале сезона. В выростных прудах, расположенных на торфяниках, и нагульных прудах независимо от типа грунтов применение минеральных удобрений было нецелесообразно, из-за интенсивного развития фитопланктона.

Показано, что при определении потребности прудов в минеральных удобрениях как экспресс-метод можно использовать показатели прозрачности воды в прудах по белому диску Секки. При прозрачности воды более 50 % глубины пруда необходимо проведение дополнительных исследований методами биологических испытаний и стационарных наблюдений.

### **Список использованных источников**

10. Бахтина В.И. Влияние минеральных и органических удобрений на развитие естественной кормовой базы в выростных прудах / В.И Бахтина // Тр. Всес. науч.-исслед ин-та пруд. рыб. х-ва. – 1967. – Т. 15. – С. 130-153.

11. Ляхнович В.П. Зоопланктон нагульных прудов БССР / В.П Ляхнович // Тр. Бел.. науч.-исслед. ин-та рыб. х-ва. – 1964. –Т.5. – С. 3-8.

12. Просяник Л.В. Влияние удобрений на развитие фитопланктона в рыбоводных прудах / Л.В.Просяник // Тез. докл. X науч. конф. по внутр. вод. Прибалтики. – Минск, 1963. – С. 123-124.

13. Просяник Л.В. Продуктивность прудового фитопланктона и ее регулирование/ Л.В.Просяник // Сб. науч. тр. Бел. науч.-исслед. ин-та рыб. х-ва. – Минск, 1974. – Т.10. – С. 38-51.
14. Wrobel S. Production of basic communities in ponds with mineral fertilization / S.Wrobel // Pol. archive. hydrobiol. – 1971. – № 18, Part. 2. – P. 167-173.
15. Ляхнович В.П. Соотношение кормовой биомассы и рыбопродукции в карповых прудах / В.П.Ляхнович // Тр. Всес. гидробиол. общ. – 1961. – Т II. – С. 299-308.
16. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов / Г.Г. Винберг – Минск, 1960. – 328 с.
17. Винберг Г.Г. Материалы по первичной продукции планктона рыбоводных прудов / Г.Г. Винберг, А.В. Лешина, В.В. Васильев // Тр. Биол. ст. на оз. Нарочь. – Минск, 1958. – Вып. 1. – С. 23-36.
18. Щербина М.А., Киселев А.Ю. Изменение химического состава и потери питательных веществ комбикормов в воде/ М.А. Щербина, А.Ю. Киселев// Рыбное хоз-во-1985.- №3- С. 38-41.
19. Хабибуллин Э. Т. Влияние карпа и белого амура на гидрохимический режим, первичную продукцию и рыбопродуктивность прудов Белоруссии / Э. Т. Хабибуллин // Автореф. на соиск. уч. степени к.б.н.. – Минск, 1980. – 23 с.
20. Горюнова С. В. Прижизненные выделения органических кислот в окружающую среду сине-зеленой водорослью *Oscillatoria splendiler* / С. В. Горюнова // Москва: АН ССР, 1948. – Т. 60, № 8. – С. 1409-1411.
21. Горюнова С. В. Прижизненные выделения азотсодержащих веществ *Lyngbya aestuarii* и их физиологическая роль / С. В. Горюнова, Г. Н. Ржанова // Биология синезеленых водорослей. – Москва: МГУ, 1964. – С. 111-118.
22. Ржанова Г. Н. Внутриклеточные и внеклеточные аминокислоты некоторых сине-зеленых водорослей / Г. Н. Ржанова // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 1968. – 24 с.

23. Кузьменко М. И. Усвоение L-с-<sup>14</sup>аланина и 5-с-<sup>14</sup>глутаминовой кислоты некоторыми синезелеными водорослями / М. И. Кузьменко // Гидробиологический журнал, 1968. – Т. 4, № 3. – С. 41-49.
24. Мережко А. И. Взаимоотношения различных видов водорослей и высших растений, обусловленные их метаболитами / А. И. Мережко, М. И. Кузьменко, И. М. Величко // Сб. «Летучие биологически активные соединения биогенного происхождения». – Москва: МГУ, 1971. – С. 143-152.
25. Акимова Г. Г. Влияние минеральных и органических веществ на развитие фито-планктона в рыбоводных прудах / Г. Г. Акимова // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 1972. – 24 с.
26. Инструкция по применению минеральных удобрений в прудах рыбоводных организаций. – 2005.- 10 с.
27. Киселев И. А. Методы исследования планктона / И. А. Киселев // Жизнь пресных вод. – 1956. – № 4. – Ч. 1. – 163 с.
28. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин [и др.]. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. – С. 262
29. Крисс А. Е. Морская микробиология (глубоководная) / А. Е. Крисс. – Москва, 1959. – 453 с.

**ВЛИЯНИЕ ИММУНОСТИМУЛЯТОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ  
(MIX-OIL) НА ЖИЗНЕСТОЙКОСТЬ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

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

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

**INFLUENCE OF IMMUNOGENS OF NEW GENERATION (MIX-OIL)  
ON VITALITY OF STURGEON TINY FISHES**

*N.N. Hadlevskaya, I.N. Selivonchik, M.N. Tiutiunova, I.A. Orlov*

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

**Резюме.** В статье обсуждаются результаты подращивания личинок стерляди на стартовых комбикормах с использованием кормовой добавки Mix-Oil. Установлено положительное влияние добавки Mix-Oil в составе корма на темп роста, массонакопление и жизнестойкость подращиваемых личинок стерляди.

**Ключевые слова:** личинка стерляди, подращивание, кормовая добавка Mix-Oil, температура, темп роста, жизнестойкость.

**Abstract.** The paper covers the results of growing sterlet larvae at starting combined feed using feed additive Mix-Oil. There was ascertained favorable influence of Mix-Oil additive making part of the feed, mass accumulation and vitality of sterlet larvae grown.

**Key words:** sterlet larva, growing, feed additive Mix-Oil, temperature, growing rate, vitality.

**Введение**

При разведении ценных пород рыб в рыбоводческих хозяйствах особо актуален вопрос использования препаратов укрепляющих иммунитет рыб, способствующих повышению выживаемости и развитию устойчивости к

действию неблагоприятных факторов различной природы. В мировой практике данные препараты достаточно популярны и используются практически во всех отраслях сельского хозяйства, в том числе и в рыбоводстве. В нашей стране они используются относительно недавно. И одним из приоритетных направлений интенсификации рыбоводства является поиск недорогих биологически активных кормовых добавок, улучшающих вкус корма, стимулирующих жизнеспособность, скорость роста и продуктивность рыбы. Особое внимание следует обратить на натуральную кормовую добавку – Mix-Oil, произведенную в Республике Беларусь.

Mix-Oil – это концентрированная смесь натуральных эфирных масел (чеснока, орегано и гвоздичного масла). Способна эффективно замещать антибиотики (стимуляторы роста). Обладает антиоксидантным, антимикробным, антигрибковым, противовоспалительным и иммуномоделирующим действием. Добавка улучшает вкус корма, что благоприятно сказывается на его потреблении. При использовании Mix-Oil улучшается индекс конверсии корма, повышается усвоение белка, наблюдается увеличение биомассы, повышается выживаемость и улучшается качество филе, что не мало важно при производстве товарной рыбы [1, 2]. Натуральное происхождение компонентов добавки позволяет использовать ее в кормах для рыбы без опасений, как для самой рыбы, так и для конечного потребителя. Необходимо лишь в зависимости от вида, возраста и физиологического состояния рыбы, а также условий ее содержания, корректировать норму внесения добавки в корм.

Целью наших исследований было доказать целесообразность использования кормовой добавки Mix-Oil при кормлении личинок стерляди, оценить ее влияние на выживаемость личинок на ранних стадиях жизни, жизнестойкость, темп роста, способность приспосабливаться к действию неблагоприятных факторов, а также определение оптимальной нормы внесения кормовой добавки в стартовый комбикорм.

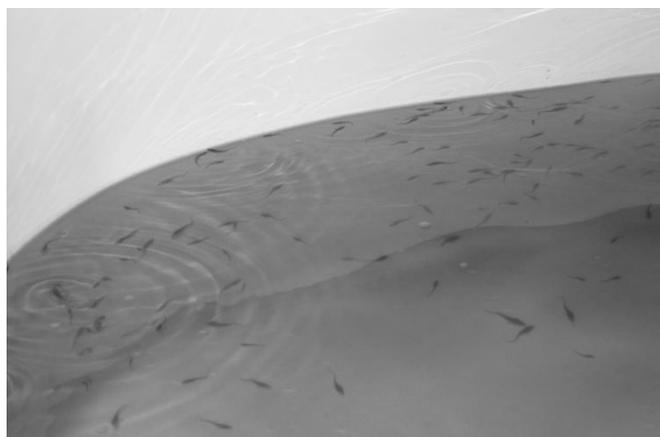
## **Материалы и методы исследований**

Подращивание личинок стерляди проводили в период с 15 по 29 мая 2013 года на участке «рыбхоз Новолукомльский» ПМК-26 Чашникского района Витебской области в инкубационном цеху в бассейнах площадью 4 м<sup>2</sup> с уровнем воды 40 см (рисунок 1).



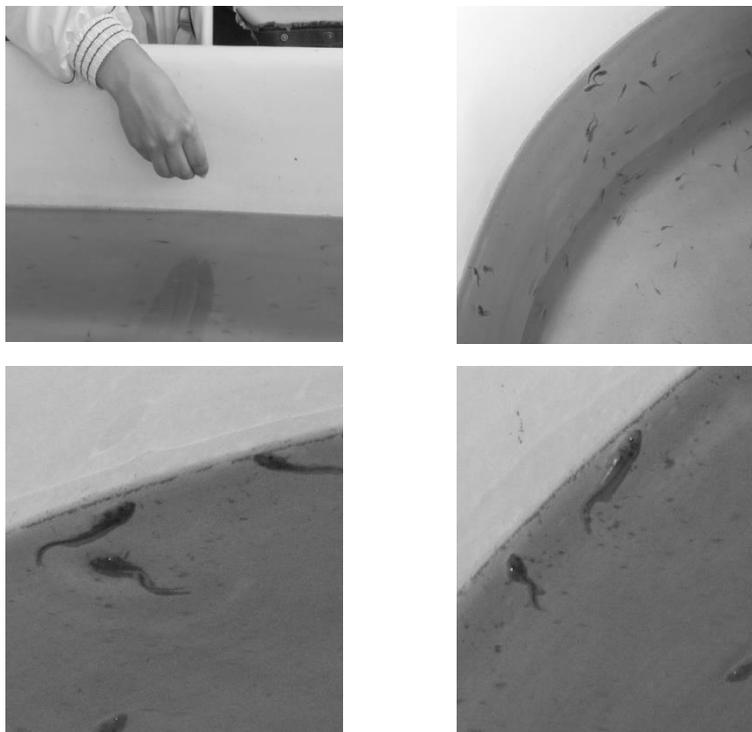
**Рисунок 1 – Инкубационный цех**

Объектом исследования служили 23-дневные личинки стерляди от заводского воспроизводства (рисунок 2), посаженные в два бассейна (опытный и контрольный) по 2000 шт. в каждый. В процессе проведения эксперимента на опытной группе личинок нами была испытана биологически активная кормовая добавка (Mix-Oil), введенная в стартовый комбикорм [3] в количестве 200 мг/кг корма. Контрольная группа получала стартовый комбикорм без добавки.



**Рисунок 2 – 23-дневная личинка стерляди**

Ежедневно до кормления определяли температуру воды, содержание растворенного кислорода и pH. Кормление осуществляли с 9.00 до 01.00 через каждые два часа, внося комбикорм вдоль стенок бассейна малыми порциями (рисунок 3).

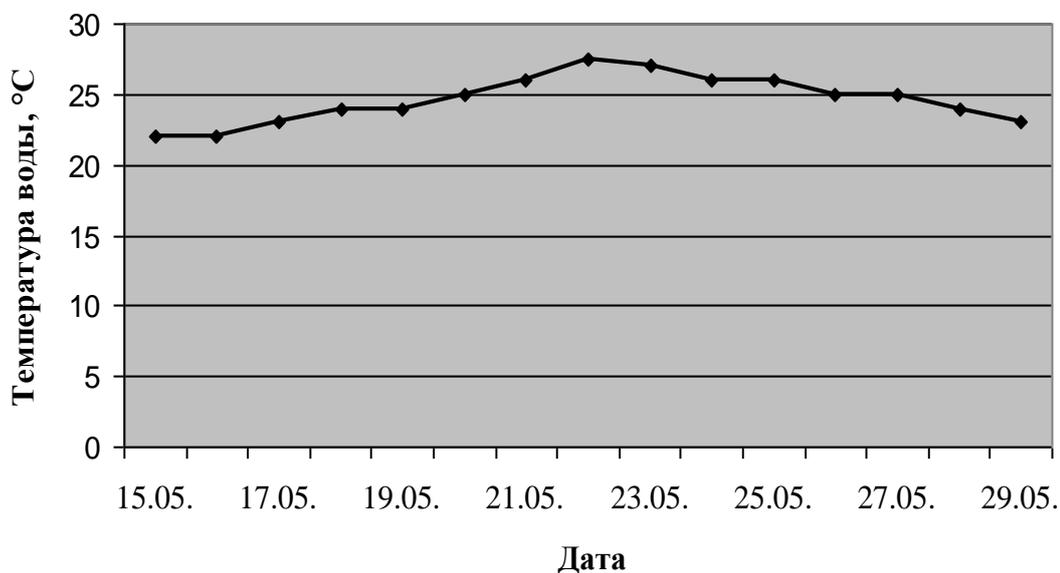


**Рисунок 3 – Кормление личинок стерляди**

Суточную норму вносимого корма рассчитывали исходя из массы тела личинок и температуры воды, она составила 20 % от общей биомассы личинок [4]. После каждого кормления проводилась проверка поедаемости корма. При наличии большого количества несъеденного корма, норма вносимого корма корректировалась. При превышении допустимого температурного предела ( $26^{\circ}\text{C}$ ) кормление и вовсе прекращалось [5] и вновь возобновлялось после падения температуры до оптимальных значений ( $18\text{-}25^{\circ}\text{C}$ ) [6]. Во время чистки бассейнов подсчитывалось количество отошедших особей, и, соответственно, изменялись данные о плотности посадки. Через каждые пять дней проводилось контрольное взвешивание. Среднесуточный прирост личинок рассчитывали по Г.Г. Винбергу [7].

## Результаты исследований и обсуждение

Процесс подращивания личинок сам по себе является важным и решающим, так как на ранних стадиях очень высока смертность особей, и главная задача состоит в том, чтобы эту смертность понизить. Известно, что на выживаемость личинок оказывают влияние такие факторы как прозрачность воды, содержание растворенного в ней кислорода, рН, а также температура [8]. За период подращивания прозрачность воды не всегда соответствовала норме, в связи с подачей в инкубационный цех воды, содержащей взвеси. Содержание растворенного в воде кислорода находилось в пределах нормы - 5,5 мг/л. Активная реакция среды изменялась от 8,4 до 8,9 единиц. Температура воды колебалась от 22 до 28 °С (рисунок 4). При подращивании учитывались данные условия, особенно колебания температуры в течение суток. Так как каждое резкое повышение температуры ведет к резкому снижению аппетита у личинок, что выражается в слабой поедаемости корма [8]. Что в свою очередь вынуждает снижать количество вносимого корма, растягивать промежутки между кормлениями и уменьшать кратность кормления.



**Рисунок 4** – Динамика среднесуточной температуры в период подращивания личинок стерляди в 2013 году

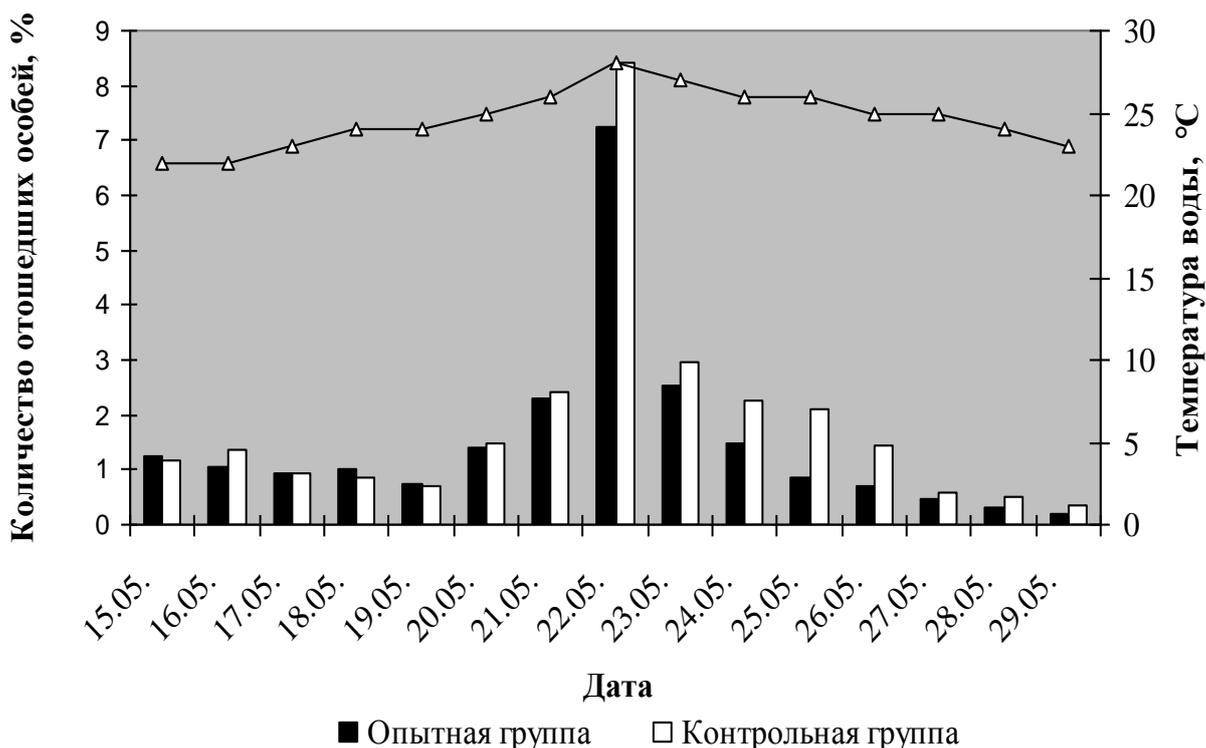
В первый день подращивания температура и прозрачность воды находились в пределах нормы. Определив средний вес одной личинки (145 мг) и зная плотность посадки (2000 шт.), рассчитали общую биомассу личинок в бассейне (290 г). Исходя из биомассы, подсчитали суточную норму вносимого корма (58 г) (таблица 1).

**Таблица 1 – Данные по биомассе и суточные нормы комбикорма для личинок стерляди**

Дата	Опытная группа		Контрольная группа	
	Общая биомасса, г	Суточная норма, г	Общая биомасса, г	Суточная норма, г
15.05.	290	58	290	58
20.05.	420	84	416	83
25.05.	427	85	388	78
29.05.	487	97	419	84

Первое кормление показало, что комбикорм является привлекательным на вкус для личинок. Как в опыте, так и в контроле он был съеден в течении нескольких минут. При последующих кормлениях было обнаружено, что корм с добавкой поедается личинкой охотнее и быстрее. Личинка из опытной группы уже на третий день кормления отличалась от представителей контрольной группы большей активностью и подвижностью, собиралась на местах кормления в группки. В контрольной группе корм также охотно поедался, но часть его опускалась на дно и изымалась из бассейна уже во время чистки.

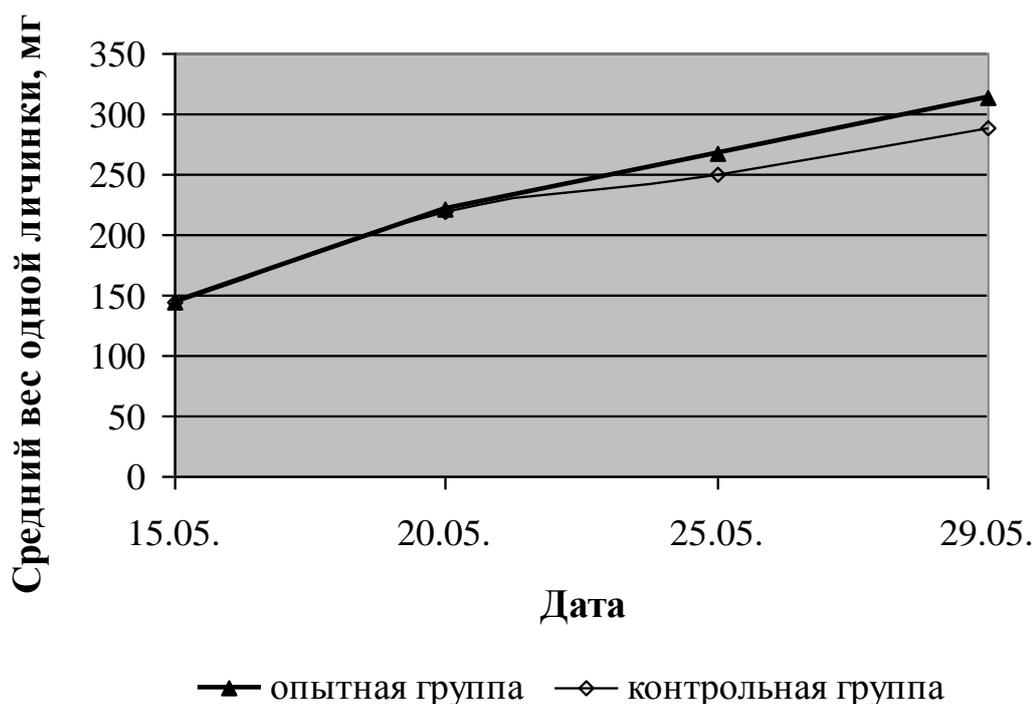
Суточная норма корректировалась после каждого контрольного взвешивания (см. таблица 1). Численность определялась по учету отошедших особей [4]. Была выявлена зависимость отхода личинок от температуры воды. В начале третьей декады мая (22 мая) наблюдался температурный пик (28 °С), который вызвал массовую гибель личинок (145 шт. в опыте и 168 шт. в контроле) в течение суток. Что составило около 7,3 % в опытной группе и 8,4 % в контрольной группе от количества посаженных особей (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Зависимость гибели личинок стерляди от температуры воды**

Исходя из полученных результатов, следует отметить, что личинка из опытной группы оказалась более жизнеспособной и устойчивой к действию неблагоприятного фактора (температуры). Уже при небольшом понижении температуры смертность резко снизилась. Но в контроле она все же была выше, чем в опыте, почти на половину. Таким образом, личинка, получавшая комбикорм с добавкой, лучше чувствовала себя как в экстремальных условиях, так и непосредственно после их исчезновения.

В период преобладания высоких температур также был замечен как в опыте, так и в контроле некоторый спад темпа роста [9], когда личинка питалась неохотно или вовсе отказывалась от корма (рисунок 6). Но в опытной группе спад темпа роста был более плавным и, постепенно, по мере снижения температуры наблюдался его рост. Уже через 10 суток кормления наблюдались явные различия между личинками из разных групп в весовом плане. Последнее контрольное взвешивание показало, что эта разница составляет 8 % в пользу опытной группы.

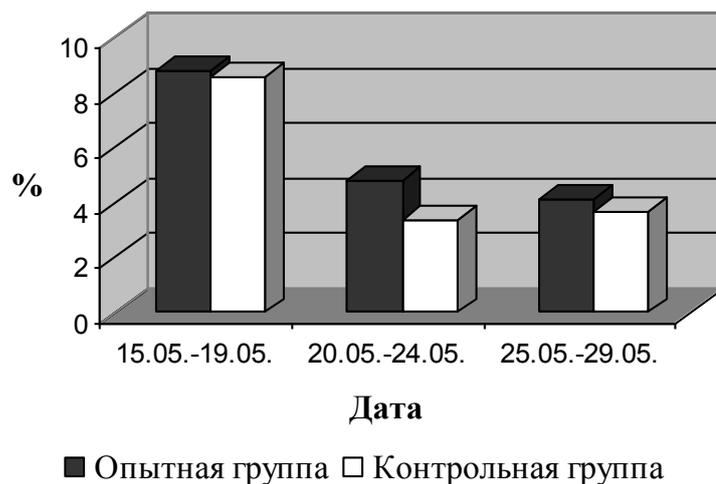


**Рисунок 6 – Динамика роста личинок стерляди опытной и контрольной групп**

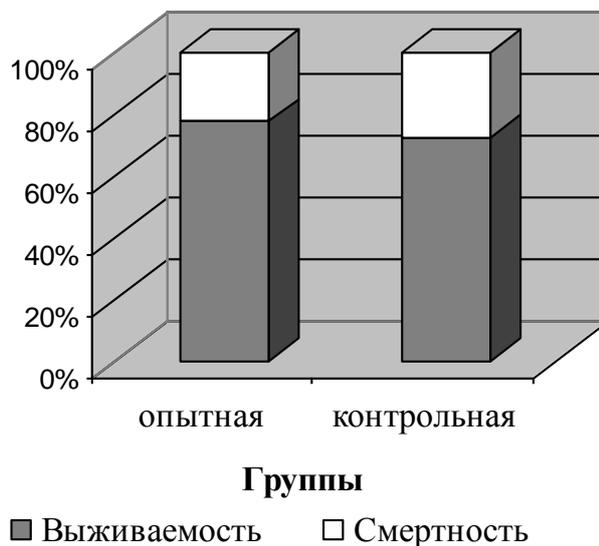
По литературным данным [9], при выращивании личинок с массой до 1 г при оптимальной температуре и рациональном кормлении средний прирост может составить более 30 % в сутки. Естественно, в худших условиях рост стерляди замедляется или вовсе останавливается. У нас температурный диапазон отклонялся от оптимального, поэтому среднесуточный прирост в опытной группе и составил около 5,7 %, в контрольной группе – 5,0 % (рисунок 7). Среднесуточный прирост, на протяжении всего периода подращивания, не был стабильным, а колебался при изменении температурных условий. При температуре 26 °С и выше наблюдалось его снижение.

За период подращивания личинки из опытной группы достигли в среднем 314 мг, из контрольной группы – 289 мг при выживаемости – 77,5 % и 72,5 % соответственно (рисунок 8).

По данным Склярова [6], удовлетворительной считается выживаемость 68 % и выше, таким образом, мы получили отличный результат.



**Рисунок 7 – Динамика среднесуточного прироста в опытной и контрольной группах**



**Рисунок 8 – Выживаемость и смертность в опытной и контрольной группах**

### **Заключение**

Анализ результатов исследований показал, что личинки стерляди опытной группы превосходили контрольную группу как по темпу роста, что отразилось на конечной навеске (314 мг – опыт, против 289 мг - контроль), так и по жизнестойкости (на 5 % в опыте выше, чем в контроле). Проведенными исследованиями подтверждается целесообразность использования кормовой добавки Mix-Oil в составе корма при подрачивании осетровых рыб на ранних

стадиях. Так как нами была взята кормовая добавка в минимально предлагаемых количествах, а были получены такие результаты, то вполне вероятно, что увеличение дозы вызвало бы еще лучший эффект. Поэтому для определения оптимальной нормы необходимы дальнейшие исследования.

### **Список использованных источников**

1. Гришанова А. Добавить и не навредить // Агропрофи: технологии производства и управления [Электронный ресурс]. – 2013. – № 3 (42). – Режим доступа: <http://agro-profi.ru/2013/08/20/добавить-и-не-навредить/>. – Дата доступа: 30.10.2013.

2. Mix Oil™ world // A.W.P. – animal wellness products [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.awpint.com>. – Дата доступа: 15.03.2013.

3. ТУ ВУ 100035627.012-2010. Комбикорм стартовый для личинок хищных рыб. Зарег. 26.08.2010. № 029549. Дата введения 01.09.2010. 14 с.

4. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. - 136 с.

5. Чебанов, М.С., Галич, Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. № 558. Анкара, ФАО. 2013, 297 с.

6. Скляр В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.

7. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. – Минск: Изд-во БГУ, 1956. – 236 с.

8. Строганов Н.С. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах. Изд-во Московского ун-та. – Москва, 1968. – 377 с.

9. Горский С.В., Яржомбек А.А. Справочные материалы по росту рыб: Осетровые рыбы. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 74 с.

**ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНОВ Е И С НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПОКАЗАТЕЛИ И КАЧЕСТВО ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

*Н.Н. Гадлевская, В.Д. Сенникова, И.Н. Селивончик, Р.А. Мамедов,  
М.Н. Тютюнова, И.А. Орлов*

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

**INFLUENCE OF E AND C VITAMINS ON HEMATOLOGICAL INDICES  
AND QUALITY OF REPRODUCTIVE PRODUCTS OF STURGEONS  
SPAWNERS**

*N.N. Hadlevskaya, V.D. Sennikova, I.N. Selivonchik, R.A. Mamedov,  
M.N. Tiutiunova, I.A. Orlov*

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

**Резюме.** В статье рассматривается влияние витаминных инъекций в преднерестовый период на гематологические показатели производителей стерляди, на качество полученных половых продуктов и оплодотворяемость икры.

**Ключевые слова:** производители стерляди, витамины Е и С, икра, оплодотворение икры, показатели крови.

**Abstract.** The paper studies the influence of vitamins injections during prespawning period on hematological indices of sterlet spawners, on the quality of the obtained reproductive products and impregnation capacity of spawn.

**Key words:** sterlet spawners, E and C vitamins, spawn, impregnation of spawn, blood indices.

**Введение**

Витамины - низкомолекулярные биологически активные органические соединения, необходимые для жизнедеятельности организма. Витамины не являются структурными элементами и источниками энергии, но принимают

активное участие в важнейших для жизни обменных реакциях, выполняя роль стимуляторов и регуляторов физиолого-биохимических процессов. Витамины входят в состав разнообразных ферментов и выполняют функцию биокатализаторов, участвуя в белковом, жировом и углеводном обменах [1-3]. Важную роль в жизнедеятельности организма рыб играют витамины Е и С.

Витамин Е является природным антиоксидантом, сохраняет от окисления полиненасыщенные жирные кислоты, и тем самым стабилизирует клеточные мембраны, предохраняя их от разрушения, участвует в синтезе гормонов. Дефицит витамина Е приводит к развитию патологических симптомов. Одним из первых симптомов недостаточности этого витамина может служить нарушение структуры мембран эритроцитов и увеличения их гемолиза под влиянием перекисей [2, 3]. Это приводит к снижению гемоглобина, возникновению нарушений в снабжении тканей кислородом и, как следствие, снижается сопротивляемость организма к внешним осмотическим условиям. Повреждение мембран наносит ущерб органам секреции и экскреции. В результате наблюдаются нарушения углеводного обмена и отклонения в развитии воспроизводительной системы.

Витамин С, являясь антиоксидантом, сберегает другие соединения, обладающие противooksидлительной способностью, в том числе и витамин Е, в связи с чем их необходимо применять одновременно. Кроме того, аскорбиновая кислота (витамин С) играет большую роль в обмене железа. Она способствует всасыванию железа, освобождению его из трансферина-транспортного белка, поступлению в ткани, участвует в обмене гормонов.

В связи с тем, что витамин Е не синтезируется в организме рыб, а содержание аскорбиновой кислоты у производителей в преднерестовый период снижается, то введение этих витаминов в организм в данный момент имеет огромное значение.

## **Материалы и методы исследований**

Экспериментальные работы были выполнены в 2013 году в период рыбоводного сезона на участке «рыбхоз Новолукомльский» ПМК-26 Чашникского района Витебской области в инкубационном цеху. Производителей стерляди завозили из садков, расположенных на тепловодном сбросном канале Лукомльской ГРЭС, в инкубационный цех в количестве 40 самок и 20 самцов при температуре воды 12°C. Масса самок колебалась от 2,0 до 3,8 кг, средняя масса 3,15 кг. Они были размещены в 2 лотка ЛПЛ (площадь 3 м<sup>2</sup>, объем 1,8 м<sup>3</sup>) по 20 штук в каждый лоток. Лоток №1 служил контролем и №2 - опытный. В каждый лоток было помещено по 10 самок меченых и по 10 самок не меченых. Самцы были размещены в отдельный лоток.

Для инъектирования использовали фармацевтические препараты аскорбиновой кислоты (5 % раствор) и 10 % α-токоферол-ацетата. Для снижения вязкости препарата витамина Е его подогревали на водяной бане. Витамины вводили медицинскими шприцами объемом 5 см<sup>3</sup>. Стимуляцию созревания производителей стерляди проводили с использованием гипофиза, а также синтетическим препаратом - сурфагоном.

Всем меченым самкам был введен препарат сурфагон, не меченым - суспензия ацетонированных гипофизов карпа. Одновременно 20 самкам в опытном лотке №2 были сделаны инъекции витамина Е из расчета 0,2 мл на 1 кг массы тела самки (таблица 1).

Через 16 часов после первой инъекции были сделаны разрешающие инъекции сурфагона и суспензии гипофизов, соответственно 2 мл/кг и 4 мг/кг массы тела самок.

Для повышения иммунитета за сутки перед вывозом из инкубационного цеха в садки всем самкам и самцам были сделаны инъекции раствора витамина С по 0,2 мл/кг.

**Таблица 1 – Схема проведения эксперимента инъектирования самок стерляди**

Номер лотка	Инъектировано самок:			Всего самок
	Витамин Е, 0,2 мл/кг	Суспензия гипофиза, 1 мг/кг	Сурфагон, 2 мл/экз.(10мг)	
1(контрольный)	0	10	10	20
2(опытный)	20	10	10	20

При изучении последствий витаминных инъекций у опытных и контрольных самок определяли следующие показатели: созревание производителей после стимуляции гормональными препаратами, количество самок, давших доброкачественную икру, процент оплодотворения икры.

Для оценки физиолого-биохимического состояния производителей стерляди кровь отбирали прижизненно из хвостовой вены.

### **Результаты исследований и обсуждение**

В процессе выдерживания производителей отмечено колебание температуры воды в течение суток от 10°C до 13°C. Еще через сутки температура воды поднялась с 12°C до 15°C, что благоприятно для отбора икры (небольшой подъем температуры воды в период созревания икры и нереста). В результате из 40 инъектированных самок отнерестились 27 (таблица 2). Количество икры составило 200-450 мл на одну самку.

Таким образом, положительный ответ в целом был получен от 67,5 % самок, 40 % из этих самок принадлежало опытной группе. Что в свою очередь уже доказывает пользу от витаминных инъекций. Витаминная подпитка опытных самок стерляди положительно сказалась и на оплодотворяемости икры. Разница между опытом и контролем составила 8 %. Вполне возможно, что среди отобранных для воспроизводства самок были самки, срок нереста

которых еще не подошел и поэтому они не смогли дать икру хорошего качества.

**Таблица 2 - Результаты оценки эффективности применения витаминных инъекций для преднерестовой подготовки самок стерляди**

Номер лотка	Количество самок, экз.	Гормональный препарат	Вита-мины	Количество самок отдавших доброкачественную икру		Оплодотворение икры, %
				экз.	%	
1 (контрольный)	10	гипофиз	-	5	50	83
	10 меченые	сурфагон	-	6	60	85
2 (опытный)	10	гипофиз	+	6	60	91
	10 меченые	сурфагон	+	10	100	93
Всего:	40	40	+20	16	80	92
			-20	11	55	84

После проведения витаминных инъекций оценивали физиологическое состояние производителей по основным гематологическим показателям.

Как показали исследования, содержание гемоглобина в красной крови самок, инъецированных витаминами, было достаточно высоким – 8,6 г % (таблица 3), у рыб контрольной группы этот показатель был ниже - 7,5 г %. Это связано с важной ролью аскорбиновой кислоты в обмене железа и витамина Е в укреплении структуры мембран эритроцитов. Недостаток этих витаминов приводит к снижению уровня гемоглобина крови [3,4].

**Таблица 3 - Средние гематологические показатели самок стерляди**

Показатели	Опыт	Контроль
Гемоглобин, г %	8,6	7,5
Лейкоцитарная формула, %		
Лимфоциты	74,1	71,2
Моноциты	0,3	0,9
Эозинофилы	10,5	10,8
Нейтрофилы (сегментоядерные и палочкоядерные)	8,1	10,1

В белой крови отмечено уменьшение общего количества лимфоцитов в среднем на 2,9 % по сравнению с самками, которым проводились витаминные инъекции, и увеличение иммунокомпетентных клеток - палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов на 2,0 %. Отмеченные негативные изменения крови самок в контроле подтверждаются литературными данными [5, 6], свидетельствующими о том, что доминирующими реакциями при ослаблении защитных функций организма являются снижение эритропоза, а также увеличение в лейкоцитарной формуле доли нейтрофилов и моноцитов, уменьшение числа лимфоцитов. Таким образом, физиологическое состояние проинъецированных витаминами производителей, оцениваемое по показателям крови, в целом оказалось лучше.

### **Заключение**

Исследованиями было доказано, что использование биологически активных препаратов в преднерестовый период оказывает положительное влияние на репродуктивные процессы и функциональное состояние производителей. Подтверждено, что витаминные инъекции позволяют повысить общую резистентность самок, положительно сказываются на отдаче доброкачественной икры (40 % из 67,5 %) и ее оплодотворяемости (8 % разница между опытом и контролем).

Установлено превосходство представителей опытной группы по гематологическим параметрам: содержанию гемоглобина (в контроле ниже на 1,1 г %), лимфоцитов (на 2,9 % ниже в контроле) и нейтрофилов (на 2,0 % в контроле выше).

### **Список использованных источников**

1. Скрипник Д.С. Влияние витаминов на рост и физиологическое состояние молоди осетровых рыб при промышленном выращивании: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.02 / Краснодарский НИИ рыбного хозяйства. - Краснодар, 1997. – 105 с.

2. Бахарева А.А. Витамины и витаминные премиксы при выращивании осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: диссертация кандидата биологических наук: 03.00.10. - Астрахань, 2001. – 201 с.

3. Сорокина М.Н. Эффективность использования токоферола и аскорбиновой кислоты при подготовке самок осетровых рыб к нересту: диссертация кандидата биологических наук: 03.00.10. - Астрахань, 2004. – 120 с.

4. Остроумова И.Н. Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб // И.Н.Остроумова. - Изв.НИИОРРХ, 1957 – т. 43 - вып. 3. - С. 97-100.

5. Житенева Л.Д. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови // Л.Д. Житенева, Т.Г. Полтавцева, О.А. Рудницкая. - Ростов н/Д: Кн. Изд.-во, 1989. – 112 с.

6. Грушко М.П. Гемопозз у осетровых рыб // М.П. Грушко, О.В. Ложниченко, Н.Н. Федорова. - монография. - Астрахань, 2009. – 160 с.

**ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕГОЛЕТКОВ  
ФОРЕЛИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО  
ЭКСТРУДИРОВАННОГО КОМБИКОРМА**

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

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

**EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL STATE OF TROUT FINGERLINGS  
WHILE USING EXTRUDED COMBINED FEEDSTUFF OF DOMESTIC  
PRODUCTION**

*N.N. Hadlevskaya, S.M. Dzjahtsiaryk, I.N. Selivonchik, M.N. Tiutiunova, I.A. Orlov*

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

**Резюме.** В статье представлены результаты биохимических и гематологических исследований сеголетков форели при использовании отечественного корма. Установлено, что отечественный комбикорм благоприятно влияет на физиологическое состояние рыбы и способен заменить импортный комбикорм.

**Ключевые слова:** сеголетки форели, мышечная ткань, показатели крови.

**Abstract.** The paper provides the results of biochemical and hematological investigations of trout fingerlings while using the feedstuff of domestic production. It was ascertained that the domestic feedstuff has favorable impact on physiological state of fish and quite suitable for replacement of the imported feedstuff.

**Key words:** trout fingerlings, muscular tissue, hematological indices.

**Введение**

Рыбы в отличие от теплокровных сельскохозяйственных животных предъявляют высокие требования к качеству комбикорма, что связано с их морфо-биологическими особенностями, метаболизмом и спецификой среды обитания. Пищевые потребности форели в условиях индустриального

рыбоводства полностью обеспечиваются за счет искусственных кормов. От качества корма и обеспеченности организма питательными веществами в процессе роста зависит физиологическое состояние рыбы, которое выявляется по уровню белков сыворотки крови. Именно через кровь клетки организма получают из корма все необходимые для их жизнедеятельности вещества [1]. Поэтому, исследовав кровь, можно судить не только о состоянии организма в целом, но и о полноценности используемого корма.

### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводились на сеголетках форели (опытной и контрольной группах), которые выращивались в бетонных бассейнах установки замкнутого водоснабжения форелевого комплекса «Богушевский» УП «Лиозненского ПМС» Витебской области. Опытную группу кормили отечественным, а контрольную – импортным кормом (фирмы «Rehuraio») в течении 30 дней. Отечественный корм содержал 47 % протеина и 17 % жира, импортный – 40 % протеина и 30 % жира.

Об изменениях, происшедших в организме рыбы под влиянием качественной специфичности кормов (отечественного и импортного), судили по изменению химического состава мышц и крови до и после окончания опыта.

Кровь для гематологических исследований отбирали методом иссечения хвостового стебля у 10 рыб из каждого варианта опытов. В качестве антикоагулянта использовали гепарин 1:5000 ед., сыворотку крови отбирали в этот же день после ее отстаивания. Содержание общего белка крови, гемоглобина, количество эритроцитов, лейкоцитов, СОЭ, а также лейкоцитарную формулу крови определяли по общепринятым в гематологической практике методам [2, 3, 4]. Биохимические показатели мышц определяли по общепринятой методике [5].

**Таблица 1- Результаты биохимического анализа мышц сеголетков форели (рыбопитомник «Богушевский», 2012 г.)**

Наименование образца	Средняя штучная масса, г		Сухое вещество, %		Влажность, %		Сырой протеин, %		Сырой жир, %		Сырая зола, %	
	до кормления	после кормления	до кормления	после кормления	до кормления	после кормления	до кормления	после кормления	до кормления	после кормления	до кормления	после кормления
Опытный	52,3	80,8	24,04±0,22	24,5±0,02	75,96±0,1	75,45±0,02	71,88±0,04	73,52±0,09	27,87±0,15	30,96±0,12	5,21±0,08	6,34±0,06
Контрольный	52,3	94,9	24,04±0,22	25,5±0,057	75,96±0,1	74,5±0,057	71,88±0,04	67,68±0,55	27,87±0,15	31,57±0,02	5,21±0,08	5,65±0,53

**Таблица 2 – Гематологические показатели сеголетков радужной форели (рыбопитомник «Богушевский» 2012 г.)**

№ п/п	Общий белок сыворотки, г/%		Количество гемоглобина, г/л		СОЭ, мм/ч		Содержание эритроцитов, млн./мкл		Содержание лейкоцитов, тыс./мкл	
	до кормления	после	до кормления	после	до кормления	после	до кормления	после	до кормления	после
опыт	3,15	6,03	76,7	110,7	1,85	1,79	1,095	1,16	57,3	59,6
контроль	3,15	5,80	76,7	88,3	1,85	1,58	1,095	1,14	57,3	60,0
норматив	6,2		72±1,0		1-4		1,15±0,08		58,6±6,4	

**Таблица 3 – Лейкоцитарная формула сеголетка радужной форели (рыбопитомник «Богушевский», 2012 г.)**

№ п/п	Агранулоциты				Гранулоциты							
	Лимфоциты		Моноциты		Нейтрофилы				Эозинофилы		Базофилы	
					Палочкоядерные		Сегментоядерные					
	до кормления	после	до кормления	после	до кормления	после	до кормления	после	до кормления	после	до кормления	после
Опыт	85,2	90,8	4,7	4,5	7,8	2,1	2,3	2,6	-	-	-	-
Контроль	85,2	90,2	4,7	4,8	7,8	2,0	2,3	3,0	-	-	-	-
Норма	91±3,2		5,0±0,3		4,8±0,3				-	-	-	-

## Результаты исследований и обсуждение

Как показали результаты биохимического анализа, в теле опытной группы рыб не отмечено значительной разницы в содержании сухого вещества и влаги, по сравнению с контролем, как до кормления, так и после. Содержание сырого протеина в тканях опытных рыб после кормления было выше на 5,8 %, чем в контроле (73,52 % против 67,68 %) (таблица 1). Это связано, скорее всего, с тем, что в опытном корме протеина было на 7 % больше.

Как в опытной, так и в контрольной рыбе накоплено практически одинаковое количество сырого жира (30,96 % и 31,57 % соответственно), хотя в опытном корме содержание липидов было ниже на 13 %, чем в контрольном корме. Сырой золы в рыбе из опытной группы было больше на 0,7 %, чем в контрольной.

Для оценки физиологического состояния сеголетков форели были проведены гематологические исследования.

Как показали гематологические исследования, до кормления форели опытным кормом у сеголетков отмечен очень низкий уровень общего белка сыворотки крови. Этот показатель колебался в пределах от 2,29 до 4,20, при среднем значении 3,15. Как среднее, так и максимальное значение были существенно ниже нормы, которая составляет 6,2 г/% (таблица 2).

Количество гемоглобина было весьма нестабильным, колебалось в широких пределах – от 62 до 91 г/л. Среднее количество было несколько выше нормы (71,0 – 73,0) и составляло 76,7 г/л.

В норме СОЭ у рыб должна быть от 1 до 4 мм/ч, средний показатель 1,85 укладывается в эти пределы. Однако для этого показателя также характерен довольно большой размах значений: минимальное и максимальное значения составили 1,0 и 5,0 мм/ч соответственно. Количество эритроцитов и лейкоцитов также укладывалось в пределы нормы: при норме для эритроцитов  $1,15 \pm 0,08$  млн./мкл средняя величина составила 1,095 млн./мкл; при норме  $58,6 \pm 6,4$  тыс./мкл для лейкоцитов средняя величина составила 57,3 тыс./мкл.

Лейкоцитарная формула крови показала, что до начала кормления опытным кормом наблюдалось увеличение количества нейтрофилов, а именно молодых форм (палочкоядерных) за счет лимфоцитов (таблица 3). Это не является благоприятным показателем и может указывать на наличие инфекции в организме рыбы. Эозинофилы и базофилы у сеголетков форели отсутствовали, что является нормой.

После кормления общий белок сыворотки крови как в опыте (6,03 г/%), так и в контроле (5,80 г/%) приблизился к норме (6,2 г/%).

Количество гемоглобина возросло и превысило норматив, причем показатели у опытной группы заметно превышали показатели контрольной группы (опыт – 110,7 г/л, контроль – 88,3 г/л). Это благоприятный показатель. Повышение уровня гемоглобина, вероятнее всего, вызвано усиленным ростом и связанным с этим ускорением метаболизма, когда приходится транспортировать в ткани большее количество кислорода.

СОЭ и в опыте и в контроле находилась в пределах нормы.

Содержание эритроцитов и лейкоцитов также в пределах нормы. Эритроциты довольно крупные (характерно для молодых рыб, с возрастом они, как правило, становятся мельче); этим можно объяснить тот факт, что гемоглобин – выше нормы, а количество эритроцитов её не превышает. Лейкоцитарная формула в норме. Сдвига в сторону нейтрофилов за счет лимфоцитов, характерного для формулы крови на предыдущем этапе исследований, не наблюдалось. Базофилы и эозинофилы отсутствовали, как и должно быть у сеголетков радужной форели в норме.

### **Заключение**

Исследования показали, что перед началом эксперимента большинство показателей крови сеголетков форели колебались в широких пределах. Однако средние показатели вполне укладывались в пределы нормы, за исключением общего белка сыворотки крови, который был почти в 2 раза ниже нормы, что свидетельствовало о низком физиологическом статусе организма рыбы.

Нарушения наблюдались и в лейкоцитарной формуле: сдвиг формулы в пользу палочкоядерных нейтрофилов за счет лимфоцитов, что могло свидетельствовать о наличии инфекции в организме.

По окончании эксперимента лейкоцитарная формула стабилизировалась и соответствовала норме, как в опыте, так и в контроле. Показатели красной крови также были более стабильны и укладывались в пределы нормы, даже общий белок сыворотки достиг практически нормативного показателя. Количество гемоглобина существенно превышало норму как в опыте (110,7 г/л), так и в контроле (88,3 г/л), что свидетельствует о хорошем иммунитете рыб при кормлении как отечественным, так и импортным комбикормом.

#### **Список использованных источников**

1. Харчук Ю. Разведение рыбы, раков и домашней птицы. – «Подворье»: Феникс, 2007. – 181 с.
2. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб // Методические указания и рекомендации по лабораторным диагностическим исследованиям. - М., 1999. – С. 69-85.
3. Головина Н.А., Тромбицкий И.Д. Гематология прудовых рыб. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 157 с.
4. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 184 с.
5. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы.- М.: ВНИИПРХ, 1986.- 50 с.

## КАЧЕСТВО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА КАРПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ

*Н.Н. Гадлевская, Г.П. Воронова, М.Н. Тютюнова*

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

## QUALITY OF CARP SEEDING IN DEPENDENCE UPON TECHNOLOGY OF ITS BREEDING

*N.N. Hadlevskaya, G.P. Voronova, M.N. Tiutiunova*

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

**Резюме.** Проведенными исследованиями установлено, что выращивание посадочного материала карпа при разреженных посадках, позволяет получать более качественный материал по сравнению с интенсивной технологией выращивания рыбы.

**Ключевые слова:** сеголеток, годовик, двухлеток, зимовка, протеин, жир

**Abstract.** The investigations showed that growing of carp seeding at sparse stockings allows getting the material of better quality as compared to intensive technology of fish breeding.

**Key words:** fingerling, yearling, two year old fish, hibernation, protein, fat.

### **Введение**

Проблема зимовки молоди карпа является одной из наиболее важных и сложных задач в прудовом рыбоводстве. Многочисленные исследования показали, что зимостойкость сеголетков в значительной степени зависит от их массы [1-3]. Нормативными показателями массы тела и упитанности сеголетков карпа, выращенных по интенсивной технологии, обеспечивающие их нормальную зимовку для 2-3 рыбоводных зон, считаются сеголетки массой 25 г и более, упитанность же для карпов разного веса должна быть не ниже 2,5 по

Фультону [4]. Однако успех зимовки зависит не только от веса и упитанности рыб, но и от комплекса других факторов, в том числе и от физиологического состояния зимующих сеголетков карпа. В условиях длительного голодания при низких температурах исключительно важное значение приобретают резервные вещества, и в первую очередь жир, накопленный сеголетками за лето. Большинство исследователей считают жирность сеголетков одним из основных показателей, определяющих их зимостойкость. Нормативные показатели количества жира, обеспечивающего успешную зимовку сеголетков, выращенных при уплотненных посадках с применением кормления комбикормом рецепта К-110, должны составлять осенью не менее 3-4% от сырой массы рыбы. При выращивании же сеголетков карпа по экстенсивной технологии на естественном корме считается достаточным накопление 1,5-2,0% жира от сырой массы рыбы, что объясняется иным его качеством [5,6].

Нами было изучено качество посадочного материала карпа выращенного при разреженных плотностях посадки, выход и качество их после зимовки, а также качество двухлетков выращенных из этого материала. Для оценки изучалось содержание сухого вещества, сырого протеина и жира в мышцах сеголетков, годовиков и двухлетков.

### **Материалы и методы**

Материалом исследований служили мышцы сеголетков, выращиваемых при разных плотностях посадки (от мальков, полученных при естественном нересте 30-20-10 тыс. экз./га, варианты 1-2-3 соответственно и от личинок, полученных при заводском нересте 40-30-20 тыс. экз./га варианты 4-5-6 соответственно) годовиков и двухлетков карпа, выращиваемых при плотностях (2,2-2,5-3,0-3,6 тыс. экз./га варианты 1-2-3-4 соответственно) в опытных прудах ХРУ «Вилейка», площадью по 0,24 га каждый. Биохимические анализы проводили по ГОСТ 13496.3-92, 13496.4-93, 13496.15-97. Упитанность определяли по Фультону [7].

## **Результаты исследований и обсуждение**

Содержание сухого вещества в теле карпа отражает, прежде всего, содержание жира и белка. При истощении вместе с падением жирности уменьшается также содержание белка в теле. Содержание сухого вещества меняется по мере роста рыбы, чем больше масса сеголетка, тем больше процент содержания в теле рыбы сухого вещества [8].

Содержание жира в теле рыбы определяется балансом питательных веществ и направлением метаболических процессов. Известно, что по мере роста рыба, как правило, становится жирнее, и норма жирности для нее меняется. Однако повышение жирности не всегда является показателем благополучия. Например, если в рационе карпа не хватает фосфора, то жирность его тела существенно превышает норму. Показатели жирности тела по сравнению с нормой снижаются в результате голодания [9,10].

Содержание белка в теле рыбы может меняться в зависимости от целого ряда причин. При истощении количество белка в теле уменьшается, прежде всего, из-за обводнения ткани. Содержание белка может уменьшаться и благодаря повышению жирности [11].

Содержание золы в теле рыбы имеет возрастную динамику, которая заключается в повышении зольности по мере роста. При истощении содержание золы в теле также увеличивается. Низкое содержание золы в теле и в костях может указывать также на недостаток фосфора в рационе [12].

В целях рационального кормления сеголетков и планирования прироста биохимический состав тела сеголетков оценивали в июне, августе и сентябре.

Как видно из таблицы 1, у сеголетков в августе, по сравнению с июнем, содержание сухого вещества увеличилось в среднем на 16,1%, жира на 14,4%, протеина на 11,8%. Содержание сухого вещества колебалось от 23,9 до 24,9%, жира от 4,03 до 5,2%, протеина – 14,8-16,0%, что соответствовало норме [7]. Поскольку кормление карпа было закончено 2 сентября, и до облова карп потреблял только естественную пищу, то в конце сентября у сеголетков произошло снижение содержания сухого вещества по сравнению с августом на

12,8 %, жира на 43,1 %, в то время как содержание протеина на этот период увеличилось на 16,1%. Величина коэффициента упитанности по Фультону также находилась в пределах нормы. На снижение сухого вещества и жира у сеголетков карпа при прекращении кормления в сентябре у рыб, интенсивно питавшихся в летний период комбикормом, указывала А.Е. Касаткина [13]. По ее данным, у сеголетков, потребляющих комбикорм, липиды в основном представлены насыщенными жирными кислотами, которые во время зимнего голодания очень быстро расходуются. При выращивании рыбы на естественной пище липиды в большей степени представлены ненасыщенными кислотами, которые медленнее расходуются во время зимовки. Поэтому для сеголетков карпа, выращенных на естественной пище, достаточным для нормативного протекания зимовки, является накопление жира в 1,5-2,0% от сырой массы [5,6]. Принимая во внимание, что в среднем в рационе выращенных сеголетков естественная пища составляла 49-64 %, вместо рекомендуемых 25-30%, можно предположить, что содержание жира в мышцах тела сеголетков, равное 2,45-3,12%, не окажет отрицательного влияния на прохождение ими зимовки.

Как показали исследования, несмотря на небольшую жирность сеголетков, выживаемость их после прохождения зимовки была высокой (95%). Вероятно, это связано с тем, что в рационе сеголетков естественная пища в период нагула составляла до 49-64%, и, по-видимому, отложенный жир в большей степени был представлен ненасыщенными жирными кислотами, которые медленнее расходуются во время зимнего голодания.

За период прохождения зимовки наибольшее снижение жирности (на 32,3%) было отмечено в тканях годовиков карпа массой 40-60 г. У более крупных годовиков массой 70-100 г снижение содержания жира составило 16,7%. Подобная тенденция отмечена так же по упитанности и сухому веществу. У более мелкой рыбы упитанность снизилась на 10%, сухое вещество на 12%, у крупной рыбы на 3% и 8,4%, соответственно (таблица 2).

**Таблица 1 – Биохимический состав мышц сеголетков карпа в опытных прудах рыбхоза «Вилейка» (2011 г.)**

Вариант	Средняя масса сеголетка, г	Содержание в сырой массе тела, %				
		сухое вещество	влага	жир	протеин	Коэффициент по Фультону
<b>Июнь</b>						
1	3,22	22,63	77,37	4,65	14,17	
2	3,66	21,17	78,83	4,85	14,0	
3	-	-	-	-	-	
4	5,26	21,20	78,80	3,73	14,49	
5	9,94	19,92	80,08	3,76	13,22	
6	5,06	19,94	80,06	3,92	12,56	
Норма	2-10	20-22		3,1-5,5	14	
<b>Август</b>						
1	25,7	23,9	76,1	4,79	14,8	2,91
2	27,45	24,0	76,0	4,89	15,3	3,04
3	42,1	24,4	75,6	4,93	15,5	2,94
1	2	3	4	5	6	7
4	35,2	24,2	75,8	4,03	14,9	3,25
5	56,0	24,6	75,4	4,87	15,4	3,45
6	60,6	24,9	75,1	5,20	16,0	3,04
Норма	25	24-28	72-76	6,0	не ниже 14	не ниже 2,5
<b>Сентябрь</b>						
1	53,38	21,75	78,25	2,82	17,83	3,22
2	59,53	21,04	78,96	2,79	16,85	2,50
3	74,25	21,06	78,40	3,12	17,45	2,73
4	50,69	20,95	79,05	2,45	17,15	3,01
5	75,14	21,09	78,91	2,65	17,09	2,62
6	80,37	21,39	78,61	2,50	17,29	3,21
Норма	25	24-28	72-76	3-6	не ниже 14	не ниже 2,5

**Таблица 2 – Биохимический состав мышц годовиков карпа (рыбхоз «Вилейка», 2012 г.)**

Наименование образца	Сухое вещество, %	Влажность, %	Протеин в сыром веществе, %	Жир в сыром веществе, %	Коэффициент по Фультону
<b>сентябрь 2011 г.</b>					
сеголеток 40-60 г	21,25±0,0161	78,75±0,158	17,28±0,016	2,69±0,051	2,91
сеголеток 70-100 г	21,18±0,089	78,64±0,087	17,28±0,043	2,76±0,018	2,85
<b>апрель 2012 г.</b>					
годовик 40-60 г	18,5±0,14	81,5±0,14	14,98±0,05	1,82±0,12	2,62
годовик 70-100 г	19,4±0,25	80,6±0,25	15,14±0,05	2,3±0,02	2,77

Что касается влажности и сырого протеина, то разница между показателями этих величин в двух группах годовиков была небольшой (0,9-1,0%).

Таким образом, темп расходования энергетических ресурсов тела за период зимовки у более мелких сеголетков был выше, чем у крупных.

Известно, что товарные и вкусовые качества у одних и тех же возрастных групп карпа ухудшаются с уменьшением массы тела. При массе тела у двухлетков меньше 500 г отмечается снижение процентного выхода съедобной части, жира и протеина, наблюдается большая обводненность мяса [3].

Как показали результаты анализа, наибольшее содержание жира в мышцах было отмечено у двухлетков карпа массой 500 и 650 г (6,7-7,13%, соответственно) (таблица 3).

**Таблица 3 – Химический состав мышц двухлетков карпа (рыбхоз «Вилейка», 2012 г.)**

Вариант	Средняя масса карпа, г	Содержание в сырой массе тела, %				Коэффициент по Фультону
		сухое вещество	влага	жир	протеин	
1	650±132	25,49±0,61	74,51±0,61	7,13±0,12	17,13±0,06	3,40±0,43
2	497±28	25,18±0,18	74,82±0,18	6,65±0,024	17,86±0,03	3,24±0,68
3	489±15	25,03±0,11	74,97±0,11	6,58±0,33	17,79±0,18	3,16±0,29
4	508±42	25,21±0,65	74,79±0,65	6,70±0,27	17,50±0,06	3,29±0,33
Норма		24,00-26,00		6,00-8,00	16,00-17,00	3,00

Для этой группы рыб характерно и более высокое содержание сухого вещества в мышцах, что еще раз подтверждает мнение, что масса качественной товарной рыбы независимо от зоны рыбоводства не должна быть ниже 500 г [3].

### **Заключение**

Исследованиями установлено, что выращивание посадочного материала карпа при разреженных плотностях посадки позволяет получать более качественный посадочный материал, который отличается повышенной

зимостойкостью (выживаемость годовиков 95%, против 65-70% норматив) и на втором году получать качественного товарного двухлетка по сравнению с интенсивной технологией выращивания карпа.

#### **Список использованных источников**

1. Wlodek Y. M. Badania biometryczne nad zimujcymi Karpami – Biometrische untersuchungen an den überwinterten Rarpfen. / Y.M. Wlodek // Acta hydrob. – 1959. – Vol.1, fasc. 3-4. – P. 215-220.

2. Wolny P. Czynniki warunkujace Prawidlowe Zimowanie Karpi / P. Wolny // Gospodarka Rybna. – 1963. – № 9. – P. 3-7.

3. Merla A. Die Stückverluste bei Satzkarpfen in Wirtschaftsjahr 1961/1962 im VEB Binnenfischerei Königswartha. - Dtsch. Fischerei Ztg. – 1962. – Vol. 9. – S. 375-379.

4. Кирпичников В.С. Методические указания по проведению зимовки сеголетков карпов, гибридов и сазанов в рыбхозах северных и северо-западных районов СССР / В.С. Кирпичников, О. Н. Бауер, Н.А. Мосевич / ГосНИОРХ. – Ленинград, 1956. – 34 с.

5. Mieller H. Die Beziehungen zwischen dem Nahrungsund Speicherfett der Fische / H. Mieller // Ztschr. f. Fischerel. – 1936. – Bd. 34, №1.

6. Ловерн Д.А. Химия жиров и жировой обмен рыб // Биохимия рыб. – Москва: Иностранная литература, 1953. – С. 70-88.

7. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы /авторы: В.В.Лиманский и др. - Москва, ВНИИПРХ - 59С.

8. Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб. – Москва: Московский университет, 1962. – Т. 1. – 444 с.

9. Ананьев В.И. Влияние условий выращивания на качественный состав резервного жира однолетнего карпа // Обмен веществ и биохимия рыб. – Москва: Наука, 1967. – С. 324-328.

10. Бекоев А.Т. Зимовка рыбопосадочного материала карпа в условиях II зоны рыбоводства. / А.Т. Бекоев // Тез. докл. III Межвузовской конференции молодых ученых и специалистов. – Калининград, 1984. – С. 127-128.

11. Кирпичников В.С. Значение естественного и искусственного корма при выращивании сеголетков карпа / В.С. Кирпичников // Биология и ихтиология внутренних водоемов Прибалтики. – Рига, 1963. – Т. 7. – С. 123 - 131.

12. Шаболина А.А. Влияние фосфатидов и кормовых дрожжей на липиды зимующего карпа / А.А. Шаболина // Изв. ГосНИОРХ. – Ленинград, 1972. – Т. 81. – С. 12-19 .

13. Касаткина А.Е. Обмен веществ и выживаемость молоди карпа в процессе роста и зимнего голодания в зависимости от условий питания в летний период: автореф. дисс.... канд. биол. наук / А. Е. Касаткина. – Москва, 1988. – 24 с.

**ПОДРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК ВЕСЛОНОСА В УСЛОВИЯХ  
ИНКУБАЦИОННОГО ЦЕХА «СПУ «ИЗОБЕЛИНО»**

*В.Ю. Агеец, С.И. Докучаева, В.Д. Сенникова, А.Ю. Крук, М.С. Шарай*

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

**BREEDING OF PADDLEFISH LARVAE IN CONDITIONS OF SBS  
"IZOBELINO" INCUBATION WORKSHOPS**

*V.Y. Ageyets, S.I. Dokuchayeva, V.D. Sennikova, A.Y. Kruk, M.S. Sharay*

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

**Резюме.** В условиях инкубационного цеха при кормлении живым кормом за 12 суток подращивания при температуре воды 19-22<sup>0</sup>С масса тела молоди веслоноса увеличивается с 35 мг до 1 г при выходе из подращивания 42-47%.

Чередование кормления молоди зоопланктоном и комбикормом позволяет за последующие 10 дней подращивания при плотности посадки 500-600 экз./м<sup>3</sup> получать из однограммовой четырехграммовую молодь при выходе из подращивания 76 - 82%.

**Ключевые слова:** веслонос, личинки, подращивание, питание, темп роста, кормление.

**Abstract.** In the conditions of incubatory shop when feeding with a live food for 12 days of growing at water temperature 19-22<sup>0</sup>С body mass of paddlefish tiny fishes increases from 35 mg to 1 g at breeding output 42-47%. Interchange in feeding the tiny fish with animal plankton and compound foodstuff, for next 10 days of breeding at seeding density 500-600 pcs/m<sup>3</sup> ensures obtaining four kilo tiny fishes from 1 kilo tiny fish with feeding output 76-82%.

**Key words:** paddlefish, larvae, feeding, growing, alimentation, growing rate.

**Введение**

Перед рыбной отраслью Беларуси стоит задача не только увеличения объемов производства и снижение себестоимости, но и улучшения качества,

расширения ассортимента выпускаемой продукции за счет увеличения видового разнообразия выращиваемых рыб.

Особое внимание уделяется выращиванию ценных видов рыб, к которым относится и веслонос, представитель североамериканских осетрообразных. Это единственный представитель осетрообразных, питающийся планктоном и детритом.

Высокий темп роста, отличные вкусовые качества мяса, сходные с мясом белуги, и деликатесная черная икра, ставят веслоноса в ряд наиболее ценных видов рыб планеты и делают его перспективным объектом для разведения. Кроме того, особенный интерес веслонос - планктофаг представляет при использовании его в поликультуре, в связи с приоритетным значением в современном рыбоводстве республики разработок низкзатратных ресурсосберегающих технологий. Как объект прудового и пастбищного рыбоводства он позволит утилизировать огромные биоэнергетические ресурсы внутренних водоемов в виде продукции зоопланктона и детрита, слабо используемые местными видами рыб, трансформируя их в ценную рыбную продукцию. Одним из краеугольных камней при решении вопроса разведения нового объекта является разработка технологии выращивания посадочного материала в местных условиях, которая является новой, очень важной для рыбной отрасли Беларуси, позволяющей решить вопрос обеспечения рыбхозов Беларуси посадочным материалом этого ценного объекта рыборазведения. При наличии собственного посадочного материала можно будет без дополнительных затрат дорогостоящих концентрированных кормов получать более 100 кг/га деликатесной рыбной продукции. Поэтому очень актуальным в настоящее время является разработка технологии выращивания сеголетков веслоноса в белорусских рыбхозах.

Целью исследований было изучить темп роста личинок веслоноса при подращивании в условиях инкубационного цеха, количественные и качественные характеристики их рациона при кормлении живым кормом и

комбикормом фирмы Aller, выход из подращивания при разных плотностях посадки.

### **Материалы и методы исследований**

Личинок веслоноса завозили автотранспортом из Российской Федерации в полиэтиленовых мешках, наполненных наполовину водой и кислородом.

Подращивание личинок осуществляли в пластиковых ейских лотках в СПУ "Изобелино" (рисунки 1, 2).



**Рисунок 1 - Пластиковые лотки для подращивания личинок веслоноса**

В качестве корма использовали науплии *Artemia salina*, прудовый зоопланктон и комбикорма фирмы Aller. Контроль за температурным режимом воды, рН и содержанием растворенного в воде кислорода в лотках осуществляли два раза в сутки - утром и вечером. Общий гидрохимический анализ проводили два раза за период подращивания.

Сбор и обработку гидрохимических проб осуществляли по общепринятым в рыбоводстве методикам [1, 2].



**Рисунок 2 - Личинки веслоноса при подращивании в лотке СПУ «Изобелино», 2013 г.**

Количественные пробы зоопланктона отбирали путем процеживания 20 л воды через сеть апштейна (нейлоновое сито №78). Пробы фиксировали 4% раствором формальдегида [3]. При определении видового состава пользовались определителями [4 - 6]. Для подсчета биомассы зоопланктона использовали таблицы индивидуальных масс организмов [7]. Принимая известную условность в разделении вида зоопланктона по трофическим группам, к хищникам отнесены *Polyphemus pediculus*, копепоиды IV и V стадий, взрослые циклопы, *Asplanchna priodonta*.

Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по методике И.Ф. Правдина [8]. Биометрическую обработку цифрового материала осуществляли методом вариационной статистики по методике П. Ф. Рокицкого [9] с использованием пакета программ «Microsoft Excel» на персональном компьютере.

После выравнивания температуры воды производили выпуск личинок в пластиковые лотки, где их выдерживали еще сутки, подкармливая зоопланктоном и комбикормом. В течение этих суток происходил основной

отход личинок, что, очевидно, связано с отличиями гидрохимической составляющей воды и привыканием к другому корму. На вторые сутки после привоза личинок начали опыты по подращиванию.

Подращивание осуществляли в два этапа, т. к при увеличении массы личинок необходимо снижать плотности посадки.

На первом этапе личинок подращивали в течение 12 суток при плотности посадки 1 и 2 тыс. экз./м<sup>3</sup>. В I варианте опытов личинок кормили комбикормом, во II и III – зоопланктоном (таблица 1).

**Таблица 1 - Схема опытов при подращивании личинок веслоноса на первом этапе до средней массы тела 1 – 2 г**

Вариант	Посажено		Характер корма
	экз./м <sup>3</sup>	средняя масса, г	
I	1000	35	комбикорм
II	1000	35	зоопланктон
III	2000	35	зоопланктон

На втором этапе подращивания плотность посадки составляла 500 и 600 экз./м<sup>3</sup> (таблица 2).

**Таблица 2 - Схема опытов при подращивании личинок веслоноса на втором этапе до средней массы тела 4-5 г**

Вариант	Посажено	
	экз./м <sup>3</sup>	средняя масса, г
I	500	1,1
II	600	1,1

Во всех вариантах опытов на втором этапе подращивания молодь веслоноса кормили комбикормом, чередуя с зоопланктоном.

Кормление личинок осуществляли каждый час, начиная с 6 часов утра и заканчивая в 22-23 часа. В последнее кормление молоди веслоноса давали только зоопланктон.

В 5 лотках осуществляли водоподачу сверху с помощью двух сифонов, установленных вдоль обеих сторон лотка. В трех лотках было установлено по одному сифону.

Два раза в сутки (утром и вечером) с помощью резинового сифона собирали со дна лотков остатки пищи и продукты жизнедеятельности личинок.

Ежедневно приспускали воду в лотках и протирали стенки. Через 3-4 суток личинок поочередно из одного из лотков пересаживали в освободившийся чистый лоток.

Исследования проводили в рамках задания отдельного инновационного проекта «Разработать технологию выращивания сеголетков в условиях прудовых хозяйств Беларуси».

### **Результаты исследований и обсуждение**

Температура воды при подращивании личинок веслоноса в СПУ «Изобелино» изменялась от 19 до 23,5<sup>0</sup>С, иногда снижаясь ночью и предутренние часы до 15 – 17<sup>0</sup>С.

Активная реакция среды в лотках находилась на уровне 7,64-7,89. Концентрация растворенного в воде кислорода колебалась от 5,19 до 6,20 мг/л.

В период подращивания в лотках, где был установлен один водоподающий сифон, кратковременно увеличивалась концентрация аммонийного азота, значения которого превышали допустимые для осетровых рыб значения. Ситуацию улучшали путем пересадки личинок и полной очистки лотков. Остальные гидрохимические показатели были в пределах нормы для осетровых рыб.

В качестве корма для личинок в первые два дня подращивания использовали науплии *Artemia salina*. Затем в прудах отлавливали зоопланктон, который процеживали через сито №40. В дальнейшем отлов зоопланктона осуществляли сачком из сита №20, что позволяло исключить отлов в прудах слабо потребляемого личинками веслоноса мелкого зоопланктона (хидорусов и босмин).

На первом этапе подращивания во втором варианте личинок кормили комбикормом. В начале подращивания - 30% от массы тела, постепенно снижая количество задаваемого корма при массе молоди 1 г до 12% от массы тела. В

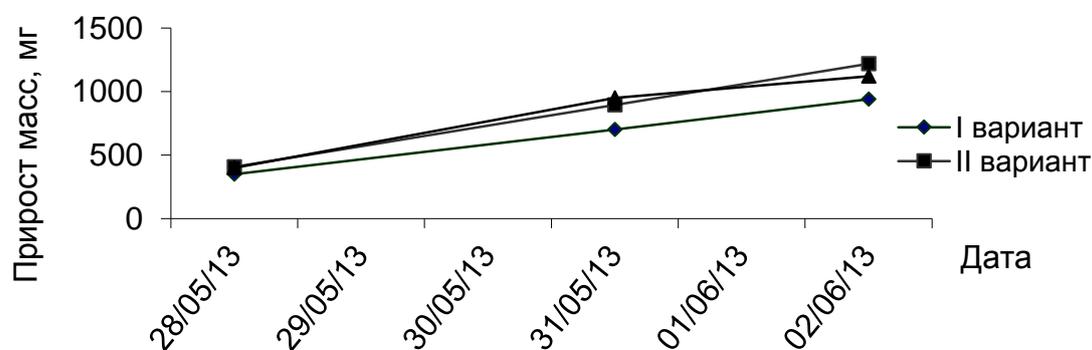
остальных вариантах использовали в качестве корма прудовый зоопланктон (аналогично уменьшая его количество с 60% до 40% от массы тела личинок).

На втором этапе подращивания во всех вариантах опытов молодь веслоноса кормили комбикормом 8 – 12% от массы тела, чередуя с зоопланктоном (30 – 40% от массы тела). Вначале давали комбикорм, через 30 – 40 минут – зоопланктон.

При биомассе зоопланктона в лотках 5 мг/л личинки были недокормлены, что выражалось в относительно пустых желудках и низких индексах наполнения кишечника (100 – 200‰) при прочих равных условиях. При биомассе зоопланктона в лотках 30-40 мг/л желудки были хорошо наполнены кормом и общий индекс наполнения кишечника составлял 600 – 1500‰.

Личинки веслоноса при кормлении на первом этапе подращивания комбикормом отставали в росте при температурах воды 14,8 – 15,0°C. При повышении температуры воды до 18 – 23°C личинки начали активно брать комбикорм и темп роста увеличился. Однако, конечные результаты подращивания личинок веслоноса на первом этапе при одинаковой плотности посадки были лучше при использовании живых кормов. Средняя масса составляла 1218 мг, выживаемость - 47%. При кормлении комбикормом эти показатели составляли 877 мг и 42%, соответственно.

Динамика роста масс личинок веслоноса на первом этапе подращивания представлена на рисунке 3.

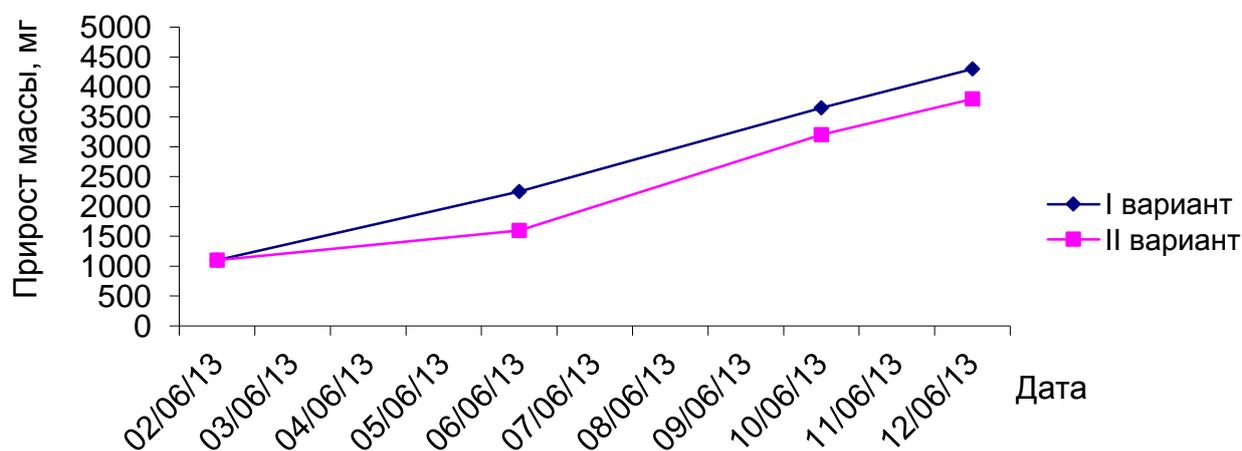


**Рисунок 3 - Динамика роста масс личинок веслоноса на первом этапе подращивания**

Как видно из рисунка 3, рост массы тела происходил быстрее при кормлении живым кормом (II и III варианты). Минимальный прирост массы тела у личинок веслоноса наблюдался в I варианте опытов при кормлении комбикормом. Во II и III вариантах рост массы тела личинок отличался незначительно.

При достижении массы тела 200 – 300 мг у личинок наблюдается сильная разбежка в массе тела, часто в два раза, что влечет за собой возможность каннибализма.

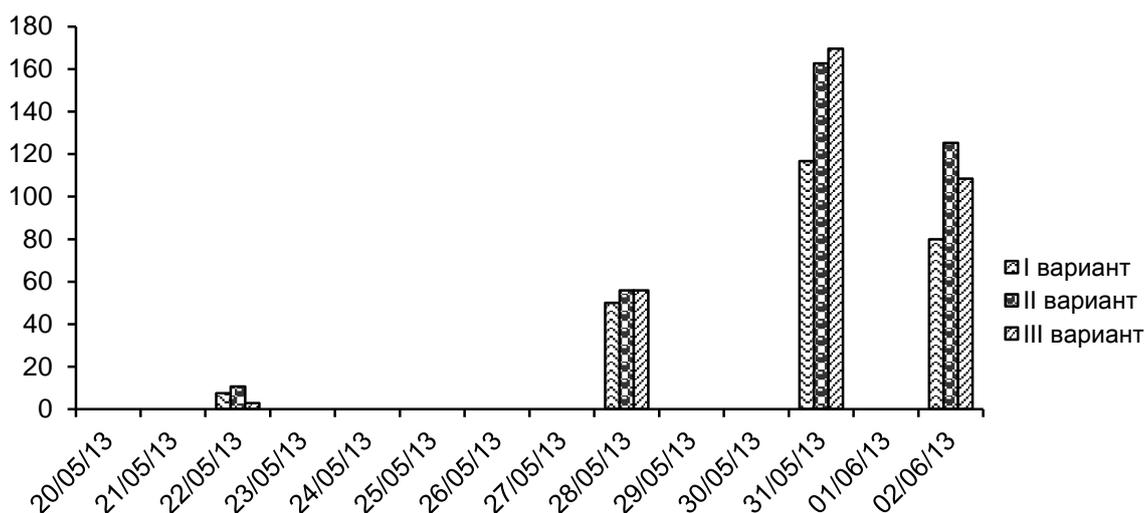
На втором этапе подращивания прирост массы тела личинок уменьшался с увеличением плотности посадки (рисунок 4).



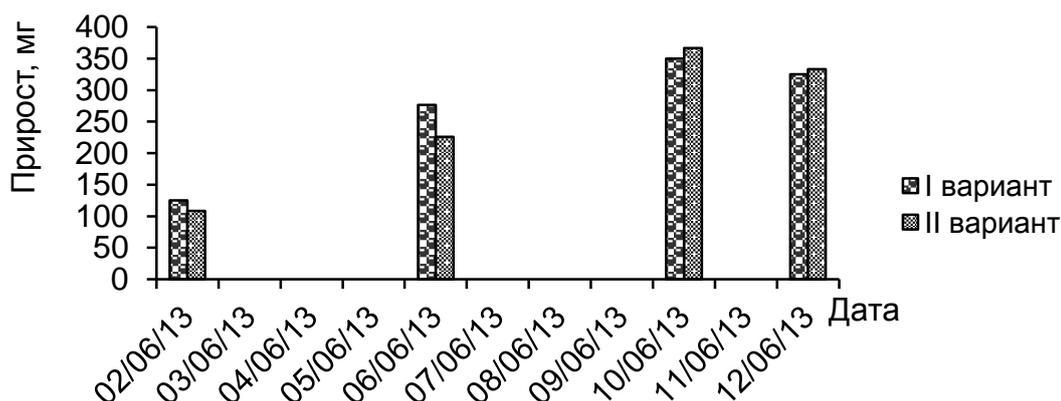
**Рисунок 4 - Динамика роста масс тела личинок веслоноса на втором этапе подращивания**

На первом этапе подращивания самые низкие среднесуточные приросты наблюдались в I варианте (рисунок 5). Во II и III вариантах они были близкими.

На втором этапе подращивания среднесуточные приросты массы тела увеличивались до достижения массы тела 3,2 – 4,5 г, после чего наблюдалось их некоторое снижение (рисунок 6).



**Рисунок 5 - Динамика среднесуточных приростов личинок веслоноса на первом этапе подращивания**



**Рисунок 6 - Динамика среднесуточных приростов на втором этапе подращивания**

Некоторые средние по вариантам рыбоводно – биологические показатели при подращивании личинок веслоноса представлены в таблицах 3 и 4.

Как видно из данных таблицы 3, самые высокие среднесуточные приросты массы тела личинок и коэффициенты массонакопления на первом этапе подращивания наблюдались во II варианте опытов при плотности посадки 1000 экз./м<sup>3</sup> и кормлении живыми кормами.

**Таблица 3 – Некоторые средние рыбоводно-биологические показатели на первом этапе подращивания личинок веслоноса**

Показатели, значения показателей	Вариант		
	I	II	III
	Плотность посадки, экз./м <sup>3</sup>		
	1000	1000	2000
Начальная масса тела, мг	35	35	35
Конечная масса тела, мг	877	1218	1120
Среднесуточные приросты, мг	63,5	88,6	84,2
Удельная скорость роста, %	21,5	22,5	19,5
Коэффициент массонакопления, ед.	0,45	0,48	0,44
Продолжительность опыта, сут.	12	12	12

На втором этапе подращивания лучшие показатели роста показали личинки в первом варианте с меньшей плотностью посадки (таблица 4).

**Таблица 4 – Некоторые средние рыбоводно – биологические показатели на втором этапе подращивания личинок веслоноса**

Показатели, значения показателей	Вариант	
	I	II
	Плотность посадки, экз./м <sup>3</sup>	
	500	600
Начальная масса тела, мг	1100	1100
Конечная масса тела, мг	4300	3800
Среднесуточные приросты, мг	320	270
Удельная скорость роста, %	15,2	10,8
Коэффициент массонакопления, ед.	0,52	0,46
Продолжительность опыта, сут.	10	10

Анализ содержимого пищеварительного тракта личинок веслоноса показал, что на первом этапе подращивания индексы потребления составляли 0,40 – 9,70 %, индексы наполнения кишечника - 110 – 1500‰. При этом, 99 – 100% потребленных организмов составляли ветвистоусые ракообразные.

Веслоногие ракообразные составляли лишь один процент от массы пищевого комка (таблица 5).

**Таблица 5 - Некоторые характеристики питания личинок веслоноса при подращивании**

Масса тела личинки, мг	Длина рыбы, см	Состав пищевого комка	Весовая доля в пищевом комке, %	Общий индекс потребления, %	Общий индекс наполнения кишечника, ‰
1	2	3	4	5	6
<b>Первый этап подращивания (II вариант опытов)</b>					
51	2,2	<i>Bosmina longirostris</i> <i>Daphnia longispina</i>	11,8 88,2	0,40	-
42,5	1,4	<i>Daphnia longispina</i> Cyclops sp. <i>Daphnia magna</i> <i>Bosmina longirostris</i> <i>Polyphemus pediculus</i>	40,6 0,6 54,4 0,29 4,1	9,73	-
80,2	2,1	<i>Daphnia longispina</i> <i>Polyphemus pediculus</i> <i>Bosmina longirostris</i> Cyclops sp.	77,8 9,2 11,7 1,3	2,30	-
360	3,8	<i>Daphnia longispina</i>	100,0	483,3	1541
695	5,15	<i>Daphnia longispina</i> Chydorus	99,7 0,3	577,9	1100
<b>Второй этап подращивания (I вариант опытов)</b>					
1230	6,16	<i>Daphnia longispina</i>	100,0	-	471
2633	7,8	<i>Daphnia longispina</i> Cyclops sp. Ostracoda Искусственный корм	73,7 0,2 0,5 25,6	-	357
4300	8,55	<i>Daphnia longispina</i> Искусственный корм	36 64	-	307
4700	9,3	<i>Daphnia longispina</i> <i>Daphnia magna</i> Искусственный корм	13,4 61,9 24,7	-	369

На втором этапе подращивания у молоди веслоноса массой 1,2 – 4,7 г индексы наполнения кишечника составляли 300 – 470‰. Доля зоопланктона

в питании личинок составляла 65 – 100%, при доминировании ветвистоусых ракообразных, искусственного корма – 25 – 64%.

Проводили также изучение питания личинок в течение суток. Пробы отбирали каждые два часа. Материалы по суточному питанию личинок веслоноса при подращивании представлены в таблице 6.

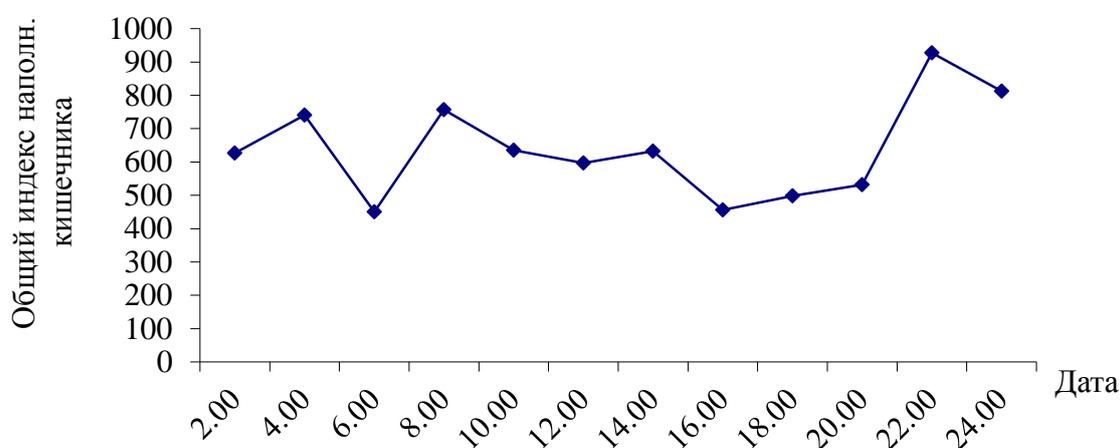
Анализ содержимого пищевого комка показал, что в питании личинок в дневное время суток искусственный корм составлял 5 – 61% от массы пищевого комка.

**Таблица 6 - Некоторые показатели суточного рациона питания личинок веслоноса при подращивании**

Время	Масса рыбы, мг	Состав пищевого комка	Весовая доля в пищевом комке, %
18.00	3700	Anopheles Meigen (мошка) Daphnia longispina Ceriodaphnia Искусственный корм	13,5 74 0,5 12
20.00	4000	Daphnia longispina Искусственный корм	38,3 61,7
22.00	4800	Daphnia longispina Искусственный корм	95 5
24.00	3950	Daphnia longispina Искусственный корм	46,5 53,5
2.00	3500	Daphnia longispina Ceriodaphnia Искусственный корм	79 19,8 1,2
4.00	3950	Daphnia longispina Искусственный корм	100 единичные крупинки
6.00	4400	Daphnia longispina Diptera	84 16
8.00	5250	Daphnia longispina	100
10.00	5150	Daphnia longispina Искусственный корм	62 38
12.00	3350	Daphnia longispina Искусственный корм	57 43
14.00	3750	Daphnia longispina Искусственный корм	58 42
16.00	3600	Daphnia longispina Искусственный корм	53 47

В ночное время в питании личинок преобладал живой корм (в основном *Daphnia longispina*), задаваемый в последнее кормление в 22 – 23 часа. Было замечено, что веслонос активно потреблял насекомых, упавших в воду. Искусственный корм в ночное время суток не превышал 1,2% от массы пищевого комка и, очевидно, представлял собой неперевавшиеся дневные остатки.

При изучении содержимого пищеварительного тракта у молоди веслоноса установлено, что в течение суток у них наблюдаются три максимума (в 4, 8, и 22 ч) и три минимума (в 6, 16, и 20 ч) (рисунок 7).



**Рисунок 7 - Суточный ритм питания личинок веслоноса средней массой тела 3,5-5,0 г**

Результаты первого этапа подращивания молоди веслоноса представлены в таблице 7.

**Таблица 7 - Основные рыбоводно-биологические показатели на первом этапе подращивания личинок веслоноса**

Вариант	Посажено		Выловлено		Выживаемость, %
	экз./м <sup>3</sup>	средняя масса, мг	экз./м <sup>3</sup>	средняя масса, мг	
I	1000	35	423±39	877±9	42,3±3,9
II	1000	35	467±79	1218±85	46,7±7,9
III	2000	35	934±49	1120±22	47,0±2,0

Как видно из данных таблицы 7, самые низкие показатели получены в I варианте опытов при плотности посадки (1000 экз./м<sup>3</sup>) и кормлении комбикормом. При аналогичной плотности посадки, но кормлении живым кормом выход из подращивания и средняя масса тела молоди веслоноса была выше, чем при кормлении комбикормом.

При плотности посадки 2000 экз./м<sup>3</sup> и кормлении зоопланктоном конечная масса молоди веслоноса была на 9% ниже, чем при плотности посадки 1000 экз./ м<sup>3</sup> при практически равном выходе из подращивания.

Рыбоводно-биологические результаты второго этапа подращивания молоди веслоноса представлены в таблице 8.

**Таблица 8 - Основные рыбоводно-биологические показатели на втором этапе подращивания личинок веслоноса**

Вар и-ант	Посажено			Выловлено			Выход, %
	экз./ лоток	экз./ м <sup>3</sup>	средняя масса, г	экз./ лоток	средняя масса, г	экз./м <sup>3</sup>	
I	455	500	1,15	370±5	4,3±0,0	416±3	82,5±0,5
II	558	600	1,10	432±14	3,8±0,0	464±14	76,5±2,5

Как видно из данных таблицы 8, с увеличением плотности посадки наблюдается уменьшение выхода из подращивания и средняя масса подращенной молоди.

Рассчитанные коэффициенты корреляции между некоторыми рыбоводно-биологическими показателями при подращивании личинок веслоноса показали, что наблюдается корреляция между начальной и конечной массой тела молоди веслоноса. Конечная масса и выход из подращивания зависят от плотности посадки ( $0,01 < P < 0,05$ ).

### **Заключение**

В результате проведенных исследований установлено, что:

1. До массы тела 1 г рекомендуется личинок подращивать на живом корме, используя на первых этапах науплии *Artemia salina*, получаемых из

покоящихся яиц и мелкий зоопланктон.

2. Оптимальная концентрация зоопланктона при подращивании в лотках составляет 30 - 40 мг/л. При кормлении комбикормом допустимо снижение концентрации зоопланктона до 5 мг/л.

3. При необходимости кормления комбикормом плотность посадки не должна превышать 1000 экз./м<sup>3</sup>, а температура воды должна быть выше 18<sup>0</sup>С.

4. Подращивание в течение 12 суток личинок с начальной массой тела 35 мг при плотности посадки 1-2 тыс. экз./м<sup>3</sup> позволяет получать молодь средней массой 1,12 - 1,22 г при выходе из подращивания 46,7 - 47,0%.

5. При плотности посадки 500-600 экз./м<sup>3</sup> и кормлении концентрированными кормами и зоопланктоном во временном интервале 30 -40 минут за 10 дней подращивания масса тела увеличивается с 1,1 г до 3,8 - 4,7 г при выходе из подращивания 76,5 – 82,5%.

#### **Список использованных источников**

1. Методические указания по организации гидрохимической службы в прудовых рыбоводных хозяйствах. - М, 1976.– 115 с.

2. Унифицированные методы анализа вод СССР / Под ред. Ю.Ю. Лурье.– Л, 1978.– Вып.1.- 144 с.

3. Киселев, И.А. Планктон морей и континентальных водоемов / И.А. Киселев // В 2 Т.- Л: Наука, 1969.- Т.1.- С.140-400.

4. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Отв. ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов.– Л., 1977.– 510 с.

5. Кутикова ,Л.А. Коловратки фауны СССР/ Л.А. Кутикова. – Л.: Наука, 1970.– 742 с.

6. Мануйлова, Е.О. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР / Е.О. Мануйлова. – М.:Наука, 1964. – 326 с.

7. Брагинский, Л.П. Размерно-весовая характеристика руководящих форм прудового зоопланктона / Л.П. Брагинский // Вопросы ихтиологии.– 1957.– Вып. 9.– С. 188-191.

8. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин.– М.:Пищевая промышленность,1966.– С.128.

9. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику /П.Ф.. Рокицкий.– Мн.: Вышэйшая школа, 1978.– 448 с.

**УСЛОВИЯ НАГУЛА И РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПОКАЗАТЕЛИ ВЫРАЩИВАНИЯ ДЕСЯТИЛЕТКОВ ВЕСЛОНОСА В  
ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ БЕЛАРУСИ**

*С.И. Докучаева, В.Д. Сенникова, А.Ю. Крук, М.С. Шарай, И.А. Савченко,  
А.И. Богоньков*

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

**FATTENING CONDITIONS AND FISH-BREEDING\BIOLOGICAL  
INDICATORS OF TEN YEAR OLD PADDLEFISHES BREEDING IN POND  
FARMS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Dokuchayeva S.I., Sennikova V.D., Kruk A.Y., Sharay M.S., Savchenko I.A.  
Bogonkov A.I.*

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

**Реферат.** Летний нагул десятилетков веслоноса можно осуществлять в нагульных прудах совместно с товарным выращиванием карпа и белого амура. При увеличении плотности посадки с 3 до 10 экз./га снижаются среднесуточные приросты, удельная скорость роста и коэффициенты массонакопления. Масса тела десятилетков веслоноса составляет 11,2 -12,9 кг, общий прирост массы тела - 0,8 - 1,1 кг, выход из нагула 100%. Для создания благоприятных кормовых условий и хороших приростов веслоноса среднесезонная биомасса зоопланктона в прудах должна быть не ниже 15 г/м<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** веслонос, десятилетки, выращивание, абиотические и биотические условия, рыбоводно-биологические показатели.

**Abstract.** Summer fattening of ten year old paddlefish may be done in fattening ponds together with commercial growing of carp and grass carp (*Stenopharyngodon idella*). When seeding increase from 3 to 10 pcs./hectare there is observed reduction of average daily increments, specific growing rate and mass accumulation ratios. Mass of of ten year old paddlefish 11,2 - 12,9 kg, total increment of body mass makes 0,8 - 1,1 kg, fattening output makes 100%. For creation of

favorable feeding conditions and good increments of paddlefish average seasonal zooplankton biomass in the ponds should make at least 15 g/m<sup>3</sup>.

**Key words:** paddlefish, ten year old fishes, growing, abiotic and biotic conditions, piscicultural- biological indices.

## **Введение**

Как объект промысла веслонос известен с конца XIX века, когда стал основным источником производства икры. Впервые в торговую сеть он был предложен в 1880 г. [1]. С 1896 г. икру веслоноса стали готовить промышленным способом.

В 30-х годах XX столетия в Америке ежегодно поступало в продажу около 4000 кг икры веслоноса. Последовавшее в последние десятилетия повышение цен на икру и связанное с этим увеличение промысла существенно подорвали естественное воспроизводство веслоноса, а ухудшение экологической обстановки и увеличение строительства гидротехнических сооружений способствовали сокращению мест нереста и численности популяций. Это послужило основанием для организации работ по искусственному разведению веслоноса.

Веслонос – крупная быстрорастущая рыба. На первом году жизни он достигает 25 см, 2 году — 60, 3 году — 75, 4 году - 100, 12 год — 115, 14 год — 127 см [2]. В возрасте 20 лет веслонос может достигать длины свыше 2 м. Известен случай поимки веслоноса длиной 216 см и массой 80 кг.

В условиях прудовых хозяйств Беларуси сеголетки веслоноса могут достигать 0,1-0,2 кг, двухлетки – 1,0-1,5 кг, трехлетки – 2,5 кг, четырехлетки – 4,1 кг. Без затрат на концентрированные корма он может обеспечить получение более 100 кг/га ценной рыбной продукции. Мясо веслоноса отличается высокими пищевыми качествами. Потребителем может быть использовано до 90-95% массы тела веслоноса (кроме кишечника и жаберного аппарата).

Учитывая высокие рыбохозяйственные показатели, его пластичность к абиотическим и биотическим факторам, веслонос является перспективным объектом прудовой поликультуры.

Однако, несмотря на высокую рыбохозяйственную ценность веслоноса, введение его в культуру прудовых рыб в Республике Беларусь сдерживается недостатком посадочного материала, что связано с отсутствием в хозяйствах ремонтно-маточных стад. Создание в прудовых условиях Республики Беларусь ремонтно-маточных стад веслоноса позволит организовать крупномасштабное искусственное воспроизводство, иметь рыбопосадочный материал и выращивать деликатесную товарную рыбную продукцию.

Для полноценного рыбохозяйственного освоения веслоноса в наших рыбоводных хозяйствах необходимо сформировать собственные ремонтно – маточные стада, адаптированные к местным условиям, что позволит обеспечивать внутренние потребности в собственном посадочном материале с возможностью его экспорта. Этой проблеме посвящены данные исследования.

Цель исследований - изучить условия летнего нагула и рыбоводно-биологические показатели выращивания десятилетков веслоноса в условиях рыбоводных хозяйств Беларуси.

### **Материал и методика исследований**

Десятилетков веслоноса выращивали в ХРУ «Вилейка» в 2 нагульных прудах №8 и №9 площадью 10 и 29 га, соответственно.

В течение летнего выращивания веслоноса проводили контроль за абиотическими и биотическими условиями в прудах. Сбор и обработку гидрохимических проб осуществляли по общепринятым в рыбоводстве методикам [3-4].

Для концентрации фитопланктона применяли осадочный метод [5]. подсчет клеток проводили в камере фукса-розенталя, биомассу рассчитывали счетно-объемным методом А. И. Киселева [6]. При определении видового состава использовали определители [7,8].

Количественные пробы зоопланктона отбирали путем процеживания 20 л прудовой воды, отобранной из разных точек пруда, через сеть Апштейна (нейлоновое сито №78). Пробы фиксировали 4% раствором формальдегида. при

определении видового состава пользовались определителями [9-11]. Для подсчета биомассы зоопланктона использовали таблицы индивидуальных масс организмов [12]. принимая известную условность в разделении вида зоопланктона по трофическим группам, к хищникам отнесены *Polyphemus pediculus*, копеподиты IV и V стадий, взрослые циклопы, *Asplanchna priodonta*.

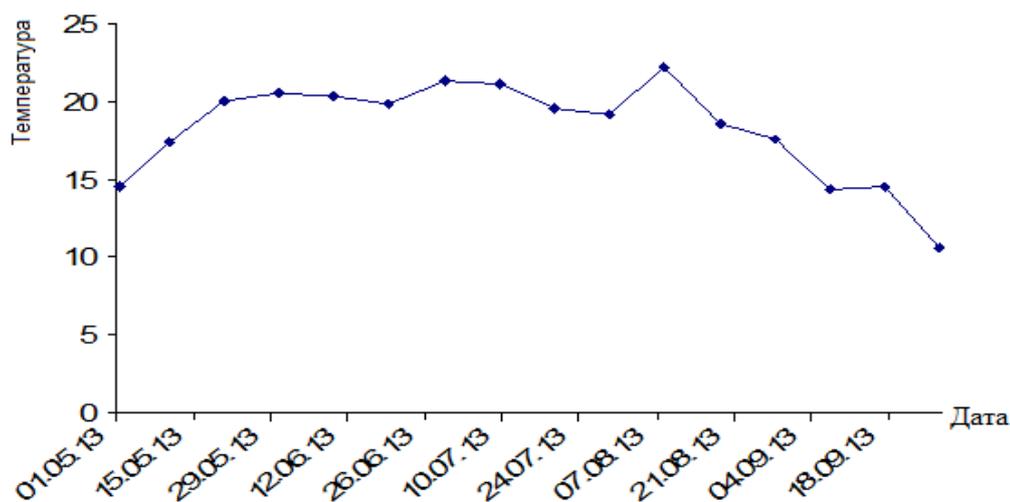
Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по методике И. Ф. Правдина [13].

Исследования проводили в рамках задания «Разработать технологию формирования ремонтно-маточного стада веслоноса в условиях Беларуси» отраслевой научно-технической программы «Импортозамещающая продукция» на 2011-2015 годы.

### Результаты исследований и их обсуждение

Для контроля за условиями выращивания десятилетков веслоноса проводили исследования абиотических и биотических факторов.

Температура воды в течение сезона в прудах изменялась от 15<sup>0</sup>С в мае до 20 - 23<sup>0</sup>С в июле - августе, снижаясь в сентябре до 10-13<sup>0</sup>С (рисунок 1).



**Рисунок 1 - Динамика температур при выращивании десятилетков веслоноса в 2013 г. в ХРУ "Вилейка"**

Содержание растворенного в воде кислорода колебалось от 4,0 до 8,3 мг/л. Активная реакция среды изменялась от 7,9 до 8,7 единиц.

Перманганатная окисляемость воды в нагульных прудах ХРУ Вилейка" составляла 4-5 мг О/л. Содержание нитратов в течение сезона колебалось от 0,10 до 0,24 мг N/л и находилось в пределах нормы для карповых прудов. Остальные гидрохимические показатели в прудах при выращивании десятилетков вес-лоноса находились в пределах допустимых для карповых прудов величин (таблица 1).

**Таблица 1 - Гидрохимический режим прудов при выращивании десятилетков веслоноса в ХРУ «Вилейка», 2013 г.**

Дата	№ пруда	Mg <sup>2+</sup> мг/л	Ca <sup>2+</sup> мг/л	Нит- риты, мг/л	Азот ам- мо- ний- ный, мг N/л	Нитр аты, мг N/л	Же- лезо об- щее, г/л	Жес- ткос- ть, мг- экв./ л	Ще- лоч- ность, мг- экв./л	Окис- ляемость перманг., мг О/л
15.07.13	Н - 8	1,2	30	0,001	0,9	0,24	0,05	1,6	3,0	5
	Н - 9	0,8	30	0,001	1,0	0,10	0,05	1,7	2,6	5
08.08.13	Н - 8	1,2	30	0,001	0,8	0,24	0,05	1,6	2,8	5
	Н - 9	1,8	30	0,001	1,0	0,20	0,05	1,7	2,7	5
15.08.13	Н - 8	1,2	30	0,001	0,8	0,24	0,05	1,6	3,1	5
	Н - 9	0,7	31	0,001	0,4	0,20	0,05	1,6	2,6	5
05.09.13	Н - 8	1,8	29	0,001	0,9	0,24	0,05	1,6	3,2	5
	Н - 9	0,8	30	0,001	0,3	0,20	0,05	1,5	2,7	4

Анализ биотических условий показал, что в прудах ХРУ «Вилейка», где выращивали десятилетков веслоноса, численность фитопланктона в среднем за сезон составила 17,14 млн. экз./л в пруду нагульный №8 и 33,85 млн. экз. /л в пруду нагульный №9, биомасса – 57,78 и 103,53 мг/л (таблица 2).

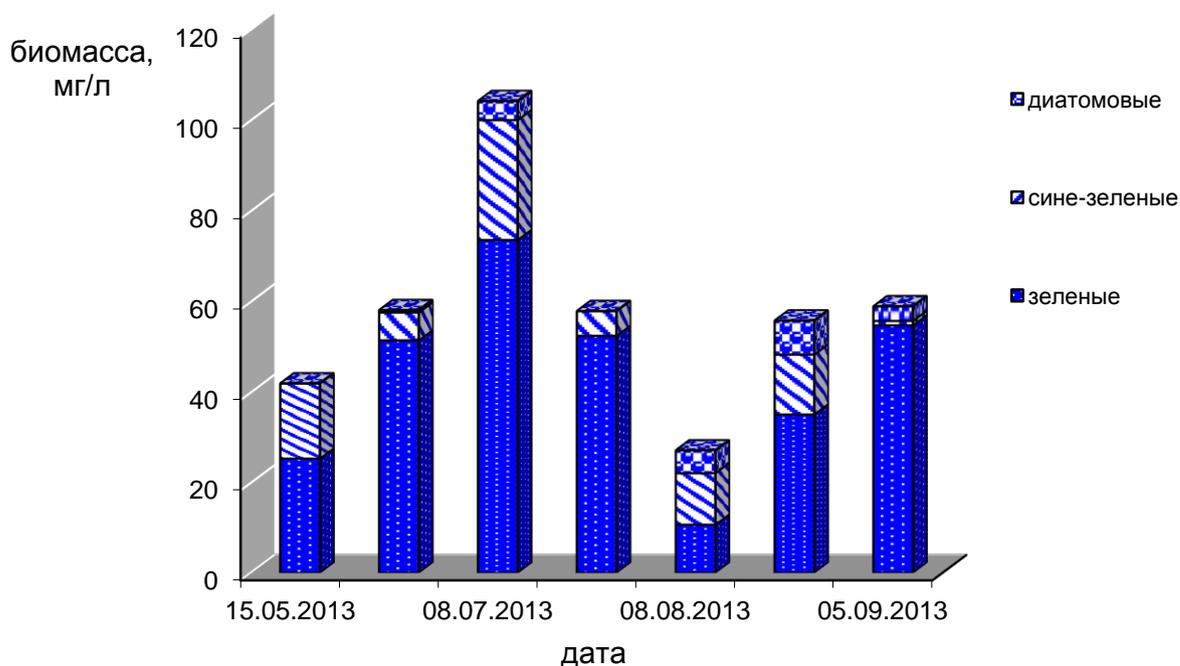
**Таблица 2 - Среднесезонная биомасса фитопланктона (мг/л) прудов при выращивании десятилетков веслоноса, ХРУ «Вилейка», 2013 г.**

Отделы водорослей	Нагульный №8		Нагульный №9	
	биомасса, мг/л	процент от общей биомассы	биомасса, мг/л	процент от общей биомассы
Зеленые	43,38	75,08	80,71	77,88
Сине-зеленые	11,47	19,85	20,41	19,70
Диатомовые	2,93	5,07	1,56	1,51
Пирофитовые	0,00	0,00	0,42	0,40
Эвгленовые	0,00	0,00	0,15	0,15
Золотистые	0,00	0,00	0,38	0,36
Итого:	57,78	100,00	103,63	100,00

Основу среднесезонной биомассы фитопланктона в обоих нагульных прудах формировали зеленые протококковые водоросли, образуя, соответственно, 75,1% и 77,9% биомассы, при этом роль зеленых водорослей в общей численности была заметно ниже, они составляли - 38,3 и 30,4%, соответственно. Общая численность фитопланктона в прудах ХРУ «Вилейка» на протяжении сезона вегетации колебалась в пределах 11,5-42,5 млн. экз./л. Пик численности имел место в нагульном пруду №9 в середине августа и был обусловлен вспышкой «цветения» мелких сине-зеленых водорослей рода *Spirulina* (*Spirulina minima*). Немаловажную роль в численности фитопланктона в обследованных прудах играли сине-зеленые водоросли. С мая по июль в пруду нагульный №8 доля данной группы планктонных водорослей в их общей численности составляла от 48,6% до 77,6%, а с августа и до конца сезона - 20,0-42,0%, соответственно. При этом зеленые водоросли в данном пруду во

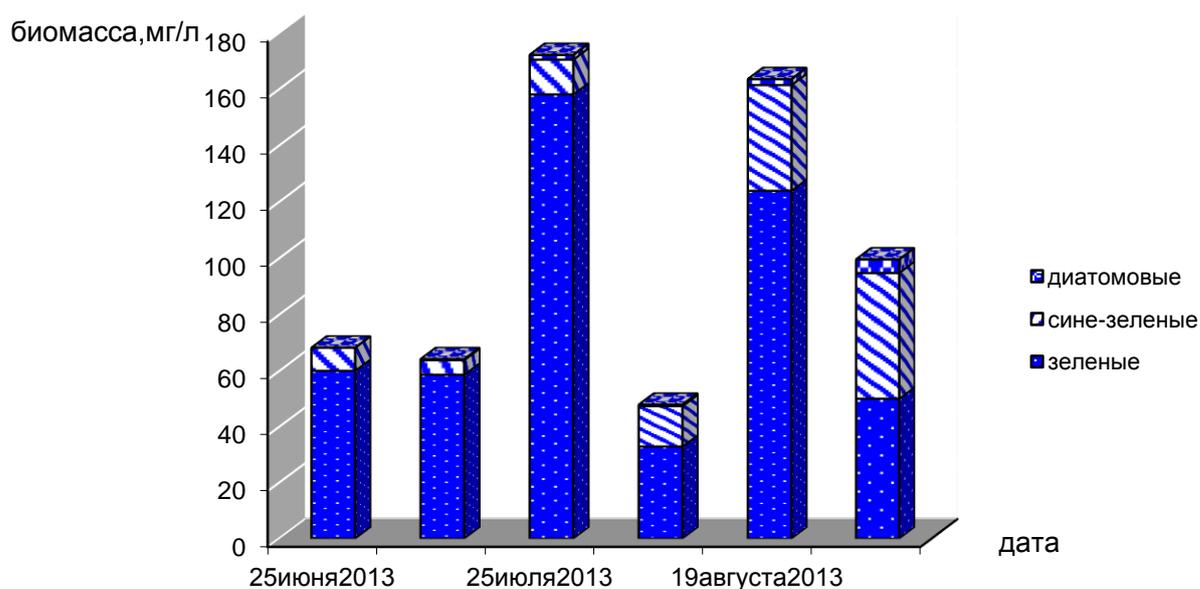
второй половине сезона доминировали в общей численности фитопланктона (40,0-70,0%).

В нагульных прудах №8 и №9 фитопланктон вегетировал на допустимом уровне при биомассах 27,23-59,0 мг/л и 48,0-99,65 мг/л, соответственно. Исключение составили вспышки в развитии планктонных водорослей в отдельные периоды, так, в пруду №8 в первой декаде июля биомасса достигла своего максимума - 104,26 мг/л при доминировании благоприятных в кормовом отношении зеленых протококковых водорослей *Scenedesmus quadricauda*, которые составляли 70,6% от общей биомассы (рисунок 2).



**Рисунок 2 – динамика биомассы и таксономическая структура фитопланктона в нагульном пруду №8 ХРУ "Вилейка" в 2013 году**

В пруду нагульный №9 дважды за сезон биомасса фитопланктона значительно превышала допустимую концентрацию - в конце июля (172,2 мг/л) и середине августа (167,2 мг/л) (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Динамика биомассы и таксономическая структура фитопланктона нагульного пруда №9 ХРУ "Вилейка" в 2013 году**

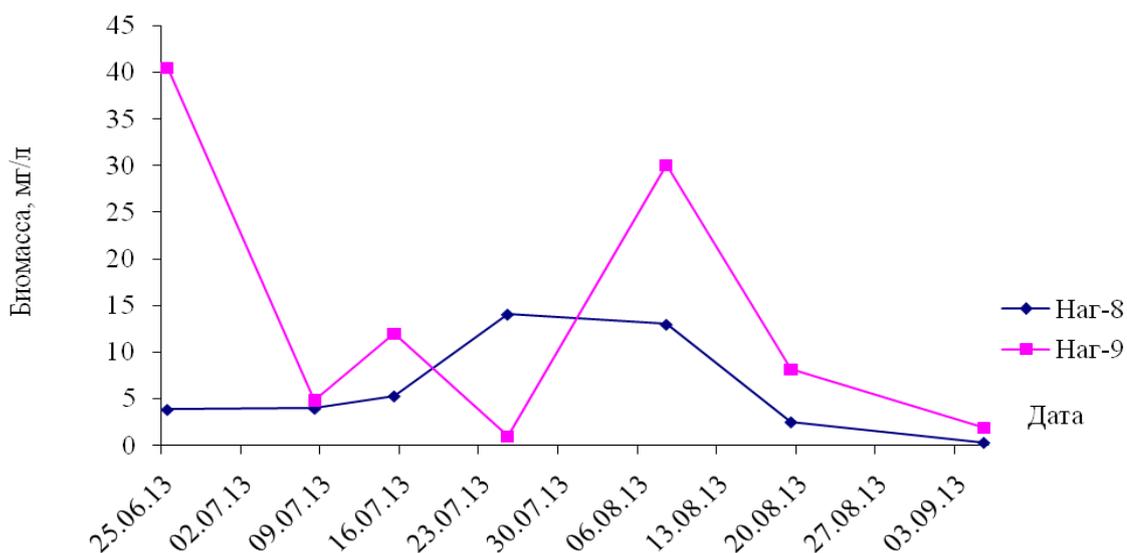
При этом в массе развивались зеленые водоросли, образуя 91,9 и 74,2% от общей биомассы при доминировании водорослей рода *Scenedesmus*. на протяжении всего периода наблюдений в нагульных прудах, используемых под выращивание веслоноса, в фитопланктоне прудов главенствующую роль играли зеленые водоросли, формируя до 92,8 % биомассы в нагульном пруду №8 и до 91,9% в нагульном пруду №9.

В прудах ХРУ «Вилейка» при выращивании десятилетков веслоноса обнаружено 14 видов зоопланктонных организмов. Из них 8 видов ветвистоусых ракообразных, 4 вида коловраток и 2 вида веслоногих. Подавляющая часть зоопланктона в прудах была представлена *Cyclops* sp., *Scapholeberis mucronata*, *Bosmina longirostris*.

В нагульном пруду №8 ХРУ "Вилейка" общая биомасса зоопланктона в течение сезона колебалась от 0,3 до 14,4 г/м<sup>3</sup>, в нагульном №9 - от 1,9 до 40,5 г/м<sup>3</sup>. Доминировали в планктоне *Scapholeberis mucronata*, *Bosmina longirostris* и *Cyclops* sp.

По численности из веслоногих преобладали организмы *Cyclops* sp., а из ветвистоусых - *Bosmina longirostris*. В 8 нагульном пруду по численности преобладали представители веслоногих рачков – 62,3%. В меньшей степени были представлены ветвистоусые и коловратки – 34,6 и 3,1%, соответственно. В нагульном пруду № 9 ветвистоусые и веслоногие рачки имели практически одинаковую долю от общей численности - 49,4 и 45,3%, соответственно.

За сезон в нагульном 9 пруду ХРУ «Вилейка» наблюдалось два пика биомасс зоопланктона. Первый пик был отмечен 15 июля, а второй пик пришелся на 8 августа. Причиной тому в обоих случаях было массовое развитие *Cyclops* sp. (рисунок 4).



**Рисунок 4 - Динамика биомасс зоопланктона при выращивании десятилетков веслоноса в прудах ХРУ "Вилейка" в 2013 г.**

Значения биомассы колебались за период наблюдения в 8 и 9 нагульных прудах от 0,30 до 40,47 г/м<sup>3</sup> и от 1,90 до 40,47 г/м<sup>3</sup>, соответственно. В нагульном пруду № 8 резких колебаний биомасс не выявлено.

Десятилетков веслоноса в прудах нагульный №8 и нагульный №9 в ХРУ "Вилейка" выращивали в поликультуре с двухлетками карпа и растительноядных рыб при плотности посадки веслоноса 3 и 10 экз./га, соответственно (таблица 3).

**Таблица 3 – Рыбоводно–биологические результаты выращивания десятилетков веслоноса в прудовых хозяйствах Беларуси в 2013 г.**

Пруд	S, га	Посажено		Выловлено		Общий прирост, кг	Выход, %
		экз./га	ср. масса, кг	экз./га	ср. масса, кг		
Наг. 9	29,0	3	11,8	3	12,9	1,1	100
Наг. 8	10,0	10	10,4	10	11,2	0,8	100

В результате осеннего облова было установлено, что при плотности посадки 3 экз./га общий прирост массы тела веслоноса составлял 1,1 кг, при плотности посадки 10 экз./га - 0,8 кг. Выход с нагула в обоих прудах составил 100%.

Некоторые рыбоводно-биологические показатели при выращивании десятилетков веслоноса представлены в таблице 4.

**Таблица 4 – Некоторые рыбоводно-биологические показатели выращивания десятилетков веслоноса**

Показатели, значения показателей	Пруды	
	Наг. 9	Наг. 8
Среднесуточные приросты, г	8,2	6,0
Удельная скорость роста, %	0,07	0,06
Коэффициент массонакопления, ед.	0,15	0,12
Среднесезонная биомасса зоопланктона, г/м <sup>3</sup>	14,05	6,2

Как видно из данных таблицы 4, при увеличении плотности посадки веслоноса средние показатели биомасс зоопланктона за сезон снижаются. Аналогично снижаются среднесуточные приросты, удельная скорость роста и коэффициенты массонакопления десятилетков веслоноса.

## **Заключение**

На основании всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1). В нагульных прудах ХРУ "Вилейка", используемых под выращивание десятилетков веслоноса, имело место удовлетворительное развитие фитопланктона на допустимом уровне для рыбоводных прудов.

2). Для создания благоприятных кормовых условий и хороших приростов веслоноса среднесезонная биомасса зоопланктона в прудах должна быть не ниже 15 г/м<sup>3</sup>.

3). Летнее выращивание десятилетков веслоноса можно осуществлять в нагульных прудах совместно с выращиванием товарного карпа и амура, исключая при этом толстолобиков.

4). Рекомендуемая плотность посадки десятилетков веслоноса на нагул до 10 экз./га.

5). Общий прирост массы тела десятилетков составляет 0,8-1,1 кг, выход из нагула 100%.

## **Список использованных источников**

1. Adams, L.A. Age determination and rate of growth in *Polyodon spathula*, by means of the growth rings of the otoliths and bone /L.A. Adams // American Midland Naturalist. — 1942. — V.28. —N. 3. — P.617-630.

2. Мельченков, Е.А. Рыбоводно-биологическая характеристика веслоноса *Polyodon spathula* (Walbaum) / Е.А. Мельченков // Автореф. канд. дисс. — М ВНИИПРХ, 1991. —28 с.

3. Методические указания по организации гидрохимической службы в прудовых рыбоводных хозяйствах. - М, 1976.— 115 с.

4. Унифицированные методы анализа вод СССР / Под ред. Ю.Ю. Лурье.— Л, 1978.— Вып.1.- 144 с.

5. Усачев, П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона / П.И. Усачев // Сб. тр.Всесоюзно Гидробио. О-ва, 1961. – Вып. II.- С.8-15
6. Киселев, И.А. Планктон морей и континентальных водоемов / И.А. Киселев // В 2 т.- Л: Наука, 1969.- Т.1.- С.140-400.
7. Эргашев, А.Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии / А.Э. Эргашев. Кн. 1. – Ташкент: Изд-во «Фан», 1979. – 343 с.
8. Эргашев, А.Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии / А.Э. Эргашев. Кн. 2. – Ташкент: Изд-во «Фан», 1979. – 383 с.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Отв. ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов.– Л., 1977.– 510 с.
10. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР/ Л.А. Кутикова. – Л.: Наука, 1970.– 742 с.
11. Мануйлова, Е.О. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР / Е.О. Мануйлова. – М.:Наука, 1964. – 326 с.
12. Брагинский, Л.П. Размерно-весовая характеристика руководящих форм прудового зоопланктона / Л.П. Брагинский // Вопросы ихтиологии.– 1957.– Вып. 9.– С. 188-191.
13. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин.– М.:Пищевая промышленность,1966.– С.128.
14. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику /П.Ф.. Рокицкий.– Мн.: Вышэйшая школа, 1978.– 448 с.

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ РАЗНОПОЛЫХ ОСОБЕЙ  
ВЕСЛОНОСА СТАРШЕГО ВОЗРАСТА НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ  
ЗРЕЛОСТИ**

*В. Д. Сенникова*

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

**DYNAMICS OF BLOOD INDICES WITH PADDLEFISH HETEROSEXUAL  
INDIVIDUALS OF OLD AGE AT VARIOUS MATURITY STAGES**

*Sennikova V. D.*

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

**Реферат.** Изучены гематологические показатели разнополых особей восьмигодовиков веслоноса на разных стадиях зрелости, выращенного в ХРУ «Вилейка» Минской области. У самцов веслоноса по сравнению с самками отмечено более высокое насыщение организма гемоглобином, большее количество эритроцитов в красной крови и лейкоцитов в белой крови. Наши данные подтверждают тенденцию повышения показателей крови у веслоносов, находящихся на разных стадиях зрелости.

**Ключевые слова:** веслонос, восьмигодовик, самки, самцы, стадии зрелости, гемоглобин, эритроциты, лейкоциты

**Abstract:** There were studied hematological indices heterosexual eight year old individuals of paddlefish at various maturity stages grown at Self-Financing Site "Vileika", Minsk region. For paddlefish males as compared to paddlefish females there was noted higher saturation of organisms with hemoglobin, greater quantity erythrocytes in red blood and leukocytes in white blood. Our data confirm the trend of increasing hematological indices with paddlefish at various maturity stages.

**Key words:** paddlefish, eight year old individual, females, males, maturity stages, hemoglobin, erythrocytes, leukocytes.

## **Введение**

Веслонос является перспективным объектом рыбоводства, но введение его в поликультуру прудовых рыб в Республике Беларусь не возможно без собственного посадочного материала, которого нет из-за отсутствия в хозяйствах Беларуси ремонтно-маточных стад, которые нам предстоит сформировать. Лучшими критериями физиологического состояния любых видов рыб являются гематологические показатели. Согласно нашим исследованиям [1-4] и работам ряда авторов [5-9] выявлено, что по мере полового созревания изменяется формула крови рыб. Накопленные данные анализов крови со временем позволят дать оценку не только физиологического состояния разновозрастного веслоноса, но и определить показатели крови, являющиеся критерием созревания веслоноса в местных условиях.

Целью исследований было изучить гематологические показатели разнополых особей веслоноса старшего возраста на разных стадиях зрелости гонад.

## **Материал и методы исследований**

Физиологическое состояние веслоноса оценивали по содержанию гемоглобина, скорости оседания эритроцитов (СОЭ), количеству эритроцитов и лейкоцитов. Сбор материала для определения гематологических показателей веслоноса проводился в мае 2012г. в ХРУ «Вилейка» Минской области. Отбор проб крови производили прижизненно из жаберной артерии, фиксировали гепарином. По общепринятым методикам определяли: концентрацию гемоглобина в гемометре Сали, эритроцитов и лейкоцитов в счетной камере Горяева после разбавления крови раствором витальных красок, СОЭ в аппарате Панченкова [10-17].

## **Результаты исследований и обсуждение**

Веслонос имеет высокое содержание гемоглобина, но уровень его в разные жизненные периоды не одинаков. В период созревания гонад, когда

идет коренная перестройка организма, количество красного пигмента увеличивается за счет выброса в периферическое русло больших порций эритроцитов. Нами была изучена динамика гемоглобина у самок, находящихся на разных стадиях зрелости. Как следует из таблицы 1, у самок веслоноса, находящихся на первой стадии зрелости, содержание гемоглобина и эритроцитов крови было заметно ниже, чем у таковых находящихся на второй стадии зрелости.

**Таблица 1 - Средние показатели крови веслоноса старшего возраста на разных стадиях развития, май 2012 г.**

Пол	Стадия развития	Масса тела, кг	Гемоглобин	Эритроциты	Лейкоциты	СОЭ
Самки	1 ст.	11,9	132,75±9,36	1,15±0,04	21,25±1,61	3,5±0,29
	2ст.	12,3	163,71±8,2	1,43±0,09	19,29±2,66	3,43±0,43
Самцы	2 ст	10,4	138,25±14,4	1,35±0,08	28,75±10,23	3,17±0,38
	3 ст.	10,6	194,0±18,0	1,93±0,31	22,5±7,5	3,75±1,25

Среднее содержание гемоглобина у самок первой стадии зрелости составило 132,75 мг/л, количество эритроцитов – 1,15 млн./мкл, количество лейкоцитов – 21,25 тыс./мкл, у самок второй стадии зрелости – 163,71 мг/л, 1,43 млн./мкл и 19,29тыс./мкл, соответственно. В тоже время у самцов на фоне более высоких показателей по сравнению с самками просматривалась такая же закономерность. У самцов более высокой стадии зрелости уровень всех вышеназванных показателей был выше. У самцов, находящихся на второй стадии зрелости содержание гемоглобина соответствовало 138,25 г/л, количество эритроцитов и лейкоцитов – 1,35 млн./мкл и 28,75 тыс./мкл, соответственно. Самцы веслоноса третьей стадии зрелости имели заметно более высокие показатели. При этом содержание гемоглобина было 194,0 г/л,

количество эритроцитов – 1,93 млн./мкл, количество лейкоцитов – 22,5 тыс./мкл.

Руководствуясь вышеописанными данными и основываясь на средних показателях крови обследованных нами самок и самцов восьмигодовиков веслоноса, можно с уверенностью сказать, что имел место ярко выраженный половой диморфизм, который мы уже отмечали ранее у представителя осетровых – ленского осетра (таблица 2) [3].

**Таблица 2 - Средние показатели крови самок и самцов восьмигодовиков веслоноса ХРУ «Вилейка», май 2012 г.**

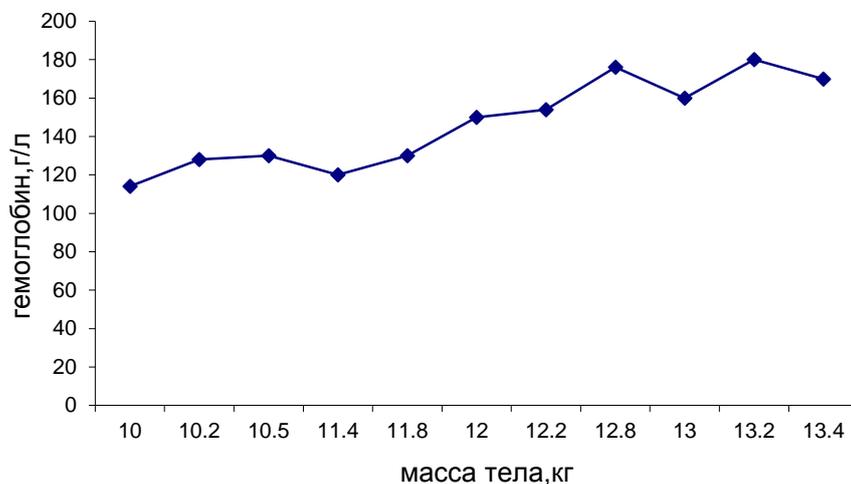
Показатели крови	Самки	Самцы
Гемоглобин, г/л	152,45±7,58	156,83±15,58
Число эритроцитов, млн./мкл	1,33±0,07	1,54±0,15
Число лейкоцитов, тыс./мкл	20,0±1,75	26,67±6,88
СОЭ, мм /час	3,45±0,28	3,37±0,42

Половой диморфизм у старшевозрастного веслоноса, как и у ленского осетра, выразался в более высоких показателях крови у самцов по сравнению с самками. Средняя концентрация гемоглобина у обследованных самок веслоноса составила 152,45 г/л, у самцов – 156,83 г/л; количество эритроцитов – 1,33 и 1,54 млн./мкл; количество лейкоцитов – 20,0 и 26,67 тыс./мкл, соответственно.

Что касается СОЭ, то следует констатировать, что различий в зависимости от пола и стадии зрелости у веслоноса выявлено не было. СОЭ у восьмигодовиков веслоноса находилась в пределах нормы (4 мм/час) и составила в среднем у самок 3,45 мм/час, у самцов 3,37мм/час.

Анализ полученных данных показал, что картина крови веслоноса изменяется в зависимости от массы тела, что так же надо учитывать при составлении гематологической нормы, используемой при контроле за физиологическим состоянием рыбы. Нами была замечена положительная связь между массой тела и содержанием гемоглобина крови, которая хорошо

просматривается на рисунке 1 и выражается в том, что чем выше масса тела у веслоноса, тем выше содержание гемоглобина в красной крови, что подтверждается литературными данными [6].



**Рисунок 1 - Динамика гемоглобина в зависимости от массы тела веслоноса.**

### **Заключение**

1. У самцов веслоноса по сравнению с самками отмечено более высокое насыщение организма гемоглобином, большее количество эритроцитов в красной крови и лейкоцитов в белой крови.

2. Наши данные подтверждают тенденцию повышения показателей крови у веслоносов, находящихся на разных стадиях зрелости. У самцов и самок веслоноса, находящихся на более низкой стадии зрелости гонад, содержание гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов крови было заметно ниже, чем у таковых находящихся на более низкой стадии зрелости.

3. Отмечена положительная связь между массой тела и содержанием гемоглобина крови, которая выражается в том, что чем выше масса тела у веслоноса, тем выше содержание гемоглобина в красной крови.

### **Список использованных источников**

1. Сенникова, В.Д. Гематологические характеристики производителей ленского осетра, выращенных в условиях рыбхозов Беларуси / В.Д Сенникова //

Аквакультура центральной и восточной Европы: настоящее и будущее - Кишинев, 2011. – 227 – 231с.

2. Сенникова, В.Д. Динамика гематологических показателей ленского осетра на разных стадиях зрелости / В.Д. Сенникова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, вып. 28, 2012. – 133 – 142 с.

3. Сенникова, В.Д. Динамика показателей крови разнополых особей ленского осетра в сезонном аспекте / В.Д. Сенникова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, вып. 28, 2012. – 153 – 161 с.

4. Сенникова, В.Д. Гематологические характеристики веслоноса старшего возраста, выращенного в условиях рыбхозов Беларуси / В.Д. Сенникова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, вып. 28, 2012. – 161 – 167 с.

5. Грушко, М.П., Гемопоз осетровых рыб / О.В Ложниченко., Н.Н. Федорова // Астрахань: Изд-во «Триада»,2009. – 190 с.

6. Архангельский, В.В. Изменение гематологических показателей веслоноса в возрастной динамике/ И.А.Вихляева // Тезисы докл. первой научно-практич. конференции «Проблемы современного товарного осетроводства»-Астрахань,1999. – С.106-108.

7. Бесчаснова, Т.А. Особенности гистоморфологии периферической крови предличинок и личинок веслоноса / Федорова Н.Н. // . – С.86-93.

8. Лукьяненко, В.И. Особенности фракционного состава гемоглобина веслоноса / В.В.Лукьяненко// Общая биология, том 396, №1,2004. – С.132 – 135.

9. Шаповалова, Т.А. Эритропоз у веслоноса. – С.520-523.

10. Житенева, Л.Д. Эколого – гематологические характеристики некоторых видов рыб /О.А. Рудницкая, Т.Н. Калюжная // Справочник. – Ростов – на – Дону: Изд-во «Молот»,1997. – 152 с.

11. Житенева, Л.Д. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб/ Т.Г Полтавцева., О.А Рудницкая // Ростов – на Дону: Кн.изд-во,1989. – 112с.

12. Иванова, Н.Т. Материалы к морфологии крови рыб. – Ростов – на - Дону, 1970. – 138 с.
13. Иванова, Н.Т. Система крови. – Ростов – на – Дону, 1995. – 155 с.
14. Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 184 с.
15. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб // Минсельхозпрод России. – Москва. – 1999. – 16 с.
16. Житенева, Л.Д. Эволюция крови / Э.В.Макаров, О.А.Рудницкая // Ростов – на – Дону, 2001. – 112 с.
17. Головина Н.А. Гематология прудовых рыб / И.Д. Тромбицкий // Кишинев: «Штиинца», 1989. – 56 с.

**ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ СИГА COREGONUS LAVARETUS  
LAVARETUS (LINNAEUS, 1758) В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНОГО  
ФОРЕЛЕВОГО КОМПЛЕКСА**

*В.Г. Костюсов\**, *В.Н. Барулин\*\**, *С.В. Rogovtsov\*\**, *Е.Г. Новикова\*\**

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

*\*\*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
213410, Республика Беларусь, г.Горки, ул. Мичурина,5,  
barulin@list.ru*

**EXPERIENCE OF WHITEFISH COREGONUS LAVARETUS LAVARETUS  
(LINNAEUS, 1758) IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL TROUT COMPLEX**

*V.G. Kostousov\**, *N.V. Barulin\*\**, *S.V.Rogovtsov\*\**, *E.G. Novikova\*\**

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

*\*\*EI «Belarusian state agricultural academy»,  
Gorki, Michurina str.,5, Belarus  
barulin@list.ru*

**Резюме:** Приведены данные по опытному выращиванию молоди сига в условиях промышленного бассейнового комплекса. Показана возможность одновременного содержания двух холодолюбивых видов рыб. Условия промышленного бассейнового модуля при наличии полноценного кормления позволяют проводить выращивание молоди сигов с показателями эффективности, превышающими другие способы при естественном температурном фоне.

**Ключевые слова:** аквакультура, промышленное рыбоводство, УЗВ, сиг, молодь

**Abstract:** There is shown data on experimental growing of whitefish tiny fishes in conditions of industrial basin complex. It is shown the possibility of simultaneous two kinds of psychrophilic fishes. The conditions of industrial basin module if adequate nutrition is ensured allow growing of whitefish tiny fishes with efficiency indices exceeding other methods at natural temperature conditions.

**Key words:** aquaculture, industrial fish breeding, Closed Loop Type Growing Station, whitefish, tiny fish.

## **Введение**

Холодноводная аквакультура на основе лососевидных рыб является приоритетным направлением развития аквакультуры в ряде стран, обеспечивая в сумме около 7% объема выращиваемой в искусственных условиях рыбы. Большую часть этой продукции дает марикультура за счет культивирования атлантического лосося, тогда как в пресных водах основу объема выращивания составляет радужная форель (*Onchorinchus mikiz Walb.*). В Республике Беларусь выращиванию форели в последнее время уделяется повышенное внимание, что нашло отражение в содержании и целях принятой и реализуемой Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011-2015 гг. В рамках программы предполагается создать 8 индустриальных товарных рыбоводных комплексов для выращивания форели с использованием принципов СОВ и УЗВ и 3 рыбопитомника. Особенностью технологического цикла выращивания форели является наличие неравномерности загрузки инкубационных и выростных площадей, что связано с сезонностью получения исходного посадочного материала (икра, личинки, мальки). Последнее может служить основанием для расширения спектра выращиваемых видов за счет другой группы холодолюбивых рыб - сиговых. Предъявляя сходные требования к среде обитания, сиги отличаются по технологии выращивания и потребности в кормах, что делает необходимым отработку технологических приемов их выращивания.

Успех выращивания сигов в контролируемых условиях во многом определяется получением жизнестойкого посадочного материала, на эффективность которого, в свою очередь, влияет выживаемость ранней молоди на стадии смешанного и экзогенного питания. Выращивание молоди сиговых рыб в бассейнах, лотках и садках с применением искусственных и естественных кормов – перспективный способ получения жизнестойкой молоди

для дальнейшего товарного выращивания. Содержание рыб при высоких плотностях посадки позволяет получать большую рыбопродукцию с единицы объема, но требует обеспечения полноценными кормами под полную потребность. К настоящему времени разработано несколько способов выращивания молоди сегов в условиях индустриального рыбоводства с использованием естественных (живых) и искусственных кормов. Появление рецептур полноценных стартовых и продукционных кормов для сеговых рыб сделало возможным осуществлять весь цикл рыбоводных работ (от оплодотворения и получения личинок до выращивания товарной продукции или ремонтно-маточных стад) в контролируемых условиях. В силу объективных обстоятельств, в наибольшей степени в этом направлении продвинулись рыбоводы России и Финляндии, т.е. стран, где сеговые являются давним и постоянным объектом разведения, а их климатические условия определяют приоритет холодноводной направленности аквакультуры /1-12/. Для Республики Беларусь данное направление является достаточно новым и требует дополнительной проработки.

### **Материалы и методы**

Экспериментальное выращивание молоди сегов проводили на базе индустриального форелевого комплекса УО БГСХА в марте-ноябре 2013 г. Исходный материал (икра на стадии глазка) был получен с рыборазводного завода Калининградской обл. (РФ) и доинкубирован в инкубационном цехе. Молодь (личинок и мальков) вначале содержали в инкубационных проточных лотках, полезным объемом около 0,3 м<sup>3</sup> при высоте столба воды 0,1-0,15 м, в дальнейшем перевели в круглые выростные бассейны (объем до 10 м<sup>3</sup>, высота столба воды – 0,5-0,8 м). Кормление осуществляли на первых порах науплиями артемии, далее сухими стартовыми и продукционными кормами (производство BioMar, Дания и Aller-aqua Polska, Польша). При переходе от более мелкой к крупной грануле, последнюю в первое время дробили для лучшего привыкания. Показатели среды (O<sub>2</sub>, t<sup>0</sup>, pH) контролировали ежедневно,

общий химический анализ воды проводили 1 раз в 3 месяца. Учет численности и контроль роста осуществляли раз в декаду.

### **Результаты исследований и обсуждение**

Завоз рыболовной икры балтийского сига на стадии «глазка» осуществлен в марте 2013г. в количестве 100 тыс. шт. По доставке икра была размещена в два инкубационных аппарата Вейса (объем 8 л) до полного выклева личинок. Перевозка икры производилась фактически на стадии выклева, что сказалось на выходе живых личинок. Из общего количества икры было получено 27,8 тыс. личинок, которые были размещены на дальнейшее подращивание в лотках инкубационного модуля комплекса в течение 30 суток.

Полученных личинок разделили на группы, с плотностью посадки в контрольной 30 тыс. экз./м<sup>3</sup>, опытной - 50 тыс. шт./м<sup>3</sup>, в двух повторностях. В первые 3-5 суток для выработки кормового рефлекса и нормального функционирования ферментативной системы личинкам давали науплиев и яйца артемии. Норма дачи составила 50-70% от массы личинки. При переходе к искусственным кормам вначале использовали стартовый форелевый Aller future 00 (Aller aqua), а в последующем - ИНИЦИО Плюс Джи (BioMar) с размером крупки 0,4 мм. Частота кормления 8-10 раз в светлое время суток, норма кормления – по поедаемости, по мере роста сократили частоту дачи корма до 4 раз в сутки.

Наибольшие приросты у молоди на первых этапах развития отмечаются в весовом росте, по нему же отмечена и максимальная скорость роста. За первые 30 суток подращивания молодь увеличила массу на 217-384%, за последующие 30 суток достигла навески 26,9-211мг. Среднемесячный отход за первый месяц по вариантам составил: в опытной группе – 82,4%, в контрольной – 68,8% (таблица 1).

**Таблица 1 - Результаты подращивания личинок сига, 2013г.**

Дата	Посажено и учтено				Выход, %	
	опыт		контроль		опыт	контроль
	общая численность, тыс. экз.	средняя масса, г	общая численность, тыс. экз.	средняя масса, г		
10.03	17,0	0,020	10,9	0,020		
30.03.	5,5	0,041	4,1	0,034	32,4	37,6
04.04	3,0	0,052	3,4	0,039	17,6	31,2

Анализ питания молоди в первые пять дней перехода к экзогенной пище показал, что комбикорм присутствовал у 30 % обследованных личинок, артемия отмечена у 86 %. Основная причина отхода личинок на первых этапах подращивания, на наш взгляд, несоответствие качества применяемых стартовых кормов (Aller future) физиологическим потребностям молоди. Как только молодь перевели на кормление кормами ИНИЦИО, отход личинок резко сократился.

Эффективность стадии подращивания личинок во многом зависит от качества питания молоди, определяющем выживаемость и темп роста. Рост является косвенным показателем развития и органогенеза на стадии перехода от эндогенного к экзогенному питанию. В питании ранней молоди сигов в естественных условиях основное место занимает зоопланктон. Личинки сигов в отличие от форели имеют слаборазвитую систему пищеварения, до возраста 20-30 суток у них отсутствует сформированный желудок и снижена активность протеолитических ферментов. Использование типовых (форелевых) комбикормов на ранних стадиях развития в виде монодиеты приводит к задержке роста и гибели части личинок сигов, поскольку последние еще не в

состоянии усваивать высокомолекулярные белковые соединения, свойственные большинству кормовых компонентов фабричных комбикормов /4,5,13/. В этой связи, на первых этапах подращивания ранней молоди в рацион сиговых должны входить и живые корма.

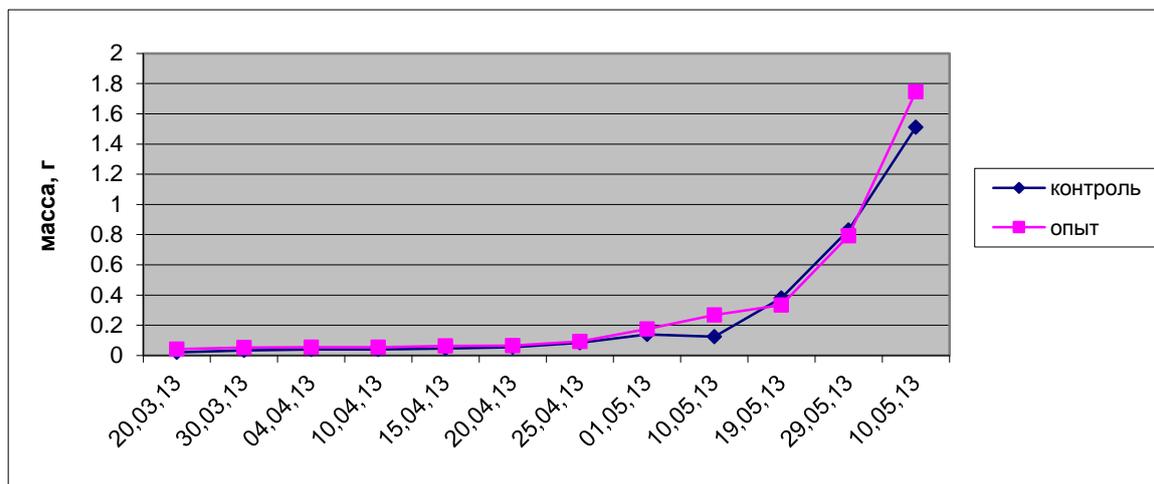
Зоопланктон является основным поставщиком низкомолекулярных водорастворимых белков и ферментов, способствующих усвоению пищи на ранних этапах онтогенеза. После завершения формирования дефинитивных органов пищеварения и продуцирования эндопротеаз в необходимом количестве, роль живых кормов может быть снижена в пользу искусственных.

После 30 суток выращивания средняя масса молоди составила 0,07 г при средней длине тела 2,3см. В последующие 30 суток выращивание вели в тех же лотках и повторностях, при остаточной численности, средняя масса особей составила 0,33г, средняя длина 3,6 см, к середине июня достигла соответственно 1,75 г и 6,3 см (таблица 2).

**Таблица 2 –Параметры роста молоди сига в бассейнах форелевого комплекса БГСХА**

дата	Опыт				Контроль			
	масса,г		длина,см		масса,г		длина, см	
	колебания	среднее	колебания	среднее	колебания	среднее	колебания	среднее
20.03.	0,02-0,05	0,04	1,7-2,3	2,0	0,01-0,04	0,02	1,4-2,0	1,7
20.04	0,03-0,10	0,07	2,0-3,0	2,3	0,03-0,06	0,05	1,7-2,4	2,2
19.05	0,16-0,72	0,33	3,0-4,5	3,6	0,16-0,85	0,38	2,8-4,4	3,6
10.06	0,80-2,8	1,75	5,1-7,6	6,3	1,12-2,19	1,51	4,7-7,1	5,6
11.07	-	1,79	-	-	-	-	-	-
02.08	-	11,92	-	-	-	-	-	-
02.09	-	28,10	-	-	-	-	-	-
04.10	-	54,60	-	-	-	-	-	-
05.11	-	79,80	-	-	-	-	-	-

Данные по динамике весового роста молоди сигов в первые три месяца представлены на рисунке 1. По достижении молодью сига средней длины 5-6см был произведен облов и учет, с последующей пересадкой для дальнейшего выращивания. Всего учтено 2,8 тыс. экз.(таблица 3).



**Рисунок 1- Динамика весового роста молоди сига в лотках форелевого комплекса**

**Таблица 3- Показатели роста и учета численности опытной и контрольной группы**

Период выращивания, суток	Средняя масса на начало периода, г		Средняя масса на конец периода, г		Отход, экз.		Остаток, экз.	
	контр.	опыт	контр.	опыт	контр	опыт	контр.	опыт
30.03.13– 04.04.13	0,034	0,052	0,039	0,050	685	2549	3415	3041
5.04.13 - 10.04.13	0,039	0,050	0,040	0,054	85	950	2956	2091
10.04.13 –15.04.13	0,040	0,054	0,063	0,046	565	393	2391	1698
16.04.13 –21.04.13	0,063	0,046	0,066	0,054	176	87	2215	1602
21.04.13- 25.04.13	0,066	0,054	0,093	0,083	66	33	2149	1569
25.04.13 – 1.05.13	0,093	0,083	0,17	0,13	95	138	2054	1431
1.05.13- 10.05.13	0,17	0,13	0,25	0,12	109	203	1945	1228
10.05.13 -20.05.13	0,25	0,12	0,38	0,34	88	168	1857	1060
20.05.13 –30.05.13	0,38	0,34	0,84	0,79	67	12	1790	1048
30.05.13 –10.06.13	0,84	0,79	1,40	1,65	20	7	1770	1041
10.06.13 –21.06.13	1,40	1,65	2,00	1,79	71	79	1699	962

Дальнейшее выращивание молоди контрольной и экспериментальной групп проводили совместно (интегрированная группа) в круглом бассейне выростного модуля комплекса. Последнее объясняется отсутствием наличия свободных площадей, занятых сеголетками форели. Первую половину периода выращивания молодь кормили кормом ИНИЦИО Плюс 901 (производитель BioMar, Дания) с размером крупки 0,5 мм, вторую – с размером крупки 1,1мм, в последующем перешли на корма ЭФИКО альфа (того же производителя), с размером крупки 1,5 мм. Частота кормления 4 раза в светлое время суток,

норма кормления – 2,8-3,0% в зависимости от температуры. Во избежание непродуктивного перерасхода корма и загрязнения среды разовую норму кормления сокращали по снижению кормовой активности рыб, приводя в соответствие норму дачи со средней массой рыб.

После пересадки и привыкания к новому рациону темп роста молоди выравнился и концу августа масса сигов достигла 20-25 г. при длине тела 12-14 см., а к началу ноября – 80 г (таблица 4).

**Таблица 4 - Показатели роста и учета численности сига интегрированной группы**

Период выращивания, суток	Средняя масса на начало периода, г	Средняя масса на конец периода, г	Отход, экз.	Остаток, экз.
24.06.13 – 2.07.13	2,00	2,79	4	2693
2.07.13 - 11.07.13	2,79	5,46	17	2680
11.07.13– 22.07.13	5,46	10,0	12	2668
22.07.13 – 2.08.13	10,00	11,92	100	2387
02.08.13– 12.08.13	11,92	16,65	14	2373
12.08.13– 21.08.13	16,65	19,80	5	2368
21.08.13– 2.09.13	19,80	28,10	60	2308
2.09.13– 23.09.13	28,1	43,40	5	1916
23.09.13– 4.10.13	43,40	54,60	10	1902
4.10.13– 14.10.13	54,60	66,40	23	1879
14.10.13– 24.10.13	66,40	79,80	3	1874
24.10.13 – 5.11.13	79,80	-		

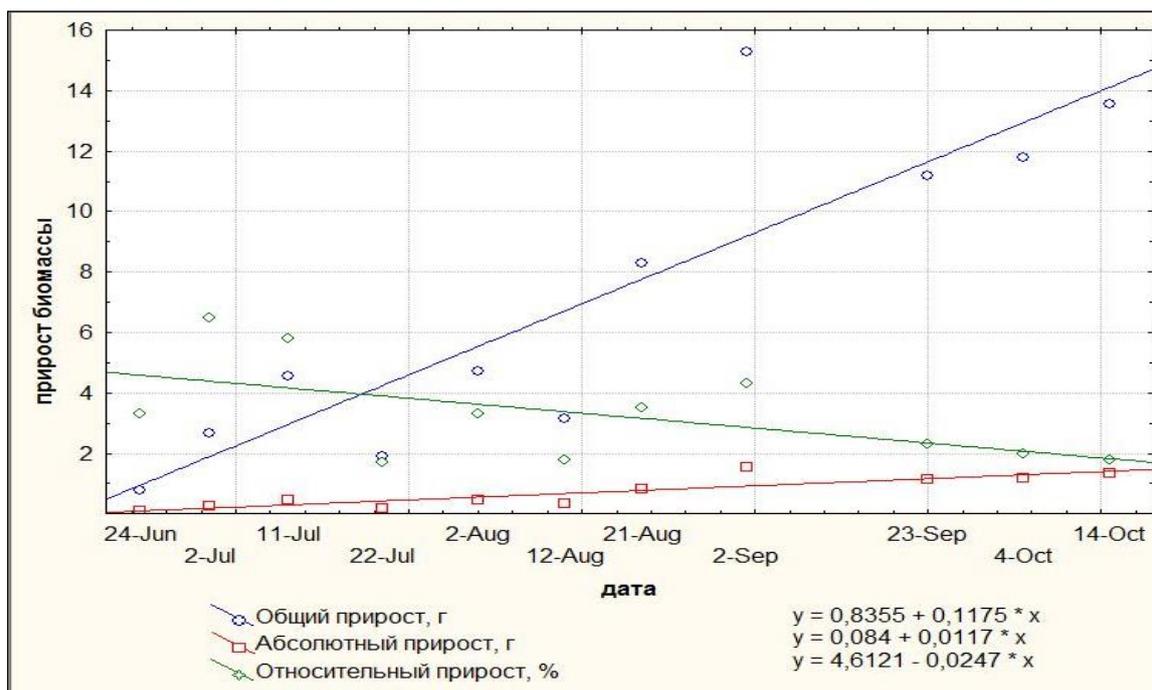
Динамика общего роста молоди за этот период отражена на рисунке 2.



**Рисунок 2– Динамика весового роста молоди сига в интегрированной группе**

Анализ полученных данных позволяет утверждать, что при выращивании молоди сигов в условиях индустриальных бассейновых комплексов, основным лимитирующим фактором остается полноценное питание на самых ранних стадиях развития. Максимальные отходы отмечены в первые 5-10 суток подращивания, после чего гибель молоди существенно снижается. На стадии сеголетка гибель молоди колеблется в пределах 0,1-3,7% в декаду и может считаться нормальной.

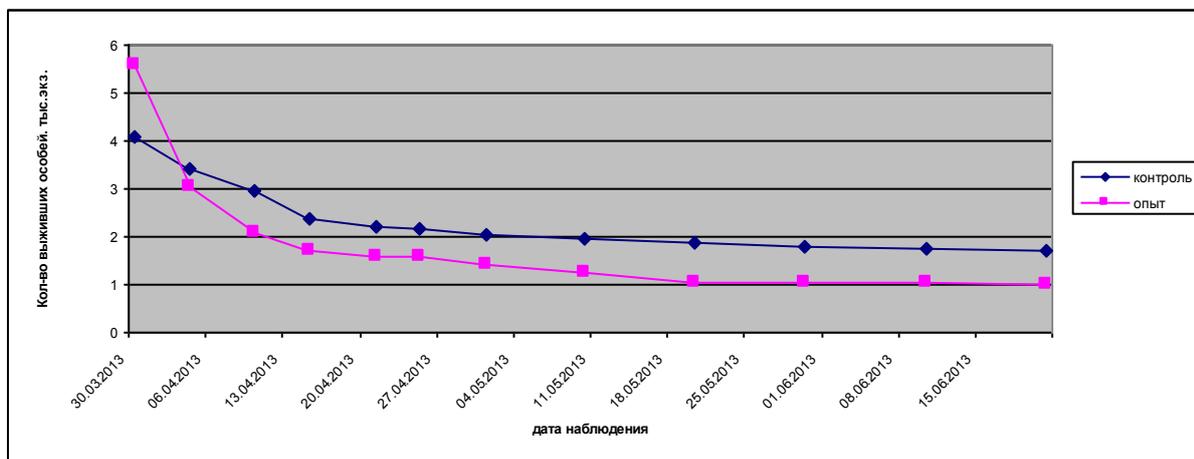
По достижению определенной массы тела (2-3 г) темп роста молоди существенно возрастает, что находит отражение в величинах общего и абсолютного среднесуточного прироста. Относительный среднесуточный прирост наоборот имеет максимальные значения в младших группах, по мере роста особей его величины имеют тенденцию к снижению, а уравнения роста описываются прямолинейными функциями типа  $y = a + bx$  (рисунок 3).



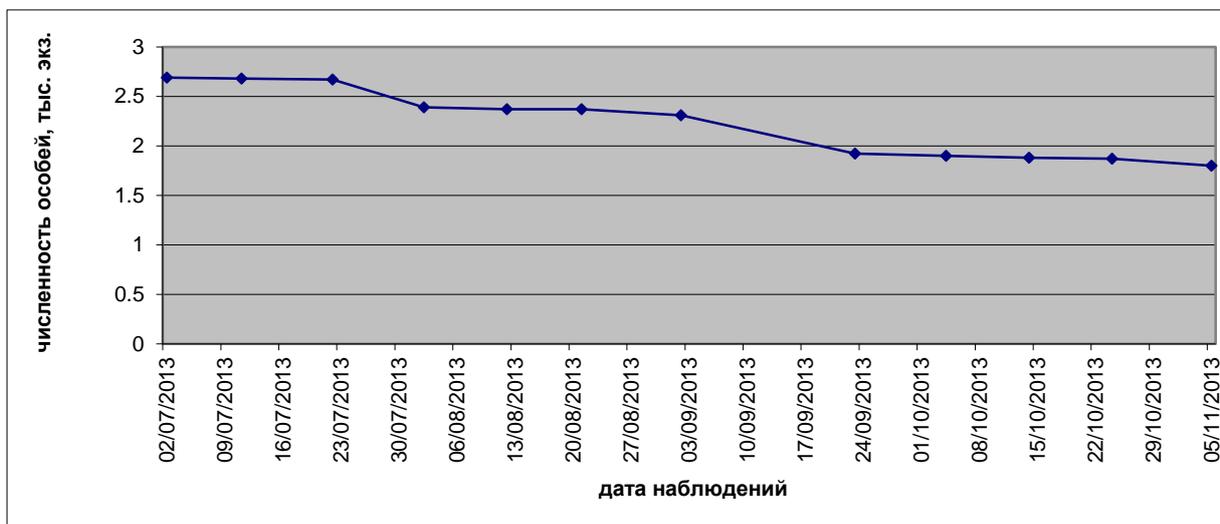
**Рисунок 3- Динамика приростов сеголетков сига в интегрированной группе**

В процессе выращивания проводили учет выжившей молоди. Установлено, что максимальные величины отхода зафиксированы на этапах смешанного питания и при переводе на кормление сухими кормами. В

опытной и контрольной группах с переходом на полноценные искусственные корма нормы отхода снизились и не имели существенных колебаний, составляя от 0,4 до 8,6% в декаду. По интегрированной группе нормы отхода колебались от 0,1 до 3,7% в декаду. Кривые выживаемости молоди для двух этапов выращивания представлены на рисунках 4-5.



**Рисунок 4- Кривые выживания опытной и контрольной групп сига**



**Рисунок 5- Кривая выживания интегрированной группы сига**

Оценка физиологического состояния сеголетков проведена по результатам морфо-анатомического и биохимического анализа (таблицы 5-6).

**Таблица 5– Некоторые морфофизиологические показатели сеголетков сига**

Масса г	Длина тела, см		Коэффициент упитанности по Фультону	Индексы, % массы тела			
	по Смитту	до конца чешуйного покрова		сердца	печени	желчного пузыря	жирности,
89-97	19,5- 19,7	18,5-18,9	1,41-1,44	0,13- 0,14	0,63- 0,96	0,18-0,23	1,12-1,17

**Таблица 6 – Биохимический состав мышц сига**

Источник	Сухое в-во, %	Влага, %	Сырой протеин, %		Сырой жир, %		Зола, %	
			в сухом в-ве	в сыром в-ве	в сухом в-ве	в сыром в-ве	в сухом в-ве	в сыром в-ве
Наши данные	23,67 ± 0,06	76,33 ± 0,06	76,12 ± 0,03	18,02 ± 0,02	24,12 ± 0,20	5,71 ± 0,05	5,46 ± 0,06	1,30 ±0,02
Яржомбек А.А. /16/		71,4- 77,6		17,6- 20,4		1,9-6,8		1,1-1,8
Клейменов И.Я. /15/		73,3- 81,9		15,1- 19,0		1,7-6,2		1,0-1,3

По основным биохимическим показателям сиг из опытной партии не выходил за пределы видовых параметров /15,16/. Вскрытие сеголетков не выявило каких-либо отличий и в физиологическом состоянии, связанных с условиями индустриального выращивания. Состояние печени и желчного пузыря, которые могут служить показателем полноценности питания внешне не вызывали особых сомнений. Цвет печени соответствовал физиологической норме, желчный пузырь нормальной наполняемости, хотя и несколько увеличен. На внутренних органах от желудка и по обоим сторонам вдоль кишечника отмечено наличие полостного жира, что дает основание оценить показатель жирности равным 3 (по стандартной шкале). Сравнение полученных индексов с литературными данными /14/, показывает что коэффициенты (индексы) жирности, сердца и печени выше у более крупных особей, рост индекса желчного пузыря может указывать на проблемы, возникающие с качеством кормов. Учитывая то, что масса особи определяется условиями выращивания и сопоставляя полученные данные с результатами других авторов /17,18/, можем констатировать, что у рыб, содержащихся в более благоприятных газовых и кормовых условиях морфофизиологические

показатели выше. Иначе говоря, при содержании в бассейнах УЗВ молодь находится в более благоприятных условиях, чем при прудовом или садковом выращивании.

В условиях замкнутого рыбоводного модуля БГСХА лимитирующими факторами выступают легко изменяемые параметры, такие как температура, содержание растворенного кислорода и активная реакция среды. Контроль за указанными параметрами осуществляется в автоматическом режиме, а оптимизация уровней – соответствующими техническими средствами. Анализ показателей контрольно-измерительных приборов (КИП) показал, что в суточной динамике наиболее лабильным показателем является рН (таблица 7), наиболее стабильным – температура воды, мало подверженная суточным колебаниям. Содержание растворенного кислорода колебалось за период наблюдения в пределах 70-137% насыщения, но в суточной ритмике разброс верхних и нижних значений не превышает 20%.

Анализ химического состава воды, подаваемой на бассейны с молодью сига, показал, что по основным макроэлементам качество на уровне предельно низкого удовлетворительного или ниже (таблица 7). Сравнение фактических показателей проводили с нормативными для воды летних форелевых прудов (СТБ 1943-2009) и воды при выращивании молоди сиговых на искусственных кормах в бассейнах /9/. Очевидно, что в условиях индустриального хозяйства с ограниченным объемом используемой воды, нормативы для выращивания форели колеблются в более узком диапазоне и могут служить приемлемой нормой и для сиговых рыб. Основные лимитирующие показатели (температура, реакция среды и растворенный кислород) оборотной воды находились в допустимых пределах. Солевой состав воды отличался повышенной минерализацией (по сравнению с поверхностными источниками), но минерализация находилась в допустимых пределах. По биогенным компонентам концентрации окисляемых форм азота (нитритов и аммония) находились в пределах нормы либо выше, окисленных (нитратов) – выше допустимых пределов, характеризуя используемую в

обороте воду как предельно загрязненную. То же наблюдается и по минеральному фосфору (по фосфатам вода весьма грязная). Наличие такого количества нитратов хотя и не несет прямой токсической угрозы, но указывает на вероятность вторичного загрязнения и недостаточный объем суточного водообновления. При складывающихся неблагоприятных факторах (скачки pH при снижении водообмена) последнее может вызывать появление свободного аммиака и вероятность токсикации выращиваемой рыбы.

**Таблица 7 – Показатели качества воды выростного модуля форелевого комплекса БГСХА**

Показатели, единицы измерения	Нормативные показатели		Фактические величины		Градации по санитарной классификации /17/
	Для летних форелевых прудов (СТБ 1943-2009)	Для сигов в индустриальных условиях /9/	06.2013	10.2013	
Прозрачность, м	1,5	-	до дна	до дна	-
Кислород растворенный, мг/л	9,0	7,0-9,0	7,71- 12,76	7.12-11,86	-
pH	7,0-8,0	6,8-8,0	6,6-8,4	6.8-8,3	-
Температура, °С	Не более 20	7-14 (весна) 14-22 (лето)	9,4-18,2	9,9-15,6	-
Ионов аммония, мгN/л	0,5	0,10-0,40	0,25	0,84	<u>достаточно чистая</u> умеренно загрязненная
Нитрит-ионы, мгN/л	0,02	0,005	0,008	0,024	<u>достаточно чистая</u> умеренно загрязненная
Нитрат – ионы, мгN/л	1,0	-	5,44	8,91	предельно грязная
Фосфат-ионы, мгP/л	0,3	-	0,72	1,02	<u>весьма загрязненная</u> предельно загрязненная
Железо общее, мг/л	0,5	-	0,01	0,015	нормальная
Ионы кальция, мг/л	-	-	88	124	повышенное содержание
Ионы магния, мг/л	-	-	28	24	нормальное
Жесткость общая, мг-экв./л		-	6,7	8,2	<u>средняя</u> жесткая
Перманганатная окисляемость, мгО/л	10,0	15-30	20,52	8,84	<u>весьма грязная</u> слабо загрязненная

## **Заключение**

1. Подращивание ранней молоди сиговых рыб (личинок) возможно при использовании естественных и искусственных кормов, при условии соответствия последних физиологическим требованиям сигов и показателям санитарной безопасности.

2. В условиях Беларуси и с учетом потребностей молоди наиболее эффективным способом подращивания является бассейновый. Условия индустриального бассейнового комплекса при наличии полноценного кормления позволяют проводить подращивание и дальнейшее выращивание молоди сигов с показателями эффективности (по средней массе, рыбопродуктивности, выживаемости), превышающими другие способы при естественном температурном фоне (в садках или прудах).

3. Физиологическое состояние молоди сига при выращивании в бассейнах на монодиете зависит от качества применяемых кормов, при его соответствии физиологическим потребностям показатели развития рыб выше, чем при прочих методах выращивания.

4. При совместном выращивании сигов и форели (в одном технологическом цикле водообеспечения), следует ориентироваться на гидрохимические параметры для форели как более строгие.

## **Список использованных источников**

1. Канидьеv А.Н., Люкшина В.Д. Гранулированный корм для молоди сиговых //Рыбное хозяйство, 1975, №1

2. Brylinski E., Uryn B., Radziej J. Produkcja materialu zarybieniowego koregonidow w toniowych oswietlanych sadzach jeziorowych. III. Biotechnika wychowu //Gosp. Rybna, 1975, №3 (285).- 9-13

3. Костоусов В.Г., Жердецкая Л.П., Гайшук В.В. Опыт подращивания личинок пеляди с использованием сухих стартовых кормов / Инф. Листок БелНИИНТИ, 1987, №030.-3с.

4. Остроумова И.Н., Ильина И.Д. Физиологические основы разработки стартовых кормов типа «Эквизо» для рыб // Сб.науч.тр. ГосНИОРХ, 1981, В.175.- С.66-92
5. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб.- СПб, изд. ГосНИОРХ, 2001.- 372с.
6. Остроумова И.Н. Физиологические аспекты кормления молоди сиговых в аквакультуре / В сб. «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб»: материалы 7 международного научно-практического совещания. – Тюмень, ФГУП Госрыбцентр, 2010.- С.245-250
7. Пономарев С.В. Опыт выращивания молоди пеляди в садках на сухом гранулированном корме // Аквакультура лососевых рыб /Сб. науч.тр. ВНИИПРХ, 1984, В.43.- С.75-78
8. Кудерский Л.А., Князева Л.М. Выращивание сеголеток пеляди на искусственных кормах / В сб. «Тез. Докл. 3 Всесоюз. Совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб, Тюмень, 1985».- Тюмень, 1985.- С.302-304
9. Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых рыб// Л., изд. ГосНИОРХ, 1991.- 30с.
10. Князева Л.М., Костюничев В.В., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в индустриальных условиях на искусственных кормах.- СПб, изд. ГосНИОРХ, 1998.- 27с.
11. Князева Л.М., Костюничев В.В., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию товарных сигов (чир, муксун) в индустриальных условиях.- СПб, изд. ГосНИОРХ, 1998.- 22с.
12. Костюничев В.В. Технология выращивания и формирования маточных стад сиговых в индустриальных условиях // Сб.науч.тр.ГосНИОРХ, 2005, В.333.- С.3-18

13. Богданова Л.С. Развитие личинок сига *Coregonus lavaretus Pallasii* n. exilis Pravdin Сямозера в условиях разных температур и режимов кормления. // Вопросы ихтиологии, 1980, Т.20, вып.2.- С.277-284.
14. Князева Л.М., Шумилина А.К., Костюничев В.В., Остроумова И.Н. Биологические особенности молоди сиговых и форели в условиях индустриального выращивания.- С.Птб, Научные тетради ФГНУ ГосНИОРХ, 2007, В.10.- 56с.
15. Клейменов И.Я. Химический и весовой состав рыб в водоемах СССР и зарубежных стран.- М., Рыбн. пром-ть, 1962.- 143с.
16. Яржомбек А.А., Лиманский В.В., Щербина Т.В., Ёкина Е.И., Лысенко П.В. Справочник по физиологии рыб.- М., Агропромиздат, 1986.- 190с.
17. Божко А.М. Возрастная, половая и эколого-физиологическая изменчивость внутренних органов // Гидробиологические исследования, Тарту. 1964, В.3.- С.284-286.
18. Рыжков Л.П. Морфофизиологические закономерности и трансформация вещества и энергии в раннем онтогенезе пресноводных лососевых рыб.- Петрозаводск, 1976.- 288с.
- 17 Оксиюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П., Линник П.Н., Кузьменко М.И., Кленус В.Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журнал, 1993.- Т. 29, № 4.- С.62-76.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

УДК 597:504.054(476-25)

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ УКЛЕЙКИ, ПЛОТВЫ И ОКУНЯ Р. СВИСЛОЧЬ В ПРЕДЕЛАХ

Г. МИНСКА

*А.С. Змачинский*

*ПАСО МГУ МЧС,*

*220014, Республика Беларусь, Минск, пер. С. Ковалевской, 65,*

*e-mail: a.zmachynski@mail.ru*

## THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE MUSCULAR TISSUE OF BLEAK, ROACH AND PERCH FROM OF SVISLOCH WITHIN CITY OF MINSK BOUNDARIES

*A.S. Zmachynski*

*Firefighter Survival Detachment of MSO of Ministry for Emergency Situations,*

*220014, Belarus, Minsk, 65, S. Kovalevskaja lane,*

*e-mail: a.zmachynski@mail.ru*

**Реферат.** Из числа тяжелых и токсичных металлов в мышцах уклейки, плотвы и окуня из Чижовского водохранилища (г. Минск) в наибольшем количестве присутствует цинк, второе и третье места занимают соответственно железо и медь. Исследования показали, что мышечная ткань окуня содержит наибольшее количество фиксируемых спектрометром металлов, концентрация большинства из них несколько выше, чем у уклейки и плотвы. Однако концентрация приоритетных загрязнителей (цинка, железа и меди) выше в мышцах уклейки и плотвы.

**Ключевые слова:** уклейка, плотва, окунь, химическое загрязнение, водные объекты города, мышечная ткань, тяжелые металлы.

**Abstract.** From among heavy and toxic metals in muscles of bleak, roach and perch from the Chizhovsky reservoir (Minsk) there is zinc in large quantities, the second and the third places occupy iron and copper accordingly. Researches have shown that the muscular tissue of perch contains the greatest quantity of metals fixed by a spectrometer, and concentration of the majority of them is a little above, than in

bleak and roach. However concentration of priority pollutants (zinc, iron and copper) above in muscles of bleak and roach.

**Key words:** hydrobionts, bleak, roach, perch, chemical pollution, urban water bodies, muscular tissue, heavy metals.

## **Введение**

В связи с проблемой загрязнения окружающей природной среды продуктами техногенеза объектом пристального внимания экологического мониторинга стали тяжелые металлы. Рыбы, являясь ключевыми видами гидробионтов, и выступающие, как правило, в качестве одного из последних звеньев в трофических цепях, обладают способностью накапливать значительные концентрации тяжелых металлов [1-9]. Аккумуляция тяжелых металлов в органах и тканях рыб ведет к биохимическим, физиологическим и морфологическим нарушениям в их организме. Наряду с прямым токсическим влиянием тяжелые металлы оказывают и отдаленное отрицательное воздействие на рыб, вызывая мутагенное, гонадотоксическое, эмбриотоксическое и другие воздействия [10-22]. Все это может привести к необратимым нарушениям гомеостаза и к гибели организма.

Поскольку рыбы чувствительны к широкому множеству прямых воздействий, они интегрируют неблагоприятные эффекты всего комплекса различных воздействий, включая и воздействие на другие компоненты водной экосистемы (среда обитания, первичная продукция и т.д.), на основании их зависимости от этих компонентов в процессах воспроизводства. Кроме того, рыбы относительно долгоживущие организмы, поэтому изменения популяционных и организменных показателей позволяют регистрировать обусловленные кратковременными или долговременными (хроническими) воздействиями различные неблагоприятные факторы окружающей среды.

В силу названных биологических особенностей рыбы выступают ключевыми гидробионтами и наиболее подходящими объектами исследования, позволяющими оценить процессы трансформации водных объектов.

Наконец, загрязнение большинства используемых человеком водоемов тяжелыми металлами, нарушение в них экологического равновесия, ухудшение товарных качеств добываемой рыбы – одна из важных проблем безопасности человека [23-25]. Употребляемая в пищу загрязненная тяжелыми металлами рыба представляет определенную опасность для здоровья человека [26, 27].

Большинство водных объектов г. Минска используются его жителями в целях любительского рыболовства, значительная часть рыбы при этом идет в пищу рыбакам и членам их семей [28]. Наиболее массовыми видами рыб в уловах рыболовов-любителей, помимо серебряного карася, являются плотва, уклейка и окунь. Целью работы было установление концентрации тяжелых и токсичных металлов в мышечной ткани трех видов рыб с разными типами питания.

### Материалы и методика исследований

Лов плотвы (*Rutilus rutilus* (L, 1758), уклейки (*Alburnus alburnus* (L, 1758) и окуня (*Perca fluviatilis* L. 1758) проводили в мае-июле 2012 г. в нижней части Чижовского водохранилища (рисунок 1).

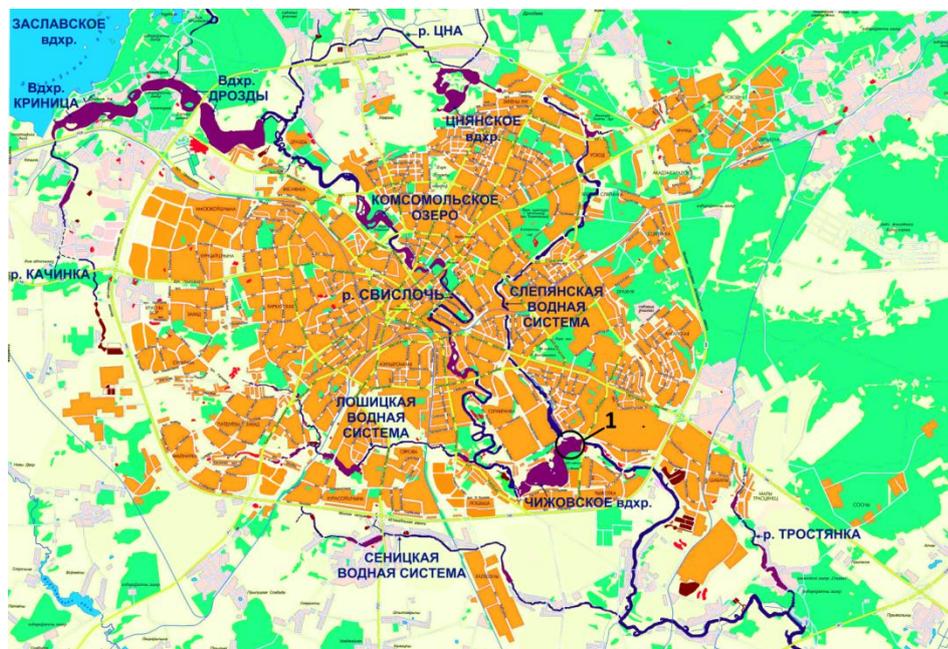


Рисунок 1 – Гидрографическая сеть г. Минска (участки водотоков выделены синим, водохранилища и русловые пруды – фиолетовым, отстойники – коричневым, пруды – красным) и место лова рыб (1)

Лов осуществляли в светлое время суток поплавочными и донными удочками с различными насадками. В указанном месте было выловлено от 50 до 90 экземпляров половозрелых особей разного пола каждого вида. На наличие в мышечной ткани тяжелых металлов обследовали 90 экземпляров – по 30 для каждого вида.

У подлежащих обследованию экземпляров рыб изымали мышечную ткань, которую мелко нарезали, высушивали в низкотемпературной лабораторной электропечи при температуре 40°C и тщательно измельчали в лабораторной мельнице. Измельченные образцы просеивали через сито с размером ячейки сетки 0,5 мм. На весах из просеянной массы взвешивали навеску в  $0,1000 \text{ г} \pm 0,0001 \text{ г}$ , которую спрессовывали в таблетку диаметром 10 мм при помощи гидравлического пресса из комплекта спектрометра. Измерения концентрации элементов в мышечной ткани проводили на рентгенофлуоресцентном спектрометре СЕР-01 «ElvaX» (внесен в реестр средств измерений Республики Беларусь под номером 03 17261605). Измерения проводили согласно методике, разработанной в МГЭУ им. А.Д. Сахарова [29]. Сравнение полученных данных по содержанию тяжелых металлов в биологических образцах проводилось с помощью статистических методов сравнения средних (критерий Стьюдента) и дисперсий (критерий Фишера) в пакете Statistica 6.0, а также средствами Microsoft Excel.

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

В результате проведенных исследований в мышечной ткани рыб из нижней части Чижовского водохранилища выявлены 30 химических элементов, в том числе 22 элемента с погрешностью не более 30%. В минимальном количестве (с погрешностью более 30%) отмечено присутствие в мышцах рыб ванадия, хрома, кобальта, никеля, мышьяка, селена, молибдена и кадмия. Из числа тяжелых и токсичных металлов в мышцах рыб с погрешностью не более 30 % было выявлено 16 элементов, 10 из которых (*Zn, Fe, Cu, Rb, Zr, Sr, Sn, Sb, Ba, Bi*) были общими для всех трех видов.

Как и в мышцах серебряного карася, из числа тяжелых металлов в мышцах исследованных рыб Чижовского водохранилища в наибольшем количестве присутствовал цинк, второе и третье места занимали соответственно железо и медь. В различных концентрациях в мышцах присутствовали общие для рыб элементы – рубидий, стронций, цирконий, олово, сурьма, барий и висмут. Кроме того, в мышцах плотвы в минимальном количестве найдено золото, окуня – титан и вольфрам, плотвы и окуня – серебро, уклеи и окуня – свинец и ртуть.

По среднему показателю концентрации цинк и медь в наибольшем количестве зарегистрирован в мышцах уклеи, железо – в мышцах плотвы, остальные металлы – в мышцах окуня.

Среднее содержание в мышечной ткани обследованных рыб металлов в порядке их убывания представлены в виде следующих рядов:

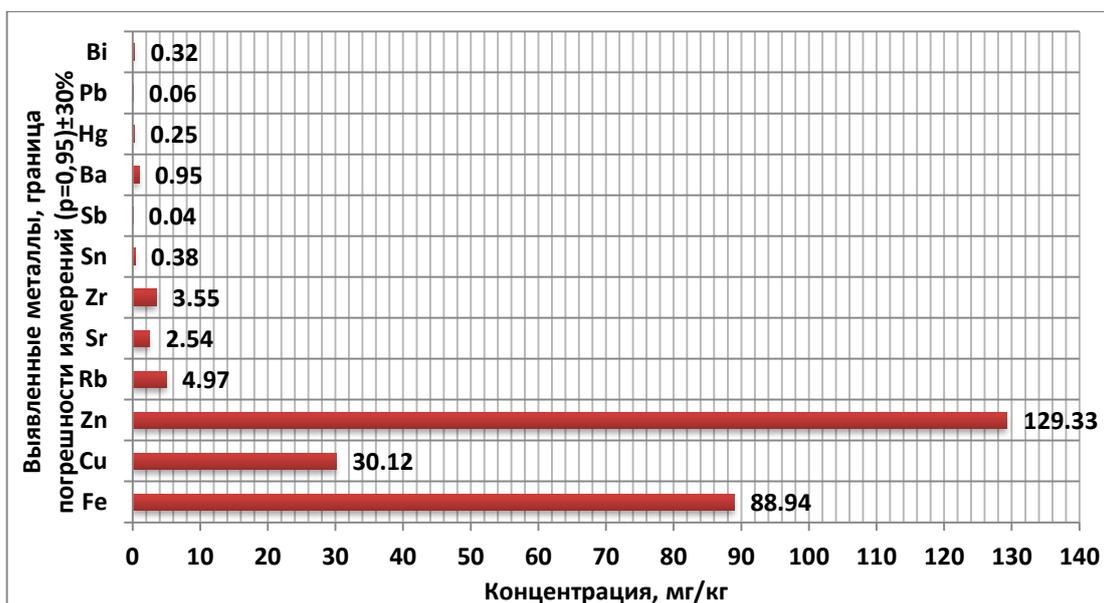
уклейка: Zn>Fe>Cu>Rb>Zr>Sr>Ba>Sn>Bi>Hg>Pb>Sb;

плотва: Zn>Fe>Cu>Sr>Rb>Zr>Sn>Bi>Ba>Ag>Au;

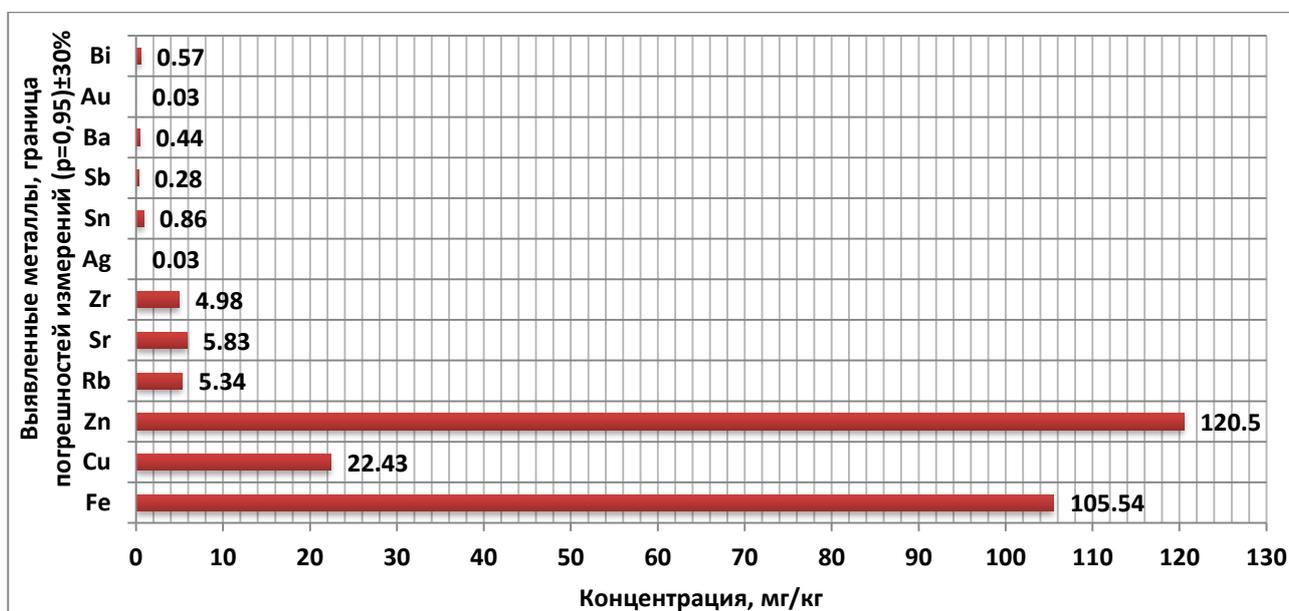
окунь: Zn>Fe>Cu>Rb>Sr>Zr>Bi>Ba>Sn>Hg>Pb>Sb>W>Ag>Ti.

Приведенные ряды показывают, что мышечная ткань окуня содержит наибольшее количество металлов, фиксируемых спектрометром СЕР-01 «ElvaX», концентрация большинства из них несколько выше, чем у уклеи и плотвы. Однако из рисунков видно, что концентрация приоритетных загрязнителей (цинка, железа и меди) выше в мышцах уклеи и плотвы.

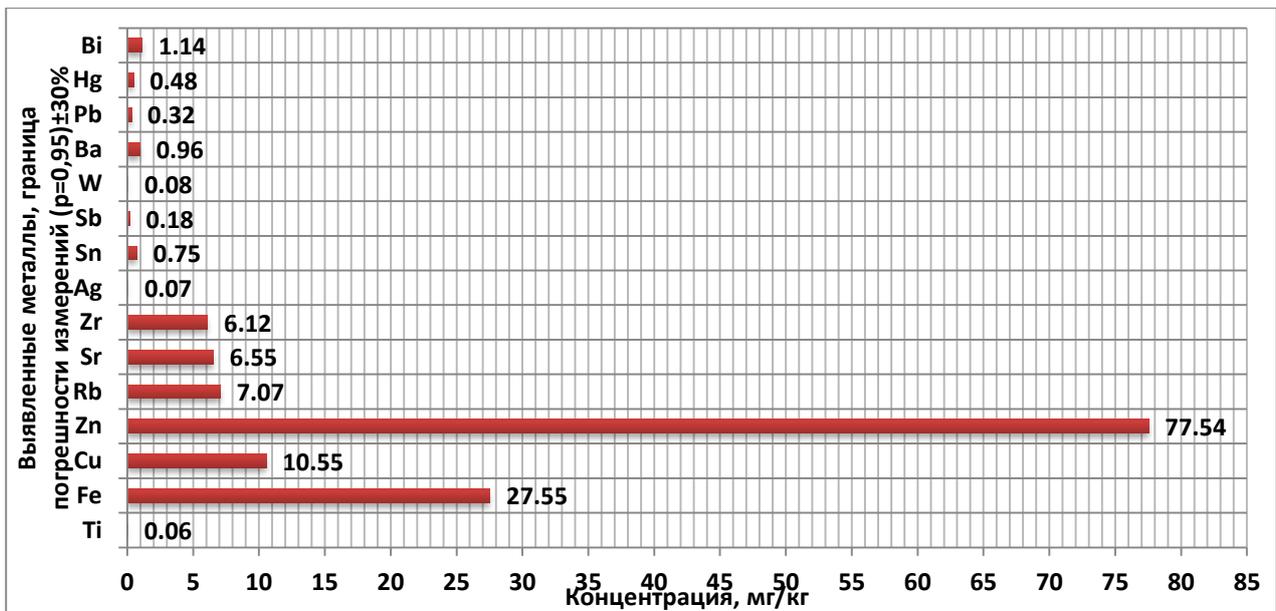
Средние показатели концентрации тяжелых металлов в мышечной ткани уклеи, плотвы и окуня из Чижовского водохранилища представлены на рисунках 2-4.



**Рисунок 2 – Средняя концентрация металлов в мышечной ткани уклеи Чижовского водохранилища**

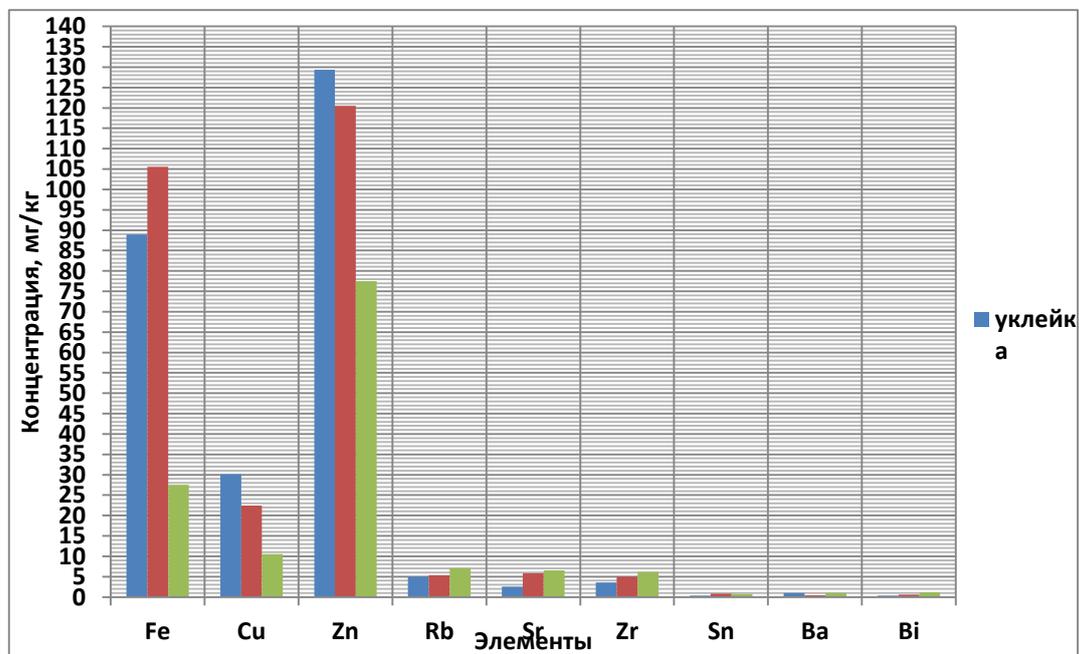


**Рисунок 3 – Средняя концентрация металлов в мышечной ткани плотвы Чижовского водохранилища**



**Рисунок 4 – Средняя концентрация металлов в мышечной ткани окуня Чижовского водохранилища**

На рисунке 5 представлены обобщенные сравнительные показатели средней концентрации тяжелых металлов в мышечной ткани уклейки, плотвы и окуня из Чижовского водохранилища.



**Рисунок 5– Средняя концентрация металлов в мышечной ткани уклейки, плотвы и окуня из Чижовского водохранилища**

Полученные данные соотносятся с ПДК СанПиН 42-123-4089-86 [30] по цинку, меди и ртути. Самый высокий показатель концентрации ртути отмечен у окуня. Этот показатель не превышает ПДК для хищных рыб (0,6 мг/кг), к которым условно можно причислить окуня.

Средняя концентрация цинка в мышечной ткани рыб Чижовского водохранилища превышает ПДК: у уклейки составляет 3,23 (323,32%), у плотвы – 3,01 (301,25%), у окуня – 1,93 (193,85%) ПДК. Средняя концентрация меди практически равна ПДК у окуня, у уклейки составляет 3,01 (301,20%), у плотвы – 2,24 (224,30%) ПДК.

### **Заключение**

В мышечной ткани окуня с погрешностью не более 30% выявлено 15 элементов из числа тяжелых металлов, в мышечной ткани уклейки и плотвы – по 12 элементов. Самые высокие концентрации характерны для цинка, меди и железа. Наибольшая концентрация меди и цинка установлена для уклейки, железа – для плотвы, остальных металлов – для окуня. Концентрация в мышечной ткани таких тяжелых металлов, как цинк и медь, максимальна у планктонофага (уклейка), несколько ниже у бентософага (плотва) и минимальна у условных хищников (окунь). Максимальная концентрация железа выявлена у бентософага (плотва), остальных металлов – у условного хищника (окунь).

По содержанию цинка (превышение ПДК в 1,93-3,23 раз) мышцы всех исследованных рыб, а по содержанию меди (превышение ПДК в 1,28-3,01 раз) мышцы серебряного карася, уклейки и плотвы при употреблении в пищу могут представлять опасность для здоровья человека.

### **Список использованных источников**

1. Глазунова И.А. Содержание и особенности распределения тяжелых металлов в рыбах верховьев Оби: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / И.А. Глазунова. – Барнаул: АлтГУ, 2005. – 19 с.

2. Говоркова Л.К. Выявление факторов накопления тяжелых металлов в органах рыб различных трофических групп (на примере Куйбышевского водохранилища): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Л.К. Говоркова. – Казань: КазГУ, 2004. – 24 с.

3. Гороя С.А. Физиолого-биохимические показатели рыб водоемов Белоруссии / С.А. Гороя, С.А. Столярова. – Минск: Наука и техника, 1987. – 157 с.

4. Кашулин Н.А. Ихтиологические основы биоиндикации загрязнения среды тяжелыми металлами: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Н.А. Кашулин. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2000. – 42 с.

5. Салтыкова С.А. Сравнительный анализ особенностей накопления тяжелых металлов в рыбах и их паразитах (на примере экосистемы Ладожского озера): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2006. – 23 с.

6. Bochenek I. Concentration of Cd, Pb, Zn and Cu in roach, *Rutilus rutilus* (L.) from the lower reaches of the Oder River, and there correlation with concentrations of heavy metals in bottom sediments collected in the same area / I. Bochenek, M Protasowicki, E. Brucka-Jastrzębska // Archives of Polish Fisheries. – 2008. – Vol. 16. – P. 21-36.

7. Klavins M. Heavy metals in fish from lakes in Latvia: concentration and trends of changes / M. Klavins, O. Potapovics, V. Rodinov // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. – 2009. – №82. – P. 96-100.

8. Popek W. Heavy metals concentration in the tissues of perch (*Perca fluviatilis*) and bleak (*Alburnus alburnus*) from Czarna Orawa River, Poland / W. Popek, K. Klęczar, M. Novak, P. Epler // Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation. International Journal of the Bioflux Society. – 2009. – №2. – P. 205-208.

9. Zarei M. Levels of some heavy metal concentration in fishes tissue of southern Caspian Sea / M. Zarei, A. Asadi, S.M. Zarei // International Journal of the Physical Sciences. – 2011. – Vol. 6 (26). – P. 6220-6225.

10. Бедрицкая И.Н. Влияние тяжелых металлов на организм рыб, выращиваемых на сбросных водах электростанций: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / И.Н. Бедрицкая. – СПб: ГосНИОРХ, 2000. – 22 с.

11. Воробьев Д.В. Функциональные особенности метаболизма металлов у рыб в современных биогеохимических условиях дельты р. Волги: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Д.В. Воробьев. – Астрахань: АстрГУ, 2008. – 21 с.

12. Крючков В.Н. Эколого-морфологические особенности патологии и адаптации органов и тканей рыб при воздействии токсикантов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / В.Н. Крючков. – Махачкала: ДагГУ, 2004. – 46 с.

13. Немова Н.Н. Биохимическая индикация состояния рыб / Н.Н. Немова, Р.У. Высоцкая; под ред. М.И. Шатуновского. – М.: Наука, 2004. – 215 с.

14. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление среды / В.Р. Микряков, Л.В. Балабанова, Е.А. Заботкина, Т.Б. Латерова, А.В. Попов, Н.И. Силкина; под ред. В.Р. Микрякова. – М.: Наука, 2001. – 126 с.

15. Чухлебова Л.М. Экоотоксикологическая оценка состояния рыб экосистемы реки Амур: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Л.М. Чухлебова. – Владивосток: Ин-т водных и экологических проблем ДВО РАН, 2006. – 23 с.

16. Шаргина М.Г. Состояние организма некоторых видов рыб в условиях антропогенного воздействия (на примере Вагайского района Тюменской области): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / М.Г. Шаргина. – Оренбург: ОрГАУ, 2005. – 22 с.

17. Brucka-Jastrzębska E. The effect of aquatic cadmium and lead pollution on lipid peroxidation and superoxide dismutase activity in freshwater fish / E. Brucka-Jastrzębska // Polish Journal of Environmental Studies. – 2010. – Vol. 19. – №6. – P. 1139-1150.

18. Camargo M.M.P. Histopathology of gills, kidney and liver of a neotropical fish caged in an urban stream // M.M.P. Camargo, C.B.R. Martinez // *Neotropical Ichthyology*. – 2007. – №5 (3). – P. 327-336.
19. Ebrahimi M. Pathological and hormonal changes of freshwater fishes due to exposure to heavy metals pollutants / M. Ebrahimi, M. Taherianfard // *Water, Air, and Soil Pollution*. – 2011. – №217. – P. 47-55.
20. Pourang N. Heavy Metal Bioaccumulation in Different Tissues of two Fish Species with Regards to their Feeding Habits and Trophic Levels / N. Pourang // *Environmental Monitoring and Assessment*. №5. 1995. P. 207-219
21. Shalaby A.M. Sublethal effects of heavy metals copper, cadmium and zinc alone or in combinations enzymes activities of common carp *Cyprinus carpio* L. / A.M. Shalaby // *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. – 2000. – Vol. 4. – №2. – P. 229-246.
22. Vinoldhini R. The impact of toxic heavy metals on the hematological parameters in common carp (*Cyprinus carpio* L.) / R. Vinoldhini, M. Narayanan // *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*. – 2009. – Vol. 6. – №1. – P. 23-28.
23. Lidwin-Kaźmierkiewicz M. Content of selected essential and toxic metals in meat of freshwater fish from West Pomerania, Poland / M. Lidwin-Kaźmierkiewicz, K. Pokorska, M. Protasowicki, M. Rajkowska, Z. Wechterowicz // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. – 2009. – Vol. 59. – №3. – P. 219-224.
24. Łuczyńska J. Determination of heavy metals in the muscles of some fish species from lakes of the North-Eastern Poland / J. Łuczyńska, E. Brucka-Jastrzębska // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. – 2006. – Vol. 15/56. – №2. – P. 141-146
25. Staniškienė B. Distribution of heavy metals in muscles of fish: concentrations and change tendencies / B. Staniškienė, P. Matusevičius, A. Urbonavičius // *Environmental Research, Engineering and Management*. – 2009. – №2 (48). – P. 35-41.

26. Bhupander K. Assessment of human health risk for arsenic, copper, nickel, mercury and zinc in fish collected from tropical wetlands in India / K. Bhupander, D.P. Mukherjee // *Advances in Life Science and Technology*. – 2011. – Vol. 2. – P. 13-24.

27. Sary A.A. Human health risk assessment of heavy metals in fish from freshwater / A.A. Sary, M. Mohammadi // *Research Journal of fisheries and Hydrobiology*. – 2011. – №6 (4). – P. 404-411.

28. Змачинский А.С. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани карася серебряного из водных объектов г. Минска / А.С. Змачинский // *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*. – Вып. 28. – 2012. – С. 202-211.

29. Позняк С.С. Методика выполнения измерений массовой доли химических элементов железа, кадмия, калия, кальция, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, серы, стронция, титана, хрома, цинка в пробах растительного и животного происхождения методом рентгено-флуоресценции с использованием спектрометра энергий рентгеновского излучения СЕР-001 / С.С. Позняк, Л.П. Лосева, Ю.В. Жильцова, Е.И. Савенок. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 38 с.

30. СанПиН 42-123-4089-86 «Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах».

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРУКТУРЫ ЛИТОРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ  
ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ ЭВТРОФНЫХ ОЗЕР И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ  
РЫБ**

*В.Г. Костоусов, Т.И. Попиначенко, Т.Л. Баран, В.А. Мищенко*

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

**VIRIABILITY OF ZOOPLANKTON LOTTORAL COMPLEXES  
STRUCTURE IN SMALOL SIZE EUTROPHIC LAKES AND ITS  
SIGNIFICANCE FOR FISHES**

*V.G. Kostousov, T.I. Popinachenko, T.L. Baran, V.A. Mishchenkov*

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

**Реферат.** Рассмотрены некоторые особенности динамики численности и биомасс зоопланктонных сообществ литорали двух малых эвтрофных озер. Обсуждаются вероятные механизмы изменения структуры сообществ под воздействием хищничества молоди рыб и в зависимости от степени зарастания макрофитами.

**Ключевые слова:** озеро, зоопланктон, количественные показатели, литораль, молодь рыб, макрофиты.

**Abstract.** There were studied some peculiarities in dynamics of quantity and biomass of zooplankton communities of littorality of two small eutrophic lakes. There are investigated probable mechanisms of community structure variation under impact of preying of tiny fishes and dependence upon degree of macrophytes overgrowing.

**Key words:** lake, zooplankton, quantitative indices, littoral, tiny fishes, macrophytes.

**Введение**

В пресноводных экосистемах рачковый планктон играет ключевую роль, с одной стороны как потребитель первичной продукции, с другой –

необходимый компонент пищевой цепи для более высокоорганизованных потребителей. Литораль служит местом размножения рыб и нагула их молоди на начальных этапах онтогенеза, а представители зоопланктона являются важнейшим компонентом пищевых цепей в экосистеме водоема, обеспечивая в литорали условия нагула для молоди рыб. Литоральный зоопланктон обитает в условиях меняющихся абиотических и биотических факторов, которые определяют его структуру и функционирование. Здесь он подвергается прямому воздействию хищников (молодь рыб и водные беспозвоночные) по типу контроля «top-down», с другой лимитируется условиями среды более низкого уровня (контроль по типу «bottom-up»). Изучение взаимосвязи численности и биомассы популяций и структуры сообщества зоопланктеров литорального комплекса является одним из инструментов понимания эффективности проведения биоманипуляций по типу «top-down». Согласно теории трофического каскада ветвистоусые ракообразные выступают основным фактором, регулирующим уровень развития планктонных продуцентов, определяющих условия и степень «цветения» вод, а к потенциальным потребителям цианобактерий традиционно относят крупных фильтраторов-кладоцер (дафний). Дополнительное вселение хищных рыб снижает хищничество мирных видов и их молоди по отношению к зоопланктону (особенно ветвистоусым ракообразным), что ведет к росту биомассы беспозвоночных фильтраторов и, как следствие, способствует снижению уровня развития водорослей. Динамика численности и биомассы литоральных зоопланктеров регулируется не только взаимоотношениями типа «потребитель-потребляемое» и «хищник-жертва», но и уровнем развития литорали как подсистемы в целом, в том числе характером ее зарастания.

### **Материал и методика исследований**

Исследования проводили на двух эвтрофных озерах Черток (4,9га) и Ходосы (10,5га), расположенных в Национальном парке «Нарочанский». В 2011-2013гг. в озера проведено зарыбление молодьё щуки (личинки, годовики,

двухгодовики). В ходе работ изучали изменение численности и биомасс зоопланктона литоральной зоны озера в период открытой воды (май-сентябрь), а также видовую структуру по основным составляющим группам (тип Rotifera, класс Crustacea – н/отр. Cladocera и п/кл. Copepoda). Также проводили изучение видового состава, пространственного распределения молоди рыб и характера их питания. Сбор и обработку материала проводили по стандартным методикам научных исследований [1,2,3].

Для написания статьи использованы материалы полевых исследований, полученные в период с мая по сентябрь 2011- 2013 гг. при проведении обследования озер. Сбор гидробиологического материала проводили один раз в декаду с охватом литоральной и пелагической зон озер, по горизонтам через 1 м. Отбор проб зоопланктона проводили планктоночерпателем Вовка в модификации Боруцкого, молоди рыб - мальковой волокушей (газовое сито №12), фиксацию осуществляли 4% раствором формалина, определение с использованием бинокулярной лупы и определителей серии «Фауна СССР».

### **Результаты исследований и обсуждение**

Планктонные сообщества литорали являются основной кормовой базы молоди рыб на ранних этапах ее развития, а их количественные характеристики определяются рядом трофических и морфоэкологических параметров среды обитания. По этой причине представляет интерес анализ динамики развития литоральных сообществ модельных водоемов на протяжении периода исследований и их роль в обеспеченности пищей молоди рыб.

**Оз. Ходосы** расположено в Мядельском районе Минской области, в 11 км на северо-запад от г. Мядель, в 0,5 км на северо-запад от д. Россохи. Принадлежит системе р.Мяделка, бассейн р. Зап. Двина. Основу водного баланса формирует поверхностный сток: протокой, шириной до 2 м, соединяется с оз. Россохи, на юго-западе вытекает ручей в р. Мяделка. Площадь водного зеркала составляет 10,5 га, максимальная глубина равна 9,3

м, средняя – 3,6 м [4]. Литораль неширокая, песчаная, фрагментарно зарастающая.

По морфометрическим и гидрологическим показателям оз. Ходосы характеризуется как малое по площади, неглубокое, слабопроточное, умеренно зарастающее [4]. Среднесезонная величина прозрачности воды в период наблюдений 2011 -2013 гг. колебалась от 2,5 до 3,4 м. По степени развития биопродукционных процессов и качества водных масс характеризуется как эвтрофный, частично стратифицированный водоем, димиктический со средней минерализацией воды [5].

В составе зоопланктона литоральной зоны оз. Ходосы за три года исследований отмечены 24 вида, в том числе коловраток - 9, ветвистоусых ракообразных - 12, веслоногих ракообразных – 3. Из них 8 характеризуются как 0-сапробы, 5 – 0-β-мезосапробы, 9 - β-мезосапробы, 2 вида - β-α-сапробы [6].

**Оз. Черток** расположено в Мядельском районе Минской области, в 11 км на северо-запад от г.Мядель, в 0,5 км к югу от д. Россохи. Принадлежит системе р.Мяделка, бассейн р.Зап.Двина, узким ручьем соединяется с оз. Княгининское. Площадь водного зеркала составляет 4,9 га, максимальная глубина равна 8,2 м, средняя – 4 м [4]. Прозрачность воды в период наблюдений 2011-2013 гг. колебалась от 2,2 до 2,5 м. Ширина зоны литорали составляет 30-50 м, преимущественно заросшей погруженными макрофитами и растениями с плавающими листьями и в различной степени заиленной. Оз. Черток по морфометрическим показателям характеризуется как малое, неглубокое, зарастающее, сточное. По гидрохимическим и гидробиологическим показателям характеризуется как эвтрофный, частично стратифицированный полимиктический водоем со средней минерализацией воды [5].

В составе зоопланктона литоральной зоны оз.Черток отмечены - 26 видов, в том числе коловраток - 10, ветвистоусых ракообразных - 13, веслоногих ракообразных – 3. Из них 7 характеризуются как 0-сапробы, 6– 0-β-мезосапробы, 10 - β-мезосапробы, 3 вида - β-α-сапробы [6].

Доминирующий литоральный комплекс коловраток в оз. Ходосы на протяжении трех лет исследований существенных изменений не претерпел, а его ядро составили *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Filinia longiseta*, *Polyarthra trigla*, *Synchaeta pectinata*. В 2012 и 2013 гг. перечень видов пополнился *Conochilus hippocrepis* и *Brachionus angularis*. Среднегодовая численность коловраток имела устойчивую тенденцию к росту в пределах 5,1 – 59,9 тыс.экз./м<sup>3</sup>; биомасса колебалась (в основном за счет изменения значимости крупного вида *Asplanchna priodonta*), но в 2013 г. составила 0,2 г/м<sup>3</sup>, более чем втрое превысив аналогичный показатель 2011г.(таблица 1).

**Таблица 1– Среднесезонные показатели количественного развития зоопланктона литорали оз.Ходосы и Черток**

Группа организмов	Оз.Ходосы				Оз.Черток			
	численность, тыс.экз./м <sup>3</sup>	%	биомасса, г/м <sup>3</sup>	%	численность, тыс.экз./м <sup>3</sup>	%	биомасса, г/м <sup>3</sup>	%
2011 г.								
Коловратки	5,1	3,6	0,06	1,9	8,1	6,4	0,06	2,0
Ветвистоусые	39,0	27,1	1,31	41,1	34,3	27,1	1,47	48,5
Веслоногие	100,0	69,3	1,82	57,0	84,2	66,5	1,50	49,5
Всего	144,1	100	3,19	100	126,6	100	3,03	100
2012 г.								
Коловратки	25,9	13,5	0,02	0,5	8,6	5,8	0,01	0,3
Ветвистоусые	63,4	33,1	1,89	50,0	39,5	26,8	1,11	37,6
Веслоногие	102,0	53,4	1,87	49,5	99,4	67,4	1,83	62,1
Всего	191,3	100	3,78	100	147,5	100	2,95	100
2013 г.								
Коловратки	59,9	19,0	0,20	4,4	14,6	5,4	0,06	1,2
Ветвистоусые	75,2	23,9	1,95	43,0	63,8	23,7	1,79	34,8
Веслоногие	179,7	57,1	2,39	52,6	190,7	70,9	3,29	64,0
Всего	314,8	100	4,54	100	269,1	100	5,14	100

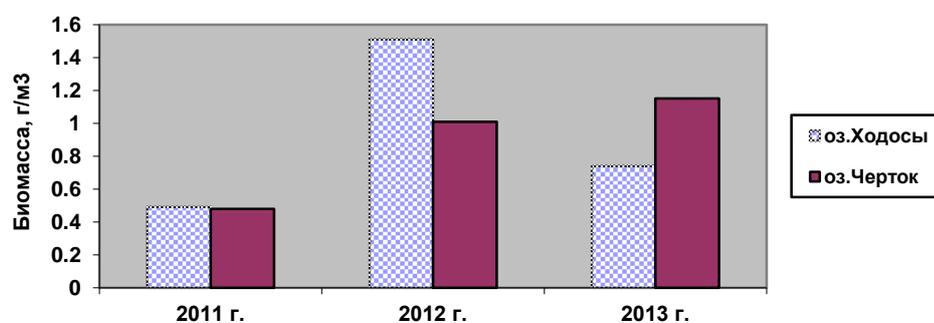
В группе ветвистоусых ракообразных в оз. Ходосы доминировали *Daphnia cucullata* и *Bosmina longirostris* (22,7 % и 29,2 % от общей среднесезонной численности зоопланктона). Субдоминант - *Ceriodaphnia reticulate* (17,5 %). Организм нейстона - *Scapholeberis mucronata*, обычно обитающий в поверхностной пленке, отмечен нами только в верхних слоях воды (0-1 м) литоральной зоны. В 2013 г отмечено расширение видового разнообразия за счет выявления *Daphnia longispina*, *Peracanta truncate*, *Leydigia* sp. Среди литорального сообщества кладоцер отмечены качественные

изменения, касающиеся топической приуроченности, размерного состава особей и развития биомасс отдельных составных групп. В частности, отмечена тенденция изменения соотношения фитофильных и пелагических форм (в общепринятом понимании), с постепенным увеличением численности последних (таблица 2).

**Таблица 2- Изменение доли фитофильных и пелагических ветвистоусых в литоральном комплексе планктонных ракообразных**

Организмы	Доля от среднесезонной численности, %		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Оз.Ходосы			
Фитофильные	71,8	52,0	65,2
Пелагические	28,2	48,0	34,8
Оз.Черток			
Фитофильные	62,0	84,6	34,5
Пелагические	35,8	15,4	65,5

Отмечена тенденция к увеличению биомассы представителей р. *Daphnia*. Среднесезонная биомасса дафний в литорали оз. Ходосы за три года наблюдения изменялась от 0,49→1,51→0,74 г/м<sup>3</sup> с максимумом в 2012г. (рисунок 1).



**Рисунок 1 - Среднесезонная биомасса видов ракообразных р. *Daphnia* в литорали озер в 2011-2013 гг.**

Среднесезонная численность и биомасса ветвистоусых ракообразных в целом также росли на протяжении исследуемого периода. Численность возрастала с 2011 по 2013 гг. от 39,0→ 63,4 → 75,2 тыс.экз./м<sup>3</sup>, биомасса - 1,31→1,89→1,95 г/м<sup>3</sup> (таблица 1).

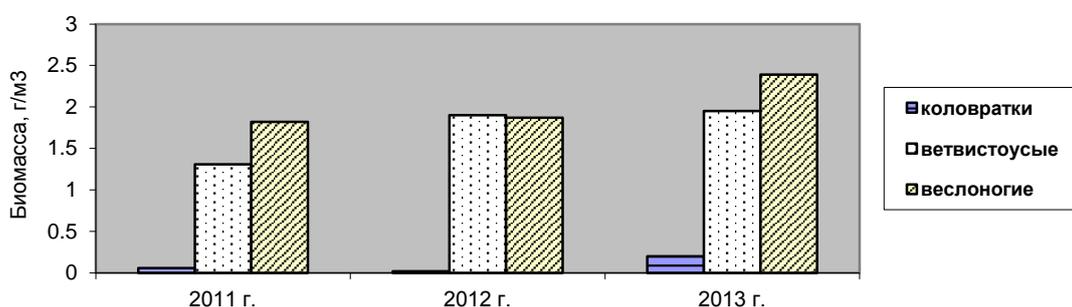
В таблице 3 приведены данные по средним размерам ветвистоусых ракообразных по годам наблюдения. Отмечается общая тенденция к увеличению средних размеров ветвистоусых ракообразных.

**Таблица 3 - Размерный состав ветвистоусых ракообразных оз.Ходосы и Черток, мм x 10<sup>-1</sup>**

Вид Cladocera	Литораль		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Оз.Черток			
<i>Daphnia cucullata</i>	14,4	15	19,3
<i>Daphnia longiremis</i>			21
<i>Daphnia longispina</i>			20
<i>Bosmina longirostris</i>	6,6	7,7	7,5
<i>Bosmina coregoni</i>	6,3	8,0	8,0
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	10	7,8	9,6
<i>Chydorus sphaericus</i>	7	7,2	8,5
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	12,3	12,2	14,0
<i>Moina brachiata</i>	9		
<i>Leydigia sp.</i>	10,3		12
<i>Acroperus harpae</i>		7	
<i>Polyphemus pediculus</i>	15		
<i>Sida cristallina</i>	15,5		14
Оз.Ходосы			
<i>Daphnia cucullata</i>	19,7	15,0	19,5
<i>Daphnia longispina</i>			22
<i>Bosmina longirostris</i>	6,7	7,4	8,0
<i>Bosmina coregoni</i>	6,5	7,4	7,9
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	9,4	7,8	9,8
<i>Chydorus sphaericus</i>	7,3	7,3	
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	15,6	11	16,7
<i>Moina brachiata</i>	6,7		6
<i>Leydigia sp.</i>			12
<i>Polyphemus pediculus</i>	16,5		
<i>Scapholeberis sp</i>	9		
<i>Peracanta truncata</i>			13

Среди веслоногих ракообразных доминирующими видами в литорали оз. Ходосы были *Cyclops strenuus* и *Diaptomus castor*. Среднесезонная численность и биомасса веслоногих ракообразных также увеличивались на протяжении исследуемого периода. Численность возрастала от 100,0→102,0→179,7 тыс.экз./м<sup>3</sup>, биомасса - 1,82→1,87→2,39 г/м<sup>3</sup> (табл. 1).

Таким образом, за период наблюдений в литорали оз. Ходосы отмечается планомерное увеличение среднесезонной численности и биомассы всех групп организмов зоопланктона (рисунок 2).



**Рисунок 2- Среднесезонная биомасса групп зоопланктона в литорали оз. Ходосы**

Среднесезонная численность коловраток в литорали оз. Черток также имела тенденцию к росту с 8,1 тыс. экз./м<sup>3</sup> в 2011 г до 14,6 тыс. экз./м<sup>3</sup> в 2013 г (таблица 1). Среднесезонная биомасса в 2012 г. была несколько ниже (0,01 г/м<sup>3</sup>), чем в 2011 и 2013 гг., что можно объяснить уменьшением численности *Asplanchna priodonta*, имеющей максимальный индивидуальный вес среди представителей этой группы. Доминирующий комплекс составляли *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Filinia longiseta*, *Synchaeta pectinata*. В начале сезона (май) присутствовал *Brachionus calyciflorus*. По сравнению с оз.Ходосы, доминирующий комплекс коловраток оз. Черток включает большее количество β-мезосапробов.

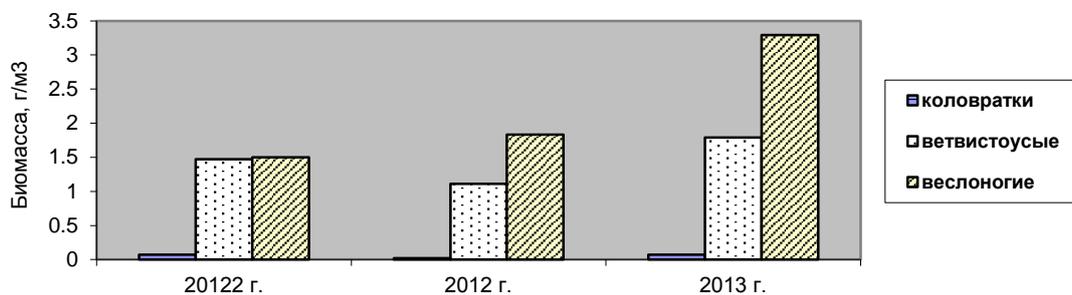
Доминирующий комплекс ветвистоусых ракообразных литорали оз. Черток составили *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia reticulata*, доля которых в общей численности за три года исследований составила в среднем 20,4 %, 22,5 %, 26,7 % соответственно. В прибрежье, среди

зарослей макрофитов в 2011 и 2013 гг. отмечено наличие крупного фитофильного вида *Sida cristallina*. Такая же ситуация отмечена и для представителей р. *Leydigia*. Эти виды зафиксированы в мае и августе-сентябре в приповерхностных слоях воды. Максимальной численности *Sida cristallina* достигала в августе 2011 г. – 33,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>, численность представителей р. *Leydigia* была приблизительно одинаковой и составляла в среднем 6,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Хищник, преимущественно прибрежной зоны, *Polyphemus pediculus* отмечен только в 2011 г. Как и в оз. ходосы, в литорали оз. Черток в 2013 г. отмечено появление новых видов кладоцер, не встречавшихся нам в 2011-2012 гг. - *Daphnia longispina* и *Daphnia longiremis*.

Численность ветвистоусых ракообразных в литорали оз. Черток повышалась на протяжении исследуемого периода 34,3→39,5→63,8 тыс.экз./м<sup>3</sup> (табл. 1). Среднесезонная биомасса ветвистоусых ракообразных в 2012 г. составляла 1,11 г/м<sup>3</sup> и оказалась несколько ниже, чем в 2011 г, но в 2013 г она достигает максимальных значений – 1,79 г/м<sup>3</sup>. Уменьшение среднесезонной биомассы в 2012 г. на фоне постепенного повышения среднесезонной численности и сохранения доминантного ядра можно объяснить снижением в 2012 г. доли видов, имеющих наиболее крупные индивидуальные размеры. В частности, в 2012 г. доминировал β-мезосапроб *Ceriodaphnia reticulate*, на долю которой приходилось 54 % от среднесезонной биомассы.

Как и в оз. Ходосы, отмечается повышение среднесезонной биомассы представителей р. *Daphnia* - 0,48→ 0,31→1,15 г/м<sup>3</sup> с 2011 по 2013 г с максимальными показателями в 2013 г. (рис. 1). Для оз.Черток также характерно повышение средних размеров ветвистоусых ракообразных к концу исследований (табл. 3). Среднесезонная численность и биомасса веслоногих ракообразных увеличивались на протяжении исследуемого периода. Численность возрастала от 84,2→99,4→190,7 тыс.экз./м<sup>3</sup>, биомасса - 1,5→1,83→1,79 г/м<sup>3</sup> с 2011 по 2013 гг. (табл. 1). Веслоногие ракообразные лидировали в процентном соотношении среди всех групп зоопланктона.

К 2013 г. в оз.Черток отмечается увеличение среднесезонной биомассы ветвистоусых и веслоногих ракообразных, тогда как биомасса коловраток не возросла по сравнению с 2011 г. (рисунок 3).



**Рисунок 3- Среднесезонная биомасса групп зоопланктона в литорали оз. Черток**

Полученные данные демонстрируют, что, не смотря на общность происходящих процессов, изменения в литоральных планктонных комплексах обоих озер носят определенные различия. В целом качественные различия литоральной и пелагической зон заключаются в большей изменчивости условий прибрежных мелководий, включая физические, химические и биологические факторы, что находит отражение в видовом разнообразии и количественном развитии компонентов сообщества. Известно, что таксономическая структура планктона изменяется в связи с геоморфологическими особенностями литорали стратифицированных озер [7]. Авторы показали, что соотношение доминирующих групп Cladocera в литорали озер существенно меняется с продвижением от берега к профундали и связано с температурными и световыми условиями этой зоны водоемов, что выражается в плавном снижении доли литоральных видов при продвижении от мелководий к глубине. В свою очередь, физические и продукционные условия литорали определяются рядом факторов, в т.ч. геоморфологического плана (степень развития, глубина, характер подстилающих грунтов, прозрачность воды, условия водосбора). Комплексные исследования на тропическом оз. Тана [8] показали, что из всего изученного перечня видов только представители *Daphnia* sp. негативно реагировали на снижение прозрачности воды, тогда как

ни коловратки, ни веслоногое не проявляли заметной корреляции с этим и другими факторами среды. Соответственно, улучшение оптических характеристик должно вести к росту значимости этой группы планктонного сообщества. Отличающиеся результаты по двум рядом расположенным озерам с примерно сходными морфометрическими параметрами обусловлены, на наш взгляд, различиями в степени зарастания литорали макрофитами, а также скоростью и направленностью продукционных процессов, которые в ней идут, в т.ч. под воздействием биоманипуляций с вселением хищных рыб. Отмеченный рост прозрачности воды (в оз. Ходосы в среднем на 13,1%, в оз. Черток на 4,2% по сравнению с 2011г.) сказался на условиях обитания планктона, в том числе по обеспеченности его пищей и доступности для хищников. Средообразующая роль макрофитов в пресноводных экосистемах складывается из нескольких факторов, главным из которых остается существенное обогащение воды и грунтов различными органическими и минеральными соединениями, продуцируемыми в процессе роста и распада вегетомассы. Благодаря этому, условия питания микропродуцентов (бактерий и водорослей), являющихся начальным звеном пищевых цепей в пресных водоемах, будут отличаться в зависимости от характера зарастания и подстилающих грунтов. Известно, что бактерии и дрожжевые грибы, обитающие в литоральной зоне среди макрофитов, способны обеспечивать весьма качественным питанием мелких фильтраторов – ветвистоусых даже при дефиците или полном отсутствии фитопланктона - наиболее важного компонента пищевой цепи в экосистеме водоемов [9]. Количество бактерий в зарослевой зоне литорали в течение вегетационного сезона в разы превышает таковые в открытых частях водоемов, чему соответствует и более значительное развитие литоральных видов животных [10]. Кроме того, для видов Cladocera, массовое развитие которых происходит в литоральной зоне, наличие растительности служит дополнительным убежищем и приводит к увеличению агрегированности [11], тогда как для взрослых стадий Сopepoda таких образований не зафиксировано. Исследования, проведенные нами в литоральной и сублиторальной зонах

анализируемых озер, показали, что в сублиторали и примыкающих к ней зонах пелагиали планктонные комплексы представлены преимущественно чисто пелагическими формами фильтраторов, тогда как в литоральных биотопах и непосредственно на береговых мелководьях развивается довольно специфический комплекс организмов, который можно характеризовать как литорально-фитофильный. Фитофильные ветвистоусые по способу питания также являются преимущественно фильтраторами. Но наряду с простым отфильтровыванием пищевых частиц из воды, как это делают фильтраторы пелагиали, среди зарослей макрофитов встречаются виды (вторичные фильтраторы), в основном представители семейств Macrothricidae и Chydoridae, которые способны к добыванию пищи путем соскабливания ее с растительного субстрата и последующей фильтрации [12]. К потребителям же водорослевых обрастаний и детрита следует отнести и группу фитофильных веслоногих, которая не только отличается биотопической приуроченностью, но и способом своего питания (многие представители рр. *Macroscyclops* и *Euscyclops* собиратели –полифаги) [13].

Исследования пространственного распределения и сезонной динамики ракообразных позволили выявить значительные моменты, обуславливающие благоприятные трофические условия для молоди рыб, нагуливающейся в прибрежной зоне. Во-первых, массовое развитие ветвистоусых и веслоногих ракообразных в хорошо прогретой прибрежной зоне наблюдается в один период со временем появления личинок рыб в озерах. Во-вторых, весь биоценоз фитофильных ракообразных в дневное время разделен на две пространственно разобщенные группировки. Первую представляют виды, обитающие среди плавающих листьев и находящие здесь лучшие условия питания за счет перифитона. Вторые – организмы, ведущие придонный образ жизни и питающиеся детритом. Сезонная динамика развития биоценоза фитофильных ракообразных такова, что на фоне постепенного сокращения количественного преобладания какого-либо вида наблюдается выдвигание большего числа достаточно многочисленных видов [14,15].

Поскольку молодь рыб выступает одним из механизмов элиминации литорального зоопланктона, который может определять изменения структуры сообщества, интересным выступает фактор избирания тех или иных форм. Исследование питания молоди рыб литоральных сообществ на анализируемых озерах показало, что на ранних этапах онтогенеза личинки и мальки отдают предпочтение мелким ветвистоусым (индексы избирания  $> 1$ ), включая четыре распространенных вида - *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina coregoni*, *Alona* sp. Индекс избирания более крупных фильтраторов ниже (*p.Daphnia*- 0,6), а коловраток (0,3-0,4) и вовсе указывает на случайный характер их потребления. Это значит, что крупные фильтраторы для ранней молоди практически не имеют пищевой привлекательности, а их доля для большинства видов начинает возрастать со второго года жизни и объясняется повышением доступности для рыб в целом. Низкие индексы избирания для веслоногих ( $< 1$ ) показывают, что эта группа зоопланктеров имеет минимальное пищевое значение для молоди большинства видов рыб. Избирательность и встречаемость организмов литорального зоопланктона в рационе молоди рыб отличается по обоим исследованным озерам. В частности для сеголетков – годовиков густеры из оз. Ходосы в пищевом комке встречаемость фитофильных видов выше, чем пелагических, тогда как в оз. Черток – примерно равная. У годовиков красноперки из оз. Ходосы встречаемость организмов планктона в пищевом спектре в целом ниже, чем в оз. Черток, а у двухлетков окуня из оз. Ходосы встречаемость фитофильных зоопланктеров в пять раз ниже, чем в оз. Черток. Начиная с двух-трехлетнего возраста такие виды рыб как плотва, красноперка, горчак, лещ, линь переходят на потребление мелких форм зообентоса (тендипидиды) и перифитона, развитие которых также выше в литоральной зоне, тем самым снижая пресс на планктонное сообщество.

## **Заключение**

В обоих водоемах видовой состав и количественное развитие литорального зоопланктона соответствовало трофическому статусу озер. Таксономическая структура зоопланктона литорали оз. Черток, по сравнению с таковой оз. Ходосы, отличалась ростом сапробности видов и значения фитофильных форм.

Как ответ экосистемы на проведенные биоманипуляции можно расценивать закономерный рост численности и биомассы зоопланктона, в т.ч. групп ракообразных, являющихся объектом питания молоди рыб.

В оз. Ходосы рост количественного развития составных групп зоопланктона литорали происходил без значительного изменения их соотношения. В оз. Черток наметилось устойчивое преобладание веслоногих, хотя биомассы ветвистоусых оставались на достаточно высоком уровне и к 2013 г. эта тенденция усилилась.

Отмечено увеличение доли численности пелагических видов и рост биомассы и видового разнообразия представителей р. *Daphnia*. Также по обоим озерам отмечено увеличение средних размеров ветвистоусых.

Макрофитные сообщества литорали повышают ее кормовую ценность для рыб. Литоральные ценозы с комплексом обитающих в них видов являются сложными подсистемами организации на определенном участке и имеют высокое кормовое значение для молоди рыб. Классический путь трансформации вещества в водных экосистемах: фитопланктон - мирные беспозвоночные – рыбы на зарастающих макрофитами акваториях дополняется новыми направлениями: бактериопланктон- мирные беспозвоночные – рыбы и перифитон/растительный детрит – мирные беспозвоночные –рыбы.

## **Список использованных источников**

1.Дзюбан Н.А. Методы сбора и учета количественного материала в гидробиологических исследованиях /Н.А. Дзюбан.- М.: Высшая школа, 1974.

2. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях (под ред. Е.Н. Павловского и Е.В. Боруцкого). – М.: АН СССР, 1961.- 263 с.

3 Костоусов В.Г. Методические рекомендации по сбору и обработке ихтиологического материала / В.Г. Костоусов, И.И. Оношко, Г.П.Полякова. - Минск, РУП «Институт рыбного хозяйства», 2005.- 56с.

4. Аронов А.Г. Водные ресурсы Национального парка «Нарочанский»: справочник/ А.Г.Аронов [и др.]; под общ. ред. В.С.Люштика, д-ра биол. наук Т.В.Жуковой.- Минск, РИФТУР ПРИНТ. 2012.- 128с.

5. Оксуюк О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши /О.П.Оксуюк [и др.]//Гидробиологический журнал, 1993, Т.29, №4. – С.62-76.

6. Пидгайко М.Л. Краткая биопродукционная характеристика водоемов северо-запада СССР/М.Л.Пидгайко [и др.] // Изв. ГосНИОРХ, 1968, т.67. – С.205-228.

7.Галковская Г.А. Сравнительный анализ таксономической структуры зоопланктона в литоральной зоне стратифицированных озер/ Г.А.Галковская [и др.]// Докл. НАН Беларуси.- 2007.- Т.51, №1.- С.67-71.

8. Dejen E. Temporal and spatial distribution of microcrustacean zooplankton in relation to turbidity and other environmental factors in a large tropical lake (L. Tana, Ethiopia) / E. Dejen [at el.] // Hidrobiologia.- 2004,V.513.- P. 39-49.

9. Родина А.Г. Экспериментальное исследование питания дафний /А.Г.Родина // Тр. всесоюз. гидробиол. о-ва, 1950. т.2.- С.169-193.

10. Мануйлова Е.Ф. Об условиях массового развития ветвистоусых рачков /Е.Ф.Мануйлова // Тр. биол. станции Борок .- М.-Л.: АН СССР, 1956. Т.2.- С.79-102.

11. Семенченко В.П. Образование агрегаций фитопланктона / В.П.Семенченко, Ж.Ф.Бусева //Доклады Национ. академии наук Беларуси, Минск, март-апрель, 2005.- Минск, Белорусская наука, 2005-С.80-82.

12.Смирнов Н.Н. биология ветвистоусых ракообразных// Итоги науки и техники. Зоология беспозвоночных.- М.:ВИНИТИ, 1975, Т.3.-116с.

13. Монаков А.В. Питание и пищевые взаимоотношения пресноводных копепод /А.В.Монаков .- Л.: Наука, 1983.- 170с.

14. Коровчинский Н.М. Сезонная динамика и пространственное распределение ракообразных в прибрежье озера Глубокое /Н.М.Коровчинский.- Экология сообщества озера Глубокое.- М.: Наука, 1983.- С.29-43.

15. Стрельникова А.П. Значение высшей водной растительности в формировании условий обитания сеголетков рыб, нагуливающих в прибрежье /А.П.Стрельникова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 2013, №1.- С. 91-99.

## ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИИ СУДАКА В ГИПЕРТРОФНОМ ОЗЕРЕ

*В.Г. Костоусов, И.И. Оношко*

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

## EXPERIENCE OF PIKEFISH POPULATION FORMATION IN HYPERTHROPIC LAKE

*Koustousov V.G., Onoshko I.I.*

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

**Реферат:** Интродукция ранней молоди судака в гипертрофное озеро с напряженным газовым режимом позволила сформировать самовоспроизводящуюся популяцию и организовать ее промысловую эксплуатацию. Успеху мероприятия способствовали достаточно длительный межзаморный период, наличие мест воспроизводства и локализации судака в подледный период и снижение конкуренции со стороны аборигенных хищных рыб.

**Ключевые слова:** судак, интродукция, озеро, популяция.

**Abstract:** Introduction of pikefish early tiny fishes into hypertrophic lake with intense gas conditions made it possible to form self-reproducing population and to arrange its trade operation. The success of the action was promoted by considerably long favorable period, availability of reproduction sites and localization of pikefish during subglacial period and slackening of competition on the part of native prey fish.

**Key words:** pikefish, introduction, lake, population.

### **Введение**

Судак является одним из ценных объектов рыболовства во внутренних водоемах. Вид относится к крупным пелагическим хищникам, выступающим в водных экосистемах одним из механизмов регулирования численности

малоценных видов по принципу «top dawn». Утилизируя продукцию малоценных видов рыб, судак не только дает более ценную продукцию рыболовства, но и высвобождает кормовые ресурсы для других промысловых видов, в первую очередь бентофагов, что ведет к росту качества получаемых уловов в целом. Величина получаемых уловов данного вида во многом обеспечивается немногим перечнем популяций с промысловой численностью, тогда как в большинстве водоемов в пределах области обитания данный вид немногочисленный либо редкий. Реализация рыбоохранных мероприятий и проведение расселения вида в 50-80-х гг. прошлого столетия позволили довести вылов судака в Беларуси до 275-285ц в год, при этом около 41 % улова получали от интродуцированных популяций /4/. Основные требования к водоемам вселения изложены в «Технологии увеличения промысловых запасов судака в озерах» (1989), поэтому представляет интерес опыт формирования промысловой популяции в условиях потенциально заморного озера региона Белорусского Полесья.

### **Материалы и методы**

Материала по биологической характеристике стада судака получены их неводных уловов в подледный период 2012/2013гг., данные по зарыблению и динамике уловов – по данным статистической отчетности арендатора водоема (ОАО «Рыбхоз «Красная Зорька»). Описание среды обитания дано по результатам многолетних исследований авторов на данном водоеме /1-3/, изложенным в литературных источниках. Сбор и обработка материалов проведены по стандартным методикам лимнологических и ихтиологических исследований.

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

Оз. Червоное (43,75 км<sup>2</sup>) является самым крупным озерным водоемом Полесской низменности. Расположенное в междуречье р.р. Случь и Оресса, оно оказалось в эпицентре осушительно-мелиоративных работ, проводимых в

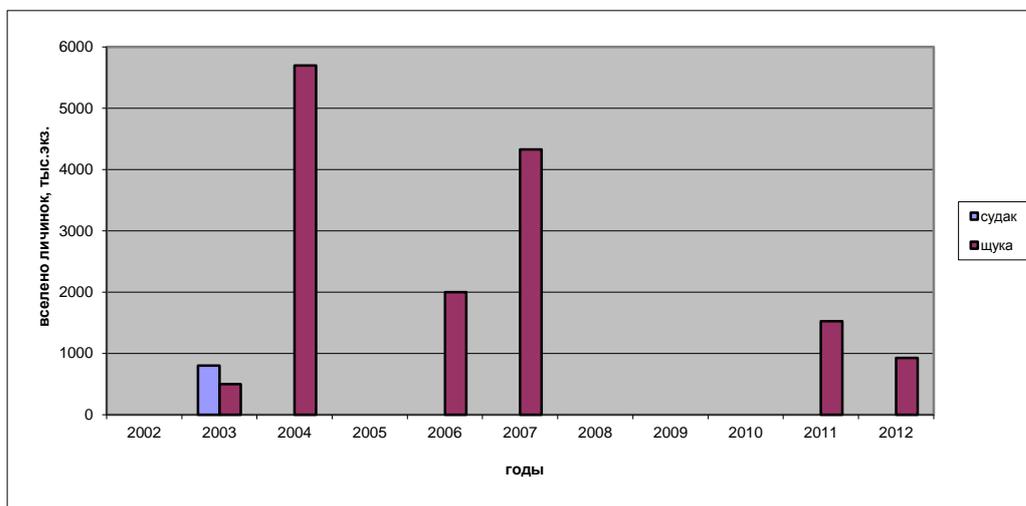
регионе в 60-70 –х гг. прошлого века и полностью испытало их негативные последствия. Сокращение площади водосбора на фоне возрастания потерь воды на фильтрацию, испарение и забор для нужд прудового рыбоводства привело к изменению гидрологического режима, что нашло отражение в обмелении, сокращении площади водного зеркала и уменьшении удельного водообмена. Последние факторы повлекли за собой негативные последствия по всем компонентам экосистемы: зарастаемости, качеству среды обитания туводных рыб, их кормовой базе и условиям воспроизводства, составу ихтиоценоза и его продуктивности. К середине 60-х гг. XX столетия из состава ихтиофауны озера полностью исчезли четыре вида, сократили свою численность еще пять, а сам водоем приобрел все черты типично карасевого, с преобладанием вселенца-карася серебряного / 1,3 /. Зимние заморы, которые ранее имели здесь место с периодичностью в 9-11 лет, стали практически ежегодными. В отдельные годы заморные зоны охватывали значительные акватории водоемы и сопровождались гибелью значительной части рыбного населения. Последние заморы с массовой гибелью рыбы зафиксированы в зимы 1995/1996 и 2002/2003 гг.

Последовавшие в 70-80-гг. работы по обвалованию и подъему уровня на фоне развертывания добычи сапропеля и углубления части акватории озера, привели к некоторой стабилизации уровня и возврату водной глади к прежним площадным параметрам. Зимние заморы стали отмечаться реже, что позволило проникать в озеро по системам мелиоративных каналов некоторых ранее исчезнувших видов рыб (лещ, уклея). Тем не менее мелководность и невысокая прозрачность воды на фоне наличия достаточно больших количеств растворенного органического вещества обуславливают напряженность газового режима. Малая глубина (средняя всего 0,7 м) и большая акватория способствуют многократному и полному перемешиванию водных масс и установлению гомотермии в летний период. В тоже время, высокая взмучиваемость воды сильно снижает ее прозрачность, что лимитирует фотосинтетическую активность фитопланктона. Измерение скорости

потребления и выделения кислорода в воде показали высокую интенсивность первичной продукции у поверхности (5,2 мгО/л в сутки) /1,3/. С глубиной интенсивность фотосинтеза резко снижалась, достигая компенсационной точки на глубине 0,5 м, ниже которой наблюдается уже отрицательный баланс кислорода. Такая ситуация в условиях длительной штилевой погоды приводит к быстрому установлению вертикального расслоения по растворенному кислороду и его дефициту у дна даже в летний период. Зимой в озере отмечается обратная температурная стратификация с высокими значениями температуры у дна (до 3-4,5<sup>0</sup>С), что способствует интенсивности окислительно-восстановительных процессов с потреблением растворенного кислорода. Деструкционные процессы в водоеме настолько интенсивны, что колебания концентрации свободной углекислоты на разных участках достигает 8,8-57,2 мг/л /3/. Обвалование водоема на значительной протяженности береговой линии лишило некоторые фитофильные виды рыб (прежде всего щуку) пойменных нерестилищ. По этой причине преимущество в воспроизводстве получили виды, способные использовать в качестве нерестового субстрата отрастающие в мае – июне макрофиты (различные виды рдестов). В связи со сложившейся ситуацией численность щуки в водоеме в настоящее время поддерживается рыболовными мероприятиями (зарыбление), тогда как карась серебряный способен полностью восполнять промысловую и естественную убыль и перестал нуждаться в систематическом поддержании численности методами зарыбления. Ранее многочисленные в озере плотва, окунь и ерш также существенно сократили свою численность, хотя для последнего она подвержена существенным колебаниям и слабо контролируется в силу небольших размеров особей /2,3/.

В разрабатываемых рекомендациях по рыбохозяйственному освоению озера и ведению на нем рыболовного хозяйства основное внимание уделяли вселению нагуливающих карповых рыб прудового комплекса (каarp, карась, растительноядные), а также щуке, подразумевая возможность их максимального последующего изъятия. Судак как нагуливающий вид вначале

даже не рассматривался, поскольку условия водоема резко отличались от сложившихся представлений по требованиям для этого вида /4/. По этой причине попытка вселения ранней молоди (личинок) на определенном этапе оценивалась как экспериментальная с невысокой вероятностью успеха.



**Рисунок 1 - Динамика и объемы зарыбления озера молодью хищных видов рыб**

Зарыбление озера трехсуточными личинками судака, полученными от производителей из р. Припять, проведено арендатором водоема в 2003 г. в количестве 800 тыс. шт. Кроме того, в этот год дополнительно посажено не установленное количество сеголетков, выращенных в прудах рыбхоза.

В промысловой статистике судак начал отмечаться с 2005г. (таблица 1). В первый промысловый год рыбопродукция по данному виду составила 0,2 кг/га, на второй – 0,16 кг/га, после чего вселенец практически прекратил встречаться. Однако, уже с 2008г. судак опять стал отмечаться в уловах, с некоторым возрастанием объема по годам. К моменту последнего наблюдения доля судака в общем промысловом вылове по водоему составила 11%, а рыбопродукция достигла 2,0 кг/га.

**Таблица 1.- Величина и состав промысловых уловов рыбы из оз. Червоное, ц**

Виды и сорта рыб	Годы									Среднее за 2005-2013гг.	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (9 м- цев)	ц	%
лещ	-	-	-	-	0,06	0,32	0,35	7,88	2,84	1,27	0,2
судак	9,50	7,03	-	2,50	1,50	7,16	10,85	26,13	86,03	16,74	2,2
щука	20,90	22,93	21,56	3,40	5,49	67,17	73,74	7,53	7,74	25,61	3,3
окунь	50,10	27,57	1,07	0,90	0,87	0,12	0,09	0,49	-	9,02	1,2
плотва	0,70	12,21	-	0,10	0,39	-	-	1,20	-	1,62	0,2
каarp	80,70	87,47	113,91	113,90	16,92	42,25	111,35	38,18	59,52	73,80	9,5
карась	152,40	413,92	133,66	364,20	680,56	646,40	1258,63	1326,37	580,82	617,44	79,7
толстолобик	14,30	13,87	14,03	20,00	10,98	52,50	50,19	6,90	7,35	21,12	2,7
белый амур	3,90	4,10	0,33	0,40	0,23	0,53	11,03	5,92	6,43	3,65	0,5
ерш	-	16,00	-	-	-	-	-	3,72	-	2,19	0,3
мелочь III гр. *	-	-	-	-	-	-	-	-	24,18	2,69	0,4
Всего	332,50	605,10	284,56	505,40	717,00	816,45	1516,23	1424,32	774,90	775,15	100
Рыбопродукция, кг/га	7,6	13,8	6,5	11,5	16,4	18,7	34,6	32,5	17,1	17,7	

\* включает плотву и окуня с размерами тела менее 12см

В связи с высокой зарастаемостью погруженными макрофитами, промысловый лов на водоеме имеет сезонную специфику: в летний период применяют преимущественно ставные сети с ячейей 50-90 мм, с похолоданием воды и отмиранием фитомассы становится возможен лов рыбы закидным неводом со стандартным набором ячеи (18 x 22 x 26 мм).

Основная масса судака вылавливается именно в осенне-зимний период, при этом на долю сетного вылова в это время приходится менее 1,0% от общего вылова данного вида. Последнее может объясняться как избирательной уловистостью применяемых ставных сетей относительно высокотелых (карась, карп) и низкотелых (судак, щука) рыб, так и местами локального размещения орудий по акватории. Основные промысловые участки по судaku находятся в восточной части озера, т.е. в той акватории, где работает земснаряд, а соответственно, имеются большие, нежели по остальной площади озера глубины.

В неводных уловах судак был представлен особями восьми возрастных групп, с длиной тела от 13 до 57 см, причем на долю рыб промысловой длины приходилось более половины вылова. Размерный ряд товарной рыбы представлен особями с длиной тела 32-57 см, с численным преобладанием рыб длиной 36-45 см (таблица 2).

**Таблица 2- Размерный состав товарного судака**

Размерные ряды, см	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	Всего
Количество, экз.	3	27	18	5	2	3	58
Соотношение, %	5,2	46,6	31,0	8,6	3,4	5,2	100

Возрастной ряд товарного судака представлен шестью возрастными группами, с численным преобладанием четырех - пятигодовиков (таблица 3).

**Таблица 3 - Возрастной состав товарного судака**

Возраст, лет	3	4	5	6	7	8	Всего
Количество, экз.	2	24	24	3	2	3	58
Соотношение, %	3,4	41,4	41,4	5,2	3,4	5,2	100

Отсутствие в уловах генерации 2003 г. может объясняться как особенностями экосистемы водоема (дефицит растворенного кислорода в подледный период на значительных площадях акватории, с частичной элиминацией малочисленных крупных особей), так и эффектом акклиматизации (более быстрый рост при сокращении возрастного ряда). Многовозрастная структура популяции с наличием многочисленных младших возрастных групп свидетельствует об эффективности естественного воспроизводства. На основании размерно-возрастных данных анализа уловов определены показатели роста судака оз. Червоное (таблица 4).

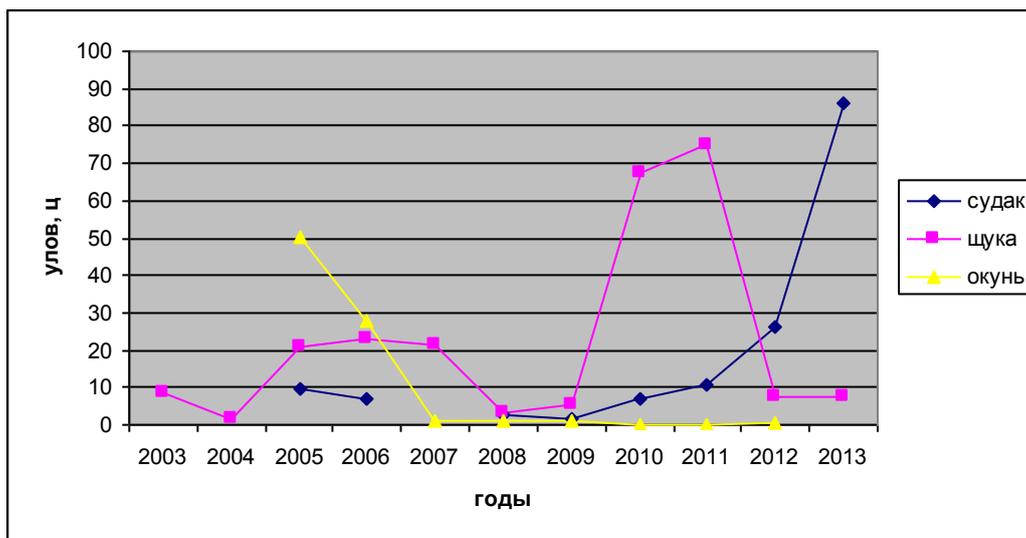
Сравнение полученных данных с аналогичными величинами для водоемов с достаточно высокой промысловой численностью популяций судака с разными характеристиками роста /4,5/, а также с имеющимися данными по материнскому водотоку /6/ показало, что в оз. Червоное для данного вида присущ средний темп роста. По сравнению с водоемами региона Белорусского Поозерья, в данном озере судак лучше растет в младших возрастных группах, но заметно отстает в старших (табл.4). По сравнению с популяцией р. Припять, рост судака в оз. Червоное также более интенсивен до возраста полового созревания, постепенно выравниваясь в старших возрастных группах. Особенности роста судака в данном водоеме могут быть объяснены характером условий нагула. В озерах Беларуси судак с двухлетнего возраста питается только рыбой. Основными объектами служат плотва, окунь, ерш, укляя, второстепенными – густера, судак, лещ, карась, снеток, колюшка. Основная масса потребляемых судаком рыб имеет прогонистое тело длиной до 10см, виды высокотелые (густера, карась, лещ)

**Таблица 4 – Сравнительные показатели роста судака некоторых рыбопромысловых водоемов и водотоков Беларуси**

Водоем	Возрастные группы													
	2		3		4		5		6		7		8	
	lim	X	lim	X	lim	X	lim	X	lim	X	lim	X	lim	X
оз.Червоное	-	-	<u>32-33</u> 391-430	<u>32,5</u> 410	<u>37-40</u> 662-899	<u>38,8</u> 755	<u>40-45</u> 866-1225	<u>42,1</u> 1031	<u>45-46</u> 1333-1410	<u>45,5</u> 1371	<u>50-55</u> 1854-2373	<u>52,5</u> 2113	<u>56-57</u> 2713-2860	<u>56,5</u> 2786
р.Припять /6/	-	-	<u>20-25</u> 110-300	<u>23,2</u> 180	<u>25-40</u> 390-900	<u>32,5</u> 520	<u>34,5-45,5</u> 520-1400	<u>39,0</u> 950	<u>42,5-50</u> 1200-1600	<u>45,5</u> 1400	<u>50,7-53,5</u> 1800-2200	<u>51,0</u> 1900	-	-
вдхр.Вилейское	<u>19-22</u> 85-115	<u>21,0</u> 106	<u>23-26,5</u> 150-220	<u>25,0</u> 185	<u>33-39</u> 460-830	<u>36,8</u> 636	<u>41-47</u> 950-1465	<u>44,0</u> 1202	<u>50-53</u> 1590-2095	<u>51,5</u> 1843	-	-	-	-
оз.Дривяты					<u>40-41</u> 860-920	<u>40,3</u> 887	<u>43-46</u> 100-1300	<u>44,4</u> 1126	<u>47-51</u> 1280-1820	<u>48,6</u> 1520	<u>52-58</u> 1680-2480	<u>54,3</u> 2120	<u>61-63</u> 3060-3400	<u>62,2</u> 3245
оз.Нещердо/7/	<u>13-20</u> 25-100	<u>17,0</u> 65	<u>22-27</u> 130-265	<u>24,4</u> 196	<u>33-39</u> 490-890	<u>36,2</u> 663	<u>43-46</u> 1120-1290	<u>44,5</u> 1205	<u>46-59</u> 1670-2460	<u>52,0</u> 2210	<u>56-65</u> 2050-3400	<u>61,2</u> 2995	<u>65-72</u> 2600-3950	<u>66,4</u> 3800
Средние показатели для водоемов Беларуси /3 /	<u>12,0-21,5</u> 12-137	<u>17,3</u> 66	<u>11,5-37,5</u> 28-444	<u>24,8</u> 203	<u>25,3-48,2</u> 133-1308	<u>34,5</u> 589	<u>31,7-55,1</u> 395-2452	<u>41,2</u> 1004	<u>36,5-60,0</u> 450-3100	<u>45,8</u> 1331	<u>39,5-68,0</u> 744-4250	<u>53,4</u> 2177	<u>50,0-74,0</u> 1400-5500	<u>58,0</u> 2656

Примечание: В числителе - длина, см  
в знаменателе - масса, г

или с большей длиной потребляются в меньшей степени /4/. Размерные характеристики в возрастных группах судака оз. Червоное до четырехгодовиков включительно, отличаются высокими показателями роста, сопоставимыми с таковыми для популяций с высоким темпом роста. Последнее может объясняться доступностью имеющейся кормовой базы (сеголетки карася, молодь туводных видов). Можно предположить, что по мере роста рыб судак в озере начинает испытывать недостаток излюбленной пищи, т.к. наиболее многочисленный вид - серебряный карась к трехлетнему возрасту практически выходит из-под пресса этого хищника, а по другим видам рыб-жертв судаку приходится конкурировать со щукой и окунем. Следует заметить, что численность судака практически находится в противофазе с численностью окуня, а нарастание доли вылова судака устойчиво сопровождалось снижением вылова последнего (рисунок 2).



**Рисунок 2 - Динамика вылова основных видов-ихтиофагов**

Для щуки, численность которой в озере напрямую зависит от периодичности и объемов зарыбления и имеющей более широкий спектр питания, нежели судак, в данном озере такой взаимосвязи с численностью окуня ни ранее, ни сейчас не отмечено. Анализ рис. 1 и 2 дает основание утверждать, что рост вылова щуки отмечается через 1-3 года после ее зарыбления и наблюдается на протяжении примерно 3 лет до снижения численности под воздействием рыболовства. С учетом последних зарыблений,

следующего роста уловов щуки следует ожидать в 2014-2015гг. Снижение численности щуки в озере в 2002-2004гг. безусловно способствовало повышению выживаемости вселенца, а в 2012-2013гг. – росту запаса промысловой части популяции судака, хотя связи щука - судак здесь менее выражены, чем судак-окунь и требуют дополнительного изучения. Безусловно, что в мелководном зарастающем водоеме с нечетким разделением зон обитания пелагического и зарослевого хищников, взаимоотношения этих двух видов будут шире, нежели «хищник-жертва».

### **Заключение**

Успех формирования промысловой популяции оксифильного пелагического хищника в условиях потенциально заморного озера обусловлен рядом причин:

- достаточно длительным межзаморным периодом;
- наличием в водоеме мест размножения и зимней концентрации рыб за пределами мелководных зон с дефицитом растворенного кислорода;
- наличием доступной кормовой базы в виде комплекса рыб соответствующих размерных параметров;
- зарыблением молодь судака на пике низкой численности щуки.

В новом водоеме для судака отмечено повышение темпа роста в младших возрастных группах и замедление в старших, что связано с особенностями размерно-видовой структуры туводного стада рыб. В целом для популяции проявляются закономерности, свойственные этапам акклиматизации.

Основным лимитирующим фактором для численности судака остается газовый режим в период зимовки. По этой причине целесообразно максимальное промысловое изъятие рыб подлежащих к вылову в предзимний и зимний периоды с контролем содержания растворенного кислорода. При стабилизации численности судака во избежание роста конкурентных отношений целесообразно снизить плотность зарыбления щукой.

### **Список использованных источников**

1. Костоусов В.Г. Влияние мелиорации на экосистему оз. Червоное / В.Г. Костоусов [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, Минск, 2000, В. 16.-С.153-169.

2. Костоусов В.Г. Состояние ихтиофауны и степень использования рыбой кормовой базы оз. Червоное в послезаморный период / В.Г. Костоусов [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, Минск, 2000, В. 16.-С.163-169.

3. Костоусов В.Г. Оценка воздействия мелиорации на экосистему и ихтиофауну оз. Червоное / В.Г. Костоусов, Т.В. Копылова - В сб. «Природная среда Полесья: современное состояние и ее изменения» Матер. междунар. научн. конф., Люблин-Шацк-Брест, 17-21 июня 2002г.- Брест, 2002, Т. I.- С.211-216

4. Кириленко Л.В. Судак водоемов Беларуси: биология и хозяйственное значение / Л.В. Кириленко, В.Г. Костоусов.- Минск, «Изд-во. «БДП», 2005.- 85с.

5. Костоусов В.Г. Состояние запасов леща и судака в основных рыбопромысловых озерах Беларуси / В.Г. Костоусов [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, Минск, 1996, В.14, -С.213-230

6. Пенязь В.С. Биология рыб водоемов Белорусского Полесья / В.С. Пенязь, Т.М. Шевцова, Т.И. Нехаева.- Минск, «Наука и техника», 1973.- 240 с.

7. Костоусов В.Г. Состояние ихтиофауны оз. Нещердо / В.Г. Костоусов, Т.В. Копылова, Г.И. Полякова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, Минск, 2000, В. 16.-С.142-152

**ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ МОЛОДИ ЛОСОСЕВЫХ ВИДОВ РЫБ И  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМИ БОБРОВЫХ ПРУДОВ В КАЧЕСТВЕ  
НАГУЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ В НЕРЕСТОВЫХ ЛОСОСЕВЫХ  
ВОДОТОКАХ БЕЛАРУСИ**

*В.А. Лещенко, М.В. Плюта*

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,  
220072, Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27,  
e-mail: [andreyleshch@mail.ru](mailto:andreyleshch@mail.ru)*

**ESTIMATION OF SALMON SPECIES TINY FISHES QUANTITY AND  
USING OF BEAVER PONDS BY THEM AS FATTENING WATER BODIES  
IN SPAWNING SALMON WATERWAYS OF THE REPUBLIC BELARUS**

*Leschenko A.V., Pljuta M.V.*

*State scientific and production amalgamation «The scientific and practical center for  
the National Academy of Sciences of Belarus for biological resources»,  
Minsk, Belarus,  
e-mail: [andreyleshch@mail.ru](mailto:andreyleshch@mail.ru)*

**Резюме:** Установлено, что плотность молоди кумжи составила в ручье Тартак от 37 до 70 экземпляров на 100 метров русла, в реке Кимелина 9-10 экземпляров, в реке Дудка – от 2 до 5, в реке Сенканка – 1-3 экземпляра. По возрастному составу в 2010 году доминировали двухлетки, в 2011 – сеголетки, что, по-видимому, связано с низкой урожайностью молоди в 2010 году. Бобровые пруды в некоторой степени являются нагульными водоемами для молоди лососевых, преимущественно в возрасте двух и трех лет, однако, плотность молоди в естественном русле в 2-7 раз выше, чем в бобровых прудах.

**Ключевые слова:** рыбы, речной бобр, плотины, бобровые пруды, лососевые, нерест, нерестовые водотоки, кумжа, семга, молодь лососевых.

**Abstract.** It was ascertained that the density of bulltrout (salmon trout) tiny fishes made in the stream of Tartak from 37 to 70 individuals per 100 meters of watercourse, in the river Kimelina of 9-10 individuals, in the river of Dudka from 2 to 5, in the river Senkanka – 1-3 individuals. In terms of age in 2010 two year old fishes were predominating, 2011 – one year old fishes that apparently is attributed to low productivity of young fishes in 2010. Beaver ponds to some extent appear to be fattening water reservoirs for salmon tiny fishes mainly for the age of two and three

years old, the density of tiny fishes in natural river bed is 2–7 times higher against the beaver ponds.

**Key words:** fishes, river beaver, dam, beaver ponds, salmon fishes, spawning, spawning watercourses, Brown trout, Atlantic salmon, salmon tiny fishes.

## **Введение**

Проходные лососевые рыбы – кумжа и семга – в прошлом в поднимались из Балтийского моря на территорию Беларуси в притоки Немана для нереста. С постройкой в 1959 году Каунасской ГЭС основной путь миграций проходных лососевых рыб на нерест в водотоки Беларуси были перекрыты. На основании этого они даже не были включены в первое и второе издания Красной книги Беларуси, считаясь полностью исчезнувшими.

Однако исследования, проведенные в период с 1996-2005 гг. сотрудниками Института зоологии, показали, что проходные лососевые рыбы (кумжа и лосось) в настоящее время отмечаются на территории страны в отдельных водотоках, куда они поднимаются для нереста из Балтийского моря, по системе рек Неман-Виля в притоки 2-4 порядка.

Наиболее существенным фактором, оказывающим влияние на экологию и воспроизводство лососевых видов рыб, являются процессы зарегулирования водотоков. Гидротехническое строительство существенным образом отражается на численности лососевых рыб за счет прекращения доступа производителей к основным нерестилищам. К своеобразным гидротехническим сооружениям можно отнести бобровые плотины, число которых в последние годы увеличилось в связи с резким увеличением численности бобра.

Для воспроизводства проходных лососевых рыб требуется специфический комплекс абиотических и биотических параметров среды, определяющих как сам процесс нереста и инкубации икры, так и условия существования и успешного нагула молоди.

Бобровые плотины, несомненно, являются препятствием при прохождении лососевых видов рыб к местам их нереста и значительно сокращают протяженность нерестовых угодий. С другой стороны выдвигалась

гипотеза, что бобровые пруды являются нагульными угодьями для молоди лососевых рыб, и недавно образованные бобровые пруды положительно влияют на численность и рост молоди лососевых рыб. В связи с этим, были проведены исследования по оценке численности молоди лососевых разных возрастных групп на участках водотоков с неизменным руслом, в бобровых прудах и была проведена оценка значимости бобровых прудов как нагульных водоемов для молоди лососевых видов рыб.

Работа была выполнена в рамках проекта БРФФИ № Б10М - 156.

### **Материалы и методики**

Основными объектами исследования являлись проходные лососевые рыбы – кумжа и семга. Также объектами изучения служили бобровые плотины и пруды. В качестве основных мест исследования были выбраны притоки реки Виляя в Островецком районе Гродненской области - ручей Тартак и реки Кемелина, Сенканка и Дудка.

Исследования проводились с использованием стандартных ихтиологических методик [1, 2]. Оценку численности лососевых видов рыб и их локализацию проводили с помощью специализированных электроловильных установок, по стандартным методикам [3, 4, 5]. Учет ранней молоди (мальков) проводился с помощью сетевого сачка размером 300x150 мм, размер ячеи 2 мм. Поскольку в водотоках встречается и жилая форма кумжи (форель) учет молоди проводили совместно для обеих форм (на стадии пестрянки они не различимы), с четырех лет все особи относились к жилой форме.

Полученные данные обрабатывались математическими методами с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

### **Результаты исследований и обсуждение**

В мае-июне 2011 года оценивались численность молоди лососевых видов рыб (мальков) и их места локализации. В этот период мальки еще держались

неподалеку от мест нереста – возле бывших гнезд. В пределах бобровых прудов в этот период времени молоди лососевых не было зафиксировано.

В реке Кемелина наибольшая плотность мальков наблюдалась на протяжении нижнего участка на местах с галечным дном. В среднем, в пересчете на весь нерестовый участок плотность мальков составила около 250 экземпляров на 100 метров русла водотока.

На реке Дудка молодь лососевых была распределена крайне неравномерно: в самой нижней и верхней частях нерестового участка она не отмечалась вообще, в средней части (между первым и вторым бобровыми прудами) – была довольно высока. В среднем, в пересчете на весь нерестовый участок плотность мальков составила около 160 экземпляров на 100 метров русла водотока.

На ручье Тартак молодь отмечалась на протяжении всего нерестового участка (за исключением бобрового пруда). Наибольшее скопление мальков наблюдалось в средней части, выше пруда, где плотность молоди доходила до нескольких десятков на м<sup>2</sup>. По всей видимости, в этой части ручья собралась молодь, вытесненная с бугров на участке подпора воды, вызванного восстановлением бобрами плотины. В среднем, в пересчете на весь нерестовый участок плотность мальков составила около 1200 экземпляров на 100 метров русла водотока.

На реке Сенканка была отмечена наименьшая плотность молоди лососевых из всех исследованных лососевых водотоков. Молодь лососевых отмечалась лишь в верхней части нерестового участка, выше по течению от бобровых прудов. В среднем, в пересчете на весь нерестовый участок плотность мальков составила около 50 экземпляров на 100 метров русла водотока.

Во всех исследованных водотоках мальков лососевых в этот период (июнь) в бобровых прудах не было обнаружено.

Оценка численности молоди лососевых рыб проводилась в сентябре 2010 и 2011 годов. В ходе учетов отмечалась только молодь кумжи, в том числе

смолты. Молоди семги отмечено не было. Основная причина – высокий уровень воды, из-за чего лов в р. Вилия оказался мало эффективным, а, по-видимому, именно там в этот период (осень) держится молодь семги.

Плотность молоди кумжи в сентябре 2010 года в среднем на 100 м. русла составила: в ручье Тартак - 70 экз., в р. Кемелина - 10 экз., в р. Дудка - 5 экз., в р. Сенканка - 1 экз. (табл. 1)

**Таблица 1 - Плотность и биомасса молоди кумжи (форели) на 100 м русла в 2010 году (сентябрь)**

Водоток	Плотность, экз.	Биомасса, г
р. Кемелина	10	460
руч. Тартак	70	2805
р. Сенканка	1	4
р. Дудка	5	480

Данные по размерно-весовому составу молоди кумжи из уловов представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Данные по размерно-весовому составу молоди кумжи исследованных водотоков в 2010 году**

Водоток	Длина, см						Масса, г	
	тела		по Смитту		общая		мин-макс.	средняя
	мин-макс.	средняя	мин-макс.	средняя	мин-макс.	средняя		
Кемелина	12,5-19,5	15,4	13,6-21,3	16,7	14,3-22,6	17,7	26-108	58
Тартак	6,0-25,0	13,6	6,7-27,3	14,8	7,1-28,4	15,6	3-239	49,7
Сенканка	-	6,8	-	7,4	-	7,8	-	3
Дудка	15,4-22,1	18,7	16,5-23,8	19,9	17,0-25,1	20,7	48-152	96

Исходя из длины и массы тела выловленных особей, были выделены возрастные группы кумжи-форели, подтвержденные дальнейшим определением возраста по нескольким экземплярам, у которых была взята чешуя на анализ. В р. Кемелина отмечены двухлетки (длина тела 12,5-13,8, масса 28-42 г) – 80 % по численности и трехлетки (длина тела 18,5-19,5, масса 102-108 г) – 20 %. В руч.

Тартак - сеголетки (длина тела 6,3-6,9, масса 3-4 г) – 12 %, двухлетки (длина тела 10,8-16,5, масса 19-68 г) – 85 % (из них один смолт) и трехлетки (длина тела 21,6-25,0, масса 124-239 г) – 3 %. В р. Сенканка отмечен один сеголеток, в р. Дудка – двухлетки (длина тела 15,4, масса 48 г) – 29 % и трехлетки (длина тела 19,0-22,1 масса 94-152 г) – 71 %.

Низкий процент сеголетков указывает либо на неблагоприятные условия развития икры и молоди в текущем году, либо на повышенный снос личинки в русло р. Вилия во время аномально высоких весенних паводков 2010 г.

Плотность населения молоди кумжи на момент проведения учета в 2011 году в среднем на 100 м. русла составила: в ручье Тартак - 37 экз., в р. Кемелина - 9 экз., в р. Дудка - 2 экз., в р. Сенканка - 3 экз., (таблица 3).

**Таблица 3 - Плотность и биомасса молоди кумжи (форели) на 100 м русла в 2011 году (сентябрь)**

Водоток	Плотность, экз.	Биомасса, г
р. Кемелина	9	723
руч. Тартак	37	1000
р. Сенканка	3	225
р. Дудка	2	248

Данные по размерно-весовому составу молоди кумжи из уловов представлены в таблице 4.

**Таблица 4 – Данные по размерно-весовому составу молоди кумжи (форели) исследованных водотоков**

Водоток	Длина, см						Масса, г	
	тела		по Смитту		общая		мин-макс.	средняя
	мин-макс.	средняя	мин-макс.	средняя	мин-макс.	средняя		
Кемелина	6,4-26,8	15,3	6,9-28,8	16,4	7,3-30,5	17,4	6-258	85
Тартак	6,3-20,9	10,6	6,8-22,7	11,5	7,2-24,1	12,2	4-128	27
Сенканка	6,7-24,0	14,9	7,3-25,8	16,0	7,7-27,3	17,0	4-214	75
Дудка	7,6-27,5	18,5	8,1-29,2	19,7	8,5-30,7	20,7	6-262	124

Во всех водотоках, исходя из длины и массы тела выловленных особей, были выделены возрастные группы кумжи, подтвержденные дальнейшим определением возраста наиболее крупных экз., у которых была взята чешуя на анализ.

В р. Кемелина сеголетки составили 47 % от численности (длина тела по Смиуту 6,9-9,8 см, масса 6-12 г), двухлетки – 6 % по численности (длина тела по Смиуту 18,0 см, масса 82 г), трехлетки – 41 % по численности (длина тела по Смиуту 19,6-23,0 см, масса 100-136 г), четырехлетки - 6 % по численности (длина тела по Смиуту 28,8 см, масса 258 г).

В руч. Тартак сеголетки составили 47 % от численности (длина тела по Смиуту 6,8-7,5 см, масса 4 г), двухлетки – 42 % по численности (длина тела по Смиуту 13,2-17,8 см, масса 20-70 г) и трехлетки – 4 % по численности (длина тела по Смиуту 22,7 см, масса 128 г).

В р. Сенканка сеголетки составили 32 % от численности (длина тела по Смиуту 7,3-9,8 см, масса 4-12 г), двухлетки – 58 % по численности (длина тела по Смиуту 17-21,3 см, масса 64-117 г) и трехлетки – 10 % по численности (длина тела по Смиуту 25,8 см, масса 214 г).

В р. Дудка сеголетки составили 50 % от численности (длина тела по Смиуту 8,1-8,8 см, масса 6-8 г), двухлеток не отмечено, трехлетки – 38 % по численности (длина тела по Смиуту 23,1-25,2 см, масса 136-176 г), четырехлетки - 12 % по численности (длина тела по Смиуту 29,2 см, масса 262 г).

Высокий процент сеголетков позволяют сделать вывод о значительно лучших условиях воспроизводства и развития молоди, которые сложились в текущем году по сравнению с предыдущим.

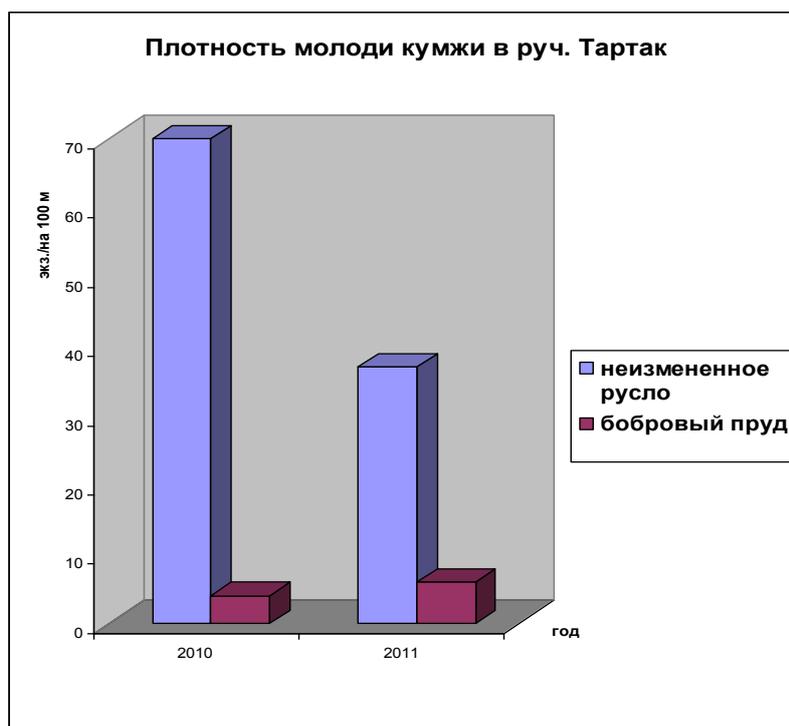
В 2011 году в большинстве исследуемых водотоков наблюдается значительно более низкий процент двухлетков, в р. Дудка эта возрастная группа вообще не была зафиксирована. В то время как при исследованиях в прошлом году данная возрастная группа значительно преобладала над сеголетками, что еще раз подтверждает выводы сделанные в 2010 году, об крайне неблагоприятных условиях развития икры и молоди в этот год.

Исключение составляет р. Сенканка, где облов из-за высокого уровня воды в прошлом году был затруднен, но при этом все же был учтен один экземпляр сеголетка. В 2011 же году, в данном водотоке поколение 2010 года преобладало (двухлетки составили 58 %).

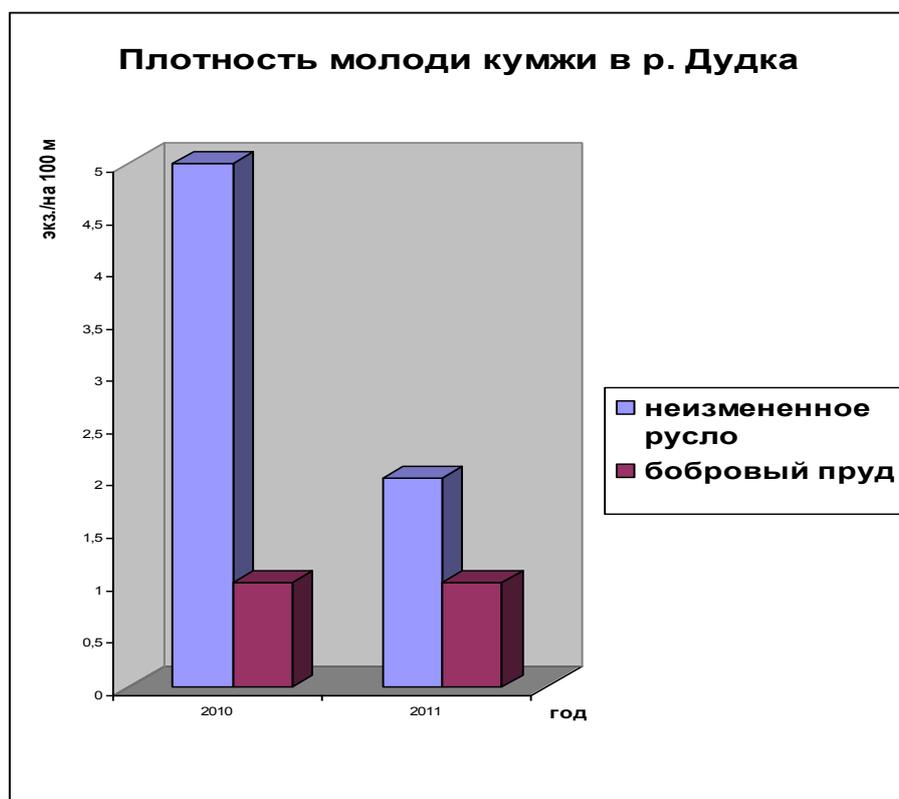
Сравнивая данные размерных показателей заметно, что темпы роста в руч. Тартак несколько меньше, чем в остальных водотоках, что указывает на усиление внутривидовой конкуренции за питание в условиях более высокой численности в этом водотоке, при том, что он является самым маленьким из обследованных водотоков. Наиболее же лучший рост наблюдается в р. Сенканка, что связано как с невысокой численностью молоди кумжи в данном водотоке, так и с большими размерами, а, следовательно, и кормовой емкостью, данного водотока.

Кроме этого анализируя данные за оба года видно, что в значительной степени во всех водотоках преобладают возрастные группы 0+ и 1+. Данный факт указывает, на то, что большинство молоди начинает скатываться в море с возраста 1+ и является собственно кумжей, меньшая же часть остается в данных водотоках и образует местную форму - форель. В большей степени скат выражен в руч. Тартак и р. Сенканка, в меньшей в р. Дудка и р. Кемелина.

Для оценки влияния бобровых прудов, как мест нагула молоди лососевых, были проведены обловы бобровых прудов на ручье Тартак, реках Сенканка и Дудка. В ручье Тартак в бобровом пруду было отловлено 2 экземпляра сеголетков, 2 двухлетки и 1 трехлеток кумжи, в реке Дудка – по одному экземпляру сеголетка и трехлетка кумжи. В реке Сенканка молоди лососевых в пруду зафиксировано не было. Плотность населения молоди кумжи в бобровых прудах на руч. Тартак составила 6 экз. на 100 метров русла, в р. Дудка – 1 экз. Таким образом, плотность молоди в естественном русле водотоков оказалась в 2-7 раз выше, чем в бобровых рудах прудах (рисунки 1 и 2).



**Рисунок 1 – Плотность молоди лососевых в неизменном русле и в бобровом пруду в руч. Тартак**



**Рисунок 2 – Плотность молоди лососевых в неизменном русле и в бобровом пруду в р. Дудка**

Если сравнить плотность молоди лососевых по различным возрастным группам, то видно, что плотность сеголеток и двухлеток в прудах значительно меньше, чем на естественном русле, плотность же трехлеток примерно равна.

### **Заключение**

Плотность молоди кумжи составила в ручье Тартак от 37 до 70 экземпляров на 100 метров русла, в реке Кимелина 9-10 экземпляров, в реке Дудка – от 2 до 5, в реке Сенканка – 1-3 экземпляра.

По возрастному составу в 2010 году доминировали двухлетки, в 2011 – сеголетки, что, по-видимому, связано с низкой урожайностью молоди в 2010 году, вызванным аномальными паводками.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что бобровые пруды в некоторой степени могут служить нагульными водоемами для молоди лососевых, преимущественно в возрасте двух и трех лет. Однако, плотность молоди в естественном русле остается в 2-7 раз выше, чем в бобровых прудах, что указывает на худшие условия нагула в них для лососевых видов рыб. Мальки кумжи первые недели после выхода из нерестовых бугров предпочитают держаться на мелководных участках с самым быстрым течением и избегают прудов.

### **Список использованных источников**

1. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин — М., 1966. - 376 с.

2. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб (методическое пособие по ихтиологии) / Н.И.Чугунова – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 165 с.

3. Standard Methods for Sampling North American Freshwater Fishes / edit by S.A. Bonar, W.A. Hubert and D.W. Willis. – American Fisheries Society, 2009. – 335 p.

4. Water Quality – Sampling of fish with electricity / British Standards Institute, London. – BS EN 14011:2003. – 2003.

5. Beaumont, W.R.C. Factors affecting the characteristics and propagation of voltage gradient fields from electric fishing anodes / W.R.C. Beaumont, G. Peirson, M.J. Lee // Fisheries Management and Ecology. – 2006. – № 13. – P. 47–52.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРУДООБРАЗУЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
РЕЧНОГО БОБРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕРЕСТА ПРОХОДНЫХ  
ЛОСОСЕВЫХ РЫБ В ВОДОТОКАХ БЕЛАРУСИ**

*В.А. Лещенко, М.В. Плюта, Г.Г. Янута*

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»  
220072, РБ, г. Минск, ул. Академическая, 27,  
e-mail: andreyleshch@mail.ru*

**INFLUENCE OF EUROPEAN BEAVER ACTIVITY ASSOCIATED WITH  
PONDS CREATION ON SPAWNING OF PASSAGE SALMON FISHES IN  
WATERWAYS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Leschenko A.V., Pljuta M.V., Januta G.G.*

*State scientific and production amalgamation «The scientific and practical center for  
the National Academy of Sciences of Belarus for biological resources»,  
27, Akademicheskaja Str., Minsk, 220072, Belarus,  
e-mail: andreyleshch@mail.ru*

**Резюме:** В статье приведены данные по количеству бобровых прудов, количеству и расположению нерестовых бугров проходных лососевых видов рыб (кумжа и семга) на двух нерестовых водотоках – ручье Тартак и реке Дудка (притоки р. Виляя, бас. Балтийского моря). Дана оценка влияния количества и мощности (высоты) бобровых плотин на результаты нерестовых кампаний. Установлено, что строительная деятельность бобров в значительной степени влияет на условия воспроизводства лососевых видов рыб: плотины являются препятствием для миграции производителей лососевых, а участки водотоков, занятые прудами, становятся непригодными для нереста лососевых рыб, сокращая нерестовые площади.

**Ключевые слова:** рыбы, речной бобр, плотины, бобровые пруды, лососевые, нерест, нерестовые водотоки, кумжа, семга, молодь лососевых, гидрология.

**Abstract:** The paper provides the data about the quantity of beaver ponds, quantity and location of spawning hillocks of passage salmon fishes (Brown trout and Atlantic salmon) on two spawning waterways – the Tartak stream and the river of Dudka (inflows of the river of Vilia, basin of the Baltic Sea). There were estimated the influence produced by quantity and capacity (height) of beaver dams on the

results of spawning campaigns. It was ascertained that the building activities of the beavers has significant impact on the conditions of reproduction of salmon fishes: the dams appear to be an obstacle for migration of salmon spawners and the sections of waterways occupied by the ponds get unsuitable for spawning of salmons and thus the spawning areas are reduced.

**Key words:** fishes, river beavers, dams, beaver ponds, salmon, spawning, spawning waterways, Atlantic salmon, hydrology.

## **Введение**

Проходные лососевые рыбы (кумжа и лосось) являются особо охраняемыми видами рыб и включены в 3-ье издание Красной книги Республики Беларусь (2004) в наивысшую категорию охраны. В настоящее время отмечаются на территории страны в отдельных водотоках, куда они поднимаются для нереста из Балтийского моря.

Наиболее существенным фактором, оказывающим влияние на экологию и воспроизводство лососевых видов рыб, является процесс зарегулирования водотоков. Гидротехническое строительство существенным образом отражается на численности лососевых рыб, препятствуя проходу производителей к основным нерестилищам. К своеобразным гидротехническим сооружениям можно отнести бобровые плотины, количество которых сильно увеличилось в последние десятилетия в связи с ростом численности животных.

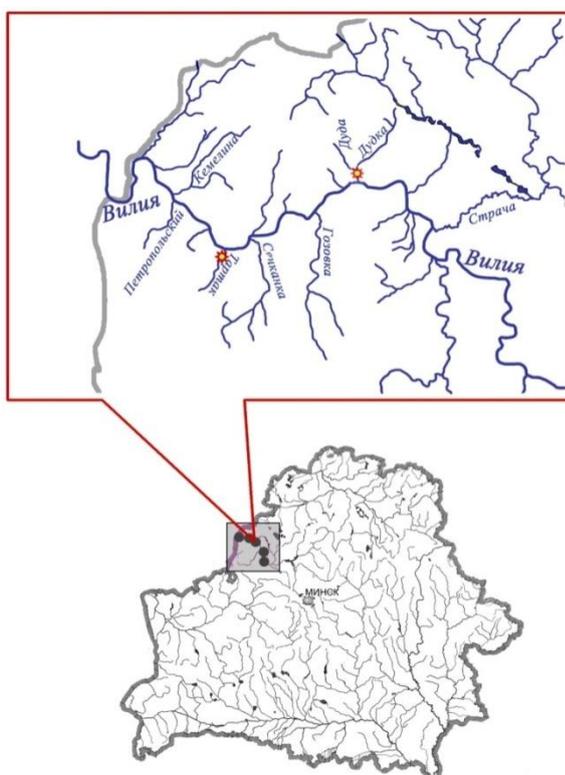
Бобровые плотины, несомненно, являются препятствием при прохождении лососевых видов рыб к местам их нереста и значительно сокращают протяженность нерестовых угодий. Предполагалось, что степень проходимости плотин для проходных лососевых зависит от времени создания и высоты плотин. В данной работе приводятся результаты оценки влияния бобровых плотин на прохождение нереста проходных лососевых в притоках реки Виляя. Влияние бобровых сооружений оценивалось путем подсчета и картографирования нерестовых бугров (гнезд) лососевых на различных участках водотоков, бобровых плотин и прудов. Затем оценивались результаты нерестовых кампаний в зависимости от количества и высоты плотин.

Работа была выполнена в рамках проекта БРФФИ № Б10М - 156.

## Материалы и методики

Основными объектами исследования являлись проходные лососевые рыбы – кумжа и семга. Также объектами изучения служили бобровые плотины и пруды. В данной статье приводятся результаты исследований на притоках реки Виля в Островецком районе Гродненской области - ручье Тартак и реке Дудка (рисунок 1).

Результаты нерестовых компаний лососевых видов рыб в водотоках анализировались по количеству нерестовых бугров (гнезд). Учет гнезд лососевых видов рыб проводился визуальным методом при обходе нерестовых участков водотоков в конце декабря, после завершения нереста. Координаты расположения каждого гнезда фиксировалось с помощью прибора JPS и затем переносилось на карту с помощью программы Google Earth. Этим же методом фиксировались расположение бобровых плотин и прудов (от плотины и конец подпора воды выше ее) . Высота бобровых плотин измерялась с помощью мерной ленты в 3-4 местах, до уровня воды, и затем вычислялась средняя.



 - места проведения исследований

**Рисунок 1 – Участок р. Виля, куда заходит на нерест кумжа обыкновенная**

## **Результаты исследований и обсуждение**

Наблюдения за прудообразующей деятельностью бобров на исследуемых нерестовых водотоках показали, что начиная с начала нынешнего столетия количество бобровых прудов и их размеры с каждым годом возрастали, вплоть до 2010 года. Особенно большое количество плотин наблюдалось в пределах нерестового участка (0,8-0,9 км от устья) на реке Дудка в 2008 и 2009 годах (4 и 6 соответственно). В ручье Тартак в эти годы в пределах нерестового участка (1 км от устья) фиксировались по две плотины. Весной 2010 года в результате аномально высокого паводка все бобровые плотины были смыты. Осенью того же года бобры восстановили большинство плотин. В ручье Тартак в пределах нерестовых участков была зафиксирована одна плотина, причем в плотине перед нерестом лососевых был сделан проход. В реке Дудка плотин было три.

В первую половину 2011 годы бобры продолжали строить и наращивать свои плотины, но к нерестовому периоду лососевых количество плотин значительно снизилось благодаря целенаправленному отлову бобров и разрушению их плотин. В пределах нерестовых участков в ручье Тартак бобровых прудов не осталось, в реке Дудка бобрами были восстановлены почти все плотины, но осенью часть бобров было отловлена, а плотины разобраны волонтерами. К началу нерестового периода лососевых бобры все же восстановили две плотины.

Таким образом, численность и размеры бобровых прудов на исследуемых водотоках подвержены значительным изменениям под влиянием природно-климатическим и антропогенных факторов.

Наибольшее количество нерестовых бугров проходных лососевых видов рыб в годы, когда проводились исследования, фиксировалось на ручье Тартак. До 2010 года количество гнезд в этом водотоке колебалось от 24 до 32. В 2010 году было отмечено рекордное количество бугров - 66, в 2011 немного меньше – 54 гнезда (рисунки 2, 3, 4 и 5). Основной причиной увеличения количества нерестовых гнезд, по всей видимости, послужило снижение численности бобров после их отлова и проделывание прохода через единственную

оставшуюся плотину (в предыдущие годы плотин было 2-3). В 2011 же году бобровых плотин в период нереста на ручье, в пределах нерестового участка, не осталось.

Исходя из расположения бугров, можно сделать вывод, что строительство бобрами плотин и прудов в значительной степени оказывает влияние на нерест лососевых видов рыб, что подтвердило данные исследований, полученные в 2007 и 2008 годах [1], когда было показано, что плотины высотой более 1,5 м являются непреодолимой преградой для идущих на нерест производителей рыб (рисунки 2 и 3). Участки водотоков, занятые прудами, становятся непригодными для нереста лососевых, и, таким образом, в значительной степени сокращаются нерестовые площади. Особенно показательным является факт, что в ручье Тартак на месте, где в 2010 году был бобровый пруд, и бугров не фиксировалось, в 2011 году было отмечено 4 гнезда (рисунки 4 и 5).

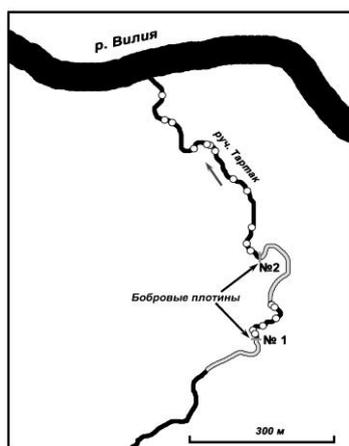


Рисунок 2 – Расположение нерестовых бугров кумжи на нерестовом участке ручья Тартак в 2007 г.

□ - участки водотока с подпором воды  
 ● - нерестовые бугры кумжи

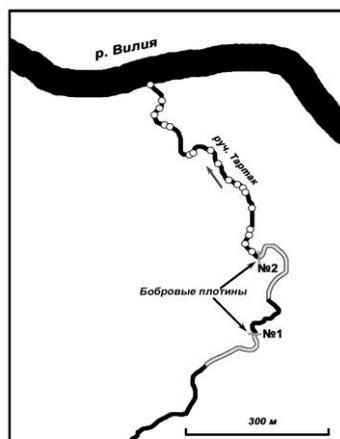


Рисунок 3 – Расположение нерестовых бугров кумжи на нерестовом участке ручья Тартак в 2008 г.

□ - участки водотока с подпором воды  
 ● - нерестовые бугры кумжи



Рисунок 4 - Расположение нерестовых бугров кумжи на нерестовом участке ручья Тартак в 2010 г.

□ - участки водотока с подпором воды  
 ● - нерестовые бугры кумжи и семги

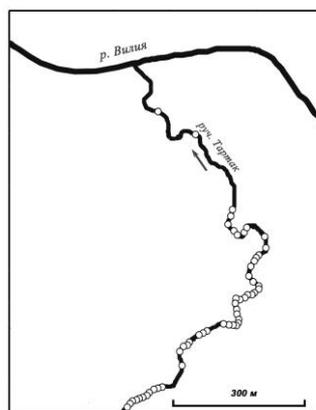


Рисунок 5 - Расположение нерестовых бугров кумжи на нерестовом участке ручья Тартак в 2011 г.

● - нерестовые бугры кумжи

В реке Дудка до 2010 года отмечалось от 2 до 7 гнезд. Наибольшее количество гнезд в этот период было отмечено в 2008 году (рис. 6), когда бобровых плотин в пределах нерестового участка было отмечено 4, и 2 нижние из них высотой 0,8 и 1,0 м оказались проходимыми для производителей. В 2009 году количество плотин увеличилось до 6 и уже вторая от устья плотина, высотой 1,7 м, оказалась непреодолимой для рыбы, о чем свидетельствует отсутствие гнезд выше второго пруда. Кроме этого бобровые пруды заняли более половины протяженности всего нерестового участка. Гнезд было отмечено всего 2 – перед первой и перед второй плотиной (рисунки 6, 7).

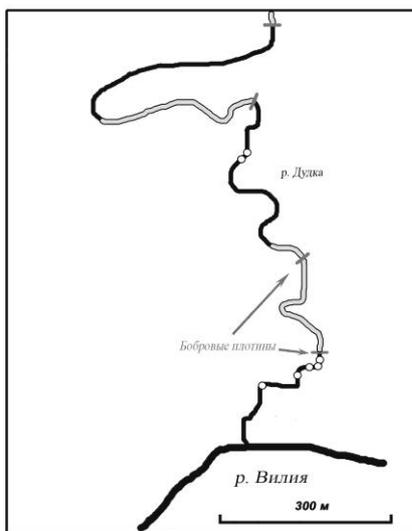


Рисунок 6 - Расположение нерестовых бугров кумжи на нерестовом участке реки Дудка в 2008 г.

 - участки водотока с подпором воды  
 - нерестовые бугры кумжи

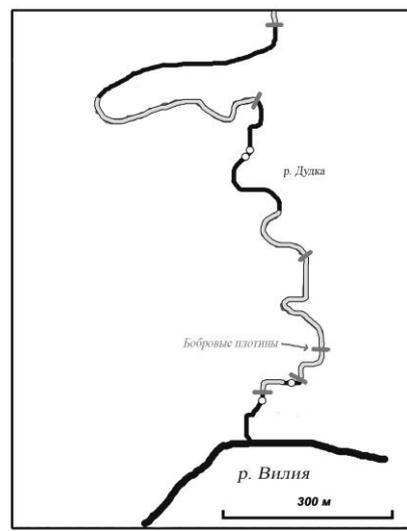


Рисунок 7 - Расположение нерестовых бугров кумжи на нерестовом участке реки Дудка в 2009 г.

 - участки водотока с подпором воды  
 - нерестовые бугры кумжи

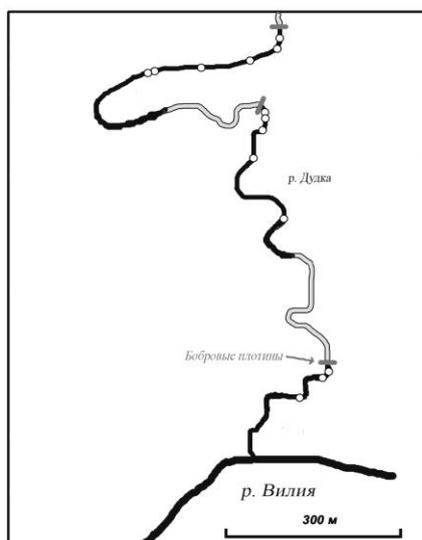


Рисунок 8 - Расположение нерестовых бугров кумжи на нерестовом участке реки Дудка в 2010 г.

 - участки водотока с подпором воды  
 - нерестовые бугры кумжи

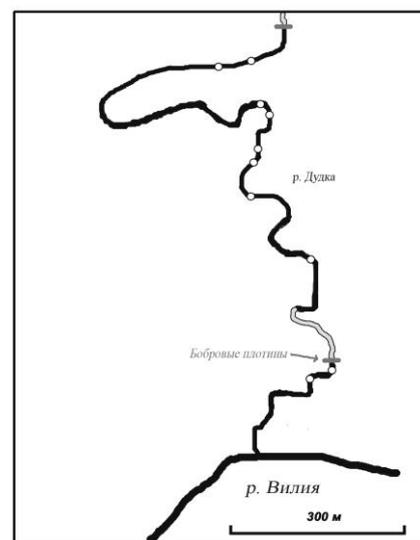


Рисунок 9 - Расположение нерестовых бугров кумжи на нерестовом участке реки Дудка в 2011 г.

 - участки водотока с подпором воды  
 - нерестовые бугры кумжи

В 2010 году к декабрю бобры восстановили три плотины. Две нижние высотой 0,4 и 0,3 м, существенно не повлияли на нерестовый ход, верхняя - высотой 1,2 м оказалась непреодолимой для рыбы. Всего в этом году было зафиксировано 14 нерестовых бугров, причем значительное количество отмечено в верхней части нерестового участка, где в предыдущие годы гнезд не фиксировалось (рисунок 8).

В 2011 году на реке Дудка, к декабрю месяцу, осталось всего 2 плотины – нижняя высотой 0,4 м и верхняя в конце участка высотой 1,7 м, которая, собственно, и ограничивает протяженность нерестового участка. Всего было отмечено 10 гнезд, большинство из них располагались в верхней части участка (рисунок 9).

### **Заключение**

Бобровые пруды, возведенные на лососевых водотоках, в значительной степени влияют на нерест лососевых видов рыб. Полученные нами данные показали, что плотины высотой более 1,5 м являются непреодолимой преградой для идущих на нерест производителей рыб. Участки водотоков, занятые прудами, становятся непригодными для нереста лососевых, и, таким образом, в значительной степени сокращаются нерестовые площади.

При снижении количества плотин и их мощности (высоты) количество нерестовых гнезд значительно увеличивается, поскольку рыба может подняться выше по течению и отнереститься в местах ранее занятыми бобровыми прудами.

### **Список использованных источников**

1. Плюта М.В. Мониторинг кумжи обыкновенной *Salmo trutta trutta* L. в Беларуси / М.В. Плюта, А.В.Лещенко // Природные ресурсы. 2011, № 1, С 73-77.

**ВЛИЯНИЕ ВСЕЛЕНИЯ КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО *CYPRINUS  
CARPIO LINNAEUS, 1758* НА ЭКОСИСТЕМУ ВОДОЕМА**

*И.И. Лукина, И.В. Новик, В.К. Ризевский*

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,  
г. Минск, ул. Академическая, 27, 220075, Беларусь,  
e-mail: lukinai@tut.by, RVK869@mail.ru*

**INFLUENCE OF CARP *CYPRINUS CARPIO LINNAEUS 1758* ON  
ECOLOGICAL SYSTEM OF NATURAL RESERVOIRS**

*I.I. Lukina, I.V. Novik, V.K. Rizevsky*

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on  
Bioresources,  
27 Akademicheskaya str., 220072, Minsk, Belarus,  
e-mail: lukinai@tut.by, RVK869@mail.ru*

**Резюме:** На основании анализа отечественных и зарубежных научных литературных источников рассмотрены различные аспекты влияния карпа обыкновенного на экосистемы водоемов.

**Ключевые слова:** карп, интродукция, влияние.

**Summary:** On the basis of studying foreign and domestic literary sources there were investigated various aspects of the influence produced by *Cyprinus carpio Linnaeus* on the ecological systems of water body.

**Keywords:** carp, introduction, influence.

**Введение**

Сазан или карп обыкновенный *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (*Cypriniformes*, *Cyprinidae*) – ценная промысловая рыба и важный объект рыборазведения. Область естественного распространения вида охватывает бассейны Черного, Каспийского и Аральского морей и пресноводные водоемы Дальнего Востока и Юго-Восточной Азии (от Амура до Бирмы). Однако благодаря интродукции в водоемы ряда стран карп стал наиболее широко распространенным видом пресноводных рыб в мире [1].

Выделяют до 4 подвигов сазана [2], из которых в водах Беларуси встречались два: *C. c. haematopterus* Temminck et Schlegel, 1846 – амурский сазан (каarp) и *C. c. carpio* L. – европейский сазан (последний преимущественно) [3]. В составе ихтиофауны Беларуси карп впервые упоминается в XIX веке [4]. Возможно, ранее сазан поднимался по Днепру до Смоленска и выше, однако имеющиеся к настоящему времени палео-ихтиологические материалы не подтверждают это. Ни в одном из археологических памятников в пределах современных границ Беларуси остатков данного вида не обнаружено [5]. Все известные находки этого вида в бассейне р. Днепр (всего 41) содержат коллекции археологических памятников, расположенных ниже Киевских порогов, т.е. на территории современной Украины [6-8]. На основании этого можно заключить, что данный вид не является для фауны рыб Беларуси аборигенным видом, а проник на ее территорию благодаря акклиматизации человеком.

Несмотря на широкое распространение и чужеродность вида по отношению к местной фауне, интродукция карпа в естественные водоемы Беларуси ограничивается только наличием/отсутствием благоприятных мест обитания, а вопросы влияния его на гидробиологическую составляющую и гидрологический режим водоема не учитываются в должной мере. В то же время, как показывают исследования ряда зарубежных авторов, последствия вселения карпа в естественные водоемы могут быть весьма неоднозначными, вплоть до катастрофических. В связи с этим, целью настоящей работы было провести анализ научных публикаций, посвященных различным аспектам воздействия вселения карпа на экосистему зарыбляемых водоемов.

### **Материал и методы**

При проведении анализа использованы имеющиеся литературные сведения, а также собственные наблюдения авторов.

## Результаты исследований и обсуждение

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что наиболее широко вопрос о влиянии карпа на экосистему водоемов обсуждается американскими учеными. В связи с тем, что в Соединённых Штатах Америки данный вид не является популярным объектом рыболовства, на некоторых водоемах отсутствуют хищные виды, являющиеся естественными врагами карпа, а также благоприятная для его естественного размножения среднегодовая температура [9] способствуют образованию высокой биомассы карпа в водоемах. Имеются данные о том, что в некоторых водоемах Среднего Запада Соединённых Штатов Америки биомасса карпа достигает 1000 кг/га и более [10].

Многолетние наблюдения, проведенные отдельными исследователями [9, 11-13], показали, что вселение карпа в водоемы приводит к резкому изменению структуры рыбного населения в них. Отмечено как снижение численности отдельных видов рыб, так и уменьшение общего числа видов. Например, в штате Висконсин (США) уже через несколько лет после случайного проникновения и успешного освоения карпом малого водоема особи этого вида составили около 98% численности всех рыб в водоеме. Ранее здесь в большом количестве обитали популярные у местных рыболовов-любителей большеротый окунь (*Micropterus salmoides*), щука (*Esox lucius*), а также многие другие аборигенные виды рыб. В качестве основной причины обеднения местной ихтиофауны предполагается уничтожение мест размножения, кормления и укрытия аборигенных видов рыб.

Воздействие карпа на экосистему естественных водоемов в местах его заселения проявляется в воздействии на кормовую базу аборигенных видов рыб (планктон и бентос), как напрямую – путем выедания, так и опосредованно – через изменения в сообществах макрофитов и качества воды [14, 15].

Эксперимент в малых урбанизированных прудах в Южной Онтарио (Канада) показал, что изъятие и последующая реинтродукция карпа приводит к изменению в видовой структуре бентофауны [16]. Отмечено, что при вселении

карпа в водоеме стали доминировать представители семейств Tubificidae и Chironomidae, которые достаточно глубоко зарываются в грунт. После изъятия карпа, данные таксоны были замещены более литофильными представителями бентофауны. В результате обратного вселения карпа в водоеме вновь начали доминировать представители семейства Tubificidae.

Увеличение численности хирономид и олигохет в присутствии карпа также было показано С.А. Миллером и Т.А. Кроулом [17] на экспериментальных площадках в озере Юта (штат Юта, США). При этом численность бокоплавов, табанид и пиявок, в сравнении с контролем существенно снизилась. При постановке этими же авторами эксперимента на больших площадях достоверного влияния карпа на сообщество организмов макрозообентоса выявлено не было. В целом С.А. Миллер и Т.А. Кроул сделали вывод, что воздействие карпа на водных беспозвоночных носит опосредованный характер и в значительной степени зависит от внешних условий. Основной причиной изменения состава и численности беспозвоночных, по мнению авторов, является уничтожение карпом макрофитов [17-19].

Для установления степени повреждения карпом погруженных растений различными авторами проводились как открытые, так и закрытые эксперименты [20-25]. Исследования показали, что карп оказывает негативное воздействие на водные растения. При этом, общепризнано, что карп уничтожает водные растения, выворачивая их корни.

Воздействие карпа на водную растительность во многом зависит от видового состава растительного сообщества и типа почвы [24, 26]. Так, по мнению Э.Дж. Крайвелли [20], строение корневой системы и ее устойчивость к выкапыванию в различных типах почв являются определяющими факторами для многолетних растений. Для однолетних растений степень влияния карпа может определяться фенологией, или временем созревания семян в отношении к сезонной активности карпа. В частности, в исследованиях Р.В. Дреннера с соавторами [12] достоверных различий по общей биомассе растений в прудах с

карпом и без него установлено не было, однако среднее значение сухой биомассы наяды в прудах без карпа составило 74,4 г/м<sup>2</sup>, с карпом – 0,0 г/м<sup>2</sup>, т.е. преимущественно уничтожался один вид растений. Различная степень воздействия карпа в зависимости от видовой принадлежности водных растений была показана и другими авторами [17, 20, 27]. При этом отмечается, что численность представителей семейства роголистниковые (*Ceratophyllaceae*) снижалась значительно вплоть до полного их уничтожения, а наиболее устойчивым к влиянию карпа оказался представитель семейства рдестовые (*Potamogetonaceae*) - рдест гребенчатый *Potamogeton pectinatus*.

Полагается, что растительность наиболее эффективно уничтожается карпом на небольших глубинах (20–50 см), где карп преимущественно нерестится и питается [20]. На мелководном озере Юта в США, площадью около 388 км<sup>2</sup> и средней глубиной 2,9 м с момента заселения карпа в 1889 г. к 2006 г. сплошной ковер сменился редкой растительностью, которая была представлена только тремя таксонами: одним погруженным – *Potamogeton pectinatus*, и двумя полупогруженными – *Typha latifolia* L. и *Scirpus validus* L. Изобилующие ранее *Ceratophyllum aspera* L. и *C. demersum* L. были уничтожены [27].

Отдельные авторы связывают негативный эффект, оказываемый карпом на погруженные макрофиты, их прямым выеданием [24, 28-30]. Однако, например, Э.Дж. Крайвелли [20] в своих исследованиях при наличии факта уничтожения погруженной растительности не выявил в питании карпа остатков живых растений – особи поедали лишь отмершие части и семена. В то же время, всплывшие растения регулярно находили на площадках, а подтверждений уничтожения карпом растений путем прямого поедания автором установлено не было.

В целом литературные данные говорят о том, что в ряде случаев карп может уничтожать растения и путем их прямого поедания, однако существенные изменения в структуре растительных сообществ отмечаются в результате выкорчевывания укорененных макрофитов при перерывании карпом

субстрата в поисках пищи. При этом установлено, что степень воздействия карпа на растительные сообщества, в первую очередь, определяется величиной биомассы карпа (кг/га) в водоеме: чем больше биомасса карпа – тем более выраженным оказывается эффект [20-24].

Воздействие карпа на водные растения в естественном водоеме зачастую значительно менее выражены, чем влияние таких факторов как гидрологический режим и погодные условия. В результате исследований, которые проводились в Австралии в долине реки Гоулберн (приток р. Муррей) с 1979 по 1982 гг., было показано, что достоверное воздействие на растительное сообщество оказывало именно изменение уровня воды, в то время как воздействие карпа было лишь косвенным и только на растения с поверхностной корневой системой и мягкими листьями [31]. На озере Юта (США) различная степень воздействия карпа на погруженные растения зависела от наличия/отсутствия ветра. На экспериментальной площадке, находящейся возле берега, подверженного воздействию сильного ветра, карпом было уничтожено 100 % растительности, в то же время у противоположного берега биомасса растений снизилась только на 31 % [17].

Отрицательное воздействие карпа на водные растения связывают также с увеличением мутности воды [32]. Увеличение мутности воды в результате вселения карпа в водоемы, а также положительная связь данного показателя с биомассой карпа, отмечались неоднократно. Так Р.В. Дреннер с соавторами [12] при исследовании 23 прудов в Техасе показал, что мутность воды в прудах с карпом примерно в 4 раза превосходила величину данного показателя в прудах без него (соответственно 17,4-16,5 NTU против 3,7-4,5 NTU). В.Л. Локид с соавторами [33] также показали увеличение мутности воды на 50 % при вселении карпа в садки. По всей видимости, во время кормления карп поднимает (взбалтывает) донные отложения, в результате чего и повышается мутность воды.

Однако следует отметить, что в ряде научных работ показано отсутствие достоверного влияния карпа на мутность воды при явном отрицательном

воздействии на погруженную растительность [20, 22, 23]. Авторы данных работ предполагают, что, мутность воды в большей степени определяется типом субстрата и погодными условиями (ветер, волны) [17, 20, 33].

В отличие от Северной Америки, в Европе карп является широко распространённым видом ихтиофауны и относится к наиболее популярным объектам как промыслового, так и любительского рыболовства. Поддержание численности популяций данного вида осуществляется за счёт зарыбления водоемов искусственно разведенными особями. Зарыбление водоемов осуществляется, как правило, двухлетками либо двухгодовиками, со средней плотностью посадки 50-80 кг/га для проточных водоемов и 200-400 кг/га для непроточных водоемов [34]. При этом в литературных источниках фактов использования карпом в качестве корма водной растительности в естественных водоемах не отмечено.

Отсутствие фактов уничтожения сазаном растительности в водоемах Европы, согласно мнению отдельных авторов объясняется значительно меньшей общей численностью и массой отдельных особей этого вида в водоемах Европы по сравнению с аналогичными показателями этого вида в Сев. Америке. Например, по материалам Э.Дж. Крайвелли [20], плотность и средняя масса особей сазана в водоемах Европы до 3-х раз меньше таковых в водоемах США. Более того, по наблюдениям автора, в США щука не регулирует численность популяции сазана, как это происходит в большинстве естественных водоемов Европы. Последнее может быть обусловлено высокой скоростью роста карпа, большей мутностью вод в Северной Америке, а также отсутствием щуки в южных и западных штатах. Кроме того считается [35], что большая биомасса карпа в озерах Соединенных Штатах во многом обусловлена благоприятной температурой для естественного нереста данного вида.

В Беларуси, также как и в Европе, карп является популярным объектом промыслового и любительского рыболовства. Зарыбления естественных водоемов осуществляется, как правило, двухлетками либо двухгодовиками, со средней плотностью посадки 10-60 кг/га.

Белорусскими учеными проводился ряд исследований по вопросу воздействия карпа на экосистемы естественных водоемов. П.И. Жуков [36] отмечал, что взрослые особи карпа по типу питания относятся ко всеядным. При этом автором указывалось, что в сильно заросших озерах карп может в значительных количествах потреблять растительность, в том числе семена надводных и наземных растений, случайно попавшие в воду.

Проведенные исследования питания карпа на озерах Чересово, Несино и Островно в течение двух лет показали, что в первый сезон исследований пища двухлетков карпа состояла из животных, обитающих на поверхности грунта (Ostracoda, Mollusca, Asellus, Trichoptera), макрофитов и детрита; во второй сезон - из макрофитов, а также личинок хирономид и ручейников [37]. Параллельно, в течение трех сезонов проводились исследования питания карпов на оз. Камень, в результате которых было установлено, что в первый год карпы потребляли, главным образом, корма, находящиеся на поверхности грунта (Mollusca, Asellus, Ephemeroptera, Trichoptera). В течение второго года главной их пищей были личинки хирономид, обитающие в грунте и на растительности. На третьем году карпы потребляли много моллюсков, а также большое количество детрита и макрофитов.

Г.И. Полякова и В.А. Федоров [38] проводили исследования влияния зарыбления карпом озер Камень и Несино на аборигенное стадо рыб данных водоемов. Было отмечено, что за годы эксплуатации данных озер в качестве нагульных водоемов видовой состав аборигенных стад остался прежним, но изменилось соотношение видов в уловах. С одной стороны, величина уловов и численность в водоемах плотвы, уклей и окуня возросла; с другой - заметно уменьшились выловы леща, густеры и ерша. Уменьшение уловов последних автор связывает с их конкуренцией со вселенным карпом. Факт увеличения в водоеме численности плотвы, уклей и окуня автор объясняет тем, что за счет воздействия карпа на грунт дна происходит увеличение поступления в толщу воды биогенных элементов, способствующих развитию фито и зоопланктонной кормовой базы, потребляемой молодь этих видов рыб.

В Беларуси, как и в целом в Европе, в отличие от США, воздействие карпа на экосистемы естественных водоемов существенно минимизируется вследствие малой его численности в них. В свою очередь, обусловлено это, в первую очередь, регламентированием объемов зарыбления данного вида в естественные водоемы, существенным прессом на популяции карпа со стороны промысла и рыболовов-любителей, а также низкой эффективностью естественного воспроизводства и неспособность вида к созданию устойчивых популяций в водоемах.

### **Заключение**

Карп относится к одним из наиболее живучих и неприхотливых видов рыб. Он способен заселять различные места обитания и при благоприятных условиях естественного нереста и эффективном воспроизводстве часто становится настолько многочисленным, что оказывает заметное влияние на водные экосистемы. Экологические последствия натурализации этого вида в новых местах обитания могут быть весьма серьезными.

Вселение карпа в естественные водоемы может приводить к угнетению популяций и даже локальному исчезновению аборигенных видов рыб. Это происходит в результате опосредованного воздействия через подрыв кормовой базы, а также вследствие ухудшения условий обитания для аборигенных видов и снижения площади их нерестилищ. В частности, карп способен влиять на состояние водной системы путем увеличения мутности воды, изменения концентраций взвешенных частиц и нутриентов, а также через уничтожение погруженных укореняющихся растений.

При оценке воздействия какого-либо вида на экосистему основополагающим является биомасса вида в экосистеме. В свою очередь, основными факторами, определяющими величину биомассы вида в водоеме помимо объемов его зарыбления (для зарыбляемых видов), а также возможности и способности вида к миграциям, являются доступность кормовой

базы, эффективность естественного размножения, степень пресса хищников и антропогенного воздействия.

В отношении карпа вышеперечисленные факторы оказались довольно благоприятными в естественных водоемах Северной Америки, где численность и биомасса данного вида оказались высокими, как и степень его воздействия на экосистемы водоемов. В естественных водоемах Беларуси численность этого широко интродуцированного и самостоятельно расселяющегося по водным объектам вида пока еще относительно мала, однако при достижении им большой биомассы в водоемах потенциальная угроза с его стороны для аборигенных гидробионтов очевидна.

#### **Список использованных источников**

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / редкол.: – Москва: Наука, 2002. – 2 т.
2. Решетников Ю. С., Богуцкая Н. Г., Васильева Е. Д., Дорофеева Е. А., Насека А. М., Попова О. А., Савваитова К. А., Сиделева В. Г., Соколов Л. И. Список рыбообразных и рыб пресных вод России // Вопросы ихтиологии.- 1997.- Т. 37, вып. 6.- С. 723-771.
3. Жуков П.И. Рыбы Белоруссии.- Минск: Наука и техника, 1965.- 415 с.
4. Кесслер К.Ф. Естественная история губерний Киевского учебного округа. Рыбы - Киев, 1856, вып. 6.
5. Ризевский В.К., Зубей А.В. Изменение состава фауны рыб естественных водоемов/водотоков Беларуси // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2007. – Т.23. – С. 176-182.
6. Шпет Г.И. Ископаемые остатки рыб среднего Днепра // Тр. НИИ пруд. и озер.- реч. рыб. хоз-ва. 1949. - № 3, - С.43-47.
7. Лебедев В.Д. Пресноводная четвертичная ихтиофауна Европейской части СССР. М., 1960.

8. Сергеев Е.С. Фауна района древнерусского городища Воинь // Природная обстановка и фауны прошлого. Киев: Изд-во АН УССР. 1965. - Вып. 2- С. 120-123.
9. Canonico G., Arthington, A., McCray J., and Thieme M.. The effects of introduced tilapias on native biodiversity // Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems. – 2005, 15: 463–483.
10. Neess, J.C., Helm, W.T. & Threinen, C.W. 1957. Some vital statistics in a heavily exploited population of carp. *Journal of Wildlife Management* 21: 279–292.
11. Cahn A.R.. The effect of carp on small lake, the carp as a dominant // *Ecology*. -1929, 10: 271–274.
12. Drenner R.W., Gallo K.L., Edwards C.M., Rieger K.E. Common Carp Affect Turbidity and Angler Catch Rates of Largemouth Bass in Ponds // *North American Journal of Fisheries Management*. – 1997. – № 17: 1010–1013.
13. Ogutu-Ohwayo R. The reduction in fish species diversity in lakes Victoria and Kyoga (East Africa) following human exploitation and introduction of non-native fishes // *J. Fish Biol.* – 1990, 37: 207–208.
14. Pinto L., Chandrasena N., Pera J., Hawkins P., Eccles D., and Sim R. Managing invasive carp for habitat enhancement at Botany Wetlands, Australia // *Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems*. – 2005, 15: 447–462.
15. Zambrano L., Scheffer M. and Martinez-Ramos M. Catastrophic response of lakes to benthivorous fish introduction // *Oikos*. – 2001, 94: 344–350.
16. Barton D.R., Kelton N., Eedy R.I. The effects of carp (*Cyprinus carpio* L.) on sediment export from a small urban impoundment // *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*. – 2000. - V.8, № 2: 155-159.
17. Miller S.A., Crowl T.A. Effects of common carp (*Cyprinus carpio*) on macrophytes and invertebrate communities in a shallow lake // *Freshwater Biology*. - 2006, 51: 85–94.
18. Pipalova I. Initial impact of low stocking density of grass carp on aquatic macrophytes // *Aquatic Botany*. – 2002, 73, 9–18.

19. Williams A.E., Moss B. Effects of different fish species and biomass on plankton interactions in a shallow lake // *Hydrobiologia*. – 2003, 491: 331–346.
20. Crivelli A.J. The destruction of aquatic vegetation by carp. A comparison between Southern France and the United States // *Hydrobiologia*. – 1983, 106: 37-41
21. Threinen C.W. and Helm W.T. . Experiments and observations designed to show carp destruction of aquatic vegetation // *J. Wildl. Mgnt.* - 1954, 118: 247-251.
22. Tryon C.A. . The effect of carp exclosures on growth of submerged aquatic vegetation in Pymaturing Lake, Pennsylvania // *J . Wildl . Mgnt.* – 1954, 18: 251-254.
23. Robel R.J. The effect of carp populations on the production of waterfowl food plants on a western waterfowl marsh // *Trans. n. am. Wildl. nat. Resour. Conf.* – 1961, 26: 147-159.
24. King D.R. & Hunt G.S.. Effect of carp on vegetation in lake Erie Marsh // *J. Wildl. Mgnt.* - 1967, 31: 181-188.
25. Zambrano L. and Hinojosa D. Direct and indirect effects of carp (*Cyprinus carpio* L.) on macrophyte and benthic communities in experimental shallow ponds in central Mexico // *Hydrobiologia*. – 1999, 408/409: 131–138.
26. MacCrimmon H.R.. Carp in Canada // *Bull. Fish. Res.* - 1972: 165.
27. Brotherson J.D. Aquatic and Semiaquatic Vegetation of Utah Lake and its Bays // *Great Basin.* - 1981. - pp. 68–84.
28. Forbes S.A. & Richardson R.E. The fishes of Illinois // *State of Illinois Natural History Survey Division.* – 1920. – V. 111, № 3: 1-357.
29. Sibley C. K. The food of certain fishes of the Lake Erie drainage basin // *Suppl. 18<sup>th</sup> Ann. Rept. N. Y. State Cons. Dept.,* 1929: 180-188.
30. Struthers P.J. A biological survey of the Erie Niagara system. X . Carp control studies in the Erie canal // *Suppl. 18<sup>th</sup> Ann. Rept. N. Y. State Cons. Dept.,* 1929: 208-219 .
31. Fletcher A.R., Morison A.K., Hume D.J. Effects of carp *Cyprinus carpio* L., on communities of aquatic vegetation and turbidity of waterbodies in the lower

Goulburn River basin // Australian Journal of Marine and Freshwater Research. – 1985. – 36(3): 311–327.

32. Moyle J.B. and Kuehn J.H. Carp, a sometimes villain. Waterfow Tomorrow // Fish Wildl. Ser. US. - 1964: 635-642.

33. Lougheed V.L., Crosbie B., Chow-Fraser P. Predictions on the effect of common carp (*Cyprinus carpio*) exclusion on water quality, zooplankton, and submergent macrophytes in a Great Lakes wetland // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1998. -Vol. 55: 1189–1197.

34. Adбmek Z. Ryббшtvн ve volnэch vodбch // Victoria publishing, Praha. – 1995, PP. 300

35. Huet, M . Compte-rendu de mission piscicole aux EtatsUnis et au Canada mi-octobre // Groenendaol – 1958, PP. 74

36. Жуков П.И. Справочник по экологии пресноводных рыб. Минск: Наука и техника, 1988. – 311 с.

37. Дунке Н.А., Федоров В.А. Питание и рост карпов в озерах экспериментальной базы «Чересово» // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии. – 1975. – Т.11. – С. 66-75.

38. Полякова Г.И., Федоров В.А. Влияние повышения интенсивности промысла и зарыбления на аборигенное стадо рыб нагульных озер// Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 1975. – Т.11. – С. 66-75.

## СОДЕРЖАНИЕ СЕСТОНА И ХЛОРОФИЛЛА В РЕКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ

*А.А. Жукова\**, *О.С. Сулимова\**, *Б.В. Адамович\*\**

*\*Белорусский государственный университет, г. Минск,  
e-mail: anna\_eco@tut.by*

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

## CONTENT OF SESTON AND CHLOROPHYLL IN THE RIVERS OF NORTH-WEST OF BELARUS

*H.A. Zhukava\**, *O.S. Sulimova\**, *B.V. Adamovich\*\**

*\*Belarusian State University, Minsk,  
e-mail: anna\_eco@tut.by*

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

**Резюме.** В ходе двухлетнего цикла исследований была проведена оценка содержания сестона и хлорофилла в крупных и малых водотоках северо-запада Беларуси, относящихся к бассейну Балтийского моря. Сопоставлена сезонная динамика изученных показателей, рассчитано удельное содержание хлорофилла в сестоне и фитопланктоне. Исходя из полученных данных, р Вилия относится к категории эвтрофных вод, остальных реки характеризуются преимущественно как мезотрофные водотоки.

**Ключевые слова:** реки, сестон, хлорофилл, сезонная динамика, биомасса фитопланктона.

**Abstract.** In the course of two year investigation cycle there was estimated the content of seston and chlorophyll in large and small stream flows in North-West of Belarus related to the Baltic Sea basin. There was compared seasonal dynamics of the indicators studied, calculated specific chlorophyll content in seston and phytoplankton. Taking into account the data obtained the river Vilia is classified as eutrophic waters whereas other rivers pertain predominantly to mesotrophic stream flows.

**Key words:** rivers, seston, chlorophyll, seasonal dynamics, phytoplankton biomass.

## **Введение**

Одним из основных природных богатств Беларуси является большое количество водных объектов. Комплексное использование ресурсов внутренних водоемов и водотоков, бурное развитие промышленности и сельского хозяйства приводят к загрязнению большинства водных экосистем и способствуют сокращению пресноводного стока водотоков. При этом происходит изменение гидрохимического и санитарно-гигиенического режимов, изменяется степень эвтрофирования, нарушается структура биологических сообществ [1].

Актуальной задачей нашего времени является сохранение природно-ресурсных возможностей водных объектов Беларуси и оперативная оценка их текущего экологического состояния. Для решения последней задачи в гидробиологической практике широко применяют такие показатели, как содержание сестона и хлорофилла.

Сестон по своей природе является чрезвычайно гетерогенным образованием, включающим взвешенные в толще воды живые организмы, их остатки и другие прижизненные выделения и отторжения (фекалии, экзувии и т.д.), а также разнообразные минеральные и органические частицы (образующиеся в результате физико-химических процессов в толще воды, ресуспендируемые из донных отложений, поступающие различными путями с водосбора) [2]. Концентрация сестона в воде влияет на прозрачность и проникновение света, температурный режим, адсорбцию токсичных веществ и скорость осадкообразования [3].

Содержание основного пигмента зеленых растений – хлорофилла-*a* (и продуктов его распада) – считается универсальным эколого-физиологическим показателем фитопланктона [4] и широко используется для оценки его обилия [5]. Именно этот показатель часто лежит в основе шкал, разработанных для оценки трофического статуса водоемов [6]. Кроме того, в природных водах фитопланктон является важной компонентой в составе сестона, составляя в среднем 10-21 %, а летом, в период интенсивного развития водорослей, достигая еще более высоких величин (особенно в высокотрофных водах). Доля

фитопланктона в сестоне – достаточно вариабельный показатель, меняющийся в зависимости от трофического статуса экосистемы, сезонных условий, гидродинамики водных масс и ресуспензии, и других факторов среды [7].

Следует отметить, что в качестве интегральных характеристик качества природных вод, данные о концентрации сестона и хлорофилла в отечественной гидробиологии используются крайне редко, хотя накопленный в мировой практике опыт указывает на их большую индикационную ценность. Изменения в содержании сестона и хлорофилла во времени и пространстве позволяют судить об интенсивности продукционно-деструкционных процессов в водной экосистеме, а также ее устойчивости и способности к самоочищению.

## Материал и методы

Исследования содержания сестона и хлорофилла были проведены на примере крупных (Западная Двина, Виляя), средней (Дисна) и малых рек (Уша, Смердия, Цна, Голбица, Нача, Нежлевка), расположенных на северо-западе Беларуси и относящихся к бассейну Балтийского моря (рис. 1). К категории малых рек относили водотоки, длиной менее 100 км [8].



**Рисунок 1 – Местоположение станций отбора проб на реках Виляя, Западная Двина и их притоках**

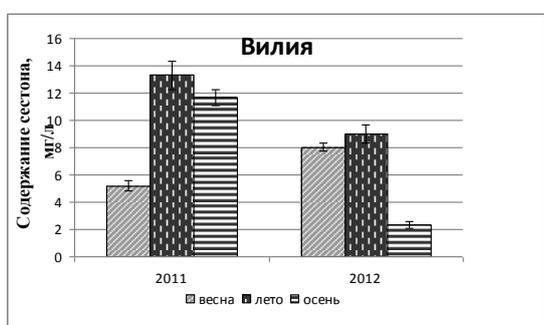
Материал собирали в 2011-2012 гг. в разные периоды вегетационного сезона (весной, летом, осенью). Отбор проб воды проводили с

подповерхностного горизонта (р. Дисна, малые реки), в рр. Вилия и Зап. Двина использовали трубу Ляхновича-Щербакова, позволяющую «вырезать» верхний метровый слой воды. На реках Вилия и Зап. Двина было заложено 5 и 7 створов соответственно, на р. Дисна – 3, на малых реках – по 1-2 створа на каждой.

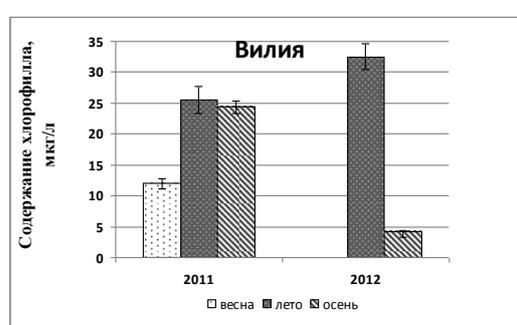
Содержание взвешенных веществ в воде определяли гравиметрически, путем фильтрации проб воды через ядерные фильтры (с диаметром пор 1 мкм) и последующим их высушиванием до постоянной массы при 70 °С. Определения проводили в 3-6 повторностях для каждой пробы. Содержание хлорофилла определяли по спектрофотометрической методике с экстракцией пигментов в 90 % ацетоне [7] с учетом вклада феопигментов [8, 9]. В тексте статьи приведены значения суммарного хлорофилла-*a* (без учета вклада феопигментов в светопоглощение). В тех же образцах воды на каждом створе часть пробы фиксировали раствором Утермеля и определяли биомассу фитопланктона счетно-объемным методом. Также было рассчитано удельное содержание хлорофилла в сестоне и водорослевой биомассе. Статистическую обработку данных проводили при помощи программ *MS Excel* и *Statistica 8.0*.

### Результаты и их обсуждение

Полученные нами данные позволили проследить сезонную динамику содержания сестона и хлорофилла в реках на протяжении двух лет. На графиках ниже приведены по сезонам усредненные данные для всех исследованных створов на рр. Вилия (рис. 2) и Зап. Двина (рис. 3).

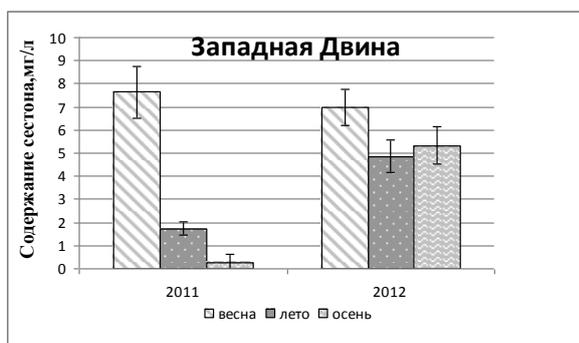


А)

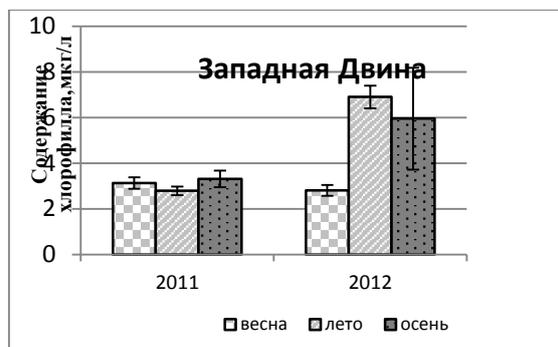


В)

**Рисунок 2 – Содержание сестона (А) и хлорофилла (В) в р. Вилия (здесь и на рис. 3-5 приведены средние значения ± стандартное отклонение)**



А)



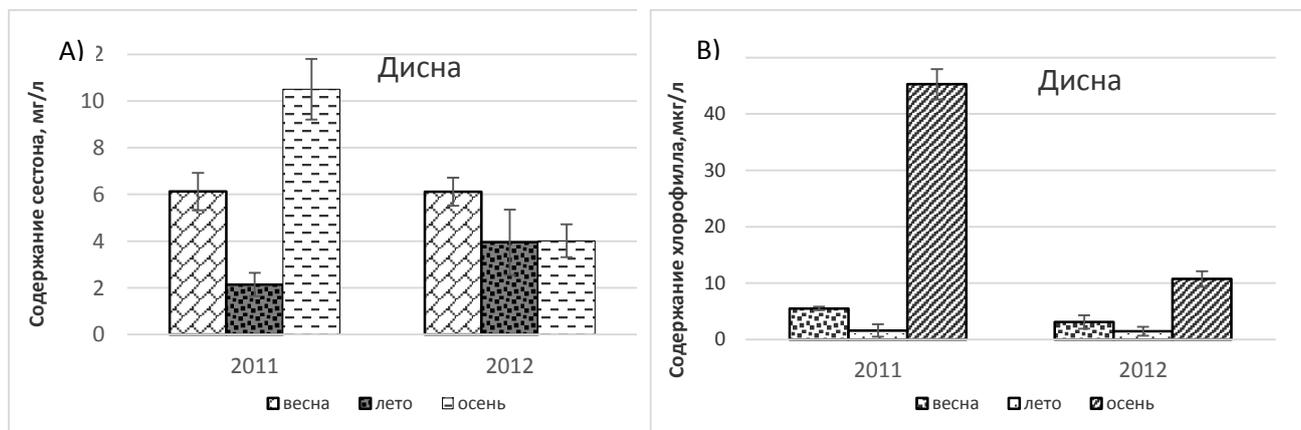
В)

**Рисунок 3 – Содержание сестона (А) и хлорофилла (В) в р. Зап. Двина**

Из рисунков 2-3 видно, что содержание сестона в крупных реках различается: в воде р. Виляя взвеси в среднем вдвое больше, чем в Зап. Двине. Максимальные величины сестона в р. Виляя отмечены летом, как в 2011 г. (13 мг/л), так и в 2012 г. (около 9 мг/л), к осени содержание сестона снижается. В р. Зап. Двина содержание сестона, в отличие от Вилии, достигает максимума (7 мг/л) весной как в 2011, так и в 2012 гг. Это, вероятнее всего, связано с гидродинамикой водотока и поступлением взвешенных веществ с водосбора и/или их ресуспензией из донных отложений. Как следует из рисунка 2В, фитопланктон не является причиной увеличения концентрации сестона в р. Зап. Двина в весеннее время, т.к. в 2011 г. выраженных сезонных изменений содержания хлорофилла в воде не наблюдали, а в 2012 г. максимальные значения отмечены летом.

В р. Виляя, напротив, сезонные тренды изменения содержания сестона и хлорофилла более схожи: максимум содержания хлорофилла в оба года приходится на лето, осенью наблюдается спад, особенно заметный в 2012 г. Различия по содержанию хлорофилла между реками еще более выражены, чем по сестону: максимальные величины различаются почти в 5 раз (33 мкг/л в р. Виляя и 7 мкг/л для р. Зап. Двина). Также можно отметить, что р. Зап. Двина имеет больший размах колебаний между створами как по содержанию сестона, так и по хлорофиллу, вода в р. Виляя по этим двум показателям более однородна.

Для сравнения на рисунке 4 представлены данные по содержанию хлорофилла и сестона в р. Дисна, которая относится к категории средних рек.



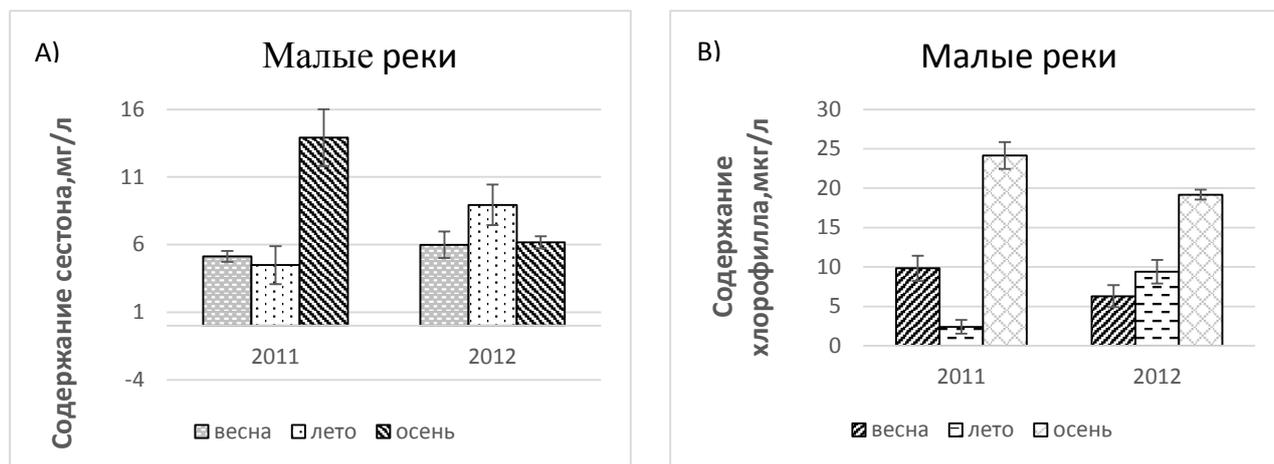
**Рисунок 4 –Содержание сестона (А) и хлорофилла (Б) в р. Дисна**

В отличие от крупных рек, сезонная динамика содержания сестона в р. Дисна имеет разный ход по годам. При этом, весенний подъем, как и в р. Зап. Двина (притоком которой она является), обусловлен физическими процессами, а максимальное содержание осенью 2011 г. (более 10 мг/л) с большой долей вероятности обусловлено резкой вспышкой в развитии фитопланктона (см. рис. 4Б), когда концентрация хлорофилла в 4 раза превысила максимальные для 2012 г. значения и была на порядок больше весенне-летних величин. Минимальное содержание хлорофилла в р. Дисна наблюдали летом, причем и в 2011 и в 2012 гг. оно было примерно одинаковым (около 3 мкг/л). В целом, в отличие от сестона, сезонный ход содержания хлорофилла в воде р. Дисна был одинаковым в оба года исследований.

В отличие от крупных рек, в малых водотоках картина несколько иная и, в целом, более сходна с таковой в р. Дисна. Ввиду того, что при сравнении проб, отобранных во время одного выезда, существенных различий по содержанию сестона и хлорофилла в малых реках не обнаружено, на рисунке 5 приведены усредненные данные для всех обследованных водотоков этой категории.

При небольшом размахе данных внутри сезона, обращает на себя внимание разный ход содержания сестона и хлорофилла в 2011 и 2012 гг. и

несовпадение их сезонной динамики. В целом, в малых водотоках содержание сестона занимало промежуточное положение в сравнении с рр. Вилия и Зап. Двина: минимальные значения наблюдали летом 2011 г. (4 мкг/л), максимум отмечен осенью 2011 г. (14 мкг/л), в 2012 г. сезонные различия были выражены менее четко.



**Рисунок 5 – Содержание сестона (А) и хлорофилла (Б) в малых реках**

Содержание хлорофилла в малых реках также оказалось в среднем меньше, чем в р. Вилия, но выше, чем в р. Зап. Двина. При этом минимальные значения, как и для сестона, зафиксированы летом 2011 г. (около 3 мг/л), осенью в оба года происходит существенное возрастание содержания хлорофилла (до 20-23 мкг/л).

Так как содержание хлорофилла может применяться для оценки обилия фитопланктона, мы предприняли попытку сопоставить данные прямого визуального подсчета биомассы водорослей и значений, рассчитанных по концентрации хлорофилла. При расчетах исходили из литературных сведений, что в сырой массе водорослей содержится в среднем 0,3 % хлорофилла [5]. В таблице приведены результаты определения биомассы водорослей двумя способами, а также расчет удельного содержания хлорофилла в сестоне и фитопланктоне.

В общем можно отметить, что расчетные значения биомассы фитопланктона в среднем в 1,5 раза выше полученных при прямом визуальном

подсчете данных. Значения удельного содержания хлорофилла в водорослевой биомассе оказались достаточно высокими, составив в среднем ( $\pm Sd$ )  $0,79 \pm 0,60\%$  (из расчетов исключено аномально высокое значение  $6,48\%$ ). Удельное содержание хлорофилла в сестоне, напротив, было типичным для водоемов и водотоков умеренной зоны –  $0,19 \pm 0,16\%$ . Медианные значения этих показателей оказались несколько ниже – соответственно  $0,61$  и  $0,15\%$ .

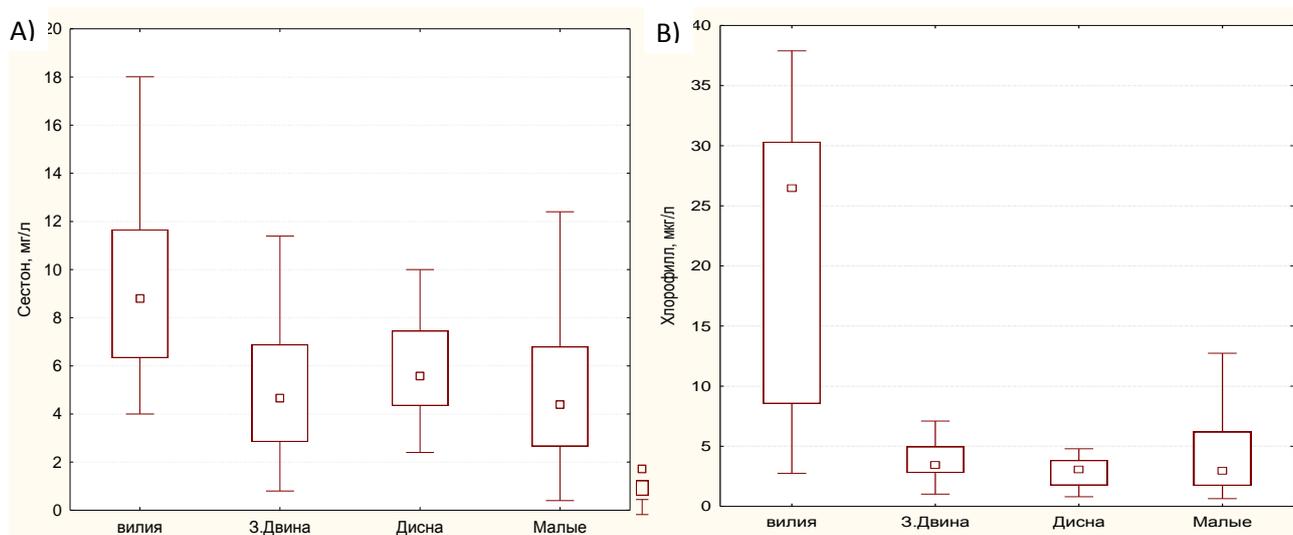
**Таблица 1 – Биомасса фитопланктона (прямой учет и расчет по хлорофиллу), удельное содержания хлорофилла в сестоне и фитопланктоне**

Река	Год	Сезон	Биомасса фитопланктона, мг/л		Доля хлорофилла, %	
			прямой подсчет	расчёт по хлорофиллу	в сырой массе водорослей	в сестоне
Виляя	2011	весна	2,07	3,99	0,58	0,22
		лето	4,79	9,67	0,61	0,19
		осень	6,52	4,78	0,22	0,19
	2012	весна	6,6	-	-	-
		лето	3,9	10,83	0,82	0,37
		осень	0,7	1,43	0,61	0,38
Зап. Двина	2011	весна	0,50	1,05	0,63	0,04
		лето	0,22	0,93	1,24	0,18
		осень	0,58	1,11	0,58	0,13
	2012	весна	0,61	0,94	0,46	0,04
		лето	0,33	2,3	2,12	0,14
		осень	0,34	1,98	1,77	0,16
Дисна	2011	весна	1,25	1,83	0,44	0,09
		лето	0,26	0,53	0,62	0,10
		осень	-	15,09	-	-
	2012	весна	0,81	1,03	0,38	0,05
		лето	0,18	0,48	0,83	0,03
		осень	0,17	3,58	6,48	0,30
Малые реки	2011	весна	3,02	3,28	0,33	0,19
		лето	0,51	0,80	0,47	0,07
		осень	13,39	8,06	0,18	0,44
	2012	весна	1,73	2,10	0,36	0,12
		лето	0,99	3,13	0,95	0,13
		осень	0,81	6,39	2,37	0,70

Для более наглядного сравнения показателей, весь массив данных, полученных за период исследования, был разбит на 4 категории (Виляя, Зап. Двина, Дисна, малые реки). Медианные значения содержания сестона и

хлорофилла, а также диапазон колебаний этих показателей в разных водных объектах представлен на рисунках 6-7.

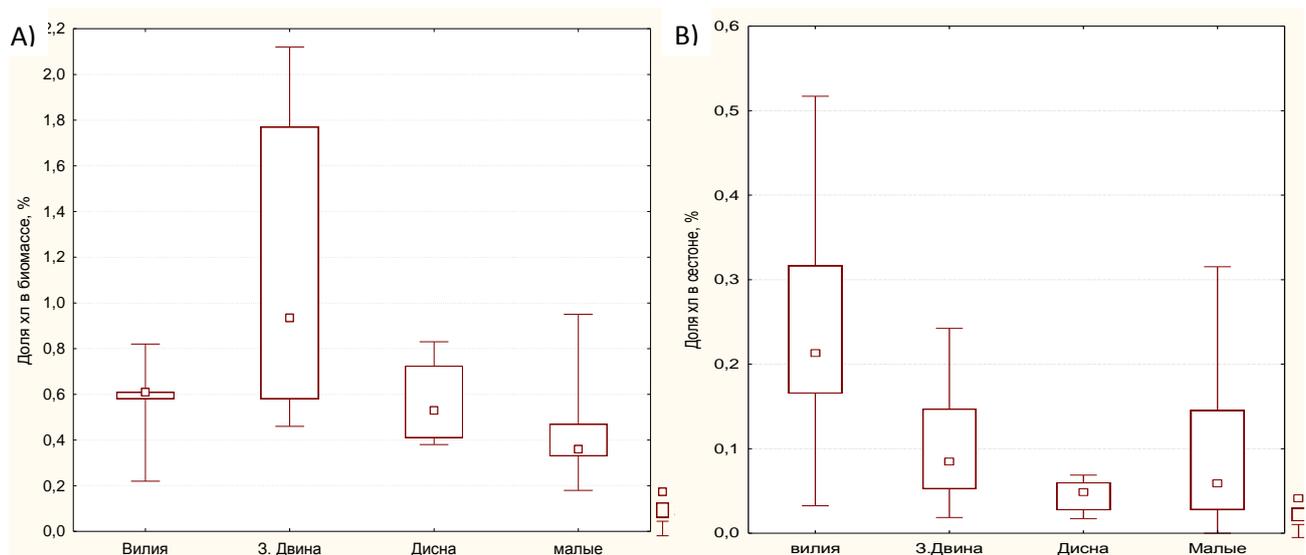
По содержанию взвешенных веществ медианные значения в разных реках существенно не различаются, несколько более высокие величины наблюдали в р. Вилия. Диапазон колебаний значений, попадающих в рамки между 25 и 75 процентилями, также примерно одинаков для разных речных систем. Для р. Вилия он также несколько шире, чем в остальных реках. Наименьшим размахом колебаний сестона характеризуется р. Дисна.



**Рисунок 6 – Содержание сестона (А) и хлорофилла (В) в исследованных реках (здесь и на рис. 7 приведены медианы, квартили, минимальные и максимальные значения)**

Диапазон колебаний и медианные значения содержания хлорофилла проявляли более выраженные различия, сохраняя те же тенденции, – в р. Вилия содержание хлорофилла было существенно выше, а размах колебаний значительно шире, чем в остальных реках. Небольшими колебаниями концентрации хлорофилла характеризовались реки Дисна и Зап. Двина.

Медианные значения и диапазон колебаний удельного содержания хлорофилла в биомассе фитопланктона и сестоне отражены на рисунке 7.



**Рисунок 7 – Доля хлорофилла (%) в биомассе фитопланктона (А) и сестоне (В) в исследованных реках**

Как видно из рисунка, удельное содержание хлорофилла в биомассе водорослей было более высоким в р. Зап. Двина (при этом диапазон колебаний в данной водной системе также был существенно шире, чем в других реках), а самым низким – в малых водотоках (см. рис. 7А).

Удельное содержание хлорофилла в сестоне наиболее вариабельно в р. Вилия, там же были отмечены самые высокие значения этого показателя, в несколько раз превышающие таковые для других рек. Отсюда можно сделать вывод, что в р. Вилия на долю фитопланктона приходится более существенная часть взвешенного в воде вещества. Рассчитанный по среднесезонным значениям биомассы вклад фитопланктона в состав сестона в р. Вилия оказался близким к 10 % (при расчетах принимали, что сухая масса фитопланктона составляет 20% от его сырой массы), аналогичные расчеты для малых рек показали, что фитопланктон составляет в среднем порядка 6% общего количества взвешенного в воде вещества, в рр. Зап. Двина и Дисна – 1-2%. В р. Дисна отмечено самое низкое удельное содержание хлорофилла в сестоне (медиана составила 0,05 %), а также относительно узкий размах колебаний этого показателя.

В целом, по содержанию сестона и хлорофилла трофический статус исследованных рек может быть определен как эвтрофный для р. Виляя, и как мезотрофный – для рек Зап. Двина, Дисна и большинства малых рек.

### **Заключение**

По содержанию сестона и хлорофилла вода в крупных реках Виляя и Зап. Двина существенно различается: в р. Виляя взвеси в среднем вдвое, а хлорофилла в 5 раз больше, чем в Зап. Двине, малые водотоки занимают промежуточное положение. В р. Виляя сезонные тренды изменения содержания сестона и хлорофилла совпадали, в остальных водотоках пики сестона и хлорофилла наблюдали в разные сезоны года.

Рассчитанные значения удельного содержания хлорофилла в водорослевой биомассе в исследованных реках оказались достаточно высокими в сравнении с литературными данными, составив в среднем 0,8% против 0,3%. Ввиду широкой вариабельности удельного содержания хлорофилла в единице сырой биомассы водорослей, обилие фитопланктона по концентрации хлорофилла можно оценить лишь приблизительно. Содержание хлорофилла в сестоне, напротив, было типичным для водоемов и водотоков умеренной зоны (около 0,2%), при этом самые высокие значения и максимальный размах данных по этому показателю отмечены в р. Виляя.

Рассчитанный вклад фитопланктона в состав сестона оказался самым высоким в р. Виляя, составив в среднем за сезон около 10 %, в малых реках эта величина была вдвое, а в рр. Зап. Двина и Дисна в несколько раз ниже.

По содержанию сестона и хлорофилла р. Виляя характеризуется как эвтрофный водоток, остальные реки попадают преимущественно в категорию мезотрофных вод.

### **Список использованных источников**

1. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов / Г.Г. Винберг. – Мн., 1979. – С. 187-269.

2. Остапеня А.П. Сестон и детрит как структурные и функциональные компоненты водных экосистем: Дис. ... доктор биол. наук: 03.00.18. – Мн., 1988. – С. 24-56, 404-459.
  3. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А. и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Эколайн, 1999. – С. 19-49.
  4. Минеева Н.М. Растительные пигменты в воде волжских водохранилищ // Отв. ред. В.Т. Комов. – М.: Наука, 2004. – С. 5-12, 91-115.
  5. Михеева Т.М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона // Биологическая продуктивность эвтрофного озера / Под ред. Г.Г. Винберга. М: Наука, 1970. – С. 50-70.
  6. Елизарова В.А. Хлорофилл как показатель биомассы фитопланктона. // Методические вопросы изучения первичной продукции планктона внутренних водоемов: сборник научных трудов / Под ред. И.Л. Пыриной. – СПб: Гидрометеиздат, 1993 – С. 126-129.
  7. Остапеня А.П. Соотношение между компонентами сестона // Экологическая система Нарочанских озер / под ред. Г.Г. Винберга. – Минск, 1985. – С. 232-233.
  8. SCOR-UNESCO Working group № 17. Determination of photosynthetic pigments in sea-water // Monographs on Oceanologic Methodology. UNESCO, 1966. – P. 9-18.
- Lorenzen C.J. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations // Limnol. Oceanogr. 1967. – Vol. 12. – P. 343-346.

## О ВЫТЕСНЕНИИ АБОРИГЕННОГО КАРАСЯ ЗОЛОТОГО ИНТРОДУЦИРОВАННЫМ КАРАСЕМ СЕРЕБРЯНЫМ

*Ризевский В.К., Зубей А.В., Ермолаева И.А.*

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,  
г. Минск, ул. Академическая, 27, 220072, Беларусь,  
e-mail: [RVK869@mail.ru](mailto:RVK869@mail.ru)*

## ON DISPLACEMENT OF INDIGENOUS CRUCIAN CARP BY INTRODUCED GOLDFISH

*V.K. Rizevsky, A.V. Zubey, I.A. Ermolaeva*

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on  
Bioresources,  
27 Akademicheskaya str., 220072, Minsk, Belarus,  
e-mail: [RVK869@mail.ru](mailto:RVK869@mail.ru)*

**Резюме.** Указываются причины вытеснения в водоемах Беларуси аборигенного карася золотого интродуцированным карасем серебряным и предлагаются меры по сохранению аборигенного вида.

**Ключевые слова:** карась золотой, карась серебряный, вытеснение

**Abstract.** There are depicted the causes of displacement of indigenous crucian carp by introduced goldfish and there are suggested the measures in Belarusian ponds are shown and actions for conservation of aborigine species are offered.

**Key words:** crucian carp, goldfish, exclusion.

### **Введение**

Карась обыкновенный (золотой или круглый) *Carassius carassius* (L.) распространен в Центральной и Восточной Европе, Сибири [1]. В Европе отмечается в бассейнах Северного, Балтийского, Белого, Баренцева, Черного и Каспийского морей [2]. В бассейне Северного моря в Швеции и Норвегии отсутствует. Выявлен в бассейне Эгейского моря.

В Беларуси карась обыкновенный является аборигенным видом рыб. Ранее он был широко распространен в реках, озерах, прудах и малых водоемах,

отмечался в небольших сажалках и карьерах, в которых кроме него другой рыбы не встречалось [3]. Наиболее многочисленным карась обыкновенный был в заболоченных, а также неглубоких и зарастающих пойменных водоемах бассейна Припяти.

До последнего времени в Беларуси состояние популяций карася золотого не вызывало опасения. Данный вид не являлся редким и находящимся под угрозой исчезновения, не относился к группе потенциально уязвимых [4], а также не входил в «Аннотированный список видов, требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны» [5]. Однако в последние годы наметилась четкая тенденция снижения численности и сокращения области распространения данного вида. Если в первые послевоенные годы карася золотого в большом количестве вылавливали в озерах Нарочанской и Браславской групп, в водоемах Полесской низменности, а также в реках бассейнов Днепра, Немана и Западной Двины [6, 7], а карась серебряный *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в уловах отсутствовал, то в последние годы в уловах явно преобладает последний. В большинстве водоемов, в которых еще 10-20 лет назад совместно обитали карась золотой и карась серебряный, в настоящее время в уловах отмечается только карась серебряный.

Целью настоящей работы явилось выявление причин, обусловивших замещение аборигенного карася серебряного интродуцированным карасем серебряным.

### **Материал и методы**

В основу работы положен проведенный нами анализ контрольных промысловых уловов рыбы, а также статистических материалов и имеющихся научных публикаций по рассматриваемому вопросу.

## **Результаты исследований и обсуждение**

### **Вытеснение карася золотого карасем серебряным.**

При исследовании нами видового состава рыб 30-ти водоемов Беларуси, в которых ранее обитал карась золотой, более чем в половине (53 %) из них в контрольных уловах был отмечен только карась серебряный; еще в *j* водоемов серебряный карась по численности преобладал над золотым, и только в *j* всех исследованных водоемов золотой карась преобладал в уловах над серебряным, или был единственным видом карася.

По данным промысловой статистики вылова рыбы в Беларуси в 2012 г. из 229 водоемов, на которых осуществлялся промысловый лов рыбы, карась серебряный отмечался в 147 (64,2 %), золотой – только в 5 водоемах, причем в 4-х из них карась золотой отмечался вместе с серебряным.

Отмеченные факты указывают на явную тенденцию замещения в водоемах Беларуси карася золотого карасем серебряным. При этом подобное явление приняло глобальные масштабы и характерно не только для Беларуси, но и для многих водоемов Европы [8-12], а также для регионов России [13]. По наблюдениям М.И. Абраменко [14], встречаемость золотого и серебряного карасей в левобережных пойменных водоемах р. Дон в районе г. Ростова-на-Дону до середины 70-х гг. XX века была примерно одинаковой. В начале 1980-х годов золотой карась уже практически исчез из этих акваторий [15]. В обзорной работе С.Б. Подушка [16] детально описан процесс вытеснения золотого карася серебряным, наблюдаемый в водоемах Азово-Донского и Азово-Кубанского бассейнов, во многих водоемах Понто-Каспийского региона, а также в озерах Сибири.

### **Карась серебряный в водоемах Беларуси.**

Принято считать [17-20], что акклиматизация серебряного карася в естественных водоемах Беларуси проводится с 1949 г. За первые два десятилетия данным видом было зарыблено 237 озер (пл. 76926 га), 2 водохранилища (пл. 3660 га) и ряд участков рек. Из указанного количества водоемов 72 озера (пл. 50617 га) зарыблялись карасем от 2 до 10 раз. Всего в водоемы

республики за период с 1949 по 1971 гг. было посажено около 71 млн. шт. сеголетков и 455 тыс. шт. разновозрастных особей карася серебряного.

Однако, имеются сведения, что еще до «акклиматизации» карась серебряный также отмечался в водоемах в границах современной Беларуси [21, 22], но точных сведений о времени его первого появления на территории страны не имеется.

По данным А.Л. Штейнфельд [23] еще в 1940 г. в оз. Вишнево было выпущено 2,4 тыс.шт. серебряного карася. Производились посадки карася и в некоторые другие озера Нарочанской группы: в 1936 г. – оз. Можейки; в 1935 г. - оз. Свирь. Количество и источник посадочного материала, использованного для зарыбления этих озер неизвестны, а промыслового эффекта данные мероприятия не дали.

По данным М.Г. Гапченко с соавт. [24] в 1936-40 годах карасем серебряным неоднократно зарыбляли оз. Богино. Всего в водоем было вселено около 10 тыс. шт. молоди карася. Посадочный материал выращивали в расположенном на берегу оз. Богино рыбопитомнике «Черница». В первые послевоенные годы были отмечены и неоднократные факты самостоятельного проникновения серебряного карася в озеро из данного рыбопитомника.

Имеются сведения, что еще во второй половине девятнадцатого века в водоемах западной и северо-западной России (включающей, в том числе, и территорию Беларуси) серебряный карась отмечался вместе с золотым карасем [25]. Считается, что до середины XX века серебряный карась являлся хотя и малочисленным, но естественным (аборигенным) компонентом ихтиоценозов Понто-Каспийского региона с абсолютным доминированием однополо-бессамцовой гиногенетической формы [26].

### *Акклиматизация «амурского» серебряного карася в водоемах Беларуси.*

Во второй половине XX столетия произошло резкое увеличение, как численности, так и области распространения серебряного карася. Одним из наиболее негативных последствий такого увеличения численности серебряного

карася явились напряженные конкурентные отношения между ним и близкородственным карасем золотым. Если ранее эти виды мирно сосуществовали во многих водоемах, то в последние годы наблюдается постепенное и полное вытеснение золотого карася из тех мест, где появился серебряный.

Было предположено, что причиной этого явилось не внезапное изменение биологии обитавшего здесь ранее крайне малочисленного местного серебряного карася, представленного бессамцовой триплоидной гиногенетической формой [27-30], а вселение в водоемы чужеродного «амурского» серебряного карася, среди которых отмечались, в том числе, и бисексуальные диплоидные особи.

Интенсивные работы по акклиматизации в различных регионах СССР дальневосточных видов рыб начались в 30-х годах прошлого столетия. Особенно большой размах они приобрели в послевоенный период. Наряду с другими видами амурской ихтиофауны в европейскую часть СССР (в т.ч. и Беларусь) завозили и «амурского» серебряного карася [31]. Акклиматизация серебряного карася в Беларуси первоначально началась с 1000 особей диких производителей серебряного карася, отловленных в водоемах бассейна р. Амур (возле г. Хабаровска) и относящихся как к триплоидной гиногенетической, так и диплоидной бисексуальной форме [28, 32].

Хотя внешне «амурский» серебряный карась практически неотличим от серебряного карася, обитавшего ранее на обширных пространствах Европы и Азии, он представляет собой совершенно иную экологическую форму. В основном, это речная рыба, приспособившаяся к размножению в придаточных водоемах и отличающаяся от местной туводной формы способностью к протяженным миграциям.

Примером мигрирующей способности акклиматизированного в Беларуси серебряного карася является его регулярный вылов при проведении контрольных промысловых обловов р. Неман на участке Мостовского района

[33], при том, что зарыбление данного водотока карасем серебряным не проводилось.

Помимо этого, характерной чертой «амурского» карася является его способность создавать и поддерживать в сложных многовидовых ихтиоценозах гораздо более высокую численность и биомассу, в сравнении с местной формой серебряного карася. В Беларуси серебряный карась впервые стал отмечаться в промысловых уловах в 1952 г., а в 1962 г. он составлял уже 12 % общего улова рыб по стране. Было отмечено [20], что в благоприятных условиях (высокоэвтрофные, сильно зарастаемые мелководные водоемы) серебряный карась не только легко преодолел биологический барьер, создаваемый аборигенной ихтиофауной (пищевая конкуренция, хищничество, паразитизм т.д.), но и сам активно воздействовал на последнюю, подавляя до минимума численность даже таких жизнестойких рыб, как окунь, ерш, плотва и др. В связи с этим еще в начале 60-х годов В.П. Ляхнович [19] писал, что борьба с серебряным карасем в Беларуси предстоит длительная и трудная.

**Факторы, обусловившие вытеснение аборигенного карася золотого интродуцированным карасем серебряным.**

Анализ научной литературы позволяет заключить, что основными причинами, обусловившими вытеснение карася золотого интродуцированным карасем серебряным, является следующее:

1. Появление в популяциях серебряного карася многочисленных диплоидных самцов [34, 35], и отсутствие в связи с этим у триплоидных самок необходимости в самцах золотого карася, являвшихся ранее основным видом-донором при размножении [15, 36].

2. Избирательность диплоидных и триплоидных самцов в период брачного ухаживания и размножения к диплоидным самкам бисексуальной формы по сравнению с триплоидными гиногенетическими [37].

3. Постепенное растворение генофонда карася золотого в генофонде вселенца, вызванное гибридизацией карася золотого с двуполой формой карася

серебряного и последующим скрещиванием гибридов преимущественно с многочисленными в водоемах особями карася серебряного [38, 39].

4. Более высокая устойчивость карася серебряного к дефициту кислорода [40-42] и повышенная резистентность к поллютантам антропогенного происхождения [26], в сравнении с карасем золотым.

5. Более широкий пищевой спектр и развитый цедильный аппарат у карася серебряного по сравнению с карасем золотым [43-45].

Исходя из вышеизложенного, а также учитывая продолжающееся ежегодное вселение в естественные водоемы Беларуси карася серебряного, можно с большой долей вероятности прогнозировать дальнейшее развитие процесса замещения интродуцированным карасем серебряным аборигенного вида – карася золотого. Этому процессу будет также способствовать широкое использование карася серебряного рыболовами-любителями в качестве живца для ловли хищных рыб и способность этого вида к совершению миграций по гидрологической сети из одного водоема в другой. На фоне происходящего в настоящее время под воздействием урбанизации и сельскохозяйственного освоения земель исчезновения небольших мелких и заболоченных водоемов, являющихся типичными местами обитания карася золотого, можно говорить о возможном в недалеком времени окончательном выпадении из состава фауны рыб Беларуси этого аборигенного вида.

**Предлагаемые меры по сохранению в естественных водоемах Беларуси карася обыкновенного.**

Для сохранения в естественных водоемах Беларуси аборигенного вида рыб, карася золотого, и снижения темпов замещения его близкородственным видом-интродуцентом – карасем серебряным, необходимо:

1. При разработке, согласовании, утверждении и проведении экспертизы БЭО, РБО и обоснований на зарыбление обращать внимание на наличие (отсутствие) в водоеме карася золотого, а также учитывать высокую миграционную активность и способность карася серебряного в благоприятных условиях создавать и поддерживать высокую численность и биомассу.

2. Не применять карася серебряного в качестве живца для лова хищных видов рыб в водоемах, населенных карасем золотым.

3. Выявить водоемы, населенные карасем золотым и отсутствием в них карася серебряного, и наиболее уникальным из них (глухие, без наличия гидрологической связи с другими водоемами) придать соответствующий охранный статус.

4. Указывать в обязательном порядке карася золотого при наличии такового в уловах (разделять серебряного и золотого карасей по видам) при заполнении тонавого журнала арендатором (пользователем) водоема.

5. Проводить информирование местного населения о вытеснении аборигенного карася золотого интродуцированным карасем серебряным и о необходимости сохранения аборигенного вида.

#### **Список использованных источников**

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1949.- Ч. 2. – С. 469-925.

2. Решетников Ю. С., Богуцкая Н. Г., Васильева Е. Д., Дорофеева Е. А., Насека А. М., Попова О. А., Савваитова К. А., Сиделева В. Г., Соколов Л. И. Список рыбообразных и рыб пресных вод России // Вопросы ихтиологии.- 1997.- Т. 37, вып. 6.- С. 723-771.

3. Жуков П.И. Рыбы Белоруссии.- Минск: Наука и техника, 1965.- 415 с.

4. Ризевский В.К., Куницкий Д.Ф. Экологический статус охраняемых видов рыб Беларуси // Материалы респ. научн. конф. "Красная книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы", Витебск, 2002.- С. 181-182.

5. Красная книга Республики Беларусь. Животные. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. Минск: Беларуская Энцыклапедыя, 2004. 320 с.

6. Жуков П.И. Рыбы бассейна Немана.- Минск: Изд-во АН БССР, 1958.- 192 с.

7. Воронин Ф.Н. Фауна Белоруссии и охрана природы (позвоночные). Минск, Изд-во Высшэйшая школа, 1967, 424 с.
8. Неверов А. Зарыбление заморных озер серебряным карасем // Рыбоводство и рыболовство. 1959. № 2. С.30.
9. Кукурадзе А.М., Марияш Л.Ф. 1975. Материалы к экологии серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) // Вопросы ихтиологии. Т.15. N 3. С.456-462.
10. Абраменко М.И. Эколого-генетические закономерности вспышки численности серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в Азовском море и других бассейнах Понто-Каспийского региона // Новейшие экологические феномены в Азовском море (вторая половина XX века). 2003. Т.5. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. С.276-380.
11. Вальков В. Карася по осени считают // Рыболов. 2003. № 5. С.2-9.
12. Stanislav Lusk, Vmra Luskovb and Lubomnr Hanel. Alien fish species in the Czech Republic and their impact on the native fish fauna // Folia Zool. 2010, 59(1): 57–72
13. Колядин С.А., Величко Г.М. Экологическая характеристика серебряного карася озер юга Красноярского края // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1989. № 296. С.78-87.
14. Абраменко М.И. Вытеснение серебряным карасем *Carassius auratus gibelio* близкородственных видов рыб в азовском бассейне как следствие процесса трансформации генетической структуры его популяции // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем. Тезисы докладов международной научной конференции, 5—8 июня 2007 г. Ростов-на-Дону, 2007. с.11-12.
15. Матишов Г.Г., Абраменко М.И., Гаргопа Ю.М., Буфетова М.В. Новейшие экологические феномены в Азовском море (вторая половина XX века). Апатиты: Изд. КНЦРАН, 2003. 441 с.

16. Подушка С.Б. О причинах вспышки численности серебряного карася // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. СПб., 2004, № 8. С. 5-15.
17. Чесалин В.А. К вопросу улучшения состава ихтиофауны в озерах Белорусской ССР // Научно-технический бюллетень ВНИОРХ. 1956, № 1-2. С.53-55.
18. Домбровский В.К. О хозяйственной целесообразности совместного выращивания карпа и серебряного карася // Труды БелНИИРХ. 1964. Т.5. С.153-156.
19. Ляхнович В.П. Серебряный карась в прудах Белоруссии // Рыбоводство и рыболовство. 1963. № 1. С. 23-24.
20. Костюченко А.А.. Акклиматизация рыб в водоемах Белоруссии // Труды БелНИИРХ. 1970 Т.7. - С. 147-180.
21. Корева А. Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального штаба. Виленская губерния - СПб., 1861. – 834 с.
22. Сапунов А. Река Западная Двина. - Витебск, 1893. - 640 с.
23. Штейнфельд. А.Л. Рыбы озер Нарочанской группы и их значение в промысле. Отчет по теме «Состояние рыбных запасов в Нарочанской группе озер». Ч. III. Мин-во легкой промышленности СССР. Всес. науч.-исслед. ин-т. озерного и речного рыбного хозяйства (ВНИРХ). Белорусское отделение. Минск, 1953., 120 с.
24. Гапченко М.Г., Грибковский П.П., Сокровина В.И., Ярошевич В.Р. Рыбохозяйственная характеристика Браславской группы озер и пути организации рационального рыбного хозяйства. Раздел: Современная ихтиофауна и пути ее реконструкции. 1950.
25. Сабанеев Л.П. Рыбы России. Жизнь и ловля (уженья) наших пресноводных рыб. - М., 1892.- Т. 2.- 405 с.
26. Абраменко М.И. Закономерности функционирования популяций однополо-двуполого комплекса серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*)

Азовского бассейна / Дис. на соиск. степени доктора биологических наук. 2008, Астрахань. 424 с.

27. Кокодий С. Рыболовный мир. № 5. 2008 г. – С. 13–15.

28. Головинская К.А., Ромашов Д.Д., Черфас Н.Б. Однополые и двуполые формы серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch) // Вопр. ихтиологии. 1965. Т. 5, № 4. С. 614–629.

29. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. 1987. Л.: Наука. 520 с.

30. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Пищевая промышленность. 1974. 447 С..

31. Петрушевский Г.К., Бауер О.Н. Влияние акклиматизации рыб на паразитофауну // Известия ВНИОРХ. 1953. Т.32. С.259-272.

32. Черфас Н.Б. Естественная триплоидия у самок однополой формы серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch) // Генетика. 1966. Т. 2, № 5. С. 16–24.

33. Ермолаева И.А., Ризевский В.К., Пальчевская К.И. Непреднамеренное зарыбление рыболовных угодий // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов. Мат. II-ой межд. Науч.-практ. конф. Минск, Беларусь. 22-26 октября 2012 г. Минск, «Минсктиппроект», 2012.- С. 450-452.

34. Абраменко М.И., Кравченко О.В., Великоиваненко А.Е. Генетическая структура популяций в диплоидно-триплоидном комплексе серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне Нижнего Дона // Вопросы ихтиологии. 1997. Т. 37, № 1. С. 62-61.

35. Абраменко М.И., Надтока Е.В., Махоткин М.А., Кравченко О.В., Полтавцева Т.Г. Распространение и цитогенетические особенности триплоидных самцов серебряного карася из Азовского бассейна // Онтогенез. 2004. Т. 35, № 5. С. 375-386.

36. Абраменко М.И. Экологические и биологические закономерности пространственной динамики численности серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в Понто-Каспийском регионе // Среда, биота и моделирование

экологических процессов в Азовском море. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН. 2001. С.152-173.

37. Абраменко М.И. Этологические механизмы доминирования диплоидной бисексуальной формы в популяциях серебряного карася Азовского бассейна: Тез. докл. междунар. семинара "Современные технологии мониторинга и освоения природных ресурсов южных морей России". (г. Ростов-на-Дону, 15-17 июня 2005 г.). - Ростов-на-Дону: Изд-во ООО "ЦВВР", 2005. - С. 6-8.

38. Межжерин С.В., Лисецкий И.Л. Генетическая структура популяций карасей (Cypriniformes, Cyprinidae, *Carassius* L. 1758), населяющих водоемы среднеднепровского бассейна // Цитология и генетика. – 2004. – 38, № 5. – С. 35-44.

39. Hdnfling B, Bolton P, Harlea M, Carvalho GR (2005): A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius spp.* and *Cyprinus carpio*) // Freshwater Biology, 50, 403–417.

40. Горюнова А.И. Периодические изменения ихтиофауны в озерах и реках целинного края // Вопросы ихтиологии. 1962. Т. 2, вып. 4 (25). С. 577-580.

41. Бельченко Л.А., Кель О.В. Особенности адаптации к гипоксии у золотого *Carassius carassius* и серебряного *Carassius auratus gibelio* карасей // Вопросы ихтиологии. 1991. Т. 31. вып. 6. С. 981-988.

42. Liu Fei, Zhang Xuan-jie, Liu Yun. Rate of oxygen consumption and aspliation point in the triploid silver crucian carp // Acta Sei. Natur. Univ. norm, hunanensis. 2000. V. 23, № 3. P. 72-75.

43. Дмитриева Е.Н. Морфо-экологический анализ двух видов карася // Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1957. Вып. 16. С. 102-170.

44. Матей В.Е. Структурно-функциональная характеристика жаберных дуг пресноводных костистых рыб // Журн. эволюционной биохимии и физиологии. 1995. Т. 31, № 5-6. С. 584-588.

45. Казачков Г.В. Об анатомическом описании жаберного аппарата карася серебряного *Carassius auratus* // Вестник Оренбург, гос. пед. ун-та. 2000. № 5. С. 120-127.

## **Требования к оформлению статей для публикации в сборнике «Вопросы рыбного хозяйства Беларуси»**

Статьи объемом не более 12 страниц (включая список литературы) машинописного текста (формат А4), использовать редактор Win Word 6.0 – 7.0, шрифт Times New Roman, кегль 14, интервал полуторный, поля – по 2 см, выравнивание по ширине, автоматический перенос, интервал от названия статьи до введения статьи – одинарный.

Код УДК – без отступа, шрифт не жирный. Название статьи строчными буквами, кроме первой заглавной, шрифт – жирный, ниже – инициалы и фамилии автора(-ов) – шрифт не жирный. Далее через интервал печатается полное название учреждения, адрес, страна и e-mail, шрифт – курсив.

Название статьи, фамилии авторов и название организации дублируются на английском языке (оформление – как и на русском).

Резюме на русском языке объемом не более 10 строк, резюме на английском языке объемом не более 10 строк.

Таблицы следует представлять в тексте с номерами и заголовками. Графики оформляются в редакторе Excel (черно-белые), рисунки – в формате jpg, tif.

Ссылки на литературные источники в тексте указываются в квадратных скобках по порядковому номеру в списке литературы, ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Оформление – в соответствии с приложением 2 к Инструкции ВАК по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации.

Текст статьи (за исключением обзорной) должен содержать разделы: **Введение, Материалы и методы, Результаты исследований и обсуждение, Заключение, Список использованных источников.**

Название файла должно включать фамилию первого автора, например Ivanov.doc.

При подаче статьи необходимо наличие подписей всех авторов и рекомендация к публикации (выписка из протокола заседания Ученого совета и т.п.).

Ответственность за достоверность приведенных данных, изложение и оформление текста несут авторы.

**Материалы, не соответствующие требованиям к тематике и оформлению, не принимаются к публикации!**

Образец оформления титула публикации  
УДК 639.2.053.4:597.554.3

**О ВЫТЕСНЕНИИ АБОРИГЕННОГО КАРАСЯ ЗОЛОТОГО  
ИНТРОДУЦИРОВАННЫМ КАРАСЕМ СЕРЕБРЯНЫМ**

*Ризевский В.К., Зубей А.В., Ермолаева И.А.*

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,  
г. Минск, ул. Академическая, 27, 220072, Беларусь,  
e-mail: [RVK869@mail.ru](mailto:RVK869@mail.ru)*

**ON DISPLACEMENT OF INDIGENOUS CRUCIAN CARP BY INTRODUCED  
GOLDFISH**

*V.K. Rizevsky, A.V. Zubey, I.A. Ermolaeva*

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on  
Bioresources,  
27 Akademicheskaya str., 220072, Minsk, Belarus,  
e-mail: [RVK869@mail.ru](mailto:RVK869@mail.ru)*

**Резюме**

**Ключевые слова**

**Abstract**

**Key word**

**Введение**

**Материалы и методы**

**Результаты исследований и обсуждения**

**Заключение**

**Список использованных источников**